

MASTER « Métiers de l'Éducation et de la Formation »

**Mention
Pratiques et Ingénierie de
Formation**

**Parcours
Master 2 E.F.E.N.**

**Effets des instructions de pertinence spécifiques et des attitudes
environnementales sur les apprentissages avec des animations
dans le cadre de l'éducation au développement durable**

Jean-Luc Kpodar

Directeur du mémoire : Franck Amadiou

Membres du Jury de soutenance :

-
-

Soutenu le :

Année Universitaire 2016-2017

Résumé

Une séquence d'enseignement en collège auprès d'élèves de sixième, en Éducation au développement durable, a fourni le contexte de cette étude sur les effets d'instructions de pertinence spécifiques, notion issue des modèles de la lecture orientée par les buts (« *goal-focusing reading* »), pour améliorer les apprentissages avec des animations, grâce à un guidage attentionnel visant les informations les plus pertinentes pour favoriser des traitements profonds. Un dispositif pédagogique d'accompagnement des vidéos, sous forme de questions, a été mis en place et testé, dans une expérimentation faisant intervenir un groupe témoin et deux groupes expérimentaux soumis à des dispositifs proches mais différents, puisque l'un des groupes était soumis à une vidéo accompagnée de questions ciblées, alors que l'autre était soumis à la même vidéo accompagnée de questions élaboratives. D'éventuels effets des attitudes des élèves vis-à-vis de l'environnement (les attitudes ont été mesurées grâce à la *New Ecological Paradigm Scale*, Dunlap, et al., 2000 ; pour la version francisée : Schleyer-Lindenmann, et al., 2016) sur les performances ont été testés.

Les résultats n'ont pas montré d'effets significatifs des instructions de pertinence, ni des attitudes, ni d'effets conjoints sur les performances. Plusieurs explications sont avancées, dont le ciblage des questions, ainsi que plusieurs pistes pour approfondir ces résultats. Un questionnaire est proposé quant à la structure de l'échelle utilisée, et l'intérêt d'en vérifier la dimensionnalité.

Sommaire

Introduction	4
Problématique	25
Méthodologie	30
Résultats	50
Discussion	69
Conclusion	77
Bibliographie	79
Annexes	85

Introduction

Faire « comprendre [aux élèves] l'impératif d'un développement durable de l'habitation humaine de la Terre » est devenu un objectif qui s'exprime fortement dans les programmes scolaires, comme ici dans le deuxième paragraphe consacré à la présentation du Domaine 4 du Socle de compétences, *Les systèmes naturels et les systèmes techniques*, dans les programmes scolaires du cycle 3 (http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=94708).

Dans le cadre de cet enseignement, les animations font partie des outils pédagogiques habituels et les ressources existantes sont nombreuses (voir, par exemple, le site de l'académie de Versailles consacré au Développement durable : <http://www.edd.ac-versailles.fr/spip.php?rubrique74> ou la rubrique « Développement durable » du site *FranceTVÉducation* : <http://education.francetv.fr/matiere/developpement-durable/college> ; ou encore les très nombreuses vidéos présentes sur les plateformes grand public d'hébergement de vidéos). Dans quelle mesure ces vidéos constituent-elles des outils pédagogiques efficaces, c'est-à-dire susceptibles d'aider les élèves à comprendre les concepts expliqués et à les retenir ?

Il semble exister un postulat pédagogique selon lequel les phénomènes dynamiques seraient plus facilement explicables grâce à des animations, celles-ci étant supposées plus à même de rendre compte de tels phénomènes en raison de leur caractère continu. Mais l'adéquation des vidéos pour rendre compte de tels phénomènes dynamiques n'implique pas nécessairement qu'elles soient plus appropriées qu'une succession d'images statiques pour permettre aux élèves de comprendre ces phénomènes. Les travaux de Richard Mayer (Mayer, 2005) sur l'apprentissage multimédia, par exemple, ont pu montrer que la lecture de documents numériques multimédia ou d'animations pouvait être au contraire plus difficile que la lecture de documents simples, si certaines conditions de présentation n'étaient pas respectées.

Dans la pratique, en collège, les animations peuvent être utilisées pendant le cours, pour illustrer un propos du professeur, en bénéficiant des effets supposés bénéfiques des animations pour expliquer les phénomènes dynamiques. Dans ce cas, les vidéos sont commentées par le professeur, qui peut ainsi guider l'attention des élèves vers les éléments les plus pertinents. Mais les animations peuvent aussi être utilisées en amont d'un cours, pour familiariser les élèves avec une notion, par exemple. Cette pratique a été popularisée notamment par le mouvement dit de « la classe inversée » où, dans sa forme la plus élémentaire, le professeur donne aux élèves la tâche de visionner une vidéo en amont du cours, afin de les familiariser avec le contenu, ou de susciter des interrogations (Lebrun, et al., 2016). Mais dans ce cas, les élèves ne bénéficiant pas des indications du professeur, ils sont supposés faire ce travail de sélection des éléments pertinents par eux-mêmes, parfois avec l'aide de questions d'accompagnement.

Ces questions peuvent être des questions insérées dans l'animation, ou des questions posées après (plus rarement, avant) l'animation. Il peut s'agir de questions factuelles ou de questions ouvertes, élaboratives, requérant des inférences de la part de l'apprenant. Ainsi, l'insertion d'indicateurs de pertinence dans les animations, sous la forme de questions ou de remarques, pourrait-elle être un moyen d'alléger la charge cognitive extrinsèque des apprenants face à une animation, en guidant leur attention vers les éléments les plus pertinents, comme le ferait un professeur ? Quels types de questions seraient alors les plus appropriées : des questions ciblées, visant des informations précises de l'animation, ou des questions élaboratives, visant à inciter l'élève à relier différentes informations entre elles ? Devraient-elles viser plutôt les connaissances à retenir ou celles qui seraient susceptibles d'aider l'apprenant à comprendre les explications données par l'animation en général ?

Trouver des réponses à ces questions permettrait de guider les concepteurs pédagogiques vers des pratiques susceptibles d'aider au mieux leurs élèves à apprendre à l'aide d'animations,

notamment dans le cadre de l'éducation au développement durable. C'est en effet dans le cadre de l'éducation au développement durable que nous avons profité d'une séquence d'enseignement en collège, avec des élèves de sixième, pour chercher des réponses à ces questions, dans des conditions aussi proches que possible des conditions réelles d'enseignement.

Contexte de l'étude

Dans le cadre d'un projet interdisciplinaire Français/S.V.T., une classe de sixième du collège Émile Zola, à Toulouse, a préparé une intervention de médiation scientifique autour du squelette de rorqual commun du Muséum de Toulouse. Les élèves devaient intervenir par binômes lors de la Nuit européenne des Musées, en mai 2017, pour présenter aux visiteurs du Muséum le squelette de rorqual commun exposé dans ce musée. La préparation de cette intervention comportait plusieurs volets : la préparation à la médiation proprement dite, et l'acquisition de connaissances culturelles et scientifiques sur les baleines, qui nous intéresse ici plus particulièrement. Plusieurs modalités ont été utilisées pour faire apprendre aux élèves des connaissances scientifiques suffisamment solides pour pouvoir être utilisées lors des interventions de médiation, dont le visionnage d'une vidéo de l'émission *C'est pas sorcier* sur les « Baleines menacées » (<https://www.youtube.com/watch?v=uiEg1Gptg7U>).

Les concepts présentés par cette vidéo sont complexes : le processus de reproduction de la baleine et les menaces que la chasse fait peser sur la survie des espèces, d'une part ; la chaîne alimentaire des rorquals communs et les conséquences néfastes du réchauffement climatique sur celle-ci, d'autre part. Des modèles animés accompagnent les explications orales du présentateur, mais la compréhension reste difficile, et peut-être encore plus difficile en raison du caractère animé de ces schémas. Afin de rendre la compréhension de ces vidéos plus facile, un dispositif pédagogique d'accompagnement des vidéos, sous forme de questions, a été mis en place et testé, dans une expérimentation faisant intervenir un groupe témoin et deux groupes expérimentaux

soumis à des dispositifs proches mais différents, puisque l'un des groupes était soumis à une vidéo accompagnée de questions ciblées, alors que l'autre était soumis à la même vidéo accompagnée de questions élaboratives.

Outre la complexité des notions étudiées (distinction entre espèces « en danger », « vulnérables » et « menacées », effets indirects du réchauffement climatique sur la chaîne alimentaire d'une espèce en fonction de sa localisation...) et les difficultés induites par le médium vidéo en tant que tel, un autre facteur pouvait entrer en ligne de compte pour faciliter, ou au contraire gêner l'acquisition des connaissances requises pour préparer la médiation au Muséum : l'intérêt porté par les élèves aux connaissances abordées. Les élèves nés au XXI^e siècle ont eu de multiples occasions, scolaires ou non, d'être sensibilisés aux problématiques de développement durable. Mais leur intérêt vis-à-vis de ces questions varie nécessairement, et leur niveau d'adhésion aux préoccupations de développement durable n'est certainement pas sans effets sur leur engagement dans des activités d'apprentissage en lien avec ces problématiques. Afin de prendre en compte les effets éventuels de leurs attitudes environnementales sur les apprentissages, les participants ont rempli un questionnaire d'attitudes, la *New Ecological Paradigm Scale* (NEPS : Dunlap, et al., 2000 ; pour la version francisée : Schleyer-Lindenmann, et al., 2016). Les réponses à ces questionnaires ont été confrontées avec les résultats aux tests d'apprentissage pour déterminer si d'éventuelles corrélations pouvaient être observées.

Qu'est-ce qu'une animation ?

Les animations sont définies par Bétrancourt, et Tversky, 2000 comme : « a series of frames, so that each frame appears as an alteration of the previous one ». Cette définition souligne le caractère transitoire des animations : les informations portées par les images sont généralement évanescences (Stenning, 1998). Les animations paraissent dès lors intéressantes pour représenter des phénomènes dynamiques, tels que ceux auxquels on peut être confronté dans le domaine de

l'éducation au développement durable : phénomènes climatiques ou géologiques, évolution dans le temps de la population d'une espèce animale, interactions entre les éléments d'un écosystème...

Plus précisément, le type d'animations que nous évoquerons dans cette étude sont les animations à représentation temporelle singulière (« *time-singular representations* »). Ainsworth, et Van Labeke, 2004 distinguent celles-ci des animations à représentation persistante ou rémanente (« *time-persistent* » : les états antérieurs ne disparaissent pas, ils restent visibles et le spectateur, s'il met en pause la vidéo, peut tous les voir ; il peut s'agir, par exemple, d'un graphique où l'axe des x représente le temps et l'axe des y une variable qui évolue chronologiquement) et des animations à représentation temporelle implicite (« *time-implicit* » : les informations antérieures sont persistantes, comme dans les animations « *time-persistent* », mais l'échelle temporelle est implicite ; lorsque la vidéo est en pause, il est possible de voir les informations antérieures, mais il n'est pas possible de savoir à quel moment on se situe du déroulement chronologique du phénomène ; l'échelle temporelle n'est alors perceptible que lorsque l'animation est jouée).

Dans les représentations « *time-singular* », le temps de l'animation est une projection du temps du phénomène dynamique représenté, comme dans les animations « *time-implicit* », mais un seul état du système est visible à un instant donné. Par conséquent, à chaque instant, une image ne contient qu'une partie des informations contenues dans l'ensemble de l'animation. S'il veut relier des informations actuelles avec des informations antérieures, les comparer, faire des inférences, l'apprenant devra avoir placé en mémoire de travail les informations pertinentes, ce qui peut constituer une importante difficulté en fonction notamment de la quantité d'informations à mémoriser et de sa connaissance du domaine étudié, mais aussi de sa capacité à sélectionner les informations les plus pertinentes sans laisser son attention être détournée par des informations non pertinentes.

Si le caractère principal d'une animation est son caractère transitoire, ce qui en fait son intérêt en fait aussi sa faiblesse pédagogique. Le fait qu'une image chasse l'autre dans un flux continu rend difficile pour l'apprenant de traiter en mémoire de travail les informations transitoires : sélectionner les plus pertinentes, les relier entre elles ou avec ses connaissances en mémoire à long terme, pour modifier ses schémas mentaux ou en construire de nouveaux. Or, si la charge cognitive induite par ces opérations non-directement nécessaires à l'apprentissage est trop importante, l'apprenant risque de manquer de ressources cognitives pour effectuer les opérations d'apprentissage proprement dites.

Apprentissage avec des animations et charge cognitive

La théorie de la charge cognitive

La charge cognitive « correspond à l'intensité du traitement cognitif mis en œuvre par un individu lorsqu'il réalise une tâche donnée dans un contexte particulier » (Chanquoy, et al., 2007). On doit à John Sweller (Sweller, 1988) d'avoir attiré l'attention sur les conséquences, concernant les apprentissages scolaires, des capacités limitées de la mémoire de travail (Baddeley, et Hitch, 1974). En distinguant, d'une part, la charge cognitive intrinsèque, correspondant à la difficulté intrinsèque de la tâche et dépendant donc du nombre d'éléments à stocker et traiter ainsi que de la complexité de leurs interrelations, de la charge cognitive extrinsèque, d'autre part, correspondant aux traitements nécessaires, mais inutiles au regard de l'apprentissage, et enfin de la charge cognitive essentielle, liée à l'apprentissage lui-même et à la constitution des informations en connaissances, il a permis, avec ses collaborateurs (Owen, et Sweller, 1985, Paas, et Van Merriënboer, 1994, Kalyuga, et al., 1999, Kirschner, 2002, Kalyuga, et al., 2003), d'identifier un certain nombre d'effets favorables ou défavorables à l'apprentissage induits par les supports d'apprentissage.

Dans la mesure où les capacités de la mémoire de travail sont limitées (Baddeley, 2001, Engle, 2002), l'apprenant va pouvoir réduire la charge cognitive intrinsèque, par exemple en adoptant des stratégies visant à réduire le nombre d'éléments pertinents à traiter pour réaliser la tâche (Tricot, et al., 2008) ou la charge extrinsèque, en limitant tout ce qui peut être interférent avec la tâche d'apprentissage, de façon à privilégier la charge essentielle, qui constitue le but de l'activité.

Il a ainsi été montré que, lorsque la tâche d'apprentissage impliquait plusieurs sources d'information, le fait d'utiliser deux modalités de présentation des informations, visuelle et auditive, pouvait améliorer les apprentissages (effet de modalité, *modality effect* ; Mousavi, et al., 1995 ; Jeung, et al., 1997), s'il réduisait les coûts cognitifs liés au partage de l'attention (effet d'attention partagée, *split-attention effect* ; Ward, et Sweller, 1990). Pour cette raison, il est plus rentable d'intégrer les informations visuelles, lorsque cela est possible, que de les séparer, car cela oblige l'apprenant à intégrer lui-même les différentes sources.

Mais, le caractère transitoire des animations peut aussi être un obstacle. En effet, Leahy, et Sweller, 2011 ont montré que l'effet de modalité était inversé dans le cas où l'information auditive était trop complexe. Il est préférable, dans ce cas, que les apprenants puissent revenir en arrière. Ces résultats ont été répliqués, montrant que, lorsque l'information était trop complexe, il valait mieux remplacer l'animation par des images fixes (Wong, et al., 2012), ou ajouter une aide visuelle (Ng, et al., 2013).

Les obstacles à l'apprentissage avec des animations

Ainsi, une difficulté spécifique posée par l'apprentissage avec des animations, en particulier les animations « *time-singular* » (Ainsworth, et Van Labeke, 2004 ; cf. « [Qu'est-ce qu'une animation ?](#) », ci-dessus), par rapport à des apprentissages avec des supports multimédia réunissant textes et images fixes, est le caractère transitoire des animations : l'apprenant ne peut généralement

pas avoir sous les yeux les informations délivrées sur le moment en même temps que celles délivrées précédemment, ce qui l'oblige à stocker ces dernières en mémoire de travail, avec les limites de temps (Peterson, et Peterson, 1959) et d'empan de celle-ci (Miller, 1956).

Cette difficulté est encore accrue par le fait que des distracteurs d'attention peuvent conduire l'apprenant à traiter des informations non utiles à la résolution de la tâche qu'il est en train de mener (Amadiou, et al., 2011).

« *Deep learning occurs only if sufficient cognitive resources are allocated to germane cognitive load* » (Sweller, et al., 1998). Il est donc nécessaire, pour que les animations soient favorables aux apprentissages, de faire en sorte que la charge cognitive extrinsèque soit la plus réduite possible, c'est-à-dire que la sélection et le traitement des informations pertinentes soient autant que possible facilités.

Comment favoriser l'apprentissage avec des animations

Afin de résoudre ces difficultés, plusieurs stratégies fondées sur le modèle de la charge cognitive sont possibles et ont fait l'objet d'études expérimentales, parmi lesquelles le signalement (« *cueing* » : indiquer par des signaux repérables les informations importantes), la segmentation (diviser l'animation en plusieurs segments signifiants), le contrôle donné à l'apprenant (donner la possibilité à l'apprenant de contrôler lui-même l'avancement de l'animation) ou la prise en compte des connaissances antérieures de l'apprenant.

Le « *cueing* »

Le signalement (« *cueing* ») consiste à indiquer à l'apprenant, par un signal repérable, les informations pertinentes, afin de réduire le coût de la recherche de ces informations.

La recherche et l'extraction des éléments importants de l'animation peuvent en effet être considérées comme constituant « une tâche supplémentaire » (« *Searching and extracting relevant elements may be viewed as an additional task* » ; de Koning, et al., 2007), donc susceptible

d'accroître la charge cognitive extrinsèque. Il y a donc lieu de chercher à réduire l'importance de cette tâche, dans la mesure où elle ne constitue pas l'objet de l'apprentissage.

D'autre part, l'attention de l'apprenant aura tendance à être attirée par les éléments les plus saillants, sans forcément qu'il s'agisse des plus pertinents pour la tâche d'apprentissage (Lowe, 1999 ; Lowe, 2003).

Le signalement permet ainsi de réduire la charge cognitive extrinsèque en guidant l'attention de l'apprenant vers les informations pertinentes (*attention-guiding principle* : Bertrancourt, 2005), afin de lui éviter de devoir chercher par lui-même les informations utiles. Il peut s'agir par exemple d'indiquer par un codage couleur, ou une flèche, ou un commentaire oral, les éléments visuels sur lesquels l'apprenant est invité à focaliser son attention.

Plusieurs études ont confirmé les effets bénéfiques du *cueing* : Boucheix, et Lowe, 2010 ont montré que le *cueing* non seulement guidait effectivement l'attention des apprenants vers les éléments pertinents d'un schéma, ce qui a été vérifié par un dispositif de *tracking* visuel, mais aussi qu'il améliorait ainsi les performances d'apprentissage. Lin, et Atkinson, 2011 ont montré, dans une étude portant sur 119 participants et faisant intervenir deux facteurs : images statiques VS animations, indices visuels VS absence d'indices visuels, que les animations permettaient aux participants de mémoriser plus d'éléments que les images statiques, d'une part ; d'autre part, que les indices visuels, s'ils n'étaient pas associés à une amélioration des résultats, étaient du moins associés à une diminution du temps d'apprentissage.

La segmentation

Le découpage d'une animation en plusieurs sections permettrait de laisser plus de temps à l'apprenant pour traiter les informations. Il s'agit donc d'une stratégie intéressante pour contrevenir aux effets du caractère transitoire des animations. Les effets positifs de ce type de *design* ont pu être constatés par de nombreuses expériences (Mayer, et al., 1999 ; Mayer, et Chandler, 2001, par

exemple). Mais les effets positifs de la segmentation peuvent aussi être liés au fait que le découpage de l'animation en séquences cohérentes pourrait servir de *cueing* pour les apprenants, en leur signalant, au gré des coupures, les éléments signifiants de l'animation. Afin de distinguer les effets combinés de la segmentation, soit le fait de laisser plus de temps aux apprenants pour traiter les informations et le fait de leur signaler, par un découpage signifiant, les informations importantes, Spanjers, et al., 2012, ont mené une étude dans laquelle ils mettaient en œuvre deux formes de segmentation : l'une avec des pauses, l'autre avec un simple obscurcissement de l'écran. Les variables observées étaient d'une part les performances d'apprentissage, d'autre part la charge cognitive. Les résultats ont permis de constater que les pauses permettaient d'améliorer les résultats sans affecter la charge mentale, alors que le *cueing* par obscurcissement de l'écran permettait de réduire la charge cognitive, sans améliorer les résultats.

Par ailleurs, dans une étude précédente sur l'effet de renversement de l'expertise (*expertise reversal effect*, soit le fait qu'un dispositif pédagogique bénéfique à des apprenants novices puisse n'avoir pas d'effet, ou puisse même avoir un effet négatif vis-à-vis d'apprenants ayant de bonnes connaissances du domaine d'étude), Spanjers, et al., 2011 ont relativisé les effets bénéfiques de la segmentation, cette fois en fonction de l'expertise des participants : les novices bénéficiaient significativement de la segmentation par une réduction de la charge mentale et une amélioration des résultats, alors que les sujets possédant déjà des connaissances dans le domaine n'en tiraient pas de bénéfices. Ce type de résultats peut conduire à des dispositifs où la responsabilité du découpage est laissée à l'apprenant.

Le contrôle de l'apprenant

Le fait de donner la possibilité à l'apprenant de contrôler le déroulement de l'animation devrait lui permettre de réduire, selon son besoin, la charge cognitive, en interrompant et en reprenant le déroulement de l'animation en fonction de ses besoins. Cela peut lui permettre de

réduire la charge cognitive quand il la sent trop importante. C'est ce qui a pu être vérifié notamment par nombreuses études (Mayer, et Chandler, 2001 ; Boucheix, et Guignard, 2005 ; Hasler, et al., 2007, notamment). Néanmoins, comme l'ont constaté ces derniers, être capable de déterminer le bon moment pour arrêter l'animation requiert de posséder des connaissances suffisantes du sujet étudié : dans leur expérimentation, les groupes qui avaient cette possibilité de contrôle sur l'animation réussissaient effectivement mieux les questions difficiles et déclaraient des niveaux de charge cognitive inférieurs à ceux des groupes dont l'animation était hors de contrôle des sujets, mais pourtant ces groupes utilisaient rarement la possibilité de contrôler le déroulement.

Il est également probable que le contrôle de l'apprenant améliore l'apprentissage en favorisant l'engagement de l'apprenant, qui se voit attribuer un rôle actif (Wouters, et al., 2007).

Quoiqu'il en soit, cet effet positif du contrôle de l'apprenant n'a pas toujours été confirmé (Adesope, et Nesbit, 2012), ce que Berney, et Bétrancourt, 2016 supposent pouvoir attribuer aux interactions possibles entre le contrôle de l'apprenant et d'autres facteurs, tels que le style cognitif de l'apprenant (Höffler, et Leutner, 2011 ont pu montrer que des apprenants ayant de meilleures compétences spatiales apprenaient mieux avec des images statiques que des apprenants possédant de plus faibles compétences spatiales, pour lesquels l'animation permettait de compenser leur déficit) et ses connaissances antérieures.

Les connaissances antérieures

Les capacités de stockage et de traitement des informations en mémoire de travail sont limitées (Miller, 1956 ; Baddeley, et Hitch, 1974). Mais si le nombre d'éléments pouvant être stockés ou traités en même temps en mémoire de travail est limité, en revanche, les connaissances sont organisées en mémoire à long terme sous forme de schémas mentaux dont la complexité n'est pas limitée (Sweller, et al., 1998). Or, ces schémas sont utilisés en mémoire de travail comme une seule unité, bien qu'ils puissent contenir, en tant que schémas, de nombreuses informations, y

compris les relations existant entre ces informations. Ainsi, « [...] résoudre un problème du type « $BC^2 + AC^2 = AB^2$ » peut représenter six unités pour un individu, soit les six unités de l'énoncé (BC, AC, AB, +, =, 2) et une seule unité (soit l'ensemble de l'équation du théorème) pour d'autres qui auront immédiatement reconnu le Théorème de Pythagore » (Chanquoy, et al., 2007).

Pour ce qui concerne les animations, les connaissances antérieures sont susceptibles d'avoir une influence importante sur la capacité des sujets à apprendre avec des animations, pour peu que les contenus soient complexes. ChanLin, 2001, a montré que, dans le cadre d'un cours de physique, des étudiants novices ont pu acquérir de nouvelles connaissances grâce à des supports graphiques fixes, alors qu'ils n'ont pas pu apprendre à partir d'animations ; en revanche, les étudiants plus avancés ont pu apprendre grâce aux animations. Leurs connaissances antérieures leur ont donc permis de compenser les difficultés induites par les animations, contrairement aux étudiants dont les connaissances antérieures étaient faibles. Kalyuga, 2008, fait le même constat : dans le cadre d'un apprentissage de mathématiques, les novices apprenaient mieux avec des images fixes successives qu'avec des animations, alors que les apprenants ayant le plus de connaissances antérieures apprenaient aussi bien dans l'une que dans l'autre condition.

Cette dernière étude a également montré que des apprenants possédant des connaissances antérieures importantes pouvaient être pénalisés par des apprentissages trop simples pour eux, ou rendus trop simples pour eux par les dispositifs pédagogiques mis en place. C'est ainsi que Boucheix, et Guignard, 2005, ou encore Spanjers, et al., 2010, ont pu montrer que, alors que la segmentation des animations aidait les apprenants novices à mieux apprendre, elle n'apportait pas de bénéfice pour les apprenants avancés (*expertise reversal effect* déjà évoqué : Kalyuga, 2005 ; Kalyuga, et al., 2003).

Les limites des explications exclusivement fondées sur la mémoire

En fin de compte, les effets des dispositifs de réduction de la charge cognitive sont avérés, mais contrastés, et ne permettent pas d'appréhender la complexité de toutes les situations. Comme le déclarent Berney, et Bétrancourt, 2016 à propos du contrôle de l'apprenant, les dispositifs de réduction de la charge cognitive « interagissent avec d'autres facteurs, tels que le style cognitif de l'apprenant (Höffler, et Leutner, 2011), les connaissances antérieures, ses objectifs d'apprentissage et/ou les modalités des informations (Schmidt-Weigand, et al., 2010 ; Tabbers, 2002 » (« *interacts with other factors, such as learners' cognitive style (Hoffler et Schwartz, 2011), prior knowledge, learning objectives, and/or modality of the accompanying information (Schmidt-Weigand, 2005; Tabbers, 2002)* »).

Il peut être dès lors intéressant d'associer au modèle général de fonctionnement de la mémoire de travail qu'est le modèle de la charge cognitive un modèle plus spécifique de traitement des documents écrits/parlés. Le modèle de la lecture centré sur les buts (« *goal-focusing model* », McCrudden, et Schraw, 2007) permet de rendre compte des opérations à l'œuvre lors d'une tâche de lecture de document textuel, mais il est possible de le transposer dans le domaine de la lecture d'animations.

Apprentissage avec des animations et instructions de pertinence

Prendre en compte les buts de l'apprenant pourrait aider à comprendre pourquoi le *design* d'une animation ne garantit pas que l'apprenant soit capable de sélectionner les informations pertinentes, y compris lorsqu'un appareillage de type « *cueing* » a été mis en place ou que des possibilités de contrôle sur le déroulement de l'animation lui ont été accordées (Berney, et Bétrancourt, 2016).

Les modèles fondés sur la théorie de la charge cognitive se focalisent généralement sur les contraintes liées aux supports et les traitements interférents qu'ils peuvent imposer ou épargner aux

apprenants, mais cela n'exclut pas de prendre en compte l'activité des apprenants, notamment leurs buts, qui ne se confondent pas forcément avec ceux du concepteur pédagogique — réussir la tâche qui leur est proposée, acquérir de nouvelles connaissances — et leurs stratégies (Gerjets, et Scheiter, 2003 ; Tricot, et al., 2008). Les buts et stratégies individuels vont en effet déterminer la façon dont chaque apprenant va allouer ses ressources attentionnelles, la façon dont il va parcourir, sélectionner, traiter les informations.

Ainsi, Roelle, et al., 2015, ont-ils pu montrer, lors d'une expérience où étaient comparées les performances et la charge cognitive ressentie de deux groupes de lecteurs, que des instructions de pertinence spécifiques (« *Specific Relevance Instructions* »), aidant le lecteur à cibler les informations pertinentes, favorisaient l'apprentissage en réduisant la charge cognitive requise par la tâche, par rapport à des instructions de pertinence générales, qui se contentaient de donner une consigne générale (lire pour étudier).

Il est intéressant pour cela de considérer comment les modèles centrés sur l'analyse pragmatique de l'activité de lecture, tel que le modèle centré sur les buts de lecture (*goal-focusing model* : McCrudden, et Schraw, 2007), permettent d'envisager la réduction de la charge cognitive extrinsèque en mettant en œuvre ce qu'ils appellent des instructions de pertinence.

Buts du lecteur et sélection des informations pertinentes

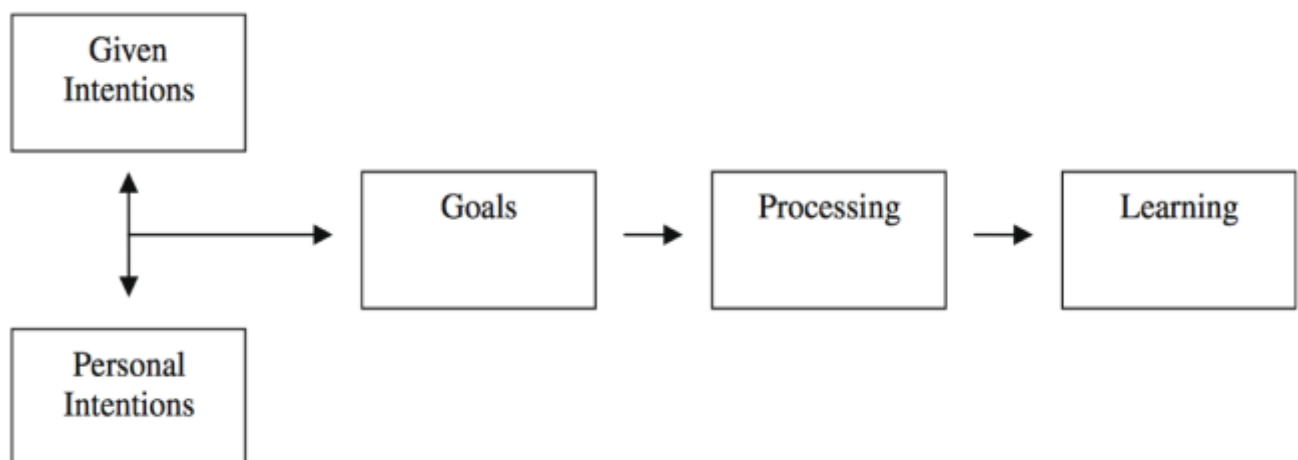
L'étude de Schraw, et al., 1993, a permis d'illustrer la distinction, reprise ensuite par McCrudden, et Schraw, 2007, entre les indices d'importance d'un texte, d'une part, qui ressortissent à sa structure et à la façon dont celle-ci met en avant ou non certaines informations, et les indices de pertinence, d'autre part, qui sont plutôt déterminés par les buts du lecteur. Les auteurs ont en effet montré que, selon le point de vue attribué aux participants de l'étude, qui étaient répartis entre « cambrioleurs » et « acheteurs potentiels » d'une maison, les informations que ces

deux groupes mémorisaient d'un même texte de description de cette maison différaient de façon significative : chaque groupe rappelait les informations en fonction de ses buts de cambrioleur ou d'acheteur potentiel, donc en fonction de critères de pertinence, au détriment des critères d'importance relatifs, eux, à la structure du texte. Ainsi, la lecture d'un document ne serait pas seulement orientée par la façon dont celui-ci est présenté, mais aussi, et peut-être en premier lieu, par les intentions du lecteur. La structure du document n'est pas le seul déterminant de la direction de l'attention du lecteur, c'est aussi à partir de ses intentions qu'il va décider d'allouer des ressources attentionnelles aux informations qui lui paraîtront les plus en accord avec ses buts.

Le modèle en 4 étapes de McCrudden, et Schraw, 2007

McCrudden, et Schraw, 2007, ont proposé un modèle de la lecture en quatre étapes, complété en 2010 (McCrudden, et al., 2010). Ce modèle est présenté en Fig. 1, qui illustre la façon dont le lecteur se sert des informations contextuelles pour se construire des buts d'apprentissage et des critères de référence pour déterminer quelles seront les informations auxquelles accorder de l'attention.

Fig. 1 : Modèle de la lecture orientée par les buts, McCrudden, et al., 2010



1. Dans un premier temps, le lecteur puise dans le contexte des informations lui permettant de construire des critères de pertinence. Ses intentions personnelles (« *personal intentions* » : par exemple, réussir parfaitement la tâche ou la finir rapidement, comprendre ou satisfaire aux attentes du professeur...) et les intentions données (« *given intentions* » : consignes, tâche, questions en amont de la lecture...) concourent à la construction de ces critères de pertinence. En l'absence de telles informations, ou si celles-ci sont lacunaires, il s'aidera de la structure du texte et donc des informations qui apparaissent comme importantes dans celui-ci (Schraw, et al., 1993).
2. Grâce à ces critères de pertinence, le lecteur va pouvoir établir des buts spécifiques et des stratégies cohérents avec ses critères de pertinence. Les critères de pertinence sont donc des indicateurs de ce qui est pertinent à considérer dans le texte et ce qui ne l'est pas.
3. Grâce aux critères de pertinence, le lecteur peut prendre des décisions d'allocation de ses ressources attentionnelles : son attention sera portée en priorité vers les segments de texte qui satisfont les critères de pertinence. Le processus n'étant pas linéaire, il peut ré-orienter son attention s'il juge qu'un segment de texte qu'il avait ciblé n'est pas assez pertinent.
4. La dernière étape est celle de l'apprentissage proprement dit. La prise en compte des critères de pertinence pour améliorer la sélection des informations pertinentes peut favoriser l'apprentissage en réduisant la charge cognitive extrinsèque de sélection des informations pertinentes (Roelle, et al., 2015).

L'effet de pertinence

McCrudden, et Schraw, 2007, ont suggéré, à partir d'une revue de la littérature, qu'un « effet de pertinence » (« *relevance effect* ») pouvait être induit chez le lecteur grâce, par exemple, à des pré-questions ou des questions insérées dans le texte, des consignes *ad hoc*, ou le fait de donner au lecteur un but spécifique à sa lecture.

Cet effet de pertinence porte sur les parties du texte qui seront mémorisées et sur le temps consacré à la lecture de ces différentes parties et il est déterminé par les instructions de pertinence transmises au lecteur. Les auteurs distinguent tout d'abord les instructions de pertinence spécifiques (« *specific relevance instructions* ») et les instructions de pertinence générales (« *general relevance instructions* »). Les premières sont des instructions de pertinence soit ciblées, soit élaboratives, qui en tout cas s'appuient explicitement sur les informations du document. Les instructions ciblées (« *targeted segment instructions* ») sont plutôt des questions factuelles en « quoi... ? », par exemple des pré-questions ou des questions insérées, et elles portent sur des passages précis du texte étudié, dans lequel elles tendent à améliorer l'identification des passages ciblés comme pertinents et l'apprentissage des contenus de ces passages (McCrudden, et Schraw, 2007). Les instructions élaboratives sont plutôt des questions ouvertes, en « pourquoi... ? », visant à amener l'apprenant à relier ses propres connaissances avec ce qu'il vient de lire et à faire des inférences ; elles tendent à améliorer les résultats aux tests de rappel et de compréhension. Ces deux types d'instructions de pertinence spécifiques peuvent subir une influence de l'âge et des capacités de lecture des sujets, d'une façon qui variait selon les études (Reynolds, et al., 1993 ; Van den Broek, et al., 2001).

Les instructions de pertinence générales se contentent de donner un cadre général à l'activité. Il peut s'agir d'un point de vue, comme dans l'étude déjà citée de Schraw, et al., 1993. Lorsqu'un texte est donné à lire en adoptant un point de vue donné, les résultats font apparaître que les informations du texte pertinentes avec le point de vue conféré sont mieux rappelées que les informations non pertinentes, y compris lorsque celles-ci ont une importance structurelle plus importante. Les instructions de pertinence générales peuvent aussi consister à fournir au lecteur un but général (étudier...). Comme les précédentes, les instructions générales qui fournissent un but génèrent des temps de lecture plus importants des passages jugés pertinents.

Les effets des instructions de pertinence générales et spécifiques sur l'amélioration de la sélection des passages pertinents des documents étudiés, sur les temps de lecture et sur la mémorisation ont pour conséquence qu'elles participent à compenser les différences entre lecteurs quant à la capacité de mémoire de travail (Kaakinen, et al., 2002), aux connaissances antérieures (Ozgunor, et Guthrie, 2004), à l'intérêt (Ozgunor, et Guthrie, 2004) et aux capacités de lecture, d'une part ; d'autre part, les caractéristiques du texte sont moins déterminantes, notamment la structure (Schraw, et al., 1993), la cohérence, la longueur (Ozgunor, et Guthrie, 2004).

Activité de lecture et attitudes

Les travaux menés autour des instructions de pertinence montrent que celles-ci améliorent l'apprentissage en permettant à l'apprenant de se construire des critères de pertinence, grâce auxquels il pourra sélectionner, à un moindre coût cognitif, les informations pertinentes avec ses objectifs. Mais ces objectifs ne sont pas entièrement déterminés par les instructions de pertinence éventuellement fournies par le concepteur pédagogique. L'apprenant possède des buts personnels (« *personal intentions* », McCrudden, et al., 2010), en plus de ceux donnés par les instructions de pertinence (« *given intentions* »). Et ses buts personnels sont en partie déterminés par l'intérêt qu'il porte, ou non, au sujet d'apprentissage, donc entre autres par ses attitudes vis-à-vis du domaine étudié.

Il est ainsi intéressant de prendre en compte les attitudes des élèves à l'égard de l'environnement, dans cette recherche sur les effets que peuvent avoir des instructions de pertinence spécifiques sur l'apprentissage avec des animations.

Le Nouveau Paradigme Environnemental

Pour mesurer les attitudes des élèves à l'égard de l'environnement, nous nous sommes tournés vers l'échelle de mesure d'attitudes environnementales créée par Dunlap, et al., 2000, la *New Ecological Paradigm Scale* (NEPS). Cette échelle a été mise au point dans les années 1970,

puis révisée en 2000. Elle est disponible dans une version francisée (Schleyer-Lindenmann, et al., 2016).

Le paradigme environnemental dominant dans les années 1970 était ce que Pirages, et Ehrlich, 1974 ont nommé le « Paradigme Social Dominant » (« *Dominant Social Paradigm* »), caractérisé par la croyance dans les bienfaits du progrès scientifique et technique et son efficacité à résoudre tous les problèmes, la croyance dans les bienfaits de la croissance, la croyance dans le caractère inépuisable des ressources naturelles et enfin la conviction que la nature peut et doit être domestiquée par l'homme à son profit. Mais un nouveau paradigme émergeait à cette époque, identifié par Dunlap comme le « Nouveau Paradigme Environnemental » (Dunlap, et Van Liere, 1978). Dans la version révisée de sa description, en 2000, Dunlap caractérisait ce « Nouveau Paradigme Écologique » (Dunlap, et al., 2000) par une vision du monde en cinq dimensions :

- l'existence de limites écologiques à la croissance (« *limits to growth* ») ;
- l'importance de préserver les équilibres naturels (« *balance of nature* ») ;
- le rejet de l'anthropocentrisme (« *anti-anthropocentrism* ») ;
- l'idée que les humains, comme les autres espèces vivantes, ne peuvent s'exempter des contraintes imposées par la nature (« *human exemptionalism* ») ;
- l'idée que l'humanité est sous la menace d'un risque de catastrophes écologiques majeures (« *ecocrisis* »).

L'échelle conçue par ces auteurs pour pouvoir mesurer l'évolution des attitudes vis-à-vis de ce Nouveau Paradigme Écologique est maintenant très largement utilisée.

Mesurer les attitudes environnementales : la NEPS

Parmi les 700 échelles d'attitudes environnementales actuellement disponibles (Dunlap, et al., 2000), la plus utilisée serait la *New Environmental Paradigm Scale* (Dunlap, et Van Liere,

1978), plus récemment rebaptisée *New Ecological Paradigm Scale* (NEPS, Dunlap, et al., 2000). Nous décrivons ici la version francisée (Schleyer-Lindenmann, et al., 2016).

La NEPS francisée de Schleyer-Lindenmann, et al., 2016 est une échelle de Likert en 5 positions : « totalement d'accord », « plutôt d'accord », « incertitude », « plutôt en désaccord », ou « totalement en désaccord » avec le Nouveau Paradigme Écologique.

Les items sont formulés par alternance de façon pro-NEP (items pairs) /anti-NEP (items impairs).

Le caractère uni- ou multidimensionnel de l'échelle a été l'objet de nombreux travaux de recherche (p. ex., Dunlap, et al., 2000 ; Dunlap, 2008 ; Jowett, et al., 2014 ; Amburgey, et Thoman, 2012). Dunlap, 2008 conclut de la disparité des résultats de ces études, qui identifient entre une et cinq dimensions, la pertinence de l'échelle, dans la mesure où elle s'adapterait ainsi aux systèmes de croyance de la population étudiée. En tout état de cause, cette diversité engagerait à établir la structure de l'échelle dans la population étudiée lors de l'utilisation de la NEPS.

La traduction des 15 items initiaux de la NEPS a été effectuée selon une procédure de traduction et contre-traduction par des professeurs de langue bilingues. Le [Tableau 1 : Items de la NEPS, dimensions et variables associées](#) (Annexes) détaille les items et les dimensions de la NEPS.

Concernant la structure de l'échelle, Schleyer-Lindenmann, et al., 2016, ont réalisé deux expérimentations, afin de tester la dimensionnalité de l'échelle francophone, durant lesquelles ils ont mené des analyses factorielles exploratoires, puis des confrontations à différents modèles structuraux ajustés par équations structurales. La première étude, portant sur un échantillon de 251 étudiants et salariés, a révélé une structure en deux facteurs indépendants, ce qui excluait qu'il s'agisse de facteurs binaires « pro-NEP » et « anti-NEP », mais semblait plutôt indiquer un biais d'acquiescement.

Une deuxième étude a donc été réalisée : l'échantillon de 182 étudiants a cette fois été soumis à un questionnaire contenant les 15 questions initiales, complétées de 15 questions reprenant les 15 items initiaux, mais sous une formulation inversée. Le score de chaque participant pour chaque item correspondait alors à la moyenne des réponses aux deux versions de l'item.

L'analyse en composantes principales a fait apparaître quatre facteurs qui résumaient 57,58 % de la variance. La confrontation à différents modèles structuraux a montré que le modèle le mieux ajusté correspondait à une structure hiérarchique en quatre facteurs avec un facteur de second ordre, qui serait la « préoccupation pour l'environnement ». Les auteurs, au vu de leurs résultats qui diffèrent de ceux des auteurs de la NEPS, engagent les futurs utilisateurs de leur version francisée de l'échelle à en vérifier la structure auprès de chaque échantillon, comme y incitaient du reste les auteurs originaux, bien conscients que les dimensions qu'ils avaient déterminé *a priori* ne pouvaient pas s'adapter à tous les échantillons.

Problématique

Dans le cadre de l'éducation au développement durable, les professeurs sont souvent amenés à utiliser des animations : il peut paraître évident que des animations sont plus à même de faire comprendre des phénomènes dynamiques, par rapport à des images statiques. Pourtant, il y a en réalité peu d'études à l'appui de cette affirmation (Ng, 2014), et celles-ci montrent que les effets bénéfiques éventuels dépendent de nombreuses conditions : c'est le cas par exemple lorsque les animations servent à montrer des tâches procédurales impliquant des gestes humains (Höffler, et Leutner, 2007). Mais dans l'éducation au développement durable, les animations servent plutôt à présenter des phénomènes dynamiques, dont le déroulement s'inscrit dans le temps. La dimension chronologique est alors représentée, implicitement ou explicitement, par le déroulement de l'animation. D'après Sweller et la théorie de la charge cognitive, « *restructuring information is only effective insofar as it reduces working memory load* » (Sweller, 2016). Ainsi, la première condition pour qu'un dispositif pédagogique permette d'apprendre est qu'il ne suscite pas une charge cognitive extrinsèque trop importante. Dès lors, la question à se poser n'est pas de savoir si les animations sont plus efficaces, mais plutôt dans quelles conditions elles peuvent être plus efficaces que les images statiques pour faire comprendre des phénomènes dynamiques.

Des dispositifs tels que le *cueing*, la segmentation, le contrôle de l'apprenant, la prise en compte des connaissances antérieures ont été identifiés par de nombreuses études comme des dispositifs appropriés pour améliorer l'efficacité des animations en réduisant les effets néfastes de leur caractère transitoire sur la mémoire de travail (Ng, 2014). Mais il a aussi été observé des cas où ces effets bénéfiques n'étaient pas vérifiés (Berney, et Bétrancourt, 2016), voire où la présence de ces dispositifs s'avérait néfaste pour les apprentissages (« *expertise reversal effect* »).

Le principe du guidage attentionnel (Bertrancourt, 2005 ; Amadiou, et al., 2011) insiste sur l'importance de diriger l'attention de l'apprenant pour réduire la charge cognitive interférente avec

les apprentissages, en lui évitant de laisser son attention dévier vers des « détails séduisants », mais inutiles à la réalisation de l'apprentissage (Mayer, 2005) ou vers d'autres informations non pertinentes pour ses apprentissages. Dans le cadre de l'activité de lecture, ce guidage passe par ce que McCrudden, et Schraw, 2007, appellent des indices de pertinence. Le modèle de la lecture centré sur les buts (« *goal-focusing model* ») développé par ces auteurs permet de considérer dans l'activité de visionnage d'une animation ce qui relève de l'activité de lecture. Les apprenants, devant une animation, sont en effet face à des éléments signifiants, qui comportent d'ailleurs souvent du texte écrit ou parlé. On peut donc penser que, comme le proposent les auteurs au sujet de la lecture, les apprenants vont construire, à partir de leurs intentions personnelles et des intentions données par le contexte pédagogique, des critères de pertinence, grâce auxquels ils pourront établir des buts spécifiques et des stratégies cohérents avec leurs critères de pertinence. Ils pourront ainsi prendre des décisions d'affectation de leurs ressources attentionnelles, pour sélectionner les informations les plus pertinentes au regard de ces critères. Il pourra dès lors y avoir apprentissage, à la condition précédemment rappelée par John Sweller que ce guidage attentionnel permette de réduire effectivement la charge cognitive extrinsèque. Le caractère transitoire de l'animation accroît sans doute l'importance de ce guidage, pour que les apprenants puissent se fabriquer rapidement leurs buts de lecture et leurs critères de pertinence.

D'après ce modèle, la réduction de la charge cognitive peut passer par l'ajout d'instructions de pertinence avant, après ou à l'intérieur de l'animation : il peut s'agir d'instructions de pertinence générales ou spécifiques. Les instructions de pertinence générales peuvent être des consignes de lecture selon un point de vue (lire le texte de description d'une maison selon le point de vue d'un voleur ou d'un acheteur potentiel, par exemple, dans l'expérience de Schraw, et al., 1993), ou selon un objectif général (pour étudier, pour le plaisir...) Quand elles sont spécifiques, les instructions

de pertinence peuvent être ciblées, factuelles, ou élaboratives, exigeant de la part de l'apprenant qu'il relie des informations entre elles et fasse des inférences.

Dans tous les cas, les instructions de pertinence semblent améliorer la sélection des informations pertinentes et leur mémorisation, avec pour ce qui concerne les instructions de pertinence générales une réduction du temps de lecture (McCrudden, et Schraw, 2007). Mais (Roelle, et al., 2015), notent une supériorité des instructions spécifiques par rapport aux instructions générales, qui serait due au fait que les instructions spécifiques seraient plus efficaces pour guider l'attention des apprenants vers les informations pertinentes, et par conséquent plus susceptibles de diminuer la charge cognitive extrinsèque.

Dans le cadre de l'apprentissage avec des animations, dont le caractère transitoire des informations rend cruciale la diminution de la charge cognitive, nous pouvons donc supposer que plus les instructions de pertinence seront ciblées, plus elles seront efficaces pour aider l'apprenant à identifier les informations pertinentes et pour lui épargner de voir ses ressources attentionnelles mobilisées par des informations non pertinentes et des détails séduisants.

D'un autre côté, plusieurs études ont pu montrer que les instructions de pertinence, spécifiques et générales, pouvaient empêcher l'apprenant de prendre en compte les informations non ciblées (McCrudden, et al., 2005), ce qui peut poser problème si la vidéo requiert de mettre en relation plusieurs informations. Avec des apprenants novices, en particulier, comme de jeunes élèves, ou dans des domaines d'apprentissage complexes, de (trop) nombreuses informations risqueraient de devoir être ciblées comme pertinentes. Nous avons donc voulu tester les effets des instructions de pertinence non seulement sur la mémorisation des informations ciblées, mais aussi sur la construction de relations entre les connaissances, en supposant que les instructions de pertinence ciblées permettraient d'attirer l'attention de l'apprenant sur les éléments de l'animation dont la prise en compte semble nécessaire pour permettre un traitement profond des informations

(Amadiou, et al., 2011). Par rapport à de telles instructions de pertinence ciblées, des instructions de pertinence élaboratives, qui permettent à l'apprenant de construire des critères de pertinence plus généraux, risquent de ne pas le guider suffisamment pour prendre en compte les éléments les plus pertinents à l'apprentissage.

Nous avons voulu tester deux dispositifs :

- des instructions de pertinence ciblées, sous forme de questions insérées, qui ne visent pas tous les points à mémoriser, mais plutôt les éléments de difficulté de l'animation, ceux pour lesquels le manque d'attention est susceptible d'entraîner des difficultés de traitement de l'ensemble des informations ;

- des instructions de pertinence élaboratives, sous forme de questions ouvertes annoncées au début de la séquence (par exemple : « Après avoir écouté et regardé les explications de Jamy, tu devras répondre à la question suivante : Pourquoi [...]), qui visent à attirer l'attention de l'apprenant sur une problématique de l'animation, sans pour autant le guider précisément vers les informations les plus pertinentes.

Afin de prendre en compte la dimension pragmatique de l'activité de visionnage considérée comme une activité de lecture, orientée par des buts, nous souhaitons étudier les effets que les attitudes des élèves envers le domaine étudié sont susceptibles d'avoir sur les performances, en interaction avec les conditions expérimentales présentées ci-dessus.

Hypothèses générales

Nous supposons donc tout d'abord que la présence d'instructions de pertinence aura pour effet d'améliorer les apprentissages par rapport à leur absence, et plus particulièrement que les instructions de pertinence ciblées seront dans l'ensemble plus susceptibles d'améliorer les apprentissages des élèves que les instructions de pertinence élaboratives et que l'absence d'instructions de pertinence, parce qu'elles seront plus à même de guider l'attention de l'apprenant

vers les informations les plus pertinentes pour comprendre l'ensemble des informations et les mettre en relations. D'autre part, le modèle de la lecture orientée par les buts incite à prendre en compte le fait que l'apprenant possède des buts propres, personnels, notamment déterminés par l'intérêt qu'il porte au domaine étudié. Nous nous attendons par conséquent à ce que les élèves manifestant les attitudes les plus favorables au Nouveau Paradigme Écologique (Dunlap, et al., 2000) soient ceux qui réussiront le mieux les tests, indépendamment de la condition d'instruction de pertinence. Mais si l'on prend en compte celle-ci, nous pouvons supposer que les deux variables vont concourir à améliorer les résultats des élèves, puisque leurs critères de pertinence pour sélectionner les informations pertinentes du texte seront fondés à la fois sur les indications fournies par les instructions de pertinence, et sur leurs propres intérêts vis-à-vis du domaine d'apprentissage (voir « [Le modèle en 4 étapes de McCrudden, et Schraw, 2007](#) », ci-dessus). Ainsi, les élèves pro-NEP et bénéficiant d'instructions de pertinence ciblées devraient-ils réussir mieux que les autres.

Méthodologie

Participants et plan expérimental

71 élèves de sixième ont suivi le protocole expérimental. Parmi eux, quatre élèves n'ont pas terminé le post-test et ont été retirés de l'étude. L'effectif de l'échantillon est donc de 67 élèves, issus des quatre classes de sixième du collège Émile Zola, à Toulouse, répartis dans les groupes expérimentaux de façon équilibrée entre classes d'origine et sexes.

L'expérimentation s'est déroulée en juin 2017, durant la semaine située entre les conseils de classe de sixième et les épreuves du Diplôme National du Brevet, afin de ne pas impacter la scolarité des élèves tout en s'assurant qu'un maximum d'entre eux serait encore présent (généralement, une grande majorité des élèves cesse de fréquenter le collège après le DNB). En dépit de cela, certains élèves avaient déjà quitté l'établissement, ou s'étaient absentés le jour de la passation, ce qui a réduit l'échantillon initialement prévu, constitué des élèves de ces quatre classes de sixième pour lesquels l'accord parental, ainsi que leur propre accord avaient été obtenus.

Le plan expérimental choisi est de type factoriel impliquant deux variables indépendantes :

- une variable provoquée, « conditions d'instructions de pertinence » (« conditions IP »), possédant trois modalités (instructions de pertinence ciblées : ipc ; instructions de pertinence élaboratives : ipe ; pas d'instructions de pertinence : ip0) réparties en trois groupes :
 - un groupe recevant des instructions de pertinence ciblées,
 - un groupe recevant des instructions de pertinence élaboratives,
 - un groupe de contrôle, ne recevant pas d'instructions de pertinence,
- une variable invoquée « Attitude globale », dont les valeurs sont déterminées par un questionnaire d'attitudes ; cette variable sera opérationnalisée en une variable ordinale à six modalités (Pas du tout d'accord, Pas d'accord, Plutôt pas d'accord, Plutôt d'accord,

D'accord, Tout à fait d'accord) et en une variable continue, suite à un recodage numérique des réponses au questionnaire d'attitudes.

Le tableau 2 ci-dessous présente le plan d'expérience, avec la répartition des participants dans les différentes modalités. Les modalités de la variable « Attitude globale » défavorables au Nouveau Paradigme Écologique (Pas du tout d'accord, Pas d'accord, Plutôt pas d'accord) ne sont pas présentes dans le tableau parce qu'elles n'étaient pas représentées dans l'échantillon.

Tableau 2 : plan d'expérience avec effectifs par conditions d'IP et attitudes environnementales globales

		Attitude environnementale globale			Total
		Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord	
Condition IP	ip0	5 (25 %)	15 (75 %)	0 (0 %)	20 (100 %)
	ipc	11 (44 %)	14 (56 %)	0 (0 %)	25 (100 %)
	ipe	13 (59 %)	7 (32 %)	2 (9 %)	22 (100 %)
Total		29 (43 %)	36 (54 %)	2 (3 %)	67 (100 %)

Matériel

Le matériel de l'expérimentation était constitué de :

- un questionnaire d'attitudes : la *New Ecological Paradigm Scale*, (NEPS : Dunlap, et al., 2000 ; les items du questionnaire sont reproduits en Annexes dans le [Tableau 1 : Items de la NEPS, dimensions et variables associées](#) ;
- un questionnaire pré-test et un questionnaire post-test (voir en Annexes le [Tableau 3 : Questionnaires de pré-test et de post-test, connaissances et variables associées](#)) ;
- une vidéo différente selon la condition expérimentale ;
- une feuille de consignes nominative, utilisant un code couleur pour permettre aux élèves de bien identifier les étapes de l'expérimentation (voir en Annexes [Fig. 1 : Feuille de consignes nominative distribuée à chaque élève](#)).

Les questionnaires ont été soumis sur la plateforme Qualtrics du Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE) de l'Université de Toulouse Jean Jaurès.

L'analyse du contenu de la vidéo et les instructions de pertinence choisies pour aider les élèves à comprendre les informations les plus pertinentes, entendu comme celles qui auraient le plus d'incidence sur la possibilité d'un traitement profond des informations, ont été validées par une professeur de S.V.T. ayant plus de 15 ans d'ancienneté en collège, avec des élèves de tous niveaux, dont des élèves de sixième.

Présentation et analyse de la vidéo

La vidéo a été mise à disposition sur la plateforme Edpuzzle (<https://edpuzzle.com/classes>). Chaque élève se connectait à un compte personnalisé, grâce aux codes fournis dans la feuille de consignes nominative. En fonction de son groupe expérimental, chacun se voyait diriger vers la vidéo appropriée :

- groupe contrôle (ip0) : la vidéo ne contenait rien d'autre que le matériel pédagogique présenté ci-dessous, soit un extrait du film « Baleines menacées », issu de la série « C'est pas sorcier » (<https://edpuzzle.com/media/5933dd86a563392760b6a980>) ;
- groupe instructions de pertinence ciblées (ipc) : la vidéo contenait le même film que le groupe contrôle, mais des questions ciblées étaient insérées à l'intérieur de cette vidéo (<https://edpuzzle.com/media/5933dee4a563392760b6aac3>) ;
- groupe instructions de pertinence élaboratives (ipe) : la vidéo contenait le même film que le groupe contrôle, mais une question élaborative était insérée au début, pour l'annonce de la question, et à la fin, pour la réponse (<https://edpuzzle.com/media/5933dee710a91d6c02744635>).

Ce matériel pédagogique est constitué de séquences du film « Baleines menacées », issu de la série *C'est pas sorcier*, en libre accès sur la chaîne Youtube de l'émission (<https://www.youtube.com/watch?v=uiEg1Gptg7U> à la date du 1er septembre 2017). Ce film d'une durée totale de 26' vise à faire prendre conscience des enjeux de développement durable liés à la mise en danger, en raison des actions humaines, de certaines espèces animales. Pour que cette prise de conscience puisse se faire, il faut que les élèves comprennent les mécanismes de mise en danger des espèces animales. Or, cette compréhension peut parfois être difficile, en particulier quand ces mécanismes sont indirects : par exemple, le réchauffement climatique entraîne une raréfaction du phytoplancton, donc du krill dont il constitue la base de l'alimentation. Sans cette source alimentaire, la quantité de krill diminue, entraînant une diminution de la reproduction des baleines qui peut aller jusqu'à ne pas permettre la survie de l'espèce concernée. Mais toutes les espèces ne sont pas concernées par cette menace : tout dépend de leur mode alimentaire et des espaces géographiques qu'elles occupent.

Comme tous les films de la série, celui-ci est construit sur une histoire au cours de laquelle différentes questions sont posées par « Fred », le journaliste sur le terrain, à « Jamy », qui depuis son labo répond à celles-ci par un discours explicatif adapté à un jeune public et généralement accompagné de supports visuels animés.

Durant ce film, différentes menaces sont successivement abordées : la chasse à la baleine, ses causes et ses conséquences négatives sur la survie de certaines espèces, avec notamment des explications sur les différents degrés de risque de disparition d'une population (espèces en danger/vulnérables/quasi menacées) ainsi que sur le mécanisme de reconstitution d'une population, le réchauffement climatique et ses effets sur la chaîne alimentaire de certaines espèces de cétacés, la pollution sonore des océans qui perturbe les systèmes de communication et d'écholocation des animaux marins.

Parmi ces contenus, deux extraits ont été sélectionnés pour constituer le matériel pédagogique de l'expérimentation :

- les explications sur les différents degrés de risque de disparition d'une population : espèces en danger/vulnérables/quasi menacées, et sur le mécanisme de reconstitution d'une population (« extrait 1 »),
- les explications sur les effets du réchauffement climatique sur la chaîne alimentaire de certaines espèces de cétacés (« extrait 2 »).

Ces deux extraits sont assemblés sans coupure dans la vidéo présentée aux élèves. Chacun des extraits commence par une question posée par Jamy à Fred, qui annonce le thème de l'extrait.

Extrait 1 : risques d'extinction

L'extrait 1 porte sur :

- les différents degrés de risque de disparition d'une population : espèces en danger/vulnérables/quasi menacées

- le mécanisme de reconstitution d'une population.

Les explications sont données grâce à trois animations. Les principales difficultés sont dues à des effets d'attention partagée, particulièrement dans les animations 1 et 2, qui sont analysées ci-dessous.

Le découpage de l'extrait 1 est présenté en Annexes dans le [Tableau 4 : Découpage de l'extrait 1](#).

La première animation de cet extrait vise à illustrer les notions d'« espèce en danger », « espèce vulnérable » et « espèce quasi menacée ». Pour cela, elle représente les taux d'individus survivants d'une espèce sur trois générations, pour chacune de ces catégories.

Les sources de difficultés suivantes ont été identifiées :

- l'élève peut ne pas avoir compris que les dessins de baleines alignées représentent la population survivante d'une espèce de baleines à un instant donné,
- l'élève peut ne pas avoir compris ce que représente le volet rouge, qui monte ou descend pour modifier la proportion survivante de la population sur trois générations,
- l'élève n'a probablement pas de modèle mental correct de la notion de pourcentage (notion abordée en cycle 4, parfois introduite en cycle 3),
- l'élève peut ne pas avoir fait attention au critère temporel (durée de trois générations), qui est précisé à l'oral, mais n'est pas représenté sur l'animation ; il peut également ne pas avoir compris ce que signifie la notion de « génération ».

En raison des difficultés énoncées ci-dessus, à l'issue du visionnage de la vidéo, l'élève pourrait penser que le degré de risque de disparition d'une espèce dépend de la quantité d'individus survivants, représentée par le plus ou moins grand nombre de dessins de baleines visibles en fonction du niveau du volet rouge. Cela serait partiellement vrai, mais ne permettrait pas de comprendre le rôle de la vitesse de renouvellement d'une population. Dès lors, il ne pourrait pas

comprendre pourquoi une espèce peut toujours être menacée d'extinction, alors même que les causes de disparition massive de sa population n'existent plus.

Pour éviter ce risque de mauvaise interprétation, il a besoin de prendre en compte le critère de temps, en plus du critère de pourcentage de la population disparu :

- si, en trois générations, 30 % de la population disparaît, l'espèce est dite « quasi menacée » ;
- si, en trois générations, 50 % de la population disparaît, l'espèce est dite « vulnérable » ;
- si, en trois générations, 70 % de la population disparaît, l'espèce est dite « en danger ».

Les instructions de pertinence auront notamment pour objectif d'aider les élèves à comprendre le rôle du temps dans les explications fournies par l'animation 1.

L'animation 2 représente le cycle de reproduction du rorqual bleu, de la fécondation à la période de fertilité suivante, afin de faire comprendre que la reconstitution d'une population peut prendre beaucoup de temps. L'animation consiste en une frise chronologique sur laquelle sont représentés les différents moments du cycle de reproduction du rorqual bleu.

Les principales sources de difficultés sont constituées par plusieurs décalages entre les éléments pertinents pour comprendre l'animation et les éléments les plus attirants pour l'attention du spectateur, qui ne sont pas forcément les plus pertinents, suscitant des effets d'attention partagée :

- effet d'attention partagée visuelle (*visual split-attention*) :
 - l'animation représentant un allaitement est éloignée spatialement du mot « allaitement », alors que le mot le plus proche est « accouchement » ;
- effets d'attention partagée auditive (*auditory split attention*) :
 - Jamy prononce l'âge de fertilité du rorqual bleu (6 ans), qui est écrit sur le support de l'animation ; puis, il prononce la durée de la gestation (1 an), qui n'est pas écrite ;

à la place, le spectateur voit un « 7 » et doit inférer qu'il s'agit de l'âge de l'accouplement, plus une année de gestation ;

- le mot « naissance », écrit, n'est pas énoncé par Jamie, ce qui laisse au spectateur le rôle de reconstituer les raisons de sa présence ;
- le mot « gestation » prononcé par Jamie n'est pas écrit, ni la durée représentée visuellement, sinon par défaut (par un espace vide) ;
- le mot « accouplement » n'est pas prononcé, mais son résultat est évoqué par Jamie sous la forme du mot « fécondée » ;
- l'âge de « 8 ans » est écrit, pour représenter l'âge de fin de l'allaitement, quand l'accouplement a eu lieu à 6 ans ; or, cet âge n'est pas évoqué directement par Jamy, mais comme une durée (« [...] la gestation, qui dure environ un an, puis l'allaitement, tout aussi long [...] »), alors que le mot « huit » est prononcé pour signifier le nombre maximum de portées d'une femelle rorqual bleu.

Les instructions de pertinence auront notamment pour objectif d'aider les élèves à comprendre les différents éléments de l'animation, en dépit des effets d'attention partagée, afin de pouvoir relier les informations apportées par cette animation à celles apportées par l'animation 1.

Extrait 2 : réchauffement climatique

Le découpage de l'extrait 2 est présenté en Annexes dans le [Tableau 5 : Découpage de l'extrait 2](#).

Cet extrait a pour sujet les menaces liées au réchauffement climatique. Celui-ci a des conséquences sur la chaîne alimentaire, par exemple, de la baleine à bosse. Les difficultés de l'extrait 2 viennent de la complexité des phénomènes expliqués : plusieurs mots et notions utilisés ont peu de chances d'être déjà connus par les élèves de sixième (« krill », « phytoplancton », « zooplancton »...), ou, s'ils sont connus, d'être maîtrisés (notion de chaîne alimentaire,

généralement évoquée en primaire ; « Gulf stream », expression éventuellement entendue dans les médias, mais mal définie pour des élèves de sixième). Le traitement cognitif de ces termes implique de définir ces notions et de les relier entre elles, selon des schémas de pensée inhabituels : qu'un événement puisse avoir une conséquence et son contraire ; que des affirmations puissent être faites de façon théorique, sous réserve de confirmation empirique.

Ainsi, la compréhension de cet extrait est-elle rendue difficile pour les élèves par quatre facteurs. Tout d'abord, les effets du réchauffement climatique sont indirects, puisqu'ils affectent la chaîne alimentaire de la baleine à bosse. Les élèves doivent ainsi comprendre que le réchauffement climatique, en faisant fondre la banquise plus tôt que d'habitude, a pour conséquence que les baleines à bosse arrivent trop tard à leur lieu de rendez-vous annuel : en effet, la quantité de krill, base de leur alimentation, a alors déjà commencé à décroître parce que leur propre nourriture, le phytoplancton, est apparue et a disparu en avance, à cause de la fonte de la banquise due au réchauffement climatique.

D'autre part, les explications liées au réchauffement climatique sont multi-factorielles : le réchauffement climatique entraîne aussi une remontée des eaux tempérées vers le nord, transportant des zooplanctons, moins gras que le krill. Ainsi, les baleines à bosses sont-elles contraintes de changer de régime alimentaire, puisque le krill se raréfie.

Mais une autre difficulté de compréhension pour les élèves est due au fait que les conséquences du réchauffement climatique peuvent être contradictoires : dans un premier temps, la remontée de courants d'eaux tempérées vers le nord entraîne certes la raréfaction du krill ; mais dans un deuxième temps, Jamy concède que ce phénomène de remontée des eaux tempérées ne devrait pas durer, que le Gulf stream devrait ainsi moins remonter vers le nord et que cela permettrait donc au krill de redescendre, et aux baleines à bosses de retrouver leur régime alimentaire initial.

Enfin, la dernière difficulté est liée à l'utilisation, par les journalistes, de verbes au mode conditionnel et d'autres tournures linguistiques exprimant la nuance, la complexité des phénomènes décrits, leur caractère partiellement imprévisible et le fait qu'ils ne sont pas complètement élucidés par les scientifiques eux-mêmes.

Les instructions de pertinence ciblées

Les instructions de pertinence ciblées sont insérées dans la vidéo, juste après que l'information sur laquelle est attirée l'attention de l'apprenant vient d'être affichée ou énoncée par le journaliste à l'oral. La vidéo s'interrompt alors pour laisser le temps à l'apprenant de lire la question et d'y répondre en cochant la case lui semblant correspondre à la bonne réponse. Un feedback est donné selon le cas : « La réponse est correcte » / « La réponse est incorrecte ». Une fois qu'il a répondu, le participant est invité à cliquer sur le bouton « Continue ». La vidéo reprend alors, jusqu'à la prochaine question. Les différentes questions sont présentées ci-dessous pour chaque extrait.

Extrait 1

Ces deux questions visent à diriger l'attention des élèves vers les éléments pertinents pour comprendre l'animation 2 :

- (1:09) **Combien de temps dure la gestation (développement du baleineau dans le corps de la mère) ?**
 - 1 an
 - 2 ans
- (1:09) **Combien de temps dure l'allaitement ?**
 - 1 an
 - 2 ans

Cette question vise à diriger l'attention des élèves vers les éléments pertinents pour comprendre le lien entre l'animation 1 et la 2 :

- (1:34) **Pourquoi faut-il beaucoup de temps pour renouveler une population de rorquals bleus ?**
 - parce que les femelles ne peuvent pas donner naissance à beaucoup de baleineaux durant leur vie
 - parce que les femelles peuvent donner naissance à beaucoup de baleineaux durant leur vie

Cette question vise à diriger l'attention des élèves vers les éléments pertinents pour comprendre l'animation 1 :

- (1:55) **Quand la moitié d'une espèce de baleines a disparu en 3 générations, on dit que cette espèce est...**
 - en danger
 - vulnérable
 - quasi menacée

Extrait 2

Ces questions visent à diriger l'attention des élèves vers les éléments pertinents pour comprendre l'animation 1 :

- (3:34) **De quoi se nourrit le krill ?**
 - de phytoplancton
 - de zooplancton

- (3:34) **De quoi se nourrit la baleine à bosse ?**
 - de krill
 - de phytoplancton

- (4:09) **Quel problème le réchauffement climatique entraîne-t-il pour l'alimentation des baleines à bosse ?**
 - l'augmentation de la température risque de faire fondre la glace plus tôt : à cause de cela, le « bloom planctonique » se produirait trop tôt pour être mangé par le krill ; de ce fait, les baleines n'auraient pas assez de krill pour se nourrir
 - l'augmentation de la température risque de faire fondre la glace plus tard : à cause de cela, le « bloom planctonique » se produirait trop tard pour être mangé par le krill ; de ce fait, les baleines n'auraient pas assez de krill pour se nourrir

Cette question vise à diriger l'attention des élèves vers une causalité qui n'est pas explicitée :

- (4:32) **Pourquoi le zooplancton est-il moins adapté à l'alimentation des baleines que le traditionnel krill ?**
 - parce qu'il est moins gras
 - parce qu'il est plus gras

Cette question vise à diriger l'attention des élèves vers un raisonnement qu'il pourrait ne pas avoir compris, parce qu'il est complexe et qu'il fait appel à un schéma de

pensée inhabituel (qu'une cause puisse avoir deux conséquences contradictoires différées dans le temps) :

- (4:48) **Par quel mécanisme le krill pourrait-il revenir « dans l'assiette des baleines », si le réchauffement climatique se poursuit ?**

- le Gulf stream devrait moins remonter vers le nord, ce qui devrait donc laisser descendre les masses d'eau froide
- le Gulf stream devrait plus remonter vers le nord, ce qui devrait donc faire remonter les masses d'eau froide

Les instructions de pertinence élaboratives

Les instructions de pertinence élaboratives sont présentées en début et en fin de chaque extrait. La vidéo est d'abord interrompue au début de l'extrait 1 par une fenêtre annonçant la première question. À cette étape, l'utilisateur n'a pas la possibilité de répondre, le message est seulement informatif. Il est invité à cliquer sur « Continue » pour visionner la suite de la vidéo, jusqu'à la fin de l'extrait 1. Une nouvelle interruption invite alors l'élève à répondre à la question qui avait été annoncée au début de l'extrait. Une fois qu'il a répondu, il est invité à cliquer sur « Submit ». Un message s'affiche alors, l'invitant à continuer : « Merci. Tu peux maintenant continuer. »

Pour l'extrait 2, les mêmes étapes sont reproduites.

Extrait 1

L'extrait 1 expose les mécanismes de renouvellement d'une espèce et insiste sur l'importance du taux de renouvellement, qui doit être supérieur au taux de disparition pour que l'espèce survive. Ces notions sont complexes à comprendre pour des élèves de sixième. Les

animations doivent y aider, mais nous avons vu qu'elles pouvaient présenter des ambiguïtés susceptibles de créer des effets d'attention partagée.

L'instruction de pertinence ajoutée à ce premier extrait vise à attirer l'attention des élèves sur le principal problème traité par l'extrait, notamment sur sa dimension paradoxale.

Après avoir écouté et regardé les explications de Jamy, tu devras répondre à la question suivante :

Pourquoi le rorqual bleu est-il toujours considéré comme une « espèce en danger », alors même qu'il n'est plus chassé ?

Extrait 2

Les explications de Jamy se font en plusieurs temps, complémentaires, mais la cohérence de ces différents temps peut ne pas être facilement accessible à des spectateurs ayant peu de connaissances antérieures sur le sujet.

La question posée par Fred (« Seulement voilà, il paraît qu'à cause du réchauffement climatique, cette nourriture pourrait devenir de moins en moins abondante. Qu'est-ce que tu en penses, Jamy, c'est vrai, toute cette histoire ? ») oriente l'attention des élèves vers la compréhension des effets du réchauffement climatique sur l'alimentation des baleines. Or, pour répondre à cette question, Jamy devra faire appel à une notion que les élèves ne maîtrisent pas forcément, celle de « chaîne alimentaire ». Il utilisera également des termes que la plupart des élèves ne connaîtront pas : « phytoplancton », « zooplancton »... D'autre part, les explications de Jamy se heurtent à des

difficultés inhérentes au sujet traité : les effets du réchauffement climatique sur l'alimentation des baleines sont indirects, contradictoires et complexes.

L'instruction de pertinence élaborative ajoutée à l'extrait est une question ouverte visant à attirer l'attention des élèves de cette condition sur la problématique de l'extrait, sans pour autant éclairer directement les différentes informations requises pour comprendre l'ensemble des explications.

-

Après avoir écouté et regardé les explications de Jamy, tu devras répondre à la question suivante :

Pourquoi le réchauffement climatique pourrait-il constituer une menace à la survie de certaines espèces de baleines ?

Mesures

La plateforme hébergeant les questionnaires d'attitudes, de pré-test et de post-test (Qualtrics), permet de mesurer les temps de réponses des participants. Les variables dépendantes temporelles suivantes ont ainsi pu être mesurées :

- temps_pre : temps de remplissage du questionnaire d'attitudes et du pré-test ; cette variable sert juste contrôle, puisque elle est antérieure au visionnage de l'animation ; il n'y a pas de différence dans les temps moyens des différentes conditions, comme attendu ;
- temps_post : temps de remplissage du post-test ;
- temps_total : somme des deux valeurs précédentes.

Les questionnaires de pré-test et de post-test

Afin de mesurer les progrès éventuels des élèves entre le début et la fin de l'expérimentation, les élèves ont répondu à un pré-test avant de visionner la vidéo, et à un post-test après l'avoir visionnée.

Chacun de ces questionnaires comportait 11 questions. Les connaissances testées étaient les mêmes entre les deux questionnaires, mais la formulation et l'ordre des questions changeaient. Les questions portaient sur :

- la définition d'une espèce « vulnérable » et celle d'une espèce « quasi menacée »,
- la catégorie à laquelle appartient la baleine à bosse et le cachalot, parmi les catégories de risques de disparition,
- la durée d'allaitement, la durée entre deux naissances et la longévité du rorqual bleu,
- l'alimentation de la baleine à bosse,
- le type d'eau dans lequel vivent le krill et le zooplancton,
- le type de courant marin qu'est le Gulf stream,
- le degré de certitude scientifique sur les risques engendrés par le réchauffement climatique sur la survie des baleines.

La variable dépendante « Score progrès » a été calculée en faisant la différence entre le score au post-test et le score au pré-test, de façon globale pour l'ensemble des questions.

Des variables de progrès pour chaque question ont également été calculées pour affiner les résultats.

Les questionnaires sont reproduits en Annexes dans le [Tableau 3 : Questionnaires de pré-test et de post-test, connaissances et variables associées.](#)

Le questionnaire d'attitudes

Le questionnaire d'attitudes reprend la version francisée par Schleyer-Lindenmann, et al., 2016 de la *New Ecological Paradigm Scale* (NEPS : Dunlap, et al., 2000. Les positions sur l'échelle ont été modifiées : au lieu de 5 positions dont une d'incertitude (totalement d'accord, plutôt d'accord, incertitude, plutôt en désaccord, totalement en désaccord), l'échelle utilisée dans cette étude comporte 6 positions, obligeant le participant à se positionner en faveur ou en défaveur, mais offrant plus de degrés d'adhésion : pas du tout d'accord, pas d'accord, plutôt pas d'accord, plutôt d'accord, d'accord, tout à fait d'accord.

Les items sont formulés par alternance de façon pro-NEP (items pairs) et anti-NEP (items impairs) et ils sont regroupés par dimensions : limite de la croissance, anti-anthropocentrisme, anti-exemptionnalisme, crise écologique, équilibre de la nature (voir ci-dessus, « [Le Nouveau Paradigme Environnemental](#) »).

Le [Tableau 1 des items de la NEPS](#) est reproduit en Annexes.

Procédure

Les passations se sont faites par demi-classes, sur des créneaux de cours dédoublés où une moitié de la classe était prise en charge par un autre enseignant, pendant que l'autre moitié participait à l'expérimentation. Celle-ci se déroulait dans une salle équipée de 15 stations informatiques ouvertes sur des sessions spécifiques, équipées de casques audio.

Lorsque les élèves entraient dans la salle d'expérimentation, ils se voyaient remettre une feuille de consignes nominative, comportant les consignes et les codes de connexion à la plateforme *Edpuzzle*, pour lire la vidéo, et ils étaient invités à prendre place devant une station.

La fiche de consignes était lue aux élèves préalablement à toute opération, puis les élèves étaient invités à débiter l'expérimentation.

Variables et hypothèses opérationnelles

Variables indépendantes

Comme indiqué ci-dessus (voir [Participants et plan expérimental](#)), il y a deux variables indépendantes principales : les conditions d'instructions de pertinence, et les attitudes.

Les conditions d'IP possèdent trois modalités : instructions de pertinence ciblées (ipc), instructions de pertinence élaboratives (ipe), pas d'instructions de pertinence (ip0).

La variable d'attitude est constituée par les données issues du questionnaire d'attitudes et a été opérationnalisée sous deux formes : variable ordinale et variable quantitative.

Pour ce qui est de la variable ordinale, nous avons distingué plusieurs sous-variables : les « attitudes environnementales globales » et les « attitudes environnementales par dimensions » de l'échelle d'attitudes (limite de la croissance, anti-anthropocentrisme, anti-exemptionnalisme, crise écologique, équilibre de la nature ; voir ci-dessus, « [Le Nouveau Paradigme Environnemental](#) »).

Les niveaux de ces variables correspondent à des niveaux d'adhésion au Nouveau Paradigme Écologique (Dunlap, et al., 2000, *New Ecological Paradigm*) dans son ensemble, ou à ses différentes dimensions, de « Pas du tout d'accord » à « Tout à fait d'accord » (nous avons repris les six niveaux de l'échelle présentés [ci-dessus](#)).

Pour ce qui est de la variable quantitative, nous avons calculé des valeurs d'adhésion après avoir effectué un recodage numérique, de 1 à 6, avec inversion de la polarité des items pairs (volontairement formulés dans un sens « anti-NEP ») et affectation de la valeur 1 à la réponse « Pas du tout d'accord » et 6 à « Tout à fait d'accord ». À l'issue de ce recodage, un score « attitude_globale » élevé exprime une adhésion élevée au NEP. Nous avons là aussi distingué une VI numérique « attitude environnementale globale » et des VI numériques « attitudes environnementales par dimensions » de l'échelle d'attitudes.

Voir en Annexes le [Tableau 6 : Description des VI « Attitudes environnementales » globale et par dimensions \(qualitatives\)](#) et le [Tableau 7 : Moyennes et écarts-types des VI « Attitudes environnementales » globale et par dimensions \(quantitatives\)](#).

Variables dépendantes

La variable principale de mesure des performances est nommée « Score progrès » (score_progres). Elle est calculée en faisant la différence entre le score_post (score au post-test) et le score_pre (score au pré-test). Elle correspond donc à une mesure du progrès entre le pré-test et le post-test.

Afin de préciser les résultats, nous avons également pris en compte les progrès entre le pré-test et le post-test pour chaque question, soit 11 variables : q_esp_quasi_menacee, q_duree_allaitement, q_duree_entre_naissances, q_bal_bosse_cachalot, q_esp_vulnerable, q_eaux_krill, q_eaux_zooplancton, q_gulf_stream, q_longevite, q_alim_bal_bosse, q_degre_certitude.

Le logiciel de passation des questionnaires a également permis d'enregistrer les temps de passation. Trois variables temporelles ont été enregistrées :

- temps_pre correspond au temps de remplissage du questionnaire sur les attitudes et de réponse au pré-test ;
- temps_post correspond au temps de réponse au post-test ;
- temps_total correspond à la somme des deux précédents.

L'ensemble des VD est présenté dans le [Tableau 8 : Moyennes et écarts-types obtenus sur chacune des VD pour l'échantillon total \(N=67\)](#) en Annexes.

Hypothèses opérationnelles

HO1 (effets des conditions d'IP sur les temps de réponse) : concernant les temps de réponse aux questionnaires, nous nous attendons à ce que les élèves du groupe ipc soient les plus rapides et que les élèves du groupe ip0 soient les plus lents.

HO2 (effets des conditions d'IP sur les performances) : concernant les scores de progrès entre le pré-test et le post-test, nous nous attendons à ce que les élèves du groupe ipc obtiennent les scores les plus élevés et que les élèves du groupe ip0 obtiennent les scores les plus faibles.

HO3 (effets des attitudes sur les performances) : concernant les scores de progrès entre le pré-test et le post-test, nous nous attendons à ce que les élèves possédant les attitudes les plus favorables au NEP obtiennent les scores les plus élevés dans leurs groupes expérimentaux respectifs et que les élèves possédant les attitudes les plus défavorables au NEP obtiennent les scores les plus faibles dans leurs groupes expérimentaux respectifs.

HO4 (interaction des variables « condition IP » et « attitudes environnementales » sur les performances) : concernant les scores de progrès entre le pré-test et le post-test, nous nous attendons à ce que les élèves du groupe ipc possédant les attitudes les plus favorables au NEP obtiennent les scores les plus élevés et que les élèves du groupe ip0 possédant les attitudes les plus défavorables au NEP obtiennent les scores les plus faibles.

Résultats

Statistiques descriptives

Normalité et homogénéité des variances

Les conditions d'application de l'analyse de variance ont été testées sur l'ensemble des variables dépendantes par le test de Shapiro-Wilk pour la normalité, par le test de Levene pour l'homoscédasticité.

Le test de Shapiro-Wilk sur la variable « Score progrès » a confirmé la normalité des données ($p = 0,1$). En revanche, la normalité de la distribution des données de la variable « Temps total » n'a pas pu être vérifiée au seuil de 5 % ($p = 0,002$). Concernant les différentes questions (pour lesquelles nous avons calculé les écarts de résultats entre le pré-test et le post-test), qui constituent des VD supplémentaires destinées à préciser les résultats obtenus sur les moyennes de « Score progrès », nous n'avons pas pu en confirmer la normalité au seuil de 5 % (voir en Annexes les [Résultats des tests de normalité des distributions des données des variables associées aux différentes questions \(Shapiro-Wilk normality test\)](#)). Enfin, nous avons vérifié la normalité des données issues des questionnaires d'attitudes : ces données suivent une distribution normale, sauf en ce qui concerne les dimensions « Anti-anthropocentrisme » et « Crise écologique ».

Le test de Levene a permis de confirmer l'égalité des variances pour les données de la variable « Temps total », en fonction de la VI « Condition IP ».

Le test de Levene a permis de confirmer l'égalité des variances pour les données de la variable « Score progrès », en fonction de toutes nos VI (« Condition IP », « Attitude environnementale globale », « Attitudes environnementales par dimensions »), sauf pour les niveaux de la VI « Dimension d'attitude environnementale : Limite de la croissance ».

Nous pourrions donc effectuer les tests requérant que ces deux conditions soient remplies sur les données de la variable « Score progrès ».

Concernant les variables « Temps total » et celles correspondant aux différentes questions, nous confirmerons les résultats de l'ANOVA par des tests non-paramétriques (Kruskal-Wallis), en raison des distributions de leurs données qui ne suivent pas une loi normale.

Les tests de corrélation de Pearson seront vérifiés par le test non-paramétrique de Spearman pour ce qui concerne les variables d'attitudes pour les dimensions « Anti-anthropocentrisme » et « Crise écologique ».

Enfin, nous ne pourrons pas nous fier entièrement à l'ANOVA pratiquée sur les données réparties par niveaux d'adhésion à la dimension d'attitude « Limite de la croissance ». Nous confirmerons donc les résultats de l'ANOVA par des tests non-paramétriques (Kruskal-Wallis).

Échantillon

71 élèves de sixième ont suivi le protocole expérimental, mais quatre élèves, qui n'ont pas terminé le post-test par manque de temps, ont été retirés de l'étude.

L'effectif de l'échantillon est donc de 67 élèves, issus de quatre classes de sixième du collège Émile Zola, à Toulouse, répartis dans les groupes expérimentaux de façon équilibrée entre classes d'origine et sexes.

Les effectifs des groupes expérimentaux étaient déséquilibrés en raison des absences de certains élèves les jours des expérimentations. Les effectifs des différentes conditions expérimentales sont présentés dans le [Tableau 9 : Effectifs par conditions d'IP et attitudes environnementales globales](#) en Annexes. Le [Tableau 6 : Description des VI « Attitude environnementale » globale et par dimensions \(qualitatives\)](#) présente les effectifs des modalités de chaque dimension d'attitude environnementale et de l'attitude globale.

Moyennes et écarts-types

Le [Tableau 8 : Moyennes et écarts-types obtenus sur chacune des VD pour l'échantillon total \(N=67\)](#) présente les moyennes et écarts-types obtenus sur les différentes VD, pour l'ensemble de l'échantillon.

Le [Tableau 10 : Moyennes et écarts-types obtenus sur chacune des VD par conditions expérimentales](#) présente ces informations pour chaque condition expérimentale.

Ces tableaux, ainsi que les graphiques présentés ci-dessous, permettent de faire un certain nombre de commentaires sur les résultats.

Par conditions IP

Les diagrammes à boîtes ci-dessous (Fig. 2 et Fig. 3) montrent les distributions des moyennes de score_progres en fonction des conditions d'IP. La première fait la distinction entre présence et absence d'IP : on constate que les médianes sont proches entre les conditions avec IP (2) et la condition sans IP (1,5), mais que les performances des conditions avec IP sont moins dispersées (max = 7, min = -2) que la condition sans IP (max = 7, min = -4). Le constat que les groupes expérimentaux avec IP ont mieux réussi, par rapport au groupe sans IP, se retrouve aussi dans les moyennes : 2,3 avec IP, 1,45 sans IP (voir [Tableau 10 : Moyennes et écarts-types obtenus sur chacune des VD par conditions expérimentales](#) en Annexes).

La Fig. 3 fait la distinction entre les trois conditions d'IP. La condition où les résultats sont les moins étendus est la condition ipc, qui est aussi celle ayant obtenu la meilleure moyenne (2,68). La médiane de cette condition est également la plus élevée (2), alors que la médiane la plus basse est celle de l'autre condition avec IP, ipe (1), la médiane de la condition ip0 étant de 1,5. Il est à noter que, si la médiane d'ipe est inférieure à celle d'ip0, ses résultats sont par contre moins dispersés, et la moyenne légèrement meilleure (ipe : 1,86 ; ip0 : 1,45).

Fig. 2 : Diagramme à boîtes : dispersion de la variable score_progres par groupes expérimentaux (avec IP : ipec ; sans IP : pasdip)

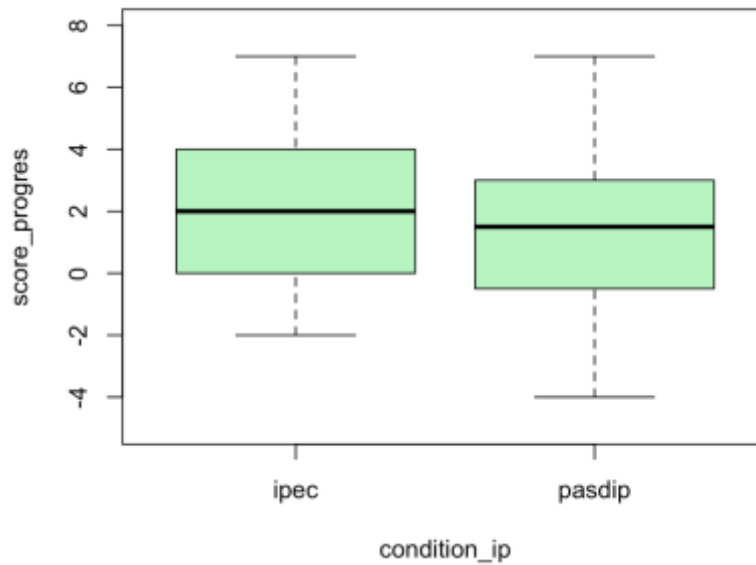
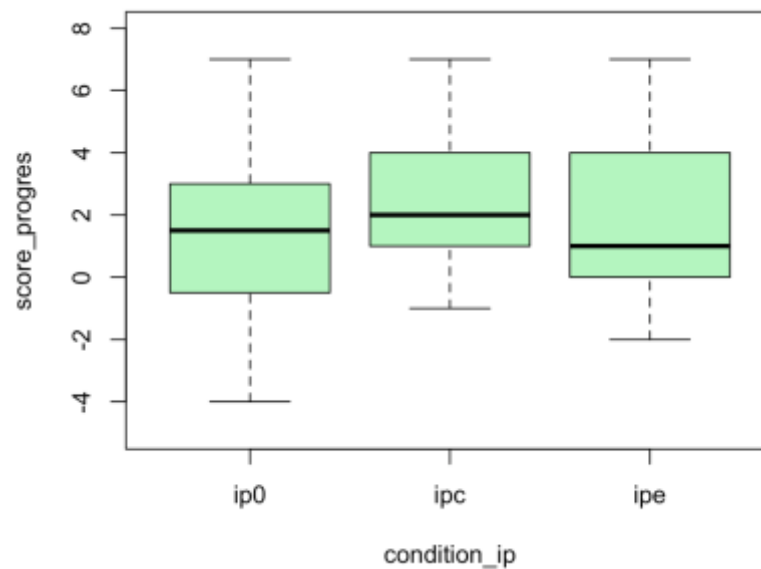


Fig. 3 : Diagramme à boîtes : dispersion de la variable score_progres par groupes expérimentaux



Par attitudes environnementales

Le questionnaire d'attitudes est une échelle de Likert de 6 positions : Pas du tout d'accord, Pas d'accord, Plutôt pas d'accord, Plutôt d'accord, D'accord, Tout à fait d'accord.

Les données ont été opérationnalisées en deux types de variables : ordinale (les modalités correspondent aux niveaux d'adhésion de l'échelle de Likert) et quantitative (les réponses ont fait l'objet d'un recodage numérique de 1 à 6, avec inversion de la polarité des items pairs et affectation de la valeur 1 à la réponse « Pas du tout d'accord » et 6 à « Tout à fait d'accord »).

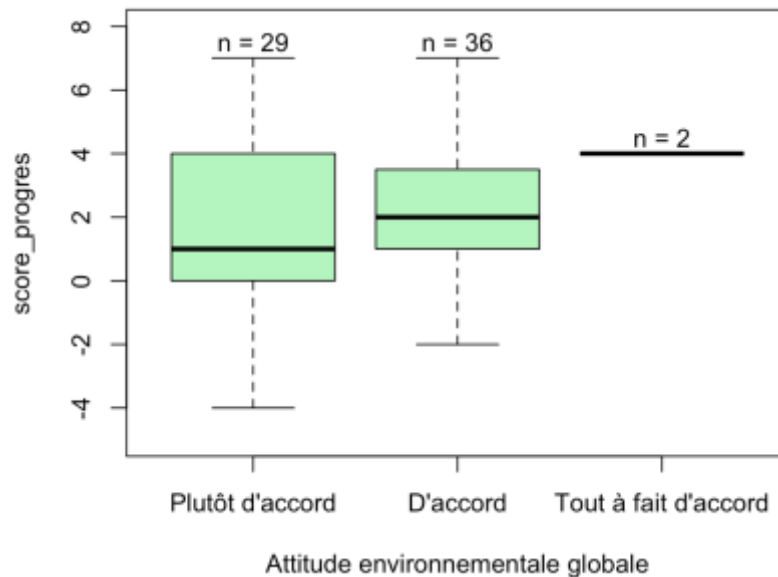
Chacune de ces variables ordinale et quantitative est déclinée en attitudes « globales » et « par dimensions » (Dunlap, 2008).

Le [Tableau 10 : Moyennes et écarts-types obtenus sur chacune des VD par conditions expérimentales](#) présente les moyennes et écarts-types obtenus sur les différentes VD, pour chaque modalité de la variable d'attitude globale, et le diagramme à boîtes ci-dessous permet d'évaluer la dispersion de ces données (Fig. 4).

Le premier constat que l'on peut faire est que, globalement, aucune attitude négative (Pas du tout d'accord, Pas d'accord, Plutôt pas d'accord) n'est représentée. Deux élèves sont « Tout à fait d'accord ». Une majorité est « D'accord » et le reste « Plutôt d'accord ». L'ensemble des élèves de l'échantillon présentent des attitudes environnementales globales en accord avec le Nouveau Paradigme Écologique.

Les élèves ayant obtenu les performances les plus élevées sont ceux qui sont « Tout à fait d'accord » ($m = 4$). Les résultats moyens vont décroissant avec le niveau d'adhésion (« D'accord » : 2,25 ; « Plutôt d'accord » : 1,66). Si l'on s'en tenait aux moyennes, on pourrait croire que l'augmentation du niveau d'adhésion globale irait avec une augmentation des résultats. Toutefois, les médianes sont assez proches pour ce qui concerne les élèves « D'accord » (1) et « Plutôt d'accord » (2). La médiane des élèves « Tout à fait d'accord » s'écarte des deux autres (4), mais cette modalité n'est représentée que par deux individus. Les dispersions des résultats des élèves « Plutôt d'accord » (-4 à 7) et « D'accord » (-2 à 7) sont également assez proches, même si cette dernière est un peu moins étendue.

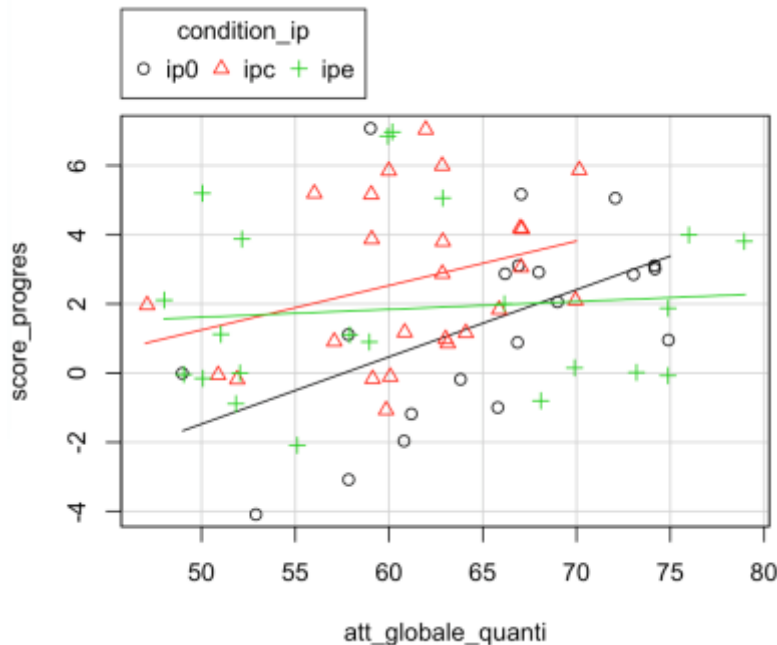
Fig. 4 : Diagramme à boîtes : dispersion de la VD « Score progrès » en fonction des modalités de la VI « Attitude environnementale globale »



Le [Tableau 11 : moyennes et écarts-types, par modalités d'adhésion aux différentes dimensions de la NEPS](#) (Annexes) ne permet pas de tirer des conclusions claires : il semble que les scores les plus élevés se situent plutôt dans les modalités d'adhésion favorables (voir la dimension Anti-anthropocentrisme, par exemple), mais les écarts ne sont pas suffisants pour que l'on puisse tirer des observations franches, sans statistiques inférentielles.

C'est également ce que font apparaître les nuages de points. La Fig. 5 ci-dessous nous permet de constater, tout d'abord, que la répartition des points ne permet pas d'identifier une corrélation entre les attitudes environnementales (globales) et les score_progres, quelle que soit la condition expérimentale considérée. Par ailleurs, les lignes des moindres carrés, représentées en rouge, font apparaître une légère corrélation positive entre les variables X et Y pour la condition ip0, plus légère encore pour la condition ipc, et quasi inexistante enfin pour la condition ipe.

Fig. 5 : représentation des individus en fonction du score_progres et de l'attitude environnementale globale, par groupes expérimentaux



Si l'on considère maintenant les effets des VI par dimensions, les nuages de points ci-dessous nous amènent également à constater que des corrélations ne peuvent être établies à partir des nuages de points. Les élèves de la catégorie ipe semblent être ceux pour lesquels l'absence de corrélation est la plus évidente dans les différentes dimensions de l'échelle d'attitudes. Il est plus surprenant de constater la pente négative de la ligne des moindres carrés du groupe ipc, dans la dimension « Limite de la croissance ».

Dans l'ensemble, les nuages de points n'affichent pas des tendances suffisamment marquées pour qu'il soit possible de supposer des corrélations entre nos variables. Les tests statistiques permettront d'éclairer ces premiers constats.

Fig. 6 : représentation des individus en fonction du score_progres et de l'attitude environnementale anti_anthropocentrisme, par groupes expérimentaux

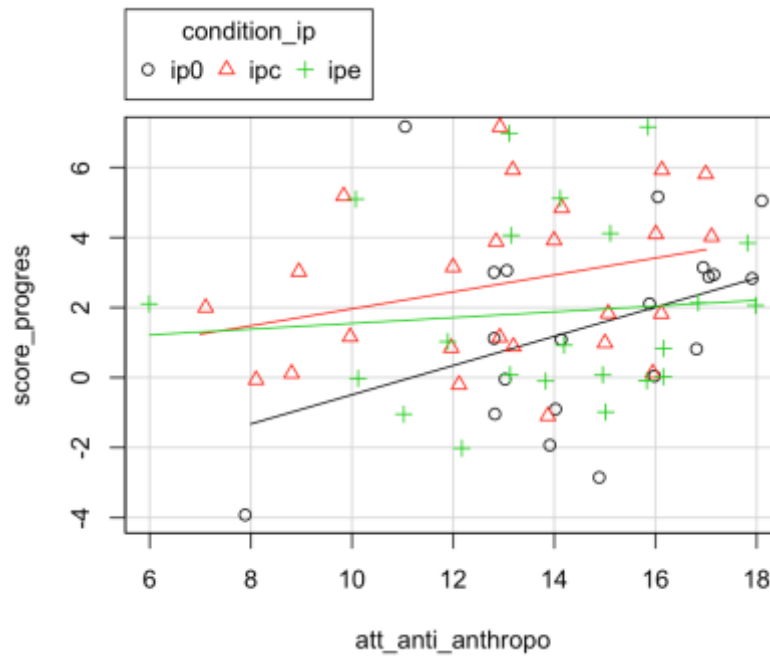


Fig. 7 : représentation des individus en fonction du score_progres et de l'attitude environnementale anti_exemptionnalisme, par groupes expérimentaux

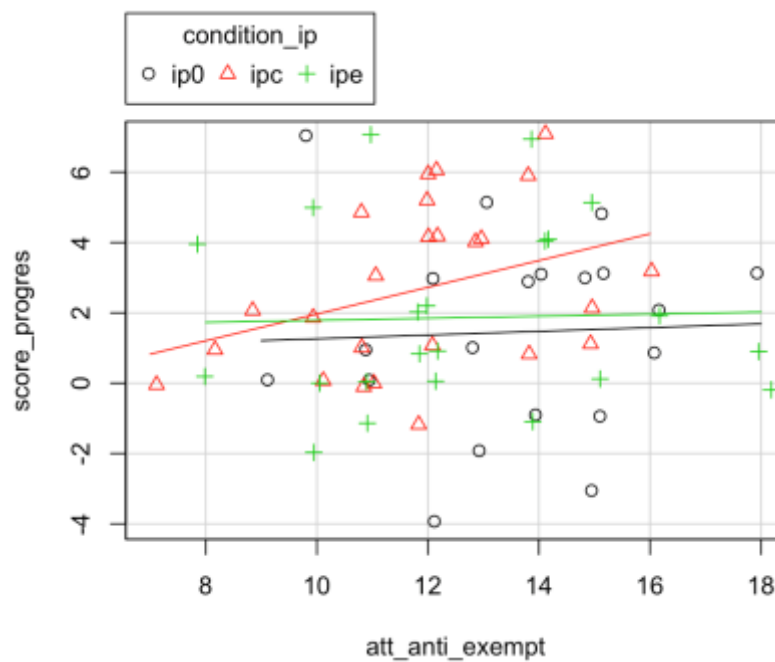


Fig. 8 : représentation des individus en fonction du score_progres et de l'attitude environnementale crise_eco, par groupes expérimentaux

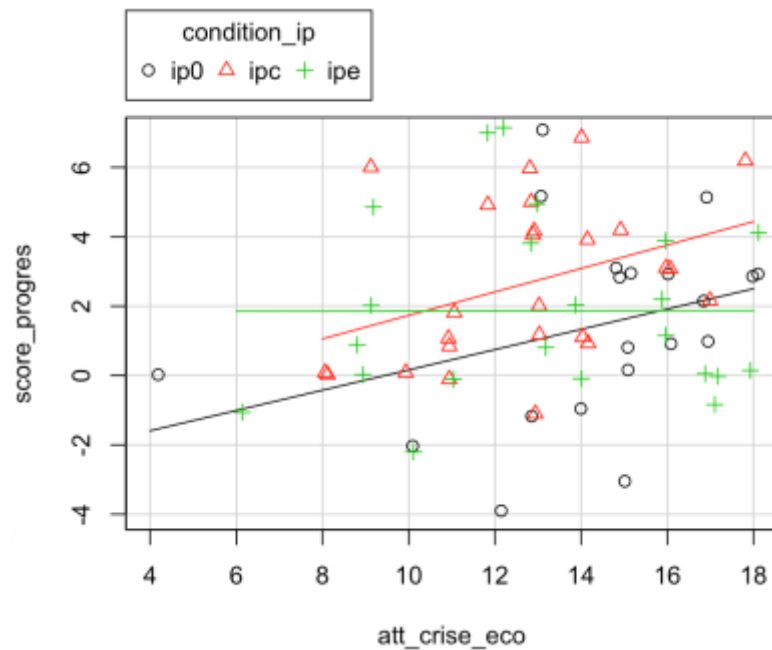


Fig. 9 : représentation des individus en fonction du score_progres et de l'attitude environnementale equil_nat, par groupes expérimentaux

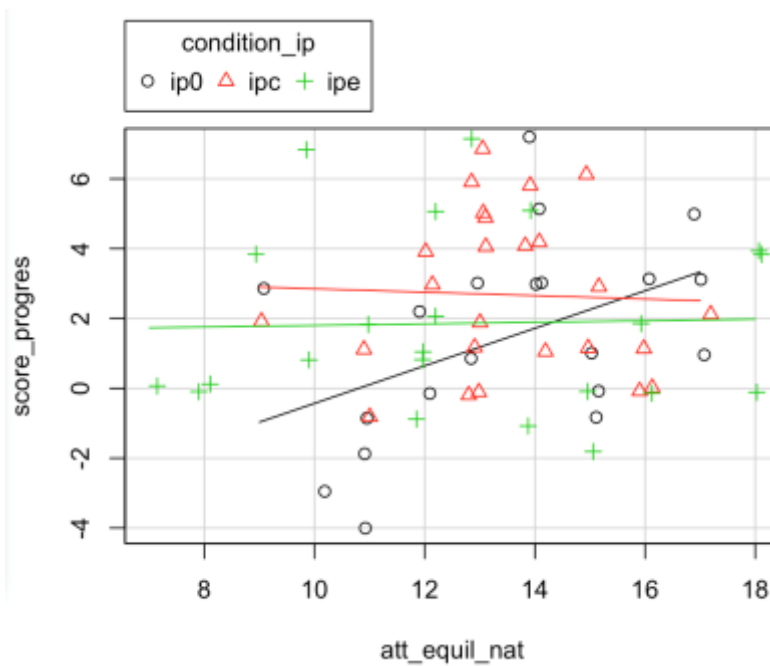
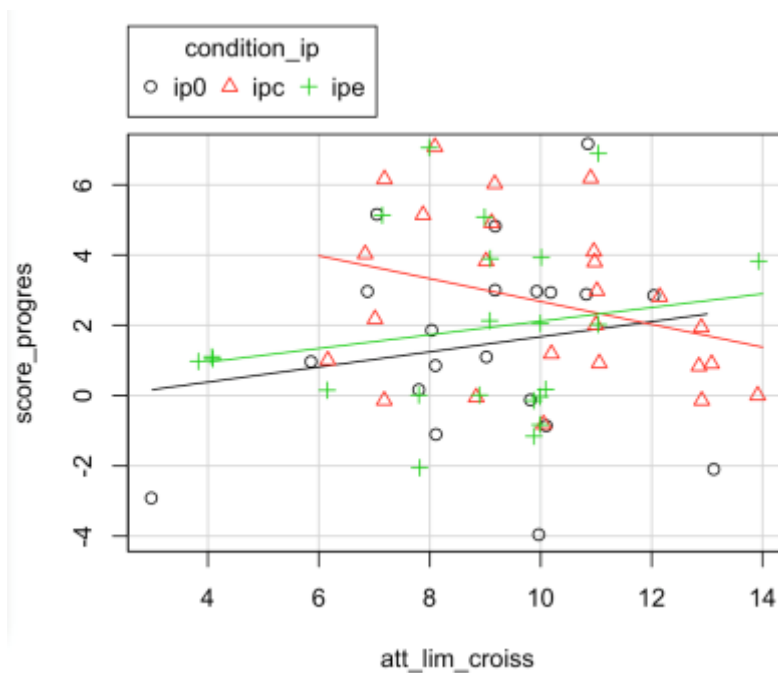


Fig. 10 : représentation des individus en fonction du score_progres et de l'attitude environnementale lim_croiss, par groupes expérimentaux



Statistiques inférentielles

Tests utilisés

Le logiciel utilisé pour réaliser les tests est le logiciel R (<https://www.r-project.org>) avec les extensions Rcmdr (<http://www.rcommander.com/>) et FactomineR (<http://factominer.free.fr/>).

Des ANOVA ont été mises en œuvre pour tester l'existence de différences significatives entre les moyennes des différents groupes de conditions IP et des différents niveaux d'adhésion au Nouveau Paradigme Écologique, par rapport à la variable « Score progrès ». Pour les cas où les conditions de mise en œuvre de l'ANOVA n'étaient pas remplies (voir « [Normalité et homogénéité des variances](#) »), nous avons recouru au test non-paramétrique de Kruskal-Wallis.

Les ANOVA étaient complétées par le test de Tukey pour effectuer des comparaisons de moyennes par paires.

Des tests de corrélation (Pearson, ou Spearman pour les cas où les données ne suivaient pas une loi normale) ont été mis en œuvre pour tester d'éventuelles corrélations entre les variables d'attitudes et les performances.

Temps de réponse

Le logiciel de passation des questionnaires (attitudes, pré et post tests) utilisé (Qualtrics) permet d'enregistrer les temps de passation. Les variables dépendantes temporelles prises en compte ici ont été mesurées grâce à ce logiciel. Il manque cependant le temps de visionnage de la vidéo, qui variait pourtant en fonction des conditions expérimentales :

- les participants du groupe ip0 n'avaient qu'à répondre au questionnaire sur les attitudes, répondre au pré-test qui suivait, visionner la vidéo, puis répondre au post-test ;
- les participants du groupe ipc devaient en plus, au moment du visionnage de la vidéo, répondre à des questions ciblées de type QCM ;
- enfin, les participants du groupe ipe devaient répondre à une question à la suite du visionnage de la vidéo, mais il s'agissait d'une question élaborative, requérant plus d'analyse, puisqu'il fallait relier des informations entre elles et avec les connaissances en mémoire à long terme, ainsi qu'un plus long temps de réponse, puisque la réponse attendue devait être rédigée.

Nous pouvions donc nous attendre à ce que le temps total d'expérimentation des élèves du groupe ip0 soit le plus court et celui des élèves de la condition ipe, le plus long. Nous n'avons pas la possibilité de vérifier cette supposition : en l'absence de mesure précise du temps de visionnage de la vidéo, le contrôle du temps qui a été fait était empirique : les temps de passation ne pouvaient dépasser le temps d'une 1/2 séance de cours en collège, soit une vingtaine de minutes. Mais en raison du manque de données, il n'a pas été possible de déterminer pour chaque participant le temps de passation total.

Pour opérationnaliser la variable dépendante temporelle, nous avons retenu la variable « Temps total » (temps de réponse au questionnaire d'attitudes et au pré-test + temps de réponse au questionnaire post-test).

En moyenne, les élèves du groupe de la condition ipe sont plus rapides ($m = 699,7$ s) que ceux de la condition ipc, les plus lents ($m = 857,6$ s) et que ceux de la condition ip0 ($m = 726,2$ s). Toutefois, l'écart entre ip0 et ipc concernant la variable temps_total n'est pas significatif ($p = 0,09$), contrairement à l'écart entre ipe et ipc qui est significatif au seuil de 5 % (anova à un facteur : $p = 0,02$).

En tout état de cause, l'hypothèse HO1, selon laquelle les élèves du groupe ipc seraient les plus rapides et les élèves du groupe ip0 seraient les plus lents ne peut pas être acceptée, puisque ce sont les élèves du groupe ipe qui s'avèrent les plus rapides par rapport à ceux du groupe ipc.

Afin de vérifier si cette différence pouvait avoir eu en effet sur les progrès de performances entre le pré et le post-test, nous avons testé l'existence d'une corrélation entre les variables temps_total et score_progres. Le coefficient de corrélation de Pearson est $r = -0,04$. Il ne semble donc pas y avoir de corrélation entre le temps consacré à répondre aux questionnaires et la performance.

Performances entre le pré et le post-test

Effets de la condition IP sur les performances

En moyenne, les progrès du groupe appartenant à la condition ip0 sont les plus faibles ($m = 1,45$) ; ils sont inférieurs à ceux du groupe ipe ($m = 1,86$), les « score_progres » les plus élevés en moyenne étant ceux du groupe ipc ($m = 2,68$). Nous avons également constaté une plus faible dispersion des résultats du groupe ipc, par rapport aux autres groupes, ainsi qu'une médiane plus élevée. Ces différences de moyennes pourraient refléter une plus grande efficacité de la condition ipc (« instructions de pertinence ciblées ») par rapport aux autres conditions pour faire progresser

les performances entre le pré et le post-test, et une plus grande efficacité de la condition ipc (« instructions de pertinence ciblées ») par rapport à la condition ip0 (absence d'instructions de pertinence), ce qui serait conforme à notre hypothèse HO2.

Afin de comparer les trois groupes expérimentaux quant à leurs performances de progrès entre le pré-test et le post-test, une ANOVA à un facteur (« condition d'instructions de pertinence ») a été mise en œuvre. Celle-ci ne montre aucune différence significative entre les conditions expérimentales concernant le Score progrès ($p = 0,26$). L'hypothèse HO2, selon laquelle les élèves du groupe ipc obtiendraient les scores les plus élevés et les élèves du groupe ip0 obtiendraient les scores les plus faibles ne peut donc pas être acceptée.

Une explication possible de ce résultat est que les effets des différents types d'instructions de pertinence peuvent varier en fonction de la question à laquelle ils s'appliquaient. Certaines questions peuvent en effet être plus sensibles à certains types d'instructions de pertinence, plutôt qu'à d'autres. Nous avons voulu vérifier cette supposition en comparant les moyennes de progrès pour chaque question par conditions.

Fig. 11 : comparaison des moyennes de progrès par questions en fonction des conditions

d'IP



L'observation empirique d'une supériorité des moyennes du groupe « ipc » constatée précédemment se confirme lorsque l'on compare les moyennes par questions. Mais on peut préciser cette observation :

- les écarts les plus importants concernent les questions q_bal_bosse_cachalot, q_duree_allaitement, q_duree_entre_naissances, q_eaux_zooplancton, q_esp_vulnerable, q_longevite ;
- les écarts ne sont pas toujours dans le même ordre : il y a trois questions pour lesquelles la condition « ipc » est nettement au-dessus des deux autres (q_duree_allaitement, q_eaux_zooplancton et q_esp_vulnerable), une question pour laquelle elle est nettement en dessous des deux autres (q_longevite) et une question pour laquelle elle est au-dessus de la condition « ipe », mais très proche de la condition « ip0 » (q_eaux_krill).

Des ANOVA, confirmées par le test de Kruskal-Wallis en raison de la non-normalité des données (voir « [Normalité et homogénéité des variances](#) ») nous ont permis de tester si les écarts relevés sur le graphique (Fig. 11) étaient significatifs. Ils le sont pour trois questions :

- q_duree_allaitement : écart significatif entre la moyenne du groupe « ipc » et les moyennes des groupes « ip0 » et « ipe » ($p = 0,01$) ; effet significatif de la condition « ipc », par rapport aux deux autres conditions ;
- q_eaux_zooplancton : écart significatif entre la moyenne du groupe « ipc » et la moyenne du groupe « ip0 » ($0,04$) ; pas d'écart d'« ipc » avec « ipe » ; effet significatif de la condition « ipc », par rapport à la condition « ip0 » ;
- q_longevite : écart globalement significatif ($p = 0,03$), mais les comparaisons de moyennes (Tukey) ne font pas apparaître des écarts significatifs :

Tableau 12 : résultats du test de comparaison de moyennes multiples (Tukey) pour la VD

q_longevite

Paires	Estimate	Std.	Error	t value	Pr(> t)
ipc - ip0 ==	0	- 0,42	0,18	- 2,33	0,06
ipe - ip0 ==	0	- 0,03	0,19	- 0,15	0,99
ipe - ipc ==	0	0,39	0,18	2,23	0,07

Il semble cependant que les groupes ayant bénéficié d'instructions de pertinence aient moins bien réussi à cette question, ce qui n'est pas un résultat attendu et méritera d'être analysé dans la discussion.

Effets des attitudes environnementales sur les performances

Les attitudes environnementales globales

Les moyennes de la VD « Scores progrès » en fonction de l'attitude environnementale globale semblent indiquer que plus les élèves expriment des attitudes environnementales favorables au NEP, plus leurs résultats augmentent entre le pré-test et le post-test (Tableau 13 ci-dessous). C'est également l'impression qui se dégageait de l'observation de la Fig. 4 : Diagramme à boîtes : dispersion de la VD « Score progrès » en fonction des modalités de la VI « Attitude environnementale globale » : plus l'adhésion au Nouveau Paradigme Écologique est forte, plus les résultats sur la variable « Score progrès » sont élevés.

Tableau 13 : Moyennes et écarts-types de la variable « Score progrès » en fonction de l'attitude environnementale globale

Attitude globale	Moy.	Écart-type	n
Plutôt d'accord	1,65	3,01	29
D'accord	2,25	2,18	36
Tout à fait d'accord	4	0	2

Afin de comparer les trois niveaux d'adhésion au NEP quant à leurs performances, une ANOVA à un facteur indépendant (« attitude environnementale globale ») a été mise en œuvre, qui montre que les différences observées graphiquement ne sont pas significatives. L'ANOVA ne révèle aucune différence significative au seuil de 5 % entre les conditions expérimentales

concernant, la VD « Score progrès » ($p = 0,36$). Il n'est donc pas possible d'accepter l'hypothèse d'un effet de l'attitude environnementale globale sur les performances.

Par ailleurs, le test de corrélation de Pearson, effectué sur la variable d'attitude globale codée numériquement confirme ce résultat, puisqu'il indique une très faible corrélation positive entre les variables « Attitude environnementale globale » et « Score progrès » ($r = 0,22$).

Attitudes environnementales par dimensions

Les créateurs de la NEPS ont regroupé les différents items de leur échelle par dimensions : limite de la croissance, anti-anthropocentrisme, anti-exemptionnalisme, crise écologique, équilibre de la nature, mais celles-ci n'étant pas forcément uniformément représentées par l'échelle, nous avons voulu tester l'hypothèse de l'existence d'effets des niveaux d'adhésion à ces différentes dimensions sur les performances, afin de compléter le test sur les niveaux d'adhésion à l'ensemble des items, ci-dessus.

Nous avons constaté que les comparaisons empiriques des moyennes et écarts-types n'étaient pas suffisantes pour déterminer même des tendances. Afin de comparer de façon plus rigoureuse les niveaux d'adhésion aux différentes dimensions du NEP quant aux performances des élèves, une ANOVA à un facteur indépendant a été mise en œuvre pour chaque dimension, doublée par un Kruskal-Wallis pour la dimension « Limite de la croissance » (distribution non normale) . Ces tests confirment que l'on ne peut observer d'effets des niveaux d'adhésion aux différentes dimensions du NEP sur les performances des élèves :

- anti-anthropocentrisme : $p = 0,28$ (ANOVA),
- anti-exemptionnalisme : $p = 0,67$ (ANOVA),
- crise écologique : $p = 0,42$ (ANOVA),
- limite de la croissance : $p = 0,07$ (Kruskal-Wallis),
- équilibre de la nature : $p = 0,08$ (ANOVA).

Nous avons également mis en œuvre un test de corrélation de Pearson pour les données suivant une distribution normale, et un test de corrélation de Spearman pour les autres (dimensions « Anti-anthropocentrisme » et « Crise écologique »), afin de confirmer ou préciser les résultats des analyses de variances.

Ces tests confirment l'absence de corrélations (ou signalent de très faibles corrélations : Anti-anthropocentrisme, Crise écologique, Équilibre de la nature), entre les différentes dimensions de l'échelle et les performances :

- limite de la croissance : pas de corrélation ($r = 0,05$),
- anti-anthropocentrisme : corrélation positive faible ($\rho = 0,19$),
- anti-exemptionnalisme : pas de corrélation ($r = 0,07$),
- crise écologique : corrélation positive faible ($\rho = 0,16$),
- équilibre de la nature : corrélation positive faible ($r = 0,14$).

Effets conjoints de la condition IP et des attitudes environnementales

Conformément à notre plan factoriel, nous avons enfin testé l'existence d'effets conjoints de la condition d'IP et des attitudes environnementales sur les performances. Nous avons pour cela mis en œuvre une ANOVA à deux facteurs : condition IP, attitude environnementale globale (ordinaire). Celle-ci ne révèle pas d'effets conjoints des variables explicatives sur le « Score progrès ».

Tableau 14 : résultats de l'ANOVA à facteurs multiples dans R : condition IP, attitude environnementale globale (ordinaire)

VI	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
att_globale_qual if	17,21	2	1,342	0,269
condition_ip	21,53	2	1,679	0,1952
att_globale_qual it:condition_ip	15,1	2	1,1778	0,315

Par conséquent, nous ne pouvons pas accepter l'hypothèse HO4 d'interaction des variables « condition IP » et « attitudes environnementales » sur la variable « Score progrès » (concernant les scores de progrès entre le pré-test et le post-test, nous nous attendons à ce que les élèves du groupe ipc possédant les attitudes les plus favorables au NEP obtiennent les scores les plus élevés et que les élèves du groupe ip0 possédant les attitudes les plus défavorables au NEP obtiennent les scores les plus faibles).

Discussion

Résumé des résultats

HO1 : effets des conditions d'IP sur les temps de réponse

L'hypothèse HO1, selon laquelle les élèves du groupe ipc seraient les plus rapides et les élèves du groupe ip0 seraient les plus lents ne peut pas être acceptée, puisque ce sont les élèves du groupe ipe qui s'avèrent les plus rapides par rapport à ceux du groupe ipc, les plus lents.

HO2 : effets des conditions d'IP sur les performances

L'hypothèse HO2, selon laquelle les élèves du groupe ipc obtiendraient les scores les plus élevés et les élèves du groupe ip0 obtiendraient les scores les plus faibles ne peut pas être acceptée.

Un effet de la condition ipc peut toutefois être relevé pour certaines questions :

- q_duree_allaitement : écart significatif entre la moyenne du groupe « ipc » et les moyennes des groupes « ip0 » et « ipe » ($p = 0,01$) ; effet significatif de la condition « ipc », par rapport aux deux autres conditions ;
- q_eaux_zooplanton : écart significatif entre la moyenne du groupe « ipc » et la moyenne du groupe « ip0 » ($0,04$) ; pas d'écart d'« ipc » avec « ipe » ; effet significatif de la condition « ipc », par rapport à la condition « ip0 » ;
- concernant la question q_longevite, les comparaisons de moyennes (Tukey) ne font pas apparaître d'écarts significatifs, bien que l'ANOVA ait révélé un écart globalement significatif ($p = 0,034$) ; il semble donc qu'il y ait un effet seulement tendanciel, mais il est d'autant plus intéressant à prendre en compte qu'il va à l'encontre de l'hypothèse générale d'un effet favorable de la condition ipc par rapport aux autres conditions sur les performances.

HO3 : effets des attitudes

Concernant l'hypothèse HO3, il n'est pas possible d'accepter l'hypothèse d'un effet de l'attitude environnementale globale sur les performances.

HO4 : interaction des variables « condition IP » et « attitudes environnementales » sur la variable « Score progrès »

Enfin, concernant l'hypothèse HO4, il n'est pas possible d'accepter l'hypothèse selon laquelle les effets conjoints de la condition ipc et d'attitudes environnementales favorables au NEP participeraient à améliorer les performances.

Les instructions de pertinence**Effets sur les durées de réponse aux questionnaires et aux tests : un possible biais**

L'écart significatif entre les moyennes de réponse aux questionnaires post-test des groupes ipc et ipe va à l'encontre de l'hypothèse que nous avons émise. En effet, nous supposons que la condition ipc, en facilitant l'apprentissage (hypothèse HO2), diminuerait les temps de réponse au questionnaire post-test. Or, c'est le contraire qui se produit : le groupe le plus lent est le groupe ipc.

Nous n'avons pas trouvé d'explication certaine à ce résultat, mais nous supposons qu'il pourrait s'agir d'un biais de compensation par rapport aux temps de visionnage des vidéos : les élèves ayant à visionner des vidéos de la condition ipe devaient passer plus de temps sur cette phase, puisqu'ils avaient à répondre à des questions ouvertes, par rapport aux élèves des conditions ip0 et ipe qui, soit n'avaient pas de questions, soit devaient répondre à des QCM. Il se peut donc que les élèves de la condition ipe aient voulu compenser ce temps plus long en répondant plus vite au questionnaire post-test. Cela n'explique pas pourquoi les élèves de la condition ipc ont été les plus lents, puisque le temps requis de visionnage de vidéo le plus rapide était celui de la condition ip0. Mais l'écart entre ipc et ip0 n'est de toute façon pas significatif.

Effets des instructions de pertinence sur les performances

Les résultats concernant les effets des conditions expérimentales sur les performances des élèves ont permis de constater que, si les élèves des groupes ipc et ipe réussissent en moyenne mieux que ceux du groupe ip0, et ceux du groupe ipc mieux que ceux du groupe ipe, il n'était pas possible d'attribuer cet écart à un effet du type d'instruction de pertinence reçu. Ce résultat va à l'encontre de notre hypothèse HO2 et nous avons voulu, pour tenter de l'expliquer, explorer les résultats des différentes questions. Nous avons ainsi pu constater que les seules questions pour lesquelles les moyennes du groupe ipc étaient significativement au-dessus des moyennes des autres groupes expérimentaux étaient les questions q_duree_allaitement (« Un baleineau (bébé baleine) est allaité par sa mère pendant... ») et q_eaux_zooplancton (« Dans quelles eaux trouve-t-on du zooplancton ? »).

Concernant la première, nous pouvons supposer que les élèves du groupe ipc ont été favorisés par le fait que la première instruction de pertinence porte directement sur cette information (« Combien de temps dure l'allaitement ? »). Ce résultat correspond à de nombreux résultats dans la littérature, parmi ceux rapportés par McCrudden, et Schraw, 2007 : les instructions de pertinence spécifiques aident à mémoriser les informations pertinentes, et non les autres, pour lesquelles elles peuvent au contraire entraîner une occultation. Cette question était la seule pour laquelle le lien entre l'instruction de pertinence et une question de pré/post-test était direct, puisque nous souhaitions tester les effets des instructions de pertinence sur la construction de relations entre les connaissances.

La deuxième question porte sur une information qui n'était pas pointée directement par une instruction de pertinence. En revanche, la sixième instruction de pertinence (« Pourquoi le zooplancton est-il moins adapté à l'alimentation des baleines que le traditionnel krill ? ») porte sur une information en lien avec la question. On peut donc supposer que, dans ce cas, l'instruction de

pertinence a permis de construire les relations qui ont aidé à mémoriser l'information transitoire donnée précédemment sur le zooplancton. La question se pose donc de savoir pourquoi cette mise en relation d'informations aurait été rendue possible dans ce cas et non pour les autres questions. Il semble que la réduction de charge cognitive permise par les dispositifs de guidage attentionnel ne soit pas toujours suffisante pour permettre un traitement profond des informations (Jamet, 2014), mais certaines études ont pu montrer une augmentation du rappel d'éléments moins pertinents, mais en lien avec les informations visées par des instructions de pertinence ciblées (McCrudden, et Schraw, 2007). Il est probable que l'instruction de pertinence sur le zooplancton a favorisé la rétention d'une autre information, non ciblée, mais en relation sémantique avec une information ciblée. Il serait intéressant de vérifier dans quelle mesure le choix de l'information ciblée, selon le réseau sémantique auquel elle se rattache, peut favoriser le traitement des autres éléments de ce réseau sémantique.

Une troisième question (q_longevite : « Pendant combien de temps au maximum un rorqual bleu peut-il vivre ? ») a suscité des résultats qui différaient de façon significative entre les conditions expérimentales. Cet écart, significatif au seuil de 5 % dans l'ANOVA et le Kruskal-Wallis que nous avons réalisés, ne se retrouve pas dans les comparaisons de moyennes par paires effectuées grâce au test de Tukey, mais le résultat est intéressant à analyser néanmoins, parce qu'il semble aller à l'encontre de nos hypothèses et constats effectués sur les écarts de moyennes associés aux autres questions : les élèves de la condition ipc semblent avoir été pénalisés par la présence d'instructions de pertinence ciblées. Une explication possible est qu'ils ont pu être distraits d'une partie de l'information par l'intrusion des instructions de pertinence. En effet, l'information : « dans la mesure où la femelle ne vit pas plus de 30 ans [...] » est donnée après les premières instructions de pertinence, en conclusion de la séquence explicative de Jamy. Mais le fait que cette information concernait l'espèce du rorqual bleu était précisé avant ces instructions de pertinence,

en introduction de cette séquence explicative (« L'ennui, c'est qu'il faut beaucoup de temps pour reconstituer une population de rorquals bleus. En effet [...] » – suivent alors les explications). Ainsi, la différence de désignation (avec, en plus, un changement de genre : dans la question du post-test, Jamy parle d'« un rorqual bleu » ; dans l'instruction de pertinence, nous interrogeons sur « la femelle »), conjuguée avec le fait que l'instruction de pertinence a séparé les deux informations complémentaires, ont pu rendre difficile aux élèves bénéficiant d'ipc d'effectuer les relations nécessaires pour répondre à la question. Au contraire, les élèves des conditions ip0 ont pu associer des informations qui étaient assez proches chronologiquement et trouver ainsi plus facilement la réponse à la question.

Nous n'avons donc pas pu vérifier une amélioration globale des performances imputable aux instructions de pertinence. Il n'est pas exclu que les résultats aient été altérés par des limites de notre étude sur lesquelles nous reviendrons dans la suite de la discussion. Il n'en demeure pas moins que les effets des instructions de pertinence sont complexes et peuvent être soumis à de nombreux facteurs et conditions. Elles doivent notamment porter sur les bonnes informations, celles qui permettront d'établir des relations entre les connaissances, afin de favoriser des apprentissages profonds, mais elles doivent elles-mêmes ne pas conduire l'apprenant à négliger d'autres informations pertinentes, mais non ciblées. De ce point de vue-là, le choix des informations ciblées par le guidage, fondé sur une analyse des relations sémantiques entre les informations, est probablement un levier d'efficacité des instructions de pertinence qu'il serait intéressant de tester.

Effets des attitudes, effets conjoints des attitudes et de la condition IP

Concernant les attitudes environnementales, nous avons posé l'hypothèse HO3 que les élèves possédant les attitudes les plus favorables au NEP obtiendraient les scores les plus élevés dans leurs groupes expérimentaux respectifs et que les élèves possédant les attitudes les plus

défavorables au NEP obtiendraient les scores les plus faibles dans leurs groupes expérimentaux respectifs (effets des attitudes sur les performances).

Au regard des résultats, nous n'avons pas pu accepter l'hypothèse : les tests effectués ne font pas apparaître de différences de performances entre élèves ayant des niveaux différents d'adhésion au Nouveau Paradigme Écologique, ni à ses différentes dimensions. Les coefficients de corrélation permettent d'identifier de faibles corrélations positives, mais celles-ci ne sont pas suffisamment fortes pour valider notre hypothèse.

Il n'est pas apparu, non plus, qu'il existe d'effets conjoints des attitudes et de la condition d'IP, ce qui va à l'encontre de l'hypothèse HO4. L'interaction des VI n'a pas produit d'effets plus significatifs que chacune prise isolément.

Outre des limites de notre étude que nous analysons ci-dessous, nous émettons l'hypothèse que l'échelle pourrait nécessiter des ajustements afin de pouvoir être utilisée avec sur une population de jeunes collégiens.

Le calcul de l'alpha de Cronbach semble indiquer un manque de fiabilité du questionnaire (alpha = 0,63). Cette relative faiblesse peut s'expliquer par la multi-dimensionnalité de l'échelle (Schleyer-Lindenmann, et al., 2016). Mais cette multi-dimensionnalité demanderait à être testée par une analyse factorielle, pour déterminer combien de dimensions sont effectivement présentes et lesquelles.

En effet, on constate, d'après le [Tableau 6 : Description des VI « Attitudes environnementales » globale et par dimensions \(qualitatives\)](#), que, si la plupart des dimensions présentent un niveau de désaccord proche de 10 %, la dimension « Limite de la croissance » obtient un niveau de désaccord de 50 %. Nous avons d'ailleurs relevé le comportement inattendu de la variable dans les statistiques descriptives (Fig. 10). L'analyse sémantique de cette dimension peut nous éclairer. Elle comporte en effet des items exprimant une limite des ressources naturelles :

- item 1 : « Nous nous approchons du nombre limite de personnes que la terre peut nourrir »,
- item 6 : « La terre posséderait une infinité de ressources naturelles si seulement nous savions comment en tirer mieux parti » (formulation négative des items pairs, inversée lors du recodage),
- item 11 : « La terre est comme un vaisseau spatial avec un espace et des ressources très limités ».

Ce faible niveau d'adhésion pourrait alors s'expliquer par le fait que les collégiens n'ont pas forcément interprété les « ressources » comme des ressources non-renouvelables (Schleyer-Lindenmann, et al., 2016). Cela serait cohérent dans une perspective de développement durable, dans laquelle une distinction est faite entre ressources renouvelables et non-renouvelables. Cette distinction, sans aucun doute présente à l'esprit d'enfants nés en 2004-2005, pourrait ne pas être suffisamment prise en compte dans la NEPS et confirme l'intérêt de réévaluer la pertinence de l'échelle au regard de la population étudiée.

Perspectives et limites

Parmi les limites de notre étude, le manque de contrôle du temps de passation des différentes conditions nous paraît la plus importante. En effet, il nous a semblé que les élèves de la condition ipe avaient pu vouloir compenser le temps plus long du visionnage de leurs vidéos en répondant plus vite au questionnaire de post-test. Il nous a également manqué la possibilité de contrôler rigoureusement les temps de passation, en raison du défaut de cette fonctionnalité sur la plateforme d'hébergement des vidéos. Une telle donnée nous aurait permis, à défaut de pouvoir garantir des temps de passation identiques dans des conditions hors laboratoire, de contrôler les effets éventuels des différences de temps.

En outre, si les performances n'ont pas été améliorées de façon significative par la condition d'ipc, il n'est pas exclu que celle-ci ait eu un effet sur la charge cognitive, comme cela a pu être

constaté dans d'autres études (Spanjers, et al., 2012). Une mesure de la charge cognitive ressentie permettrait de vérifier une telle hypothèse.

Par ailleurs, il eût été intéressant de tester si des élèves plus âgés ou un deuxième visionnage des extraits vidéo (Amadiou, et al., 2011) eussent permis d'augmenter les effets des conditions IP. Le matériel pédagogique utilisé présentait en effet un niveau de difficulté très important pour des élèves de sixième novices dans le domaine.

Il nous semble également qu'une analyse des réponses fournies par les élèves aux questions posées par les instructions de pertinence ciblées et élaboratives, que nous n'avons pu mener dans cette étude, pourrait aider à comprendre les effets des instructions de pertinence sur les performances (ou, en l'occurrence, l'absence d'effets), en donnant un aperçu de l'étape intermédiaire.

Concernant le questionnaire d'attitudes, nous avons pu montrer qu'une étape d'analyse de sa dimensionnalité, par une analyse en composante principales, permettrait de s'assurer qu'il mesure bien les dimensions qu'il est conçu pour mesurer.

Conclusion

L'apprentissage avec des animations peut paraître adapté à l'enseignement de l'éducation au développement durable, parce qu'il permettrait de représenter les phénomènes dynamiques. De nombreuses études ont cependant mis en avant les difficultés de traitement cognitif suscitées par le caractère transitoire des informations, et ont testé des aménagements possibles susceptibles d'alléger la charge cognitive. Parmi ces aménagements, le guidage attentionnel permet d'attirer l'attention de l'apprenant vers les informations pertinentes. Dans le champ de l'étude de la lecture, le guidage attentionnel est l'objet d'études portant sur les instructions de pertinence données aux lecteurs pour se construire des critères de référence, aptes à l'aider à diriger son attention vers les informations pertinentes.

Nous avons testé dans cette étude un dispositif fondé sur l'ajout d'instructions de pertinence ciblées ou élaboratives à une vidéo contenant des animations. L'étude portait sur un échantillon de 67 élèves de sixième, répartis en trois groupes expérimentaux, dont un groupe de contrôle. Il n'a pas été montré d'effets significatifs de l'ajout des instructions de pertinence. Néanmoins, des effets ont pu être relevés sur certaines questions du post-test, ce qui donne des pistes pour améliorer l'efficacité de tels dispositifs : s'il est probable que les instructions de pertinence devraient cibler les informations permettant aux apprenants d'établir des relations entre les connaissances, il faudra garder à l'esprit que le guidage vers certaines informations risque d'amener l'apprenant à négliger les autres informations. Il nous a semblé que ces résultats pouvaient encourager à explorer davantage les conséquences du choix des informations ciblées, selon leur proximité sémantique avec les autres informations de l'animation.

Nous avons également voulu vérifier si des attitudes positives des élèves à l'égard des sujets abordés dans la vidéo étaient susceptibles de favoriser les apprentissages. Notre étude n'a pas

permis de confirmer une telle hypothèse, ni lorsque l'on considère les attitudes seules, ni lorsque l'on considère leur interaction avec les instructions de pertinence.

Cependant, il nous a semblé que l'échelle utilisée, la NEPS, devrait être testée dans sa dimensionnalité, pour s'assurer qu'elle rend compte des attitudes visées, avec la population cible.

Bibliographie

- Adesope, O. O., et Nesbit, J. C. (2012). *Verbal redundancy in multimedia learning environments: A meta-analysis*. American Psychological Association. Consulté à l'adresse <http://psycnet.apa.org/journals/edu/104/1/250/>
- Ainsworth, S., et Van Labeke, N. (2004). Multiple forms of dynamic representation. *Learning and instruction, 14*(3), 241–255.
- Amadiou, F., Mariné, C., et Laimay, C. (2011). The attention-guiding effect and cognitive load in the comprehension of animations. *Computers in Human Behavior, 27*(1), 36–40.
- Amburgey, J. W., et Thoman, D. B. (2012). Dimensionality of the New Ecological Paradigm: Issues of Factor Structure and Measurement. *Environment and Behavior, 44*(2), 235-256. <https://doi.org/10.1177/0013916511402064>
- Ayres, P., et Paas, F. (2007). Making instructional animations more effective: A cognitive load approach. *Applied cognitive psychology, 21*(6), 695–700.
- Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working? *American Psychologist, 56*(11), 851.
- Baddeley, A. D., et Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of learning and motivation, 8*, 47–89.
- Berney, S., et Bétrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. *Computers et Education, 101*, 150–167.
- Bétrancourt, M. (2005). *The animation and interactivity principles in multimedia learning*. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bétrancourt, M., et Realini, N. (2005). Faut-il vraiment laisser le déroulement d'une animation sous le contrôle de l'apprenant ? Consulté à l'adresse <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00016538/document>
- Bétrancourt, M., et Tversky, B. (2000). Effect of computer animation on users' performance: a review/(Effet de l'animation sur les performances des utilisateurs: une sythèse). *Le travail humain, 63*(4), 311.
- Boucheix, J.-M., et Guignard, H. (2005). What animated illustrations conditions can improve technical document comprehension in young students? Format, signaling and control of the presentation. *European Journal of Psychology of Education, 20*(4), 369–388.
- Boucheix, J.-M., et Lowe, R. K. (2010). An eye tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and instruction, 20*(2), 123–135.
- Byrne, B. M. (2005). Factor Analytic Models: Viewing the Structure of an Assessment Instrument From Three Perspectives. *Journal of Personality Assessment, 85*(1), 17-32. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa8501_02
- ChanLin, L. (2001). Formats and prior knowledge on learning in a computer-based lesson. *Journal of Computer Assisted Learning, 17*(4), 409–419.
- Chanquoy, L., Tricot, A., et Sweller, J. (2007). *La charge cognitive : Théorie et applications*. Armand Colin.

- Chen, O., Kalyuga, S., et Sweller, J. (2015). The worked example effect, the generation effect, and element interactivity. *Journal of Educational Psychology, 107*(3), 689.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M., et Paas, F. (2007). Attention cueing as a means to enhance learning from an animation. *Applied cognitive psychology, 21*(6), 731–746.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M., et Paas, F. (2009). Towards a framework for attention cueing in instructional animations: Guidelines for research and design. *Educational Psychology Review, 21*(2), 113–140.
- Dunlap, R. E. (2008). The New Environmental Paradigm Scale: From Marginality to Worldwide Use. *The Journal of Environmental Education, 40*(1), 3-18. <https://doi.org/10.3200/JOEE.40.1.3-18>
- Dunlap, R. E., et Van Liere, K. D. (1978). The “new environmental paradigm”. *The journal of environmental education, 9*(4), 10–19.
- Dunlap, R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., et Jones, R. E. (2000). New Trends in Measuring Environmental Attitudes: Measuring Endorsement of the New Ecological Paradigm: A Revised NEP Scale. *Journal of Social Issues, 56*(3), 425-442. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00176>
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current directions in psychological science, 11*(1), 19–23.
- Ericsson, K. A., et Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological review, 102*(2), 211.
- Gerjets, P., et Scheiter, K. (2003). Goal configurations and processing strategies as moderators between instructional design and cognitive load: Evidence from hypertext-based instruction. *Educational psychologist, 38*(1), 33–41.
- Hasler, B. S., Kersten, B., et Sweller, J. (2007). Learner control, cognitive load and instructional animation. *Applied cognitive psychology, 21*(6), 713–729.
- Höffler, T. N., et Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and instruction, 17*(6), 722–738.
- Höffler, T. N., et Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations—Evidence for an ability-as-compensator hypothesis. *Computers in human behavior, 27*(1), 209–216.
- Jamet, E. (2014). An eye-tracking study of cueing effects in multimedia learning. *Computers in Human Behavior, 32*, 47–53.
- Jeung, H.-J., Chandler, P., et Sweller, J. (1997). The role of visual indicators in dual sensory mode instruction. *Educational Psychology, 17*(3), 329–345.
- Jowett, T., Harraway, J., Lovelock, B., Skeaff, S., Slooten, L., Strack, M., et Shephard, K. (2014). Multinomial-Regression Modeling of the Environmental Attitudes of Higher Education Students Based on the Revised New Ecological Paradigm Scale. *The Journal of Environmental Education, 45*(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/00958964.2013.783777>
- Kaakinen, J. K., Hyönä, J., et Keenan, J. M. (2002). Perspective effects on online text processing. *Discourse processes, 33*(2), 159–173.

Kalyuga, S. (2005). Prior knowledge principle in multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 325–337.

Kalyuga, S. (2008). Relative effectiveness of animated and static diagrams: An effect of learner prior knowledge. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 852–861.

Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., et Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_4

Kalyuga, S., Chandler, P., et Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied cognitive psychology*, 13(4), 351–371.

Kirschner, P. A. (2002). *Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning*. Elsevier. Consulté à l'adresse <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475201000147>

Leahy, W., et Sweller, J. (2011). Cognitive load theory, modality of presentation and the transient information effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(6), 943–951.

Lebrun, M., Goffinet, C., et Gilson, C. (2016). " Vers une typologie des classes inversées. Contribution à une typologie des classes inversées: éléments descriptifs de différents types, configurations pédagogiques et effets. Consulté à l'adresse https://dial.uclouvain.be/downloader/downloader.php?pid=boreal:183211ETdatastream=PDF_01

Lehman, S., Schraw, G., McCrudden, M. T., et Hartley, K. (2007). Processing and recall of seductive details in scientific text. *Contemporary Educational Psychology*, 32(4), 569–587.

Lin, L., et Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers et Education*, 56(3), 650–658.

Lowe, R. K. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning. *European journal of psychology of education*, 14(2), 225–244.

Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and instruction*, 13(2), 157–176.

Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university press. Consulté à l'adresse [https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&ETid=SSLdo1MLIywCEToi=fnd&ETpg=PR9&ETdq=\(Mayer,+2005\)ETots=uUtaN5T2GAETsig=Hya6ugZBj_IkqB461hbfFVCr4pk](https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&ETid=SSLdo1MLIywCEToi=fnd&ETpg=PR9&ETdq=(Mayer,+2005)ETots=uUtaN5T2GAETsig=Hya6ugZBj_IkqB461hbfFVCr4pk)

Mayer, R. E., et Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of educational psychology*, 93(2), 390.

Mayer, R. E., Moreno, R., Boire, M., et Vagge, S. (1999). Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of educational psychology*, 91(4), 638.

McCrudden, M. T., Magliano, J. P., et Schraw, G. (2010). Exploring how relevance instructions affect personal reading intentions, reading goals and text processing: A mixed methods study. *Contemporary Educational Psychology*, 35(4), 229–241.

McCrudden, M. T., et Schraw, G. (2007). Relevance and Goal-Focusing in Text Processing. *Educational Psychology Review*, 19(2), 113–139. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9010-7>

McCrudden, M. T., Schraw, G., et Kambe, G. (2005). The Effect of Relevance Instructions on Reading Time and Learning. *Journal of Educational Psychology*, 97(1), 88.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.

Mousavi, S. Y., Low, R., et Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of educational psychology*, 87(2), 319.

Ng, H. K. (2014). *The use of tracing to reduce transience in instructional animations: a cognitive load theory perspective*. (Thèse non publiée). University of New South Wales, Sydney, Australia.

Ng, H. K., Kalyuga, S., et Sweller, J. (2013). Reducing transience during animation: a cognitive load perspective. *Educational Psychology*, 33(7), 755–772.

Owen, E., et Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 272.

Ozgunor, S., et Guthrie, J. T. (2004). Interactions Among Elaborative Interrogation, Knowledge, and Interest in the Process of Constructing Knowledge From Text. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 437.

Paas, F. G., et Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of educational psychology*, 86(1), 122.

Peterson, L., et Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of experimental psychology*, 58(3), 193.

Pirages, D. C., et Ehrlich, P. R. (1974). *Ark II; social response to environmental imperatives [by] Dennis C. Pirages [and] Paul R. Ehrlich*. -. Consulté à l'adresse <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300544469>

Reynolds, R. E., Trathen, W., Sawyer, M. L., et Shepard, C. R. (1993). Causal and epiphenomenal use of the selective attention strategy in prose comprehension. *Contemporary educational psychology*, 18(2), 258–278.

Roelle, J., Lehmkuhl, N., Beyer, M.-U., et Berthold, K. (2015). The role of specificity, targeted learning activities, and prior knowledge for the effects of relevance instructions. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 705.

Rouet, J.-F., et Britt, M. A. (2011). Relevance processes in multiple document comprehension. *Text relevance and learning from text*, 19–52.

Rouet, J.-F., Vidal-Abarca, E., Erboul, A. B., et Millogo, V. (2001). Effects of information search tasks on the comprehension of instructional text. *Discourse Processes*, 31(2), 163–186.

Schleyer-Lindenmann, A., Dauvier, B., Ittner, H., et Piolat, M. (2016). Mesure des attitudes environnementales : analyse structurale d'une version française de la NEPS (Dunlap et al., 2000). *Psychologie Française*, 61(2), 83-102. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2014.07.002>

Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., et Glowalla, U. (2010). A closer look at split visual attention in system-and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and instruction*, 20(2), 100–110.

Schraw, G., Wade, S. E., et Kardash, C. A. (1993). Interactive effects of text-based and task-based importance on learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 85(4), 652.

Snow, C. (2002). *Reading for understanding: Toward an RETD program in reading comprehension*. Rand Corporation. Consulté à l'adresse https://books.google.com/books?hl=fr&lr=ETid=R1t9btYnK_ECEToi=fndETpg=PR1ETdq=Reading+for+Understanding:+Toward+an+R%26D+Program+in+Reading+Comprehension%0A&ots=EPnI4t3vEnETsig=SQ-i9QEH2f5xD9gVuvaPwDeTNfc

Spanjers, I. A., Van Gog, T., et van Merriënboer, J. J. (2010). A theoretical analysis of how segmentation of dynamic visualizations optimizes students' learning. *Educational Psychology Review*, 22(4), 411–423.

Spanjers, I. A., van Gog, T., Wouters, P., et van Merriënboer, J. J. (2012). Explaining the segmentation effect in learning from animations: The role of pausing and temporal cueing. *Computers et Education*, 59(2), 274–280.

Spanjers, I. A., Wouters, P., Van Gog, T., et Van Merriënboer, J. J. (2011). An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 46–52.

Stenning, K. (1998). Distinguishing semantic from processing explanations of usability of representations: applying expressiveness analysis to animation. *Intelligence and Multimodality in Multimedia Interfaces: Research and Applications*. Consulté à l'adresse <ftp://ftp.cogsci.ed.ac.uk/pub/HCRC-papers/~pub/john/IMMI-finals/stenning/stenning.ps.gz>

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257–285.

Sweller, J. (2006). How the human cognitive system deals with complexity. *Handling complexity in learning environments: Theory and research*, 13–25.

Sweller, J. (2016). Story of a Research Program. *Education Review // Reseñas Educativas*, 23(0). <https://doi.org/10.14507/er.v23.2025>

Sweller, J., et Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and instruction*, 2(1), 59–89.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., et Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251–296.

Tabbers, H. (2002). The modality of text in multimedia instructions: Refining the design guidelines. Consulté à l'adresse <http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/1025/1/Dissertation%20Tabbers%202002.pdf>

Tricot, A., Sweller, J., Amadiou, F., Chanquoy, L., et Mariné, C. (2008). Strategies used by humans to reduce their own cognitive load. In *Cognitive Load Theory Conference, Wollongong* (Vol. 29, p. 1–8). Citeseer. Consulté à l'adresse <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.669.456&rep=rep1&type=pdf>

Van den Broek, P., Lorch, R. F., Linderholm, T., et Gustafson, M. (2001). The effects of readers' goals on inference generation and memory for texts. *Memory et Cognition*, 29(8), 1081–1087.

Ward, M., et Sweller, J. (1990). Structuring effective worked examples. *Cognition and instruction*, 7(1), 1–39.

Wong, A., Leahy, W., Marcus, N., et Sweller, J. (2012). Cognitive load theory, the transient information effect and e-learning. *Learning and Instruction*, 22(6), 449–457.

Wouters, P., Tabbers, H. K., et Paas, F. (2007). Interactivity in video-based models. *Educational Psychology Review*, 19(3), 327–342.

Annexes

Fig. 2 : Feuille de consignes nominative distribuée à chaque élève

Fiche de consignes (<https://huit.re/baleinesconsignes>)

Nom : <<nom>>

Tu vas participer avec tes camarades à une activité qui aidera à savoir quels types de vidéos permettent le mieux aux élèves d'acquérir de nouvelles connaissances. Ce n'est pas un contrôle et tu ne seras pas noté. Tes réponses seront confidentielles. Cette activité comporte 3 étapes et durera en tout 20' :

- **tout d'abord, tu vas répondre à une série de questions : c'est le Questionnaire 1 ;**
- ensuite, tu regarderas une vidéo sur les baleines, sur le site Edpuzzle ; lors de ce visionnage, tu devras peut-être répondre à ces questions, en cochant des cases ou en tapant un texte ; pour valider tes réponses, il faudra cliquer sur « Continue » ou « Submit » (tu n'auras pas d'indication si tes réponses sont correctes ou incorrectes sur le moment, mais tu pourras le savoir, si tu veux, après l'activité) ; il se peut aussi qu'aucune question n'apparaisse dans la vidéo ;
- **enfin, tu vas répondre à une nouvelle série de questions : c'est le Questionnaire 2.**

J'indiquerai à chaque étape de combien de temps vous disposez et je dirai quand passer à l'étape suivante.

Étape 1

Réponds au questionnaire 1, à cette adresse : <https://huit.re/baleinesq1>

Étape 2

Connecte-toi sur Edpuzzle, en entrant l'adresse suivante dans la barre d'adresse du navigateur : edpuzzle.com, puis en cliquant sur « Login », puis sur « Student ». Tu utiliseras les codes :

- identifiant : <<identifiant>>
- mot de passe : emilezola

Mets le casque.

Regarde la vidéo en cliquant sur « Start ».

Étape 3

Réponds au questionnaire 2, à cette adresse : <https://huit.re/baleinesq2>

Tableau 1 : Items de la NEPS, dimensions et variables associées

Variables	Items	Dimensions
qid3_1	Nous nous approchons du nombre limite de personnes que la terre peut nourrir	Limites à la croissance
qid3_2	Les êtres humains ont le droit de modifier l'environnement naturel selon leurs besoins	Anti-anthropocentrisme
qid3_3	Quand les êtres humains essaient de changer le cours de la nature cela produit souvent des conséquences désastreuses	Équilibre de la nature
qid3_4	L'ingéniosité humaine fera en sorte que nous ne rendrons PAS la terre invivable	Anti-exemptionalisme
qid3_5	Les êtres humains sont en train de sérieusement malmener l'environnement	Crise écologique
qid3_6	La terre posséderait une infinité de ressources naturelles si seulement nous savions comment en tirer mieux parti	Limites à la croissance
qid3_7	Les plantes et les animaux ont autant le droit que les êtres humains d'exister	Anti-anthropocentrisme
qid3_8	L'équilibre de la nature est assez fort pour faire face aux effets des nations industrielles modernes	Équilibre de la nature
qid3_9	Malgré des aptitudes particulières, les humains sont toujours soumis aux lois de la nature	Anti-exemptionalisme
qid3_10	La prétendue « crise écologique » qui guette le genre humain a été largement exagérée	Crise écologique
qid3_11	La terre est comme un vaisseau spatial avec un espace et des ressources très limités	Limites à la croissance
qid3_12	Les humains ont été créés pour gouverner le reste de la nature	Anti-anthropocentrisme
qid3_13	L'équilibre de la nature est très fragile et facilement perturbé	Équilibre de la nature
qid3_14	Les humains vont un jour apprendre suffisamment sur le fonctionnement de la nature pour pouvoir le contrôler	Anti-exemptionalisme
qid3_15	Si les choses continuent au rythme actuel nous allons bientôt vivre une catastrophe écologique majeure	Crise écologique

Tableau 3 : Questionnaires de pré-test et de post-test, connaissances et variables associées

Connaissances	Pré-test		Post-test		Variable
	Questions	Réponses proposées	Questions	Réponses proposées	
espèce vulnérable	Qu'est-ce qu'une espèce vulnérable ?	<p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 30%</p> <p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 30% en 3 générations</p> <p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 50%</p> <p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 50% en 3 générations</p>	Une espèce dont la population a chuté d'au moins 50% en 3 générations est dite...	<p>en danger</p> <p>vulnérable</p> <p>quasi menacée</p> <p>non menacée</p>	q_esp_vulnérable
espèce quasi menacée	Qu'est-ce qu'une espèce quasi menacée ?	<p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 30%</p> <p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 30% en 3 générations</p> <p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 50%</p> <p>une espèce dont la population totale a chuté d'au moins 50% en 3 générations</p>	Une espèce dont la population a chuté d'au moins 30% en 3 générations est dite...	<p>en danger</p> <p>vulnérable</p> <p>quasi menacée</p> <p>non menacée</p>	q_esp_quasi_menacee
allaitement	Pendant combien de temps les baleines allaitent-elles leurs bébés ?	<p>1 an</p> <p>3 ans</p> <p>7 ans</p>	Un baleineau (bébé baleine) est allaité par sa mère pendant...	<p>1 année</p> <p>3 années</p> <p>7 années</p>	q_duree_allaitement

		8 ans		8 années	
nombre max de baleineaux	La femelle rorqual bleu peut mettre au monde un baleineau tous les...	1 an 3 ans 6 ans 8 ans	Combien de temps après une naissance la femelle rorqual bleu pourra-t-elle à nouveau mettre au monde un baleineau ?	1 an après 3 ans après 6 ans après 8 ans après	q_duree_entre_naissances
durée de vie maximum	Quelle est la durée de vie maximum du rorqual bleu ?	pas plus d'un siècle pas plus d'un demi-siècle pas plus de 30 ans pas plus de 8 ans	Pendant combien de temps au maximum un rorqual bleu peut-il vivre ?	pas plus d'un siècle pas plus d'un demi-siècle pas plus de 30 ans pas plus de 8 ans	q_longevite
risque de disparition de la baleine à bosse	La baleine à bosse, comme le cachalot, fait partie des espèces...	vulnérables en danger quasi menacées non menacées	Parmi ces catégories, à laquelle la baleine à bosse et le cachalot appartiennent-ils ?	espèces vulnérables espèces en danger espèces quasi menacées espèces non menacées	q_bal_bosse_cachalot
nourriture des baleines à bosse	De quoi se nourrissent principalement les baleines à bosse ?	de petits crustacés, le zooplancton de petites crevettes appelées krill	Quelle est l'alimentation principale des baleines à bosse ?	le zooplancton le krill le phytoplancton les huîtres	q_alim_bal_bosse
zooplancton	Le zooplancton se trouve dans les eaux...	chaudes tempérées froides du Gulf stream	Dans quelles eaux trouve-t-on du zooplancton ?	dans les eaux chaudes dans les eaux tempérées dans les eaux froides dans les eaux du Gulf stream	q_eaux_zooplancton
krill	Le krill se trouve dans les eaux...	chaudes tempérées froides caraïbes	Dans quelles eaux trouve-t-on le krill ?	chaudes tempérées froides caraïbes	q_eaux_krill

Gulf stream	Le Gulf stream est un courant d'eau...	chaude tempérée froide polaire	À laquelle de ces catégories le Gulf stream appartient-il ?	eau chaude eau tempérée eau froide eau polaire	q_gulf_stream
effets avérés du réchauffement climatique	Les conséquences du réchauffement climatique sur les baleines sont...	certaines : on en mesure déjà les effets probables : ce sont des risques, mais les effets n'en sont pas encore mesurés	Quel est le degré de certitude des scientifiques sur les conséquences du réchauffement climatique sur les baleines ?	ils en sont certains, car ils en mesurent déjà les effets ils n'en sont pas certains : ce sont des risques, mais les effets n'en sont pas encore mesurés	q_degre_certitude

Tableau 4 : Découpage de l'extrait 1

- Temps	Contenus	Captures d'écran
00:00-00:25	[Introduction]	
00:26-00:43	[Animation 1] Définition de la catégorie « espèces en danger »	
00:44-00:59	[Animation 2] Exemple du rorqual bleu	
1:00-1:37	[Animation 3] Mécanisme de reconstitution d'une population de rorqual bleu	
1:38-1:47	[Animation 1] Définition de la catégorie « espèces vulnérables »	









1:48-1:58	[Animation 1] Définition de la catégorie « espèces quasi menacées »	
-----------	---	---

Tableau 5 : Découpage de l'extrait 2

- Temps	Contenus	Captures d'écran
2:00-2:27	[Introduction]	
2:28-3:35	[Animation 1] Explication de la chaîne alimentaire de la baleine à bosse	
3:36-3:40	[Question de relance de Fred] Pourquoi le krill disparaîtrait-il ?	
3:40-4:09	[Explication sans animation] Les effets du réchauffement climatique sur la chaîne alimentaire de la baleine à bosse	

<p>4:10-4:32</p>	<p>[Animation 2] Remontée des eaux tempérées</p>	 A man in a pink sweater is standing in front of a world map. A red line on the map represents the Gulf Stream, starting from the Gulf of Mexico and moving north along the eastern coast of North America. The man is pointing towards the map.
<p>4:33-4:48</p>	<p>[Animation 2] Affaiblissement du <i>Gulf stream</i></p>	 A close-up of a hand in a pink sleeve pointing to a map of the Gulf Stream. The map shows the Gulf Stream as a red line flowing from the Gulf of Mexico towards the British Isles. A small blue circle with a white dot is visible on the map.
<p>4:49-5:06</p>	<p>[Conclusion]</p>	 An aerial view of a rocky coastline. The rocks are grey and jagged, with some green vegetation on the slopes. The sky is blue and clear.

**Tableau 6 : Description des VI « Attitudes environnementales » globale et par dimensions
(qualitatives)**

Les données du questionnaire d'attitude ont été opérationnalisées en variables ordinales et en variables quantitatives. Nous présentons ci-dessous une synthèse des VI « Attitudes environnementales » globale et par dimensions. Les pourcentages ont été arrondis à l'unité.

Il est à noter que la variable globale n'est pas une somme des variables par dimensions : elle a été calculée pour chaque individu, indépendamment des variables par dimensions.

		Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord	Désaccord	Accord	Total
att_globale_qualif	n	0	0	0	29	36	2	0	67	67
	%	0	0	0	43	54	3	0	100	100 %
att_anti_anthropo_qual	n	0	1	5	11	28	22	6	61	67
	%	0	1	7	16	42	33	8	91	100 %
att_equil_nat_qual	n	0	0	6	18	30	13	6	61	67
	%	0	0	9	27	45	19	9	91	100 %
att_anti_exempt_qual	n	0	0	6	30	24	7	6	61	67
	%	0	0	9	45	36	10	9	91	100 %
att_crise_eco_qual	n	0	2	7	12	27	19	9	58	67
	%	0	3	10	18	40	28	13	86	100 %
att_lim_croiss_qual	n	1	6	27	26	7	0	34	33	67
	%	1	9	40	39	10	0	50	49	100 %

Tableau 7 : Moyennes et écarts-types des VI « Attitudes environnementales » globale et par dimensions (quantitatives)

Les données du questionnaire d'attitude ont été opérationnalisées en variables ordinales et en variables quantitatives. Nous présentons ci-dessous les moyennes et écarts-types des VI « Attitudes environnementales » globale et par dimensions.

Les variables dont le commence par « att_item_ » sont des moyennes des niveaux d'adhésion aux différents items de la NEPS (Dunlap, et al., 2000, la *New Ecological Paradigm Scale*). Elles sont calculées après avoir effectué un recodage numérique des réponses au questionnaire. Une moyenne élevée indique une adhésion forte à l'item concerné.

Les variables dont le commence par « att_ » (sauf « att_item_ ») sont des moyennes des niveaux d'adhésion aux différentes dimensions de la NEPS. Elles sont calculées après avoir effectué un recodage numérique des réponses au questionnaire et avoir fait la somme des items de chaque dimension. Une moyenne élevée indique une adhésion forte à la dimension concernée.

La variable « att_globale_quanti » est la somme des moyennes précédentes. Une moyenne élevée indique une adhésion forte au NEP (*New Ecological Paradigm*).

	Moyenne	Médiane	Écart-type	Min.	Max.	N
att_item_1	3,24	3	1,24	1	6	67
att_item_2	3,54	3	1,48	1	6	67
att_item_3	4,4	4	1,22	1	6	67
att_item_4	4,52	5	1,27	1	6	67
att_item_5	4,69	5	1,41	1	6	67
att_item_6	2,72	3	1,25	1	6	67
att_item_7	5,4	6	0,99	2	6	67
att_item_8	4,25	4	1,3	1	6	67
att_item_9	4,54	5	1,25	2	6	67
att_item_10	4,1	4	1,38	1	6	67
att_item_11	3,3	3	1,33	1	6	67
att_item_12	4,81	6	1,53	1	6	67
att_item_13	4,6	5	1,34	1	6	67
att_item_14	3,55	4	1,29	1	6	67
att_item_15	4,6	5	1,38	1	6	67
att_lim_croiss	9,25	9	2,38	3	14	67
att_anti_anthropo	13,75	14	2,81	6	18	67
att_equil_nat	13,25	13	2,54	7	18	67
att_anti_exempt	12,61	12	2,46	7	18	67
att_crise_eco	13,39	13	3,1	4	18	67
att_globale_quanti	62,25	63	7,93	47	79	67

Tableau 8 : Moyennes et écarts-types obtenus sur chacune des VD pour l'échantillon total**(N=67)**

Les variables dont le nom commence par « temps_ » sont des variables temporelles exprimées en secondes, mesurées par Qualtrics et correspondant aux temps de réponse aux questionnaires d'attitude et de pré-test (temps_pre), de réponse au post-test (temps_post) et à la somme de ces deux durées (temps_total).

Les variables dont le nom commence par « score_ » sont les variables de scores au pré-test, au post-test et à la différence des deux (score_progres).

Les variables dont le nom commence par « q_ » sont les variables de scores aux différentes questions. Elles sont calculées en faisant la différence entre les scores à chaque question au post-test et les scores à chaque question au pré-test. Un score positif élevé indique un progrès important entre le pré-test et le post-test. Un score négatif indique une baisse de la performance entre le pré-test et le post-test.

	Moyenne	Médiane	Écart-type	Min.	Max.	N
temps_pre (en s.)	589,66	575	170,75	308	1356	67
temps_post (en s.)	176,91	165	70,44	45	399	67
temps_total (en s.)	766,57	750	215,53	384	1665	67
score_pre	3,66	4	1,59	0	9	67
score_post	5,7	6	1,89	1	10	67
score_progres	2,04	2	2,57	-4	7	67
q_esp_vulnerable	0,48	1	0,61	-1	1	67
q_esp_quasi_menacee	0,37	0	0,65	-1	1	67
q_duree_allaitement	0	0	0,67	-1	1	67
q_duree_entre_naisances	0,01	0	0,69	-1	1	67
q_longevite	0,13	0	0,63	-1	1	67
q_bal_bosse_cachalot	0,39	0	0,6	-1	1	67
q_alim_bal_bosse	0,19	0	0,7	-1	1	67
q_eaux_zooplancton	-0,19	0	0,61	-1	1	67
q_eaux_krill	0,43	0	0,56	-1	1	67
q_gulf_stream	0,31	0	0,61	-1	1	67
q_degre_certitude	-0,09	0	0,54	-1	1	67

Tableau 9 : Effectifs par conditions d'IP et attitudes environnementales globales

		Attitude environnementale globale			Total
		Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord	
Condition IP	ip0	5 (25 %)	15 (75 %)	0 (0 %)	20 (100 %)
	ipc	11 (44 %)	14 (56 %)	0 (0 %)	25 (100 %)
	ipe	13 (59 %)	7 (32 %)	2 (9 %)	22 (100 %)
Total		29 (43 %)	36 (54 %)	2 (3 %)	67 (100 %)

Tableau 10 : Moyennes et écarts-types obtenus sur chacune des VD par conditions expérimentales

Par conditions d'IP

		ip0	ipc	ipe
score_progres	Moy.	1,45	2,68	1,86
	Écart-type	2,8	2,3	2,59
temps_total	Moy.	726,25	857,64	699,73
	Écart-type	173,23	263,29	153,38
		ip0	ipc	ipe
q_alim_bal_bosse	Moy.	0,15	0,2	0,23
	Écart-type	0,75	0,71	0,69
q_bal_bosse_cachalot	Moy.	0,45	0,48	0,23
	Écart-type	0,69	0,51	0,61
q_degre_certitude	Moy.	-0,1	-0,12	-0,05
	Écart-type	0,55	0,6	0,49
q_duree_allaitement	Moy.	-0,2	0,32	-0,18
	Écart-type	0,52	0,63	0,73
q_duree_entre_naisances	Moy.	-0,15	0,08	0,09
	Écart-type	0,75	0,7	0,61
q_eaux_krill	Moy.	0,35	0,48	0,45
	Écart-type	0,67	0,51	0,51
q_eaux_zooplancton	Moy.	-0,4	0,04	-0,27
	Écart-type	0,5	0,61	0,63
q_esp_quasi_menacee	Moy.	0,35	0,4	0,36
	Écart-type	0,59	0,65	0,73
q_esp_vulnerable	Moy.	0,35	0,64	0,41
	Écart-type	0,67	0,57	0,59
q_gulf_stream	Moy.	0,35	0,28	0,32
	Écart-type	0,59	0,61	0,65
q_longevite	Moy.	0,3	-0,12	0,27
	Écart-type	0,66	0,53	0,63

Par attitudes environnementales globales

		Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
score_progres	Moy.	1,66	2,25	4
	Écart-type	3,02	2,18	0
temps_total	Moy.	789,93	752,08	688,5
	Écart-type	232,07	204,82	232,64
		Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
q_alim_bal_bosse	Moy.	0,1	0,22	1
	Écart-type	0,77	0,64	0
q_bal_bosse_cachalot	Moy.	0,24	0,5	0,5
	Écart-type	0,64	0,56	0,71
q_degre_certitude	Moy.	0,03	-0,19	0
	Écart-type	0,42	0,62	0
q_duree_allaitement	Moy.	-0,14	0,14	-0,5
	Écart-type	0,74	0,59	0,71
q_duree_entre_naisances	Moy.	0,03	-0,03	0,5
	Écart-type	0,68	0,7	0,71
q_eaux_krill	Moy.	0,52	0,36	0,5
	Écart-type	0,51	0,59	0,71
q_eaux_zooplankton	Moy.	-0,17	-0,22	0
	Écart-type	0,66	0,59	0
q_esp_quasi_menacee	Moy.	0,24	0,44	1
	Écart-type	0,69	0,61	0
q_esp_vulnerable	Moy.	0,48	0,47	0,5
	Écart-type	0,63	0,61	0,71
q_gulf_stream	Moy.	0,24	0,39	0
	Écart-type	0,64	0,6	0
q_longevite	Moy.	0,07	0,17	0,5
	Écart-type	0,7	0,56	0,71

Tableau 11 : moyennes et écarts-types, par modalités d'adhésion aux différentes dimensions de la NEPS

Anti-anthropocentrisme	Moy.	Écart-type	n
Pas d'accord	2	NA	1
Plutôt pas d'accord	0,2	2,68	5
Plutôt d'accord	1,82	2,82	11
D'accord	1,82	2,72	28
Tout à fait d'accord	2,86	2,1	22

Limite de la croissance	Moy.	Écart-type	n
Pas du tout d'accord	-3	NA	1
Pas d'accord	0,83	0,41	6
Plutôt pas d'accord	2,93	2,59	27
Plutôt d'accord	1,92	2,64	26
D'accord	0,86	1,86	7

Anti-exemptionnalisme	Moy.	Écart-type	n
Plutôt pas d'accord	1,17	1,6	6
Plutôt d'accord	1,93	2,77	30
D'accord	2,5	2,81	24
Tout à fait d'accord	1,71	1,11	7

Équilibre de la nature	Moy.	Écart-type	n
Plutôt pas d'accord	1,5	1,76	6
Plutôt d'accord	0,94	2,78	18
D'accord	2,87	2,67	30
Tout à fait d'accord	1,92	1,75	13

Crise écologique	Moy.	Écart-type	n
Pas d'accord	-0,5	0,71	2
Plutôt pas d'accord	2	2,52	7
Plutôt d'accord	1,25	3,49	12
D'accord	2,48	2,59	27
Tout à fait d'accord	2,21	1,84	19

Résultats des tests de normalité des distributions des données des variables associées aux différentes questions (Shapiro-Wilk normality test)

- q_alim_bal_bosse : $W = 0.79539$, $p\text{-value} = 3.011e-08$
- q_bal_bosse_cachalot : $W = 0.74201$, $p\text{-value} = 1.6e-09$
- q_degre_certitude : $W = 0.71665$, $p\text{-value} = 4.554e-10$
- q_duree_allaitement : $W = 0.799$, $p\text{-value} = 3.735e-08$
- q_duree_entre_naissances : $W = 0.80219$, $p\text{-value} = 4.528e-08$
- q_eaux_krill : $W = 0.71084$, $p\text{-value} = 3.451e-10$
- q_eaux_zooplancton : $W = 0.76382$, $p\text{-value} = 5.042e-09$
- q_esp_quasi_menacee : $W = 0.75717$, $p\text{-value} = 3.527e-09$
- q_esp_vulnerable : $W = 0.7225$, $p\text{-value} = 6.045e-10$
- q_gulf_stream : $W = 0.75471$, $p\text{-value} = 3.097e-09$
- q_longevite : $W = 0.77526$, $p\text{-value} = 9.458e-09$

Résumé	2
Sommaire	3
Introduction	4
Problématique	25
Hypothèses générales	28
Méthodologie	30
Résultats	50
Statistiques descriptives	50
Statistiques inférentielles	59
Discussion	69
Résumé des résultats	69
Les instructions de pertinence	70
Effets des attitudes, effets conjoints des attitudes et de la condition IP	73
Perspectives et limites	75
Conclusion	77
Bibliographie	79
Annexes	85
Table des matières	103