



HAL
open science

Etude de la motivation des élèves pour la réalisation de tâches d'apprentissage utilisant l'environnement virtuel éducatif Silva Numerica

Jean-François Métral, Dominique Guidoni-Stoltz, Marine Clément, Fanny Chrétien

► To cite this version:

Jean-François Métral, Dominique Guidoni-Stoltz, Marine Clément, Fanny Chrétien. Etude de la motivation des élèves pour la réalisation de tâches d'apprentissage utilisant l'environnement virtuel éducatif Silva Numerica. Institut Agro Dijon. 2022. hal-03899358

HAL Id: hal-03899358

<https://institut-agro-dijon.hal.science/hal-03899358v1>

Submitted on 9 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Projet Silva Numerica

Etude de la motivation des élèves pour la réalisation de tâches
d'apprentissage utilisant l'environnement virtuel éducatif Silva
Numerica

Jean-François Métral
Fanny Chrétien
Dominique Guidoni-Stoltz
Unité de recherche Formation et apprentissages professionnels
Agrosup Dijon
Marine Clément (Master Ingénierie de la Formation Professionnelle et Ergonomie)

Septembre 2022

Sommaire

Sommaire	2
Introduction	5
Cadre conceptuel de l'étude : Qu'est-ce que la motivation dans la théorie de l'autodétermination ?	7
La motivation en contexte scolaire	10
1. Les facteurs de la motivation des élèves à l'école.....	10
2. Motivation et ressources numériques pour l'enseignement	11
3. Problématique.....	15
4. Hypothèses	15
Expérimentation n°1	19
Cadre méthodologique de l'expérimentation n°1	20
1. Choix expérimentaux concernant les situations à observer lors de la première expérimentation : ressources, tâches à réaliser et rôle de l'enseignant	20
2. Terrain d'étude et population	21
2.1. Choix de la formation de 1 ^{ère} STAV	21
2.2. Population et constitution des sous-groupes pour les différentes situations de l'expérimentation.....	22
3. Méthodes de recueil de données.....	23
3.1. Questionnaires sur la motivation des élèves concernant la réalisation des activités dans les situations proposées	23
3.2. Entretiens avec quelques élèves	24
3.3. L'observation	25
4. Méthodologie d'analyse des données.....	25
4.1. Analyse des réponses aux questionnaires d'évaluation de la motivation des élèves	26
4.2. Caractérisation des situations d'expérimentation pour chacun des 4 groupes	28
4.3. Méthode d'analyse des entretiens	29
Résultats de l'expérimentation n°1	31
1. Analyse de l'effet des facteurs non liés à la ressource	31
2. Analyse globale de l'incidence du type de ressource sur la motivation des élèves	34
2.1. Analyse des différences de motivation intrinsèque selon les groupes	35
2.2. Analyse des différences d'amotivation selon les groupes	41
2.3. Synthèse des résultats de cette analyse statistique des réponses aux questionnaires	43

3.	Analyse qualitative des réponses aux questionnaires et aux entretiens.....	44
3.1.	Analyse qualitative de la motivation intrinsèque dans les groupes ayant utilisé Silva Numerica	45
3.3.	Analyse qualitative de la motivation intrinsèque dans les groupes ayant utilisé la ressource vidéo	55
4.	Synthèse des résultats, discussion et commentaires pour l'expérimentation n°1	59
	Expérimentation n°2.....	68
5.	Choix expérimentaux lors de la deuxième expérimentation	69
5.1.	Terrain d'étude et population.....	70
6.	Méthodes de recueil de données.....	71
6.1.	Questionnaires sur la motivation des élèves à réaliser les activités dans les situations proposées.....	71
6.2.	L'observation	71
7.	Méthodologie d'analyse des données.....	71
	Résultats de l'expérimentation n°2	73
8.	Analyse de l'effet des facteurs non liés à la situation d'expérimentation	73
8.1.	<i>Effet de la spécialité suivi par les élèves.....</i>	<i>73</i>
8.2.	<i>Niveau d'intérêt et niveau de connaissances des élèves pour le thème de la forêt selon les groupes.....</i>	<i>76</i>
8.3.	<i>Motivation et rapport à l'usage des outils informatique</i>	<i>79</i>
8.4.	<i>Motivation et intérêt pour la formation suivie ou la discipline des sciences et vie de la terre.....</i>	<i>79</i>
8.5.	<i>Conclusion : effets des facteurs non liés à la situation d'expérimentation</i>	<i>79</i>
9.	Analyse de l'incidence du type de situation et de ressource proposées sur la motivation des élèves	80
9.1.	Effet du type de ressource sur la régulation de la motivation.....	80
9.2.	Analyse des différences de motivation intrinsèque selon les groupes : incidence du guidage par l'enseignant, de la ressource et de l'effet nouveauté.....	81
9.3.	Analyse de la motivation extrinsèque dans les différents groupes	83
9.4.	Analyse de l'amotivation dans les différents groupes	85
10.	Utilité, utilisabilité et acceptabilité des situations et ressources proposées	86
10.1.	<i>Utilité perçue de la séance.....</i>	<i>86</i>
10.2.	<i>Utilisabilité de la ressource</i>	<i>86</i>
10.3.	<i>Acceptabilité des situations et ressources proposées</i>	<i>87</i>
10.4.	<i>Motivation, utilité, utilisabilité et acceptabilité de la ressource.....</i>	<i>88</i>
11.	Synthèse des résultats de l'expérimentation 2.....	88
	Synthèse des résultats, discussion et commentaires globaux des 2 expérimentations	91
	Tableau de synthèse des résultats des deux expérimentations	92

Discussion des résultats des deux expérimentations	95
Conclusion générale des expérimentations	101
Bibliographie	102
Table des figures	106
Table des tableaux.....	107
Annexes expérimentation 1	110
Annexe 1 : Questionnaire d'évaluation de la motivation des élèves ayant fait l'activité avec la ressource audiovisuelle.....	111
Annexe 2 : Questionnaire d'évaluation de la motivation des élèves ayant fait l'activité avec la ressource Silva Numerica	113
Annexe 3 : Guide d'entretien pour les entretiens en visioconférence avec les élèves	115
Annexe 4 : Fiche Signalétique élève	116
Annexe 5 : Guide de l'activité visionnage d'un documentaire sur la forêt.....	117
Annexe 6 : Guide de l'activité avec EVE pour les groupes 1 et 3	122
Annexe 7 : Détail des tableaux de données de l'expérimentation 1.....	128
Annexes expérimentation 2	136
Annexe 8 : Questionnaire sur l'évaluation de la motivation des élèves lors de la séance utilisant la vidéo	137
Annexe 9 : Synopsis du déroulement de l'expérimentation lycée - automne 2020	143
Annexe 8 : Expérimentation 2 : détail des tableaux de données.....	156

Introduction

Ce document est issu de deux expérimentations s'inscrivant dans le cadre du projet Silva Numerica, dont la première correspond au travail d'étude et de recherche de dernière année de Master de Psychologie mention « Ingénierie de la Formation et Psychologie Ergonomique » de Marine Clément. Il vise à investiguer la question de la motivation d'élèves de lycée à réaliser des tâches d'apprentissage utilisant l'environnement virtuel éducatif (EVE) Silva Numerica, destiné à aider ces apprenants à développer des compétences cognitives complexes pour agir avec le vivant, dans une perspective d'éducation et de formation au développement durable. De manière plus précise, il cherche à comprendre comment l'usage de cet EVE intervient sur la motivation des élèves dans une situation d'enseignement de notions relatives à la forêt.

En effet, dans le cadre de la conception de l'EVE Silva Numerica, la question de la motivation des élèves et de leur engagement dans des tâches mobilisant une ressource numérique telle que l'EVE apparaît comme un allant de soi pour beaucoup des participants, comme c'est le cas chez beaucoup d'acteurs de la formation (Amadiou & Tricot, 2014) : les ressources numériques donneraient un côté ludique, attrayant, engageant, et, à partir de là, favorisant les apprentissages. De fait, Knoerr (2005) semble confirmer cette idée selon laquelle l'intégration des technologies de l'information et de la communication dans l'apprentissage impacterait de manière positive la motivation dans plusieurs de ses composantes. Dans la même lignée, d'autres auteurs décrivent par exemple la tablette numérique comme étant un outil possédant un fort potentiel pédagogique qui permettrait de stimuler la motivation scolaire des élèves (Baran, 2014; Karsenti & Fievez, 2015).

Dans une première partie, nous commençons par expliquer ce qu'est la motivation dans le cadre conceptuel que nous avons retenu pour notre étude. Celui-ci associe des concepts élaborés par les chercheurs en psychologie de la motivation des apprentissages (Deci & Ryan, 1991; Laferrière, 1997) à quelques concepts issus de la psychologie ergonomique (Tricot et al., 2003). Dans une deuxième partie, nous proposons une brève revue de littérature qui nous amène à constater que la relation entre utilisation de ressources numériques pour l'apprentissage et motivation des élèves n'est pas aussi univoque que le veut la représentation dominante des acteurs de l'éducation.

Nous identifions ainsi quelques-unes des relations principales entre des caractéristiques des situations d'enseignement, dont la présence de ressources numériques, et différentes composantes de la motivation des élèves. Sur cette base, nous faisons quelques hypothèses concernant l'incidences des différentes situations d'enseignement expérimentales que nous proposons sur la motivation des élèves.

Dans une troisième partie, nous présentons la première expérimentation que nous avons conduite dans le lycée partenaire. Nous expliquons le contexte et la méthodologie de recueil et d'analyse des données utilisée, fondée sur des questionnaires, des observations en classe et des entretiens individuels avec des élèves de deux classes de 1ère Sciences et Technologie de l'Agronomie et du Vivant (STAV). Nous présentons ensuite l'analyse des résultats obtenus.

Dans une quatrième partie, nous procédons de même avec la deuxième expérimentation réalisée dans le même lycée.

Enfin, dans une dernière partie, nous mettons en regard les résultats de ces deux expérimentations et proposons quelques préconisations concernant l'usage de l'EVE Silva Numerica.

Cadre conceptuel de l'étude : Qu'est-ce que la motivation dans la théorie de l'autodétermination ?

La psychologie de la motivation cherche à « *comprendre et à expliquer les processus motivationnels qui incitent un individu à réaliser ou non une activité, leurs déterminants et leurs conséquences* » (Paumier & Chanal, 2018, p. 2). Il existe au moins une centaine de théories motivationnelles (Fenouillet, 2016). Dans le cadre de cette étude, nous avons fait le choix de nous appuyer sur la théorie de l'autodétermination (Self-Determination theory, SDT, Deci & Ryan, 1985), qui est la plus utilisée dans les travaux scientifiques dans le domaine scolaire (Paumier & Chanal, 2018).

Pour la théorie de l'autodétermination – TAD (Deci, 1971, 1975; Deci & Ryan, 1985, 1991), les processus de motivation sont sous la dépendance de trois besoins psychologiques fondamentaux :

- les besoins d'autonomie (besoin d'agir en exerçant sa volonté et son libre choix, de se sentir à l'origine de ses actions et son comportement),
- de compétence (besoin de se sentir efficace et compétent dans ses interactions avec l'environnement)
- et d'affiliation (le besoin d'être affilié à des groupes ou des personnes significatives) (Deci et al., 1989; Ryan & Deci, 2000).

Dès lors, le comportement et la motivation d'un individu, ainsi que leur persistance, vont dépendre la manière dont les éléments de son environnement social vont satisfaire ou non ces besoins, favorisant ou non le « *fonctionnement optimal et le bien-être de l'individu* » (Paumier & Chanal, 2018, p. 2; Vallerand & Thill, 1993).

Dans ce cadre, Deci et Ryan postulent qu'il existe plusieurs types de régulations motivationnelles qui sont fonction du « *degré auquel l'individu se considère comme étant la principale cause de son comportement* », c'est-à-dire de son autodétermination (Paumier & Chanal, 2018, p. 2). Ces régulations sont donc situées sur un « *continuum d'autodétermination* ».

D'un côté, **la motivation intrinsèque** (MI) correspond à la régulation la plus autodéterminé, au sens où l'individu se sent à l'origine de son comportement et s'engage spontanément dans la réalisation d'une activité pour le plaisir qu'elle lui procure au regard des « *qualités intrinsèques* » de cette activité. Il est important de souligner que la motivation intrinsèque est propre à l'élève et que les parents ou l'enseignant ne peuvent pas agir directement dessus. Toutefois, elle peut être modifiée par des mécanismes indirects liés aux trois besoins fondamentaux (par exemple lorsqu'un environnement permet à un élève de satisfaire son sentiment de compétence).

Par la suite, les travaux de Vallerand et al., (1987) ont établis la présence de trois types de MI. La MI « *à la connaissance* » est définie comme la motivation d'une personne qui réalise une activité « *pour le plaisir et la satisfaction qu'elle ressent lorsqu'elle est en train d'apprendre quelque chose de nouveau ou d'explorer de nouvelles questions (...)* » (Vallerand et al., 1989, p. 324). La MI « *à l'accomplissement* » correspond à la motivation d'une personne qui réalise une activité « *pour le plaisir et la satisfaction qu'elle ressent lorsqu'elle est en train d'accomplir, de créer quelque chose ou encore d'essayer de relever un défi optimal* »

(« *orientation vis-à-vis de la tâche* ») (Ibid., p. 325). Enfin, la MI « *aux sensations* » est la motivation d'une personne qui « *fait une activité dans le but de ressentir des sensations spéciales (amusement, excitation, plaisir sensoriel, esthétisme ou autre) que lui procure son implication au sein de l'activité* » (Ibid., p.325).

De l'autre, **la motivation extrinsèque** correspond à une régulation par le but (le résultat) que l'activité lui permettra d'atteindre (obtention d'une récompense, de bons résultats, évitement d'une punition, pressions sociales, etc.) : l'activité n'est ici qu'un moyen et non une source de motivation.

La motivation extrinsèque se subdivise elle-même en quatre types en fonction du degré d'autodétermination ressenti par l'individu, en lien avec la plus ou moins grande intériorisation des demandes externes régulant sa motivation. Cette intériorisation est fonction de la manière dont l'environnement social satisfait les trois besoins psychologiques fondamentaux de l'individu (Deci & Ryan, 2008).

- *La régulation intégrée* est la régulation externe la plus autodéterminée. Elle correspond à une régulation liée à la cohérence entre l'activité et les valeurs et l'identité de l'individu (Ryan & Deci, 2002). Par exemple, un élève réalisera une activité d'apprentissage de la gestion forestière car il accorde une grande importance aux questions environnementale.
- *La régulation identifiée* correspond à une régulation par des éléments externes dont l'individu a saisi l'intérêt pour lui-même, car ils sont reliés à des buts importants pour lui (Ryan & Deci, 2000). Par exemple, un élève va faire une activité pour acquérir les connaissances nécessaires afin de pouvoir devenir garde forestier.
- *La régulation introjectée* correspond à une régulation par une pression interne (honte, culpabilité, valorisation de son ego, etc.) liée à une demande externe qui n'est pas totalement acceptée car pas totalement en accord avec les valeurs ou les buts de l'individu (Ryan & Deci, 2002). Dans ce type de régulation, le regard des autres et l'estime de soi jouent un rôle très important.
- *La régulation externe* correspond au niveau le plus bas d'autodétermination, dans lequel le comportement est régulé par des raisons externes : contraintes, sanction ou récompense, etc. Ainsi un élève devant réaliser une activité la réalisera par peur d'avoir une punition par ses parents ou une mauvaise note par exemple.

Enfin, l'amotivation correspond à une absence de motivation et d'intention (Deci & Ryan, 2008), en lien avec le fait que l'individu a l'impression de n'avoir aucun contrôle sur ses actions et leurs conséquences, qui ne sont donc pas le résultat de sa volonté (proche de la résignation apprise). Elle « *reflète le manque de volonté d'agir* » en lien avec le fait : qu'une « *personne n'accorde pas de valeur à résultat ou à un comportement* » ; qu'elle « *ne croit pas qu'un résultat valable sera obtenu avec certitude en adoptant des comportements spécifiques* » ; qu'elle « *a l'impression de ne pas avoir la compétence nécessaire* » pour déployer les comportements qui lui permettraient d'atteindre les résultats souhaitables (Deci, 2008b). Un élève amotivé s'engagera ainsi dans les activités scolaires sans vraiment savoir pourquoi.

Les travaux distinguent ainsi (Paumier & Chanal, 2018, p. 6) :

- *la motivation « autonome »* (motivation intrinsèque et extrinsèque à régulation intégrée et identifiée) correspondant « *à une intériorisation réussie des demandes externes*

(Sarrazin et al., 2011) et l'engagement dans l'activité où le comportement est alors réalisé volontairement et par choix (Vansteenkiste et al., 2006) » ;

- la motivation contrôlée pour laquelle « le comportement est contraint par des pressions internes pour la régulation introjectée et par des pressions externes pour la régulation externe (Vansteenkiste et al., 2006) ».

Lorsque l'environnement favorise la réalisation de l'un ou de tous les besoins psychologiques (besoin d'autonomie, de compétence et/ou d'affiliation), il produit une augmentation de la motivation autonome. Par contre, lorsque l'environnement est contrôlant, il produit une baisse de motivation autonome et une augmentation de motivation externe contrôlée. Enfin un environnement entraînant un sentiment d'incompétence entraîne une baisse de MI et de ME, et une augmentation de l'amotivation (Vallerand et al., 1989)

Ces différents types de motivations « donnent lieu à des conséquences affectives (e.g., intérêt, émotions, satisfaction), cognitives (e.g., concentration, attention, apprentissage) et comportementales (e.g., persistance dans la tâche, performance) différentes selon le niveau d'autodétermination de la motivation à ce niveau (Vallerand, 1997) » (Paumier et Chanal, 2018, p.9).

Pour terminer, retenons aussi le fait que « l'état motivationnel » d'un individu en train de pratiquer une activité résulte « des variables qui sont présentes à un moment précis » dans une situation et n'est pas une caractéristique individuelle (Miquelon & Vallerand, 2008; Vallerand, 2000; Vallerand & Miquelon, 2016 dans Paumier & Chanal, 2018, p. 6). Cependant, certains éléments caractéristiques d'un contexte donné (comme le contexte scolaire) mais dépassant la situation ici et maintenant peuvent intervenir dans cet état motivationnel (Miquelon & Vallerand, 2008).

La figure 1 synthétise le modèle de la motivation de la TAD.

Figure 1. Les types de motivation et de régulation décrits par la théorie de l'autodétermination (tiré de Sarrazin et al., 2011).

Pour notre étude, l'intérêt de cette approche est qu'elle permet une analyse plus précise de l'origine de la motivation des élèves au regard des éléments du contexte situationnel et de la manière dont ils interviennent sur la satisfaction de leurs différents besoins.

La motivation en contexte scolaire

De nombreux travaux ont été réalisés en psychologie de la motivation pour essayer de déterminer les facteurs qui interviennent sur la motivation des élèves dans les situations scolaires. Après avoir présenté quelques-uns des résultats de ces travaux pertinents pour notre propre étude, nous nous centrons sur ceux qui concernent le rôle des ressources numériques.

1. Les facteurs de la motivation des élèves à l'école

De nombreuses études montrent clairement que **l'enseignant joue un rôle important** dans l'activation et le maintien voire le développement de la motivation de ses élèves (C. Ames & Ames, 1984; Boggiano & Katz, 1991; Bowen & Madsen, 1978; Karsenti, 1993; McKeachie, 1986; Viau, 1994; M. F. Yang, 1995). La majorité de ces études ciblent les pratiques pédagogiques : l'influence de l'organisation de la classe sur le sentiment de compétence des élèves (C. Ames, 1984) ; le caractère plus ou moins contrôlant des pratiques de l'enseignant (Deci, 2008b; Karsenti, 1998; Ryan et al., 1983; Supper et al., 2019; Vallerand & Reid, 1990) ; des stratégies pédagogiques diversifiées (Pintrich & De Groot, 1990; Tremblay-Wragg et al., 2018); les pratiques évaluatives (Good & Brophy, 2000; Viau, 1994) ; l'importance des « feedbacks » (notes, appréciations, commentaires des enseignants, appréciations des camarades sur une performance, etc.) sur la réussite et le sentiment de compétence des élèves (Schunk, 1989) ; etc. Karsenti (1998) montre ainsi que **les enseignants dont les pratiques favorisent le sentiment d'autodétermination, de compétence et d'affiliation** semblent motiver davantage leurs élèves. Cela se traduit par une prise en compte des objectifs et opinions de l'élève, par le choix offert de réaliser ses tâches scolaires de façon variée, de placer l'élève dans des situations pédagogiques où celui-ci se percevra à l'origine des tâches qu'il accomplit ou de justifier de manière convaincante ses choix pédagogiques (Guay et al., 2013). De même, Vallerand et al. (1989) montrent **que la liberté de choix de la réalisation d'une activité favorise le sentiment de compétence et d'autonomie de l'apprenant**. La liberté de l'apprenant à choisir une activité et à multiplier ses choix durant celle-ci aura un effet positif sur sa motivation. A l'inverse peu de liberté aura un effet négatif sur sa motivation.

Eccles, Wentzel & Wigfield (1998) ont étudié **l'importance des commentaires et des actions** des enseignants sur les élèves : ils ont pu montrer en effet que des commentaires positifs apportaient une motivation plus élevée chez l'élève en comparaison à des commentaires négatifs.

Viau (2004) décrit comment les **variations du temps donné par l'enseignant pour la réalisation d'une activité** interviennent sur la motivation des élèves : lorsque le professeur presse un élève à la réalisation d'une activité ou ne lui laisse pas suffisamment de temps au regard de ses connaissances, l'élève peut éprouver un sentiment d'insatisfaction, intervenant sur la perception qu'il a de sa compétence et in fine sur sa motivation.

Du côté de l'élève, **l'intérêt accordé aux matières** joue un rôle important sur sa motivation pour réaliser une activité. Cet intérêt résulte de la combinaison du **niveau d'intérêt de l'élève**

pour ces matières, de leur importance et du jugement de l'utilité qu'il leur attribue. (Chouinard et al., 1999; Vezeau et al., 1998). De fait, l'importance des variations de motivation des élèves pour les différentes matières dépend du type de régulation de la motivation de ces élèves : plus la régulation est de type autodéterminé, plus la motivation des élèves varie entre les différentes matières scolaires et inversement (Paumier & Chanal, 2018). Ainsi, moins les formes de motivation sont autodéterminées, moins la motivation des élèves va varier entre les matières scolaires. « *Les motivations contrôlées seraient, quant à elles, moins différenciées, car leurs processus de régulation, qu'ils soient internes ou externes, ne seraient pas spécifiques à une matière scolaire mais seraient, par exemple, potentiellement présents dans toutes les matières* (Chanal & Guay, 2015) » (p. 22)

D'une manière plus spécifique, la motivation est aussi en lien avec la perception par l'élève de la valeur d'une activité, c'est-à-dire le jugement qu'il porte sur l'utilité et l'intérêt de celle-ci en vue d'atteindre les buts qu'il poursuit (Eccles et al., 1998). Il faut y ajouter la perception de sa compétence à accomplir une activité de manière adéquate (Viau, 1994), en particulier pour une activité qui comporte un degré élevé d'incertitude quant à sa réussite (Ibid.). En retour, cela signifie que la perception de la difficulté de l'activité intervient dans la motivation de l'élève à la réaliser (suffisamment difficile pour que sa maîtrise donne à l'individu la sensation d'augmenter ses compétences mais pas hors de ses capacités – Fenouillet, 2003). Ainsi, pour Kintsch (1980), « *l'intérêt cognitif est faible avec peu ou pas de connaissances, il augmente quand les connaissances sont moyennes, et il décroît encore quand les connaissances du lecteur atteignent un certain point où le texte ne peut rien lui apprendre de nouveau* » (p. 89, traduction libre).

D'après les recherches de Deci, la motivation extrinsèque semble être la motivation la plus mobilisée au cours des apprentissages à l'école : les élèves semblent être pour la majorité motivés par des facteurs externes comme obtenir une bonne note, des félicitations ou des récompenses des parents. Ils seraient peu souvent motivés par le désir d'acquérir de nouvelles connaissances ou par le plaisir que leur procure l'apprentissage de nouveaux sujets. Or, la motivation extrinsèque n'est pas considérée comme une motivation solide et durable car « *dès lors qu'il n'y a plus de but externe, elle disparaît* » (Fenouillet & Lieury, 2012). Son intérêt est plutôt réduit pour une acquisition durable des savoirs : il serait avantageux de solliciter la motivation intrinsèque afin de construire des savoirs sur le long terme (Fenouillet et Lieury, 2012). D'une manière générale, « *plus les élèves étaient motivés de manière autonome, plus ils en tiraient des conséquences positives, que ce soit en termes de réussite, de persévérance, d'émotions positives ou d'utilisation de stratégies optimales dans les apprentissages.* » (Paumier & Chanal, 2018, p. 17)

2. Motivation et ressources numériques pour l'enseignement

Tricot et Amadiou (2014) ont examiné les effets du numérique sur l'apprentissage à travers une revue de lecture des recherches concernant cette question. Ils se sont notamment intéressés aux impacts du numérique sur la motivation.

Concernant cette question, ils précisent qu'il est important de distinguer la motivation liée au dispositif d'apprentissage (l'outil numérique), celle liée à la tâche d'apprentissage (répondre à des questions, faire des exercices, etc.), celle liée au contexte d'apprentissage (ex : l'utilisation de l'ordinateur permet plus de coopération entre élève) ou encore celle liée au domaine de connaissance (géométrie, biologie, etc.) (Ibid. p. 9-10).

Tout d'abord, ils se sont intéressés à l'effet de **la dimension ludique** lié à l'apprentissage avec des jeux pour apprendre (serious games), en faisant l'hypothèse que l'activité est alors plus acceptable pour les apprenants que les méthodes traditionnelles (plus d'intérêt, de persévérance, d'investissement). En s'appuyant sur la méta-analyse de Wouters et al. (2013), ils montrent qu'il n'existe **pas d'effet des serious games sur la motivation** en comparaison à des méthodes plus traditionnelles. Cela serait en lien avec le fait que « *le jeu n'offre pas à l'apprenant un contrôle si important dans son apprentissage* » en ne favorisant pas une liberté dans les prises de décision (Amadiou et Tricot, 2014, p. 10). « *La technologie et les situations d'apprentissage qu'elle offre* », par exemple à travers **le caractère interactif, immersif et de défi d'un jeu sérieux, n'est donc pas forcément « suffisante en soi pour améliorer la motivation »** (p. 10) Ensuite, ils expliquent que **les caractéristiques des tâches à réaliser** avec ces outils numériques jouent quant à elles un rôle important dans la motivation : nature des tâches à réaliser ; adéquation des tâches à l'outil utilisé ; contexte global ; contexte d'utilisation.

La nouveauté de l'outil contribue elle aussi à l'intérêt pour les tâches à réaliser avec lui. Cependant les auteurs indiquent qu'avec la familiarisation, l'enthousiasme du départ s'estompe. Enfin, ils constatent que la motivation des élèves face aux dispositifs numériques est aussi en lien avec leur **perception de leur utilité** (perception d'apprendre, d'apprendre plus rapidement ou en faisant moins d'effort, de mieux comprendre, etc.) **et de leur utilisabilité** (facilités d'utilisation d'un outil – maniabilité, lisibilité, facilité de navigation, guidage, feed-back, charge cognitive, etc.). **Les caractéristiques ergonomiques de l'outil** jouent donc un rôle important. Ainsi, Fenouillet (1999) a comparé l'effet sur la motivation pour la lecture d'un texte concernant la préhistoire entre une lecture sur papier et une lecture sur ordinateur avec trois modalités de présentations différentes du texte (groupe 1 : Texte simple ; groupe 2 : texte, liens hypertextes et plan ; groupe 3 : texte et liens hypertextes seulement). Les résultats de cette étude montrent que la lecture sur ordinateur perturbe les performances de lecture des apprenants (plus de temps pour lire), même si ceux-ci ont augmenté leur sentiment de compétence vis-à-vis de l'utilisation du logiciel. Fenouillet s'interroge sur l'influence potentielle d'une surcharge en mémoire de travail lié à l'usage des outils numériques, notamment en lien avec le partage des ressources attentionnelles disponibles en mémoire de travail (Mayer & Moreno, 1998). Cependant, selon les tâches à réaliser, « le contenu scolaire médiatisé [par exemple] par la tablette pourrait s'avérer plus accessible aux élèves, ce qui leur permettrait de mieux comprendre le contenu sur lequel ils travaillent et nourrirait en retour leur besoin de compétence lors de la réalisation d'une tâche spécifique » (Supper et al., 2019).

D'autres recherches pointent **les caractéristiques sensorielles** (interactions, animation visuelle et sonore) des outils numériques comme susceptibles d'intervenir dans l'engagement et la motivation des individus à réaliser les tâches. Ainsi Mc Luan (1968) décrit « **l'effet de medium** » comme le fait qu'en sollicitant plus intensément les sens des élèves une interface numérique mobiliserait davantage l'attention et l'engagement pour la réalisation d'une tâche.

Elle fournirait un soutien plus attrayant à la réalisation d'activité scolaire et favoriserait la motivation intrinsèque (Mc Clanahan et al., 2012).

Une étude s'est également penchée sur l'incidence de la **fréquence d'utilisation** de la tablette numérique pour la réalisation d'une tâche en classe de français, de mathématique et d'anglais sur la motivation autodéterminée (intrinsèque et identifiée) des élèves (Supper et al., 2019). Outre un « effet médium » (cf. ci-dessus), elle montre que l'utilisation plus fréquente de la tablette numérique est associée à une plus forte motivation autodéterminée, en lien avec le fait qu'elle conduit les élèves à juger l'activité pédagogique plus importante et à y prendre davantage de plaisir, mais aussi que cet usage fréquent accroît son sentiment de compétence (accroissement de la motivation autodéterminée). Cependant, elle permet de montrer des différences de résultat selon les « cours » (pas d'effet sur la motivation autodéterminée), que les auteurs expliquent de deux manières : une intégration de la tablette numérique moins réussie (Karsenti & Fievez, 2015) pour le cours d'anglais que dans les cours de français et mathématique ; une qualité et adéquation des applications aux tâches éducatives moindre en anglais. Cela met en évidence l'importance de la **qualité de l'intégration de l'outil numérique** (Ibid.) **et des applications dans l'enseignement** sur les bénéfices éducatifs, l'enseignant jouant un rôle central pour cette intégration.

Les recherches présentées précédemment montrent ainsi que l'incidence de l'usage de ressources numériques dans l'enseignement sur la motivation des élèves peut se faire selon différents processus (en lien avec les besoins psychologiques) et est fonction de certaines caractéristiques des situations d'usages et de outils eux-mêmes. Le tableau 1 ci-dessous récapitule plusieurs composantes des situations d'enseignement avec des ressources numériques susceptibles d'intervenir sur la motivation des élèves.

	Élément intervenant dans la motivation
Situation et type de tâches	Nature des tâches à réaliser avec l'outil
	Domaine de connaissance (géométrie, biologie, etc.) (Amadiou & Tricot, 2014)
	La liberté de choix / Autonomie versus caractère contrôlant de l'outil et des tâches (Vallerand et al., 1989)
	Temps donné pour une activité (Viau, 1994)
	Qualité de l'intégration de l'outil numérique dans l'enseignement (Karsenti & Fievez, 2015) et adéquation des tâches à l'outil utilisé (Amadiou & Tricot, 2014)
	Adéquation de l'outil et de son usage au contexte d'apprentissage
Outil	Nouveauté / Familiarisation avec l'outil (Supper et al., 2019)
	Perception de l'utilité de l'outil pour apprendre / comprendre (perception d'apprendre, d'apprendre plus rapidement ou en faisant moins d'effort, de mieux comprendre, etc.) (Amadiou & Tricot, 2014)
	Caractéristiques sensorielles des outils numériques (interactions, animations visuelles et sonores) (Mc Clanahan et al., 2012)

	« Effet de Medium » (Mc Luan, 1968)
	Caractère plus ou moins contrôlant de la ressource numérique (Wouters et al., 2013)
	Utilisabilité des ressources / Ergonomie (Amadiou & Tricot, 2014; Fenouillet, 1999)
	Fréquence d'utilisation de l'outil numérique (Supper et al., 2019)
Rôle des pratiques enseignantes	Style d'enseignement (Karsenti, 1998), stratégies pédagogiques plus ou moins diversifiées (Pintrich & De Groot, 1990; Tremblay-Wragg et al., 2018)
	Caractère plus ou moins contrôlant des pratiques de l'enseignant (Deci, 2008; Guay et al., 2013; Ryan et al., 1983; Vallerand & Reid, 1990)
	Feedbacks et commentaires des enseignants (notes, appréciations, commentaires ; appréciations des camarades sur une performance, etc.) (Eccles et al., 1998; Schunk, 1989)
Elèves	Intérêt cognitif (Kintsch, 1980)
	Intérêt pour le thème et/ou la matière (Chouinard et al., 1999; Paumier & Chanal, 2018; Vezeau et al., 1998)
	Valeur d'une activité, d'une matière, c'est-à-dire le jugement de l'utilité attribué en vue d'atteindre les buts poursuivis (Chouinard et al., 1999; Eccles et al., 1998; Vezeau et al., 1998)
	Perception de sa compétence à accomplir une activité de manière adéquate (Viau, 1994)
	Perception de la difficulté de l'activité Fenouillet (2003)
	Attitude plus ou moins favorable à l'égard du numérique (Amadiou & Tricot, 2014)

Tableau 1 : Synthèse des composantes des situations d'enseignement/apprentissage intervenant sur la motivation des élèves dans la littérature consultée.

3. Problématique

Au regard de la revue de littérature ci-dessus, l'utilisation de ressources numériques pour l'apprentissage en contexte scolaire jouerait un rôle dans la motivation intrinsèque des élèves lors de la réalisation des tâches. Elle serait susceptible d'intervenir par différentes voies sur chacun des trois besoins psychologiques définis comme fondamentaux par la théorie de l'autodétermination : besoin d'autonomie, de compétence et d'affiliation. Toutefois, ses effets dépendraient de plusieurs caractéristiques des situations d'usage, de la ressource numérique et des intérêts et connaissances préalables de l'élève (voir tableau 1 p. 14).

Cependant, d'une part, dans cette courte revue de littérature, nous n'avons pas trouvé de travaux qui s'intéresseraient à l'effet de cet usage sur les différents types de régulation de la motivation des élèves à réaliser ces tâches (intrinsèque, extrinsèque ou amotivation). D'autre part, si des études ont montré un effet de la spécificité des disciplines sur la motivation (Paumier & Chanal, 2018), aucune ne s'est intéressée à un effet de l'objet d'apprentissage visé par la ressource, en lien avec l'intérêt des élèves pour cet objet et de l'utilité perçue de son apprentissage au regard de leurs buts scolaires et professionnels et de leurs connaissances préalables.

Dans cette étude, nous proposons donc d'examiner le rôle de l'usage d'une ressource numérique – l'environnement virtuel éducatif Silva Numerica - sur la motivation à la réalisation de tâches visant des apprentissages précis – ici deux concepts liés au développement de la forêt. Nous étudions son incidence sur les différentes régulations de la motivation (interne, externe, amotivation) des élèves et tentons d'identifier les mécanismes sur lesquels elle interviendrait, en prenant en considération :

1/ différentes caractéristiques de la situation d'enseignement proposée : l'objet enseigné (concepts relatifs au développement de la forêt) ; les tâches proposées ; les caractéristiques de la ressource et en premier lieu son utilisabilité ; la pratique enseignante ; la nouveauté de la situation ;

2/ des caractéristiques associées à l'élève : son intérêt pour l'objet enseigné ; ses connaissances préalables ; ses buts scolaires et professionnels ; son rapport aux outils numériques et à leur usage pour enseigner/apprendre.

4. Hypothèses

Dans l'étude de cette problématique, nous avançons dix hypothèses construites à partir des travaux de recherche que nous avons présentés dans les précédents paragraphes. Nous présentons successivement nos hypothèses générales et sous hypothèses relatives aux différentes composantes des situations d'enseignement/apprentissage susceptibles d'intervenir sur l'intensité et le type de régulation de la motivation des élèves que nous proposons d'étudier dans l'expérimentation : les caractéristiques attribuées à l'élève ; les caractéristiques de la situation d'enseignement ; les caractéristiques propres à la ressource principale de la situation (Silva Numerica ou autre).

Hypothèse générale 1 : Un effet différencié de l'utilisation d'une ressource numérique sur la motivation intrinsèque selon des caractéristiques associées à chaque élève.

Au regard de l'ensemble de la revue de littérature, nous faisons l'hypothèse que l'incidence de l'utilisation de la ressource numérique sur la motivation intrinsèque des élèves à réaliser les tâches d'apprentissage proposées sera variable pour chaque élève. En effet, la revue de littérature montre que plusieurs caractéristiques associées à l'élève peuvent intervenir sur l'incidence de l'utilisation d'une ressource numérique sur sa motivation intrinsèque.

Sous-hypothèse 1.1. : Incidence de l'intérêt de l'élève pour l'objet d'apprentissage

Plusieurs de travaux cités montrent l'incidence de l'intérêt de l'élève pour le thème et/ou la matière sur sa motivation (Chouinard, Vezeau, Bouffard, & Jenkins, 1999 ; Vezeau, Chouinard, Bouffard, & Couture, 1998 ; Paumier et Chanal, 2018). Nous faisons donc l'hypothèse que l'intérêt plus ou moins important des élèves pour le thème de la forêt aura une incidence sur leur motivation (intensité et type de régulation) : il devrait favoriser une régulation autonome voire intrinsèque de leur motivation.

Sous-hypothèse 1.2. : Incidence du jugement d'utilité de la situation au regard des buts scolaires et professionnels des élèves

Les résultats de plusieurs études montrent l'incidence de la perception par l'élève de la valeur d'une activité sur sa motivation, c'est-à-dire du jugement qu'il porte sur l'utilité et l'intérêt de celle-ci au regard des buts qu'il poursuit. Notre hypothèse est donc que le type de régulation observée et l'intensité de la motivation des élèves pour la réalisation des tâches visant des apprentissages de concepts relatifs au développement de la forêt, quelles que soient les ressources utilisées (Silva Numerica ou autre), variera selon leur jugement d'utilité de la situation proposée au regard de l'existence ou non pour eux de buts scolaires ou professionnels définis ayant un lien avec la forêt. L'existence de but définis devrait contribuer à une régulation extrinsèque identifiée de leur motivation.

Sous-hypothèse 1.3. : Incidence des connaissances préalables de l'élève concernant l'objet d'apprentissage

Au regard des conclusions de Kintsch (1980), nous faisons l'hypothèse que l'intensité de la motivation des élèves et le type de régulation seront fonction de leur niveau de connaissance préalable concernant la forêt et son développement. Les élèves ayant un niveau intermédiaire de connaissance seraient davantage motivés par la réalisation des tâches proposées que des élèves ayant un niveau de connaissances trop important ou trop faible sur le thème de la forêt.

Sous-hypothèse 1.4. : Incidence de l'acceptabilité par l'élève de l'usage des ressources numériques pour enseigner et apprendre en contexte scolaire

Quelques travaux suggèrent que la motivation des élèves à utiliser des ressources numériques serait variable selon leur contexte d'utilisation (Amadiou et Tricot, 2014). Nous faisons donc l'hypothèse que l'intensité et le type de régulation de la motivation dépend de l'acceptabilité pour l'élève de l'usage de ressources numériques pour la réalisation de tâches scolaire, c'est-à-dire du rapport qu'il entretient à l'usage de ressources numériques pour enseigner/apprendre en contexte scolaire.

Hypothèse 2 : Un rôle important des caractéristiques de la situation d'enseignement/apprentissage utilisant une ressource numérique

La littérature précédente met l'accent sur plusieurs composantes de la situation d'utilisation de la ressource numérique : effet de nouveauté ; caractéristiques plus ou moins contrôlantes de la situation ; caractéristiques des tâches d'apprentissage ; modalités pédagogiques déployées par les enseignants.

Sous-hypothèse 2.1. : Effet de nouveauté de l'usage d'une ressource numérique dans une situation d'enseignement

Tricot et Amadiou (2014) expliquent que la nouveauté de l'outil contribue à la motivation des élèves pour les tâches à réaliser. Nous faisons l'hypothèse que la situation d'utilisation d'un EVE pour apprendre constituera une situation nouvelle en contexte scolaire pour tout ou partie des élèves et que cela interviendra sur leur motivation (intensité et régulation).

Sous-hypothèse 2.2. : Caractère plus ou moins contrôlant de la situation proposée aux élèves

Les travaux consultés insistent sur l'importance du caractère plus ou moins contrôlant des pratiques des enseignants (Guay et al., 2013; Karsenti, 1998), de la ressource numérique utilisée, des tâches à réaliser, etc. sur la motivation des élèves. Nous faisons donc l'hypothèse que le caractère plus ou moins contrôlant de la situation proposée interviendra dans l'intensité et le type de régulation de la motivation des élèves. Autrement dit, nous pensons que la motivation des élèves dépendra de la plus ou moins grande part de liberté de choix qui leur est laissée par le scénario didactique élaboré et les interventions des enseignants (guidage plus ou moins contrôlant par les tâches, la ressource et l'enseignant).

Sous-hypothèse 2.3. : Rôle des caractéristiques des tâches d'apprentissage associées à l'usage de la ressource numérique

Les écrits que nous avons consultés montrent que toutes les composantes du scénario didactique élaboré peuvent avoir une incidence sur la motivation des élèves, et en particulier : la nature des tâches à réaliser, le temps donné pour les réaliser, l'adéquation de la ressource utilisée pour leur réalisation et la qualité de l'intégration de la ressource dans l'enseignement.

Nous faisons donc l'hypothèse que ces caractéristiques interviendront dans leur motivation : la nature et des caractéristiques des tâches à réaliser avec l'EVE Silva Numerica ; leur adéquation avec les caractéristiques de l'EVE ; leur cohérence avec les objectifs affichés ; le temps disponible pour les réaliser.

Sous-hypothèse 2.4. : Rôle des modalités pédagogiques déployées par les enseignants

Les travaux cités montrent le rôle important des modalités pédagogiques que les enseignants déploient sur la motivation des élèves (Karsenti, 1998; Pintrich & De Groot, 1990; Tremblay-Wragg et al., 2018). Nous faisons donc l'hypothèse que les interventions des enseignants tout au long de la réalisation des activités des élèves avec l'EVE auront une incidence sur leur motivation qui sera variable selon leur objet et leur nature (guidage dans l'usage de l'EVE ; questionnement ou apports magistraux sur les objets enseignés/appris ; etc.).

Hypothèse 3 : Rôle important des caractéristiques de la ressource numérique

Enfin, nos lectures montrent que les caractéristiques de la ressource utilisée peuvent également avoir une incidence sur la motivation de l'élève : par un « effet médium » lié à la sollicitation plus ou moins importante des sens des élèves ; en lien avec l'ergonomie de la ressource et en particulier son utilisabilité pour accomplir les tâches demandées.

Sous-hypothèse 3.1. : Incidence de l'« effet médium » sur la motivation des élèves

Au regard des conclusions de Mc Luan (1968), nous pensons que l'EVE sollicitera davantage les sens des élèves qu'une autre ressource du fait de ses caractéristiques (graphiques et dynamiques). Cet « effet de médium » devrait mobiliser davantage l'attention et l'engagement des élèves pour la réalisation des tâches avec l'EVE (Mc Clanahan et al., 2012) et donc favoriser leur motivation intrinsèque.

Sous-hypothèse 3.2. : Incidence de l'utilisabilité de la ressource proposée sur la motivation des élèves

Enfin, Tricot & Amadiou (2014) indiquent que les facilités d'utilisation d'un outil participent directement à la perception de l'utilité de l'outil et *in fine* à la motivation de l'apprenant pour l'utiliser (facilité à apprendre à s'en servir, à trouver les fonctions et à réaliser les tâches, à se repérer et déplacer dans l'outil, etc.). Nous faisons donc l'hypothèse que l'ergonomie et l'utilisabilité des ressources proposées aux élèves (Silva Numerica ou autre) auront une influence sur leur motivation pour réaliser les tâches.

Nous présentons donc maintenant successivement les deux expérimentations mises en œuvre pour mettre ces hypothèses à l'épreuve. Nous décrivons pour chacune la méthodologie de recueil et d'analyse, puis les résultats obtenus et enfin les conclusions que nous en tirons quant à l'incidence des caractéristiques des situations proposées, et en premier lieu des ressources utilisées, sur l'intensité et le type de régulation de la motivation des élèves observés.

Expérimentation n°1

Cadre méthodologique de l'expérimentation n°1

Afin de tenter de répondre à la problématique ci-dessus, pour cette première expérimentation, nous avons élaboré une méthodologie de recherche et des outils s'appuyant sur le cadre conceptuel précédent et sur un recueil de données à partir de séances d'enseignement en situation écologique en classe. Nous avons décidé de procéder par comparaison entre différents groupes d'élèves placés dans des situations dans lesquels nous avons fait varier en particulier la ressource utilisée : Silva Numerica versus une ressource audiovisuelle sur la forêt.

1. Choix expérimentaux concernant les situations à observer lors de la première expérimentation : ressources, tâches à réaliser et rôle de l'enseignant

Plusieurs choix expérimentaux étaient possibles pour examiner l'effet de l'utilisation de la ressource numérique Silva Numerica sur la motivation des élèves à réaliser des tâches d'apprentissage de notions précises en écologie.

Tout d'abord, nous avons considéré qu'il ne serait pas judicieux de réaliser la comparaison avec un groupe témoin qui n'aurait pas eu de séance d'enseignement concernant les notions visées. En effet, examiner la plus-value de l'EVE en termes de motivation implique de déterminer un niveau de motivation de « référence » des élèves pour des situations comparables. Il s'agissait donc de leur proposer une situation d'enseignement réaliste au regard des situations d'enseignement réelles, les conduisant à réaliser des tâches d'apprentissage « comparables » dans une certaine mesure à celles que nous proposons avec l'EVE, mais s'appuyant sur une autre ressource.

Ensuite nous avons jugé qu'il ne serait pas non plus judicieux déterminer ce niveau de motivation de référence pour une situation d'enseignement de type cours magistral, dans laquelle les notions visées leurs seraient énoncées. En effet, les tâches d'apprentissage des élèves dans ce type de situation (écouter, noter, mémoriser), nous paraissaient trop différentes de celles que nous pouvions proposer dans une séance utilisant l'EVE comme ressource (tâches d'observation, analyse, interprétation des effets simulés de différentes actions sur l'évolution d'un environnement forestier numérique).

Nous avons aussi souhaité tenir compte du caractère de nouveauté que pouvait présenter pour les élèves l'utilisation d'un EVE dans un situation d'enseignement et de son incidence sur la motivation des élèves. Ce caractère de nouveauté a d'ailleurs été confirmé par les réponses au questionnaire préalable adressé aux élèves qui indique le caractère peu habituel pour eux d'un usage de logiciels dans les situations scolaires). En effet, la bibliographie sur la motivation montre que le caractère nouveau d'une ressource utilisée intervient de manière importante dans la motivation des élèves dans les premières utilisations. Afin de limiter cet effet de nouveauté, nous avons donc souhaité utiliser une ressource qui, bien qu'utilisée régulièrement dans des

situations rencontrées dans le contexte scolaire, l'était de manière moins habituelle. Notre choix s'est donc porté sur l'utilisation une ressource audiovisuelle¹.

Nous avons donc choisi de comparer :

- Une séance fondée sur l'utilisation de la ressource Silva Numerica associée à des tâches consistant à observer les caractéristiques de la forêt virtuelle, intervenir par des coupes d'arbre puis analyser les effets produits sur le développement de la forêt afin de répondre à des questions, puis de synthétiser des connaissances acquises concernant ce développement (en particulier concernant les concepts de milieu et de concurrence) ;
- Une séance fondée sur l'utilisation d'une ressource audio-visuelle sur le thème de la forêt² (documentaire « C'est pas sorcier »), associée à des tâches consistant à répondre à des questions portant sur le milieu forestier et les processus de concurrence, puis faire des synthèses des connaissances acquises concernant ces concepts.

D'une part, nous pouvons préciser que le contenu de la vidéo aborde des éléments en lien avec les notions de milieux et de concurrence. Toutefois, elle ne le fait pas sous forme d'apports théoriques magistraux, mais s'appuie sur des observations faites par deux personnes se déplaçant dans une forêt, commentés et analysés par une troisième personne pour permettre la compréhension des phénomènes observés (vulgarisation). Cela nous a semblé similaire à l'activité que nous souhaitions faire faire aux élèves avec l'EVE SN.

D'autre part, dans les deux situations, les élèves avaient la tâche de répondre à des questions de même nature (cf. le guide des activités remis aux élèves en annexe 5 et 6) : il ne s'agissait pas de questions de connaissances sur les notions elles-mêmes, mais des questions relatives au développement des arbres et à l'évolution de la forêt à partir des éléments présentés dans la vidéo ou observées lors des simulations avec l'EVE, puis de réalisation de synthèse des éléments ainsi capitalisés, en vue d'une conceptualisation des concepts de concurrence et de milieu.

Dans les deux situations, l'enseignant (ou les enseignants) présent(s) étai(en)t invité(s) à réaliser une mise en commun des réponses apportées par les élèves aux questions et une courte synthèse sur ce que cela leur avait permis de comprendre concernant les notions de milieu et de concurrence.

2. Terrain d'étude et population

L'expérimentation support de cette recherche s'est déroulée dans le lycée d'enseignement générale et technologique agricole porteur du projet de conception de l'EVE Silva Numerica.

2.1. Choix de la formation de 1^{ère} STAV

Dans ce lycée, nous avons fait le choix de réaliser l'expérimentation de l'EVE auprès deux classes de 1^{ère} Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant (STAV), dont les élèves

¹ Certains éléments recueillis auprès des élèves semblent confirmer qu'un support audio-visuel serait « plus motivant » qu'un cours magistral. Ainsi, certains élèves ayant travaillé sur support audiovisuel nous ont indiqué que ce type de support leur permettait d'avoir un niveau de concentration plus élevé à long terme plutôt qu'un cours normal où le temps de concentration diminue plus rapidement.

² A quoi servent nos forêts - C'est pas sorcier : <https://www.youtube.com/watch?v=qvdpkBbOkG0>

choisissent en classe de 1^{ère} une spécialité (aménagement ou production). En effet, les référentiels de formation de la classe de première STAV intègre un enseignement d'écologie, dans lequel un travail sur la forêt et sa gestion trouve toute sa place, notamment en vue de l'apprentissage des concepts de milieu et de concurrence que nous avons retenus pour cette séance³. De plus, les élèves de première STAV ont acquis différentes notions relatives au vivant en classe de seconde, mais sans aborder spécifiquement les notions visées ici.

2.2. Population et constitution des sous-groupes pour les différentes situations de l'expérimentation

Notre première expérimentation concerne deux classes de 1^{ère} de la filière Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant, soit au total 40 élèves qui ont pu participer aux situations proposées et répondre au questionnaire de motivation (cf. tableau 2 page suivante). S'y ajoute une élève qui a participé à une des situations de l'expérimentation mais n'était pas présente pour remplir le questionnaire. Elle a cependant accepté de répondre à nos questions dans le cadre d'un entretien en visioconférence.

Ces deux classes ont été réparties chacune en deux sous-groupes correspondant aux deux situations d'enseignement avec EVE ou avec ressource audio-visuelle (cf. tableau ci-dessous). Cette répartition a été constituée sur la base de leurs résultats à un pré-test évaluant un niveau de compréhension des notions de concurrence et de milieu⁴. Les élèves ont été répartis de manière à avoir un nombre similaire d'élèves de chacun des différents niveaux de conceptualisation de ces deux notions dans les différents sous-groupes. Ce choix est en lien avec les résultats de recherche montrant l'incidence des connaissances préalables des élèves sur leur « intérêt cognitif » (Kintsch, 1980).

Nous avons fait remplir à ces deux classes, 10 jours auparavant, un questionnaire permettant de renseigner les caractéristiques attribuées aux élèves susceptibles d'intervenir dans leur motivation à réaliser les tâches proposées sur le thème de la forêt, ou plus globalement dans leur motivation scolaire ou pour la « discipline scolaire » concernée (cf. Annexe 4 : Fiche Signalétique élève). Nous y avons associé d'autres caractéristiques pouvant intervenir dans leur plus ou moins grande facilité à utiliser l'EVE (les difficultés de lecture, de compréhension, habitudes d'utilisation d'outils numériques).

³ Le choix de travailler ces deux notions a été dicté par plusieurs considérations liées à l'objectif du projet : étudier la plus-value d'un EVE en termes d'apprentissage pour des classes allant du collège au BTS, en formation initiale ou continue, par la voie scolaire et par apprentissage. Il s'agit donc de concepts : centraux dans la compréhension du développement de la forêt et enseignés à ces différents niveaux.

⁴ L'évaluation attribuait une note de 1 à 3 concernant ce « niveau » de conceptualisation des concepts de milieu et de concurrence.

	Groupe 1 EVE Classe STAV 1 Ressource Silva Numerica	Groupe 2 Audiovisuel Classe STAV 1 Ressource Audio- visuelle	Groupe 3 EVE Classe STAV 2 Ressource Silva Numerica	Groupe 4 Audiovisuel Classe STAV 2 Ressource Audio-visuelle
Nombre d'élèves	9	7	14	10
<i>Genres</i>	4 filles 5 garçons	3 filles 4 garçons	5 filles 9 garçons	4 filles 6 garçons
<i>Spécialité</i>				
<i>Production</i>	5/9 (55%)	5/7 (71%)	9/14 (64%)	8/10 (80%)
<i>Aménagement</i>	4/9 (45%)	2/7 (29%)	5/14 (36%)	2/10 (20%)

Tableau 2 : Caractéristiques des 4 sous-groupes d'élèves constitués pour l'expérimentation

Nous pouvons d'ores et déjà noter qu'il y a des différences importantes de répartition des élèves des différentes spécialités de formation, en lien avec le jeu des présence/absence lors de la réalisation des expérimentations. Il nous faudra donc lever un éventuel biais dans les résultats.

Les expérimentations ont eu lieu à deux semaines d'intervalle (20 janvier 2020 pour les groupes 1 et 2 et 4 février 2020 pour les groupes 3 et 4).

3. Méthodes de recueil de données

Notre objectif est de recueillir des données pertinentes pour comparer l'incidence de l'usage d'un EVE dans une situation d'enseignement sur la motivation des élèves au regard de l'usage d'une ressource audiovisuelle. De manière plus précise, il s'agit aussi de pouvoir identifier quelles caractéristiques des situations d'usage de ces ressources interviennent sur la motivation et par quel(s) type(s) de régulation(s) (interne, externe, identifiée, intégrée, introjectée).

Pour cela, nous avons choisi nous appuyer sur un recueil par questionnaire auprès des élèves. Pour compléter et affiner les données ainsi recueillies, nous avons pu réaliser des entretiens semi-directifs avec quelques-uns des élèves. Enfin, même si elle ne joue pas un rôle central dans nos données, nous avons aussi choisi de recueillir des données vidéo du déroulement des situations expérimentales, ainsi que des traces des activités des élèves.

3.1. Questionnaires sur la motivation des élèves concernant la réalisation des activités dans les situations proposées

L'outil principal de recueil de données sur lequel nous nous sommes appuyés est un questionnaire sur la motivation, rempli par les élèves après les expérimentations.

Pour construire un questionnaire cohérent avec le cadre de la théorie de l'autodétermination, nous avons fait le choix de nous appuyer sur l'échelle de motivation à l'éducation (EME). Celle-ci a été élaborée par Vallerand et al. (1989) afin d'investiguer l'intérêt de la théorie de l'autodétermination pour examiner la motivation des élèves en contexte scolaire.

L'EME se compose de trois parties : une pour chacun des trois types de régulation de la motivation (MI, ME, AM). Pour la MI et la ME, les questions sont elles-mêmes divisées en sous-parties qui interrogent :

- pour la motivation intrinsèque : la MI à la connaissance, à l’accomplissement et aux sensations ;
- pour la motivation extrinsèque : la régulation externe, introjectée et identifiée (la ME à régulation intégrée a été retirée du fait des difficultés à la différencier de la régulation identifiée dans les réponses des étudiants) (Vallerand et al., 1989).

De manière à affiner notre compréhension des éléments des situations proposées intervenant dans la motivation des élèves, et en particulier du rôle des caractéristiques ergonomiques des ressources utilisées, nous avons ajoutés plusieurs questions concernant l’utilisabilité de ces ressources (Tricot et al., 2003). Pour cela, nous nous sommes appuyé sur le System Usability Scall (SUS - (Lewis, 2018) et le questionnaires Design-Oriented Evaluation of Perceived Usability (DEEP - Yang et al., 2012).

Au final, le questionnaire comporte 32 questions pour celui sur la ressource numérique et 30 questions pour la ressource audio-visuelle (cf. annexe 1 et 2) dont les réponses s’appuient sur une échelle de Likert en sept points (de 1= pas du tout d’accord à 7= tout à fait d’accord) :

- 9 pour la motivation intrinsèque (3 pour la MI à la connaissances, 3 pour la MI à l’accomplissement , 3 pour la MI aux sensations) ;
- 9 pour la motivation extrinsèque (3 pour la régulation identifiée, 3 pour la régulation introjectée et 3 pour la régulation externe)
- 3 questions sur l’amotivation
- 11 questions sur l’ergonomie (utilisabilité) de la ressource numérique et 9 pour la ressource audiovisuelle. Pour le groupe 2, seules les réponses aux 6 questions (22 à 27) sur l’ergonomie de la ressource audiovisuelle ont été conservées suite à une erreur dans la formulation des questions 28 à 31.

3.2. Entretiens avec quelques élèves

Afin de confirmer et/ou préciser les interprétations issues de nos analyses des questionnaires, nous avons procédé à des entretiens de type semi-directif s’appuyant sur la grille d’entretien présentée à l’annexe 3. Il s’agissait de questions visant à balayer les différentes dimensions de la motivation ainsi que les aspects ergonomiques liées à l’outil (24 questions au total). Elles étaient similaires pour tous les élèves quel que soit le support avec lequel ils avaient travaillé (même forme et mêmes thématiques). Lors du déroulement des entretiens, nous nous sommes appuyés sur les réponses données par l’élève dans le questionnaire mais aussi sur ce que nous avons pu observer concernant son comportement durant l’expérimentation.

Du fait du contexte épidémique et du confinement, nous ne sommes parvenus à nous entretenir qu’avec 8 élèves (Tableau 3 page suivante), dont aucun n’appartenait au groupe 2 (classe 1 ressource audiovisuelle). Nous précisons qu’une des élèves (M) avec laquelle nous nous sommes entretenus n’avait pas pu remplir le questionnaire de motivation.

Nom	An1	Cl1	E11	An3	Th32	M	Sa4	Ch4
<i>Classe</i>	STAV 1	STAV 1	STAV 1	STAV 2	STAV 2	STAV 2	STAV 2	STAV 2
<i>Groupe</i>	1	1	1	3	3	3	4	4
<i>Genre</i>	Fille	Fille	Fille	Garçon	Garçon	Fille	Fille	Fille
<i>Ressource</i>	EVE	EVE	EVE	EVE	EVE	EVE	Audiovisuelle	Audiovisuelle

<i>Spécialité</i>	Prod	Aménag	Prod	Aménag	Aménag	Prod	Prod	Prod
<i>Intérêt pour la forêt</i>	Moyen	Important	Très Faible	Important	Important	Moyen	Faible	Moyen

Tableau 3 : Population des élèves ayant répondu à l'entretien téléphonique portant sur les séances d'enseignement avec l'EVE ou la ressource audiovisuelle.

De plus, ces entretiens ont dû avoir lieu par téléphone (et non en présentiel comme souhaité) et presque deux mois après la séance d'enseignement, ce qui explique que quelques élèves ont parfois eu des difficultés à se souvenir de la séance. Ils ont duré entre 12 et 15 minutes.

3.3. L'observation

En complément des données précédentes, nous avons observé (prise de notes) et filmé chacune des 4 situations.

L'objectif principal de ces observations est de caractériser plus finement les situations écologiques d'enseignement dans lesquelles les élèves ont été placés, de manière à identifier des éléments ayant pu intervenir sur leur motivation. De plus, ces observations ont servi d'appui lors des entretiens avec eux (utilisation des comportements observables pour questionner les élèves).

Nous avons réalisé une prise de notes sans grille d'observation préétablie, en l'orientant en particulier vers les comportements des élèves qui nous permettrait de questionner leur motivation (bavardages, questions concernant des incompréhensions vis-à-vis de Silva Numerica, ...). Il est important de préciser que les recherches sur la motivation n'utilisent que rarement ce type de modalité (observation) et d'indicateurs car ils ne sont pas en eux-mêmes suffisants pour estimer la motivation de l'élève.

Concernant les données audio-visuelles, nous avons choisi de filmer 4 élèves sélectionnés en fonction de leur réponse fournie au questionnaire préalable (degré de motivation pour la matière, le thème, les difficultés, etc.). Pour cela, nous avons positionné deux caméras permettant d'observer simultanément l'activité de deux élèves sur l'ordinateur (écran visible) ainsi que leurs interactions avec les professeurs, développeurs et camarades. Nous avons aussi utilisé une caméra mobile pour suivre l'activité de l'enseignante⁵.

4. Méthodologie d'analyse des données

Au regard du faible effectif de la population enquêtée, nous avons réalisé une analyse de type qualitatif. Nous avons cependant choisi de l'étayer par quelques résultats de statistiques descriptives.

Nous présentons tout d'abord la méthodologie d'analyse utilisée pour les données recueillies avec les questionnaires de motivation, associées à celles obtenues avec des questionnaires d'informations remplis par les élèves. Nous présentons ensuite l'analyse des quatre situations vécues par les différents groupes d'élèves. En effet ces situations étant écologiques et ne pouvant être similaires, il semblait judicieux de détailler leurs caractéristiques effectives susceptibles d'agir sur la régulation de la motivation des élèves afin de comparer leurs éventuels effets selon les situations.

⁵ Certains parents n'ont pas souhaité que leurs enfants soient filmés, nous avons donc dû nous organiser afin que les caméras soient positionnées de manière à ne pas faire apparaître les enfants sans autorisation parentale.

Enfin, pour compléter et affiner les résultats bruts du questionnaire de motivation, nous avons réalisé une analyse des entretiens.

4.1. Analyse des réponses aux questionnaires d'évaluation de la motivation des élèves

A partir des questionnaires recueillis, nous avons formalisé les scores attribués par chaque élève à chacune des questions qui leur étaient posées.

Puis, pour chaque élève, nous avons établi un score moyen pour chaque type de régulation de la motivation en calculant la moyenne du score des réponses aux différentes questions relatives à cette régulation :

- questions 1 à 9 pour la MI et ses différentes composantes (1 à 3 pour la MI connaissance, 4 à 6 pour la MI accomplissement et 7 à 9 pour la MI sensation) ;
- questions 10 à 18 pour la ME et ses différentes régulation (10 à 12 pour la régulation identifiée ; 13 à 15 pour la régulation introjectée ; 16 à 18 pour la régulation externe) ;
- questions 19 à 21 pour l'amotivation.

Nous avons fait de même pour les questions concernant l'utilisabilité de la ressource : questions 22 à 32 pour l'EVE et 22 à 27 pour la ressource audio-visuelle. Toutefois, pour la question 27 (« Utilisé SN m'a fatigué ») l'utilisabilité est liée à l'inverse du score indiqué (plus le score est élevé moins la ressource est utilisable). Dans le calcul du score nous avons donc ajouté l'inverse du score donné par l'élève (score comptabilisé = 1 - le score indiqué).

Enfin, nous avons considéré que l'utilité perçue de la situation en termes d'apprentissage peut être approchée par la moyenne du score de MI à la connaissance et de ME régulation identifiée.

Dans un premier temps, nous avons alors comparé les moyennes et écarts types pour chaque type de régulation de la motivation pour les différents groupes, puis selon différentes caractéristiques qui peuvent intervenir dans la motivation des élèves selon la littérature consultée : intérêt pour le thème, jugement d'utilité de la situation, buts scolaires et professionnels, jugement d'utilisabilité de la ressource. Pour cela, nous avons réalisé des analyses de statistique descriptive simple : corrélation et covariance. Au regard du faible effectif de la population enquêtée, ces analyses n'ont pas pour objectif de généraliser les résultats obtenus mais d'étayer les analyses qualitatives réalisées. Pour ce qui concerne le niveau de connaissance des élèves sur le thème, nous n'avons pas recueillie de données suffisamment précises pour pouvoir en faire une analyse intéressante (le questionnaire d'information ne demandait aux élèves que s'ils avaient ou non des connaissances sur la forêt et pas le niveau de connaissance qu'ils estimaient avoir).

Dans un deuxième temps, nous avons voulu réaliser une analyse plus fine en nous appuyant sur les réponses données par chaque élève au questionnaire. L'objectif était de relier, d'un côté, l'intensité (score de réponse) et les types de régulation de la motivation des élèves avec, de l'autre, les différents critères externes des situations expérimentales créées (ressource utilisée, modalité pédagogique déployées par les enseignants), de la ressource (effet médium et utilisabilité) et ceux associés à l'élève (spécialité, intérêt, buts, etc.).

Dans ce but, pour chacun des 4 groupes, nous avons tout d'abord cherché à distinguer les élèves davantage motivés que la moyenne, ceux ayant une motivation « moyenne » et ceux moins

motivés que la moyenne pour la situation proposée. Pour cela, nous avons calculé le score de motivation moyen et l'écart type pour chaque groupe. Nous avons alors considéré que :

- les élèves les plus motivés étaient ceux ayant obtenu une note supérieure ou égale à la moyenne plus l'écart-type (signalés en vert dans les tableaux) ;
- les élèves les moins motivés étaient ceux ayant obtenu une note inférieure ou égale à la moyenne moins l'écart-type (signalés en rouge dans les tableaux).

Le Tableau 4 ci-dessous illustre la mise en forme des données pour le groupe 4. Un tableau identique a été réalisé pour chacun des 3 autres groupes. De plus, un tableau complémentaire regroupait pour chaque élève les informations issues de la fiche d'information, correspondant à différents facteurs pouvant avoir une incidence sur leur motivation (voir Tableau 5 page suivante).

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI	ME	AM	MI Conn	MI Accompl	MI Sens	ME Régul identifiée	ME Régul introjectée	ME Régul externe
A	p	1	SN	1,7	1,9	7,0	1,0	2,3	1,7	1,7	2,0	2,0
M	p	1	SN	3,9	4,9	3,3	4,0	4,7	3,0	5,0	5,3	4,3
An	p	1	SN	3,9	3,7	5,3	4,7	4,7	4,0	2,0	4,0	5,0
L	p	1	SN	4,6	4,0	3,3	4,0	5,0	4,7	4,3	2,7	5,0
Ar	a	1	SN	4,7	?	?	4,7	5,3	4,0	6,0	?	?
E	p	1	SN	4,7	4,0	3,0	5,3	4,7	4,0	3,3	4,0	4,7
N	a	1	SN	4,8	4,3	4,3	4,7	5,3	4,3	5,0	4,0	4,0
C	a	1	SN	5,2	3,3	1,7	6,7	5,3	3,7	5,3	2,7	2,0
Q	a	1	SN	5,4	?	?	6,0	4,7	5,7	6,0	?	?
Moyenne			SN1	4,3	3,7	4,0	4,6	4,7	3,9	4,3	3,5	3,9
Ecart type			SN1	1,1	0,9	1,7	1,6	0,9	1,1	1,6	1,1	1,3
Variance			SN1	1,2	0,9	3,0	2,6	0,9	1,2	2,6	1,3	1,7

Tableau 4 : Illustration des tableaux de résultats visant à positionner la motivation de chaque élève par rapport au score moyen de motivation des élèves du groupe concerné.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI acquisition Connaissance forêt	MI Nouvelle activité	MI Apprendre la forêt avec	MI Activité numérique forêt	ME Connaissances pour filière	ME Connaissances pour travail	ME Connaissances	Intérêt pour la SVT	Niveau Connaissance forêt	Intérêt pour le thème de la forêt	Utilité de la situation (MI Conn et ME Ident)	Utilisabilité de la ressource
A	P	1	SN	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	5,0	1,0	5,0	1,3	6,1
M	P	1	SN	4,0	5,0	3,0	5,0	6,0	5,0	4,0	4,0	1,0	4,0	4,5	5,3
An	P	1	SN	4,0	5,0	5,0	4,0	2,0	2,0	2,0	5,0	1,0	3,0	3,3	4,3
L	P	1	SN	2,0	6,0	4,0	6,0	3,0	5,0	5,0	4,0	1,0	4,0	4,2	3,6
Ar	A	1	SN	5,0	4,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	?	?	?	5,3	?
E	P	1	SN	6,0	5,0	5,0	4,0	6,0	1,0	3,0	4,0	1,0	2,0	4,3	4,4
N	A	1	SN	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	4,0	5,0	1,0	4,0	4,8	5,1
C	A	1	SN	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	1,0	5,0	6,0	5,0
Q	A	1	SN	6,0	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	4,0	1,0	5,0	6,0	?
Moyenne		1	SN	4,8	4,7	4,1	4,1	4,4	1,0	4,0	4,4	4,8	4,8	4,7	4,1
Ecart type		1	SN	1,3	1,8	2,1	1,5	0,5	0,0	1,1	1,4	0,8	1,3	1,8	2,1
Variance		1	SN	1,7	3,3	4,6	2,4	0,3	0,0	1,1	2,1	0,6	1,7	3,3	4,6

Tableau 5 : Illustration des tableaux correspondant à différents facteurs pouvant avoir une incidence sur la motivation des élèves

Ensuite, à l'intérieur de chacun des 4 groupes, nous avons comparé les caractéristiques associées aux élèves des différents « niveaux de motivation » au regard de leurs réponses relatives aux facteurs externes pouvant avoir un impact sur cette motivation : les caractéristiques associées à chaque élève et les notes données à l'utilisabilité de la ressource. Cela nous a permis de faire une première série d'hypothèses concernant les caractéristiques intervenants sur les niveaux et types de régulation de la motivation des élèves dans chacun des groupes.

Sur la base des analyses réalisées dans les différents groupes, nous avons identifié les principales caractéristiques associées aux élèves et aux situations d'expérimentation proposées qui permettaient de comprendre les régulations de la motivation de chaque élève. Nous avons regroupé les valeurs prises par ces différentes caractéristiques pour chaque élève des différents groupes dans un tableau de synthèse (voir Tableau 22 p. 62). Sur cette base, nous avons pu élaborer un schéma donnant à voir quelques éléments principaux qui permettent de comprendre en première approximation le type de régulation et l'intensité de la motivation pour chaque élève dans les situations proposées (Figure 1 p. 63).

4.2. Caractérisation des situations d'expérimentation pour chacun des 4 groupes

Afin de pouvoir réaliser une comparaison des conditions dans lesquelles ont été placées les élèves des différents groupes, nous avons caractérisé les 4 situations vécues par les élèves sur

la base des caractéristiques susceptibles d'intervenir sur le niveau et les composantes de la motivation au regard de la revue de bibliographie réalisée (Tableau 6 ci-dessous).

	Groupe 1 - EVE	Groupe 3 - EVE	Groupe 2 - Vidéo	Groupe 4 - Vidéo
Personnes présentes	2 enseignants 1 Chercheur 1 stagiaire 2 développeurs	1 enseignant 1 chercheur 1 stagiaire 1 développeur	2 enseignants 1 chercheur 1 stagiaire	1 enseignant 1 chercheur 1 stagiaire
Déroulement de la séance	<ul style="list-style-type: none"> • Explications Silva Numerica : projection des consignes au tableau (développeurs - 45 min) • Réalisation des 3 Activités avec Silva Numerica (1h10) 	<ul style="list-style-type: none"> • Explications Silva Numerica : avec manipulation simultanée par les élèves (développeurs - 30 min) • Réalisation de 2 Activités avec Silva Numerica (50 min) • Mise en commun des réponses aux questions du bilan concernant les notions de « milieu de vie », de « compétition » avec l'enseignant (20 min) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consignes pour la réalisation des tâches (1') • Projection de la première partie de la vidéo (13'35) • Mise en commun des réponses aux 6 premières questions (16'40) • Projection de la deuxième partie de la vidéo (12'24) • Mise en commun des réponses aux 5 questions restantes (9'15) • Réponses aux questions du bilan concernant les notions de « milieu de vie », de « compétition » par les élèves (30 min) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consignes pour la réalisation des tâches (1') • Projection de la première partie de la vidéo (13'35) • Mise en commun des réponses aux 6 premières questions (10'25) • Projection de la deuxième partie de la vidéo (12'24) • Mise en commun des réponses aux 5 questions restantes (10'40) • Réponses aux questions du bilan concernant les notions de « milieu de vie », de « compétition » par les élèves (40 min)
Contenu concernant les notions de milieu et compétition	Aucun	Réponses abordent explicitement les conditions de croissance des arbres, les concepts de milieu et concurrence (inter-intra) et les processus correspondant (dont minéralisation, photosynthèse) avec « institutionnalisation » des concepts de compétition et milieu	Réponses abordent explicitement les concepts de milieu et concurrence (inter-intra) et les processus mais sans « institutionnalisation » des concepts	Réponses abordent explicitement les concepts de milieu et concurrence (inter-intra) et les processus mais sans « institutionnalisation » des concepts
Intervention des enseignants	Intervention des enseignants uniquement sur le guidage des élèves dans l'utilisation de l'EVE et la mise en commun des comptages d'arbres réalisés Pas de mise en commun des réponses aux questions du bilan	Intervention des enseignants sur le guidage des élèves dans l'utilisation de l'EVE Mise en commun des réponses au bilan sous forme de questions-réponses avec quelques références (non spécifiques) aux activités réalisées avec Silva Numerica	Interaction élève professeur sous forme de questions-réponses lors des mises en commun	Interaction élève professeur sous forme de questions-réponses lors des mises en commun
Ergonomie de la ressource et des tâches	Nombreux bugs informatiques du logiciel Silva Numerica	Nombreux bugs informatiques du logiciel Silva Numerica	Manque de temps pour réaliser le bilan concernant les notions de milieu de vie, de compétition	Temps un peu plus important que groupe 2 pour réaliser le bilan concernant les notions de milieu de vie, de compétition
Durée totale	1h55	1h45	1h23	1h28

Tableau 6 : Caractérisation des situations vécues par les élèves des 4 groupes concernant les caractéristiques susceptibles d'agir sur la régulation de leur motivation

4.3. Méthode d'analyse des entretiens

Au regard des conditions de recueil et de la moindre qualité des données recueillies, nous avons choisi de ne pas réaliser une analyse spécifique du contenu des entretiens. Nous les avons utilisés uniquement pour étayer, compléter et affiner nos analyses des réponses données par chaque élève entretenu dans son questionnaire de motivation.

Résultats de l'expérimentation n°1

Les résultats de cette recherche s'appuient sur une population de quarante élèves ayant réalisé les activités proposées et répondu à nos questionnaires. Pour 7 d'entre eux, les données sont complétées par des entretiens en visio-conférence. Comme nous l'avons dit plus haut, un élève supplémentaire a participé à une des situations de l'expérimentation sans remplir le questionnaire mais a cependant accepté de participer à un entretien.

Dans cette partie résultats, nous présentons dans un premier paragraphe une analyse statistique descriptive qualitative des réponses apportées par les élèves aux questionnaires de motivation. Notre objectif principal étant d'examiner l'éventuel effet de la situation d'usage de la ressource Silva Numerica sur la motivation des élèves, nous commençons par vérifier certains « biais » possible dans les différences de motivation observées entre les différents groupes. Nous comparons ensuite les scores moyens de motivation des élèves pour les différents groupes et essayons d'examiner quels éléments spécifiques des différentes situations vécues par chacun d'eux peuvent expliquer les différences observées.

Dans un deuxième paragraphe, nous présentons une analyse plus précise des réponses données aux questionnaires de motivations par chacun des élèves, successivement pour les différents groupes. Nous les étayons et affinons, lorsque cela est possible, par les réponses apportées par les élèves avec lesquels nous nous sommes entretenus.

Enfin, dans un troisième paragraphe, nous faisons une synthèse des résultats d'analyse précédents afin d'identifier les éléments principaux permettant de comprendre l'intensité et le type de régulation de la motivation observée pour chaque élève.

Sur cette base nous proposerons ensuite une discussion de nos résultats.

Remarque : Sauf information contraire dans la légende, les valeurs indiquées dans les tableaux sont les moyennes et les écarts-types entre parenthèses, calculés sans tenir compte des non-réponses. Les nombres surlignés correspondent à des moyennes par catégorie significativement différentes (test t) de l'ensemble de l'échantillon (au risque de 95%).

1. Analyse de l'effet des facteurs non liés à la ressource

Avant de démarrer l'analyse des scores de motivation pour les différents groupes, il nous a semblé nécessaire de vérifier l'absence de biais liés à leur composition. En particulier, en lien avec le jeu des présences/absences, la proportion d'élèves des deux spécialités était différente selon les groupes (voir Tableau 2 p. 23).

Le tableau 7 montre qu'il existe un lien entre la spécialité suivie et le score de motivation intrinsèque, en particulier de motivation à la sensation, mais aussi de motivation extrinsèque identifiée et d'utilité perçue de la situation⁶. D'une manière générale, les élèves engagés dans la spécialité aménagement sont davantage motivés (motivation autonome) par les activités sur le thème de la forêt que nous avons proposées que les élèves engagés dans la spécialité

⁶ Rappel : nous considérons que l'utilité perçue de la situation en termes d'apprentissage peut être approchée par la somme du score de MI à la connaissance et de ME régulation identifiée.

production. Une rapide analyse montre que cela semble en lien avec leur intérêt plus marqué pour le thème de la forêt (tableaux 8 et 9). Cela est aussi à relier avec le fait que les élèves de la spécialité aménagement auraient une ME identifiée plus élevée en lien avec des buts d'acquisition de connaissances pour les études et/ou le travail qu'ils envisagent à l'avenir (cf. tableau 12 p. 34).

Cependant une analyse de la variance multiple pour les variables groupe et spécialité montre qu'il n'y a pas d'effet du poids de la spécialité dans chaque groupe sur les scores moyens de MI et de ME à régulation identifiée dans ces groupes (voir tableau 10 et 11 p. 33).

Il ne semble donc pas y avoir de biais liés à la répartition des élèves dans les différents groupes, que ce soit concernant la spécialité ou les scores d'intérêt pour le thème.

Spécialité	MI	ME	AM	MI Connaissance	MI accomplis.	MI sensation	ME identifiée	ME Introjectée	ME externe
a	5,2 (1,0)	4,4 (0,8)	2,9 (1,4)	5,5 (1,3)	5,0 (0,9)	5,1 (1,3)	5,2 (1,4)	3,9 (1,5)	4,2 (1,4)
p	4,5 (1,0)	3,9 (1,0)	3,5 (1,4)	4,9 (1,3)	4,5 (1,0)	4,1 (1,1)	3,9 (1,6)	3,7 (1,3)	4,1 (1,2)
TOTAL	4,7 (1,1)	4,1 (1,0)	3,3 (1,4)	5,1 (1,3)	4,7 (1,0)	4,5 (1,3)	4,4 (1,6)	3,7 (1,4)	4,1 (1,3)
Significativité	t = 2,29, 1-p = 97,4%	t = 1,69, 1-p = 90,5%	t = 1,16, 1-p = 74,8%	t = 1,71, 1-p = 90,8%	t = 1,56, 1-p = 87,7%	t = 2,51, 1-p = 98,4%	t = 2,74, 1-p = 99,1%	t = 0,55, 1-p = 40,5%	t = 0,29, 1-p = 23,1%

Tableau 7 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation dans en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves.

Spécialité	Score d'intérêt pour le thème
a	4,4 (1,0)
p	3,8 (0,9)
TOTAL	4,0 (1,0)

Tableau 8 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour le thème de la forêt en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves.

Score d'intérêt / Spécialité	2	3	4	5	TOTAL
a	1	2	1	9	13
p	2	7	10	6	25
TOTAL	3	9	11	15	38

Tableau 9 : Nombre d'élèves par spécialité du bac STAV en fonction du score d'intérêt attribué au thème de la forêt - Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. La différence des répartitions entre 'a' et 'p' est significative ($\chi^2 = 8,09$, $1-p = 95,59\%$)

Groupe / Spécialité	1	2	3	4	TOTAL
a	5,0	6,4	5,1	4,7	5,2
p	3,7	4,8	5,3	3,8	4,5
TOTAL	4,3	5,3	5,2	4,0	4,7

Tableau 10 : Analyse de la variance de la MI pour les variables groupes et spécialité. Les valeurs du tableau sont les moyennes de la variable Motivation intrinsèque pour chaque couple de citations. Les nombres surlignés correspondent à des moyennes par catégorie significativement différentes de l'ensemble de l'échantillon (au risque de 95%).

Analyse de la variance à un facteur :

- L'effet global de 'Spécialité' est significatif ($V_{inter} = 4,90$, $V_{intra} = 1,00$, $F = 4,92$, $1-p = 96,88\%$)
- L'effet global de 'Groupe' est très significatif ($V_{inter} = 10,32$, $V_{intra} = 0,86$, $F = 12,00$, $1-p = >99,99\%$)

Analyse de la variance à deux facteurs :

- L'effet principal de 'Spécialité' est significatif ($V_{inter} = 4,90$, $V_{intra} = 0,73$, $F = 6,75$, $1-p = 98,62\%$)
- L'effet principal de 'Groupe' est très significatif ($V_{inter} = 10,32$, $V_{intra} = 0,73$, $F = 14,23$, $1-p = >99,99\%$)
- L'interaction de 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative ($V_{inter} = -5,29$, $V_{intra} = 0,73$, $F = -7,29$, $1-p = 0,00\%$)

Attention, la dépendance entre 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative. $\chi^2 = 1,48$, $ddl = 3$, $1-p = 31,20\%$.

Groupe / Spécialité	1	2	3	4	TOTAL
a	5,6	4,7	5,1	5,3	5,2
p	3,3	3,9	4,4	3,8	3,9
TOTAL	4,3	4,1	4,7	4,2	4,4

Tableau 11 : Analyse de la variance de la ME identifiée pour les variables groupes et spécialité. Les valeurs du tableau sont les moyennes de la variable Motivation extrinsèque régulation identifiée pour chaque couple de citations. Les nombres surlignés correspondent à des moyennes par catégorie significativement différentes de l'ensemble de l'échantillon (au risque de 95%).

Analyse de la variance à un facteur :

- L'effet global de 'Spécialité' est significatif ($V_{inter} = 15,09$, $V_{intra} = 2,28$, $F = 6,62$, $1-p = 98,63\%$)
- L'effet global de 'Groupe' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,77$, $V_{intra} = 2,78$, $F = 0,64$, $1-p = 40,11\%$)

Analyse de la variance à deux facteurs :

- L'effet principal de 'Spécialité' est significatif ($V_{inter} = 15,09$, $V_{intra} = 2,64$, $F = 5,72$, $1-p = 97,79\%$)
- L'effet principal de 'Groupe' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,77$, $V_{intra} = 2,64$, $F = 0,67$, $1-p = 42,07\%$)
- L'interaction de 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative ($V_{inter} = -0,04$, $V_{intra} = 2,64$, $F = -0,01$, $1-p = 0,00\%$)

Attention, la dépendance entre 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative. $\chi^2 = 1,48$, $ddl = 3$, $1-p = 31,20\%$.

Spécialité	ME Acquisition Connaissances pour filière	ME Acquisition Connaissances pour le travail	ME Acquisition Connaissances pour les études
a	5,4 (1,5)	5,2 (1,5)	5,0 (1,6)
p	4,3 (1,8)	3,6 (1,9)	3,8 (1,8)
TOTAL	4,7 (1,7)	4,2 (2,0)	4,2 (1,8)

Tableau 12 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux motivations extrinsèques en vue de l'acquisition de connaissances pour la filière, les travaux futurs ou les études envisagées en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves.

ME Acquisition Connaissances pour filière' : 5,43 / 4,32 La diff. **est significative** ($t = 2,14$, $1-p = 96,3\%$)

ME Acquisition Connaissances pour le tr_1' : 5,21 / 3,60 La diff. **est très significative** ($t = 2,95$, $1-p = 99,5\%$)

ME Acquisition Connaissances pour les é_1' : 5,00 / 3,76 La diff. **est significative** ($t = 2,32$, $1-p = 97,5\%$)

Spécialité	Utilité
a	5,4 (1,0)
p	4,4 (1,2)
TOTAL	4,7 (1,2)

Tableau 13 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation en termes d'apprentissages en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves. **La diff. est très significative** ($t = 2,83$, $1-p = 99,3\%$)

2. Analyse globale de l'incidence du type de ressource sur la motivation des élèves

Le tableau 14 donne une première vision globale des résultats des différentes régulations de la motivation des élèves dans chacune des 4 situations de l'expérimentation.

Il montre tout d'abord que le score moyen de **motivation extrinsèque n'est pas significativement différent** entre les groupes.

Il montre ensuite que la valeur **moyenne de la motivation intrinsèque pour le groupe 4 est significativement inférieure** à celle de l'ensemble de l'échantillon ($t = 2,35$, $1-p = 97,8\%$). Lorsque nous regardons les différences entre groupes, nous constatons que cette différence de MI est significative entre

- le groupe 4 et le groupe 2 ($t = 3,13$, $1-p = 99,3\%$) alors que la ressource utilisée est la même (Audiovisuelle) ;
- le groupe 4 et le groupe 3 ($t = 3,59$, $1-p = 99,8\%$), alors qu'il s'agit de la même classe mais utilisant la ressource EVE versus vidéo ;

Elle est aussi significativement inférieure dans le groupe 1 par rapport au groupe 3 ($t = 2,20$, $1-p = 96,2\%$), alors que la ressource utilisée est la même (EVE).

Elle n'est pas significative dans les autres comparaisons entre groupes.

Enfin, ce tableau montre que le niveau d'**amotivation** est significativement **plus bas dans le groupe 3** que pour l'ensemble de l'échantillon ($t = 2,11$, $1-p = 96,3\%$) et pour chacun des 3 autres groupes (avec le groupe 1 : $t = 2,18$, $1-p = 96,0\%$; le groupe 2 : $t = 2,17$, $1-p = 95,9\%$; le groupe 4 : $t = 2,39$, $1-p = 97,5\%$).

Groupe	MI	ME	AM
1	4,3 (1,1)	3,7 (1)	4,0 (1,7)
2	5,3 (0,9)	4,6 (1,2)	3,6 (1,1)
3	5,2 (0,9)	4,0 (0,7)	2,5 (1,1)
4	4,0 (0,8)	3,9 (1,1)	3,7 (1,3)
Moyenne	4,7 (1,1)	4,0 (1)	3,3 (1,4)

Tableau 14 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation dans les 4 groupes de l'expérimentation.

Cette différence ne peut être attribuée de manière générale au type de ressource mobilisée. En effet, lorsque nous regroupons les groupes 1 et 3 (ressource EVE) et 2 et 4 (ressource audiovisuelle), nous n'observons plus de différence significative dans les scores moyens de MI (tableau 15 ci-dessous).

Modalité	MI	ME	AM
Audiovisuelle	4,5 (1,0)	4,2 (1,2)	3,7 (1,2)
EVE	4,9 (1,0)	3,9 (0,8)	3,0 (1,5)
Moyenne	4,7 (1,0)	4,0 (1,0)	3,3 (1,4)

Tableau 15 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation pour les groupes mobilisant la ressource audiovisuelle et ceux mobilisant la ressource Silva Numérisa (EVE) dans les 4 groupes lors de l'expérimentation.

Si nous considérons maintenant que la somme des scores de MI connaissance et de ME identifiée est un bon indicateur de l'utilité de la séance perçue par les élèves en termes d'apprentissages, nous constatons qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents groupes, ni en fonction de la ressource utilisée (voir tableaux 16 et 17).

Groupe	Utilité
1	4,4 (1,5)
2	4,9 (1,3)
3	5,2 (1,0)
4	4,3 (1,1)
Moyenne	4,7 (1,2)

Tableau 16 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages dans les différents groupes.

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '2' : La diff. n'est pas significative ($t = 0,71$, $1-p = 50,2\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '3' : La diff. n'est pas significative ($t = 1,40$, $1-p = 82,8\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '4' : La diff. n'est pas significative ($t = 0,18$, $1-p = 16,4\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '2' et '4' : La diff. n'est pas significative ($t = 0,99$, $1-p = 66,0\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '3' et '4' : La diff. est peu significative ($t = 2,02$, $1-p = 94,7\%$)

Modalité	Utilité
Audiovisuelle	4,5 (1,2)
EVE	4,9 (1,2)
Moyenne	4,7 (1,2)

Tableau 17 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages selon la ressource utilisée. La diff. n'est pas significative ($t = 0,85$, $1-p = 59,7\%$).

2.1. Analyse des différences de motivation intrinsèque selon les groupes

Pour aller plus finement dans la compréhension des types de MI, nous avons comparé les valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de MI dans les 4 groupes de l'expérimentation (tableau 18 ci-dessous).

Groupe	MI	MI Connaissance	MI accomplissement	MI sensations
1	4,3 (1,1)	4,6 (1,6)	4,7 (0,9)	3,9 (1,1)
2	5,3 (0,9)	5,7 (1,0)	5,0 (0,6)	5,2 (1,4)
3	5,2 (0,8)	5,6 (1,1)	5,0 (0,9)	5,0 (1,1)
4	4,0 (0,8)	4,3 (0,9)	3,9 (0,9)	3,9 (1,3)
Moyenne	4,7 (1,0)	5,1 (1,3)	4,6 (1,0)	4,5 (1,3)

Tableau 18 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de MI dans les 4 groupes de l'expérimentation.

Comparaison des moyennes pour les groupes '1' et '2' :

MI : La diff. est peu significative ($t = 2,07$, $1-p = 94,5\%$)

MI Connaissance : La diff. est peu significative ($t = 1,81$, $1-p = 91,0\%$)

MI Accomplissement : La diff. n'est pas significative ($t = 0,95$, $1-p = 63,8\%$)

MI sensation : La diff. est significative ($t = 2,16$, $1-p = 95,3\%$)

Comparaison des moyennes pour les groupes '1' et '3' :

MI : La diff. est significative ($t = 2,20$, $1-p = 96,2\%$)

MI Connaissance : La diff. est peu significative ($t = 1,84$, $1-p = 92,4\%$)

MI Accomplissement : La diff. n'est pas significative ($t = 0,76$, $1-p = 54,0\%$)

MI sensation : La diff. est significative ($t = 2,80$, $1-p = 99,0\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '4' :

MI : La diff. n'est pas significative ($t = 0,64$, $1-p = 46,3\%$)

MI Connaissance : La diff. n'est pas significative ($t = 0,39$, $1-p = 30,1\%$)

MI Accomplissement : La diff. est peu significative ($t = 1,88$, $1-p = 92,6\%$)

MI sensation : La diff. n'est pas significative ($t = 0,04$, $1-p = 8,1\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '2' et '3' :

MI : La diff. n'est pas significative ($t = 0,19$, $1-p = 16,8\%$)

MI Connaissance : La diff. n'est pas significative ($t = 0,11$, $1-p = 11,9\%$)

MI Accomplissement : La diff. n'est pas significative ($t = 0,16$, $1-p = 15,0\%$)

MI sensation : La diff. n'est pas significative ($t = 0,27$, $1-p = 21,8\%$)

Comparaison des moyennes pour les groupes '2' et '4' :

MI : La diff. est très significative ($t = 3,13$, $1-p = 99,3\%$)

MI Connaissance : La diff. est très significative ($t = 3,00$, $1-p = 99,1\%$)

MI Accomplissement : La diff. est très significative ($t = 3,16$, $1-p = 99,4\%$)

MI sensation : La diff. est significative ($t = 2,12$, $1-p = 95,1\%$)

Comparaison des moyennes pour les groupes '3' et '4' :

MI : La diff. est très significative ($t = 3,59$, $1-p = 99,8\%$)

MI Connaissance : La diff. est très significative ($t = 3,29$, $1-p = 99,7\%$)

MI Accomplissement : La diff. est très significative ($t = 2,84$, $1-p = 99,1\%$)

MI sensation : La diff. est significative ($t = 2,66$, $1-p = 98,6\%$)

• **Explications de la différence de MI entre les groupes 1 et 3**

Nous constatons que le score moyen de MI inférieur dans le groupe 1 par rapport au groupe 3 concerne la MI à la sensation, peu la MI à la connaissance, et pas du tout la MI à l'accomplissement. Cela semble signifier que les élèves du groupe 1 ont pris moins de plaisir à la réalisation des tâches utilisant SN.

Si l'observation de la séance du groupe 3 semble montrer que SN y a un peu mieux fonctionné (moins de bugs informatiques), **le score d'utilisabilité ne montre pas de différence significative** entre les deux groupes qui pourrait expliquer cette moindre MI dans le groupe 1 (voir tableau 19 ci-dessous).

Groupe	Utilisabilité de la ressource
1	4,8 (0,8)
2	5,6 (1,0)
3	5,0 (1,0)
4	5,5 (0,6)
Moyenne	5,2 (0,9)

Tableau 19 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilisabilité de la ressource *Silva numerica* dans les différents groupes de l'expérimentation.

Comparaison des moyennes des modalités 1 et 3 : La diff. n'est pas significative ($t = 0,57$, $1-p = 41,6\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '3' et '4' : La diff. n'est pas significative ($t = 1,42$, $1-p = 83,5\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '2' et '4' : La diff. n'est pas significative ($t = 0,36$, $1-p = 27,9\%$)

Par contre, nos analyses montrent une **corrélacion positive entre l'utilisabilité de la ressource et le niveau de MI pour le groupe 3**⁷. Cette dépendance concerne en particulier la MI à la connaissance⁸. L'effet est peu significatif sur la MI sensation et la MI accomplissement. Nous ne retrouvons **pas cette corrélacion pour le groupe 1** au niveau de la MI globale, mais elle existe au **niveau de la relation entre Utilisabilité et MI sensation** : de manière surprenante, plus l'utilisabilité est forte plus la MI sensation est faible⁹.

Autrement dit, l'absence de différence entre les groupes 1 et 3 quant à l'effet de l'utilisabilité sur la MI globale pourrait :

- 1/ masquer un **effet variable selon les élèves de l'utilisabilité sur leur MI** globale et sur ses différentes composantes – nous tenterons de le vérifier dans l'analyse qualitative réalisée au paragraphe 3 ;
- 2/ être **liée au masquage de la relation MI - utilisabilité par l'effet d'une autre variable** qui agirait de manière plus importante dans le groupe 1 que dans le groupe 3. Dans le cas du groupe 1, l'incidence d'une autre variable que l'utilisabilité de l'EVE expliquerait que le niveau de MI (en particulier à la sensation, donc du plaisir pris dans la situation) décline alors que l'utilisabilité augmente, mais aussi que la relation entre utilisabilité et MI soit peu significative à un niveau global.

Si nous considérons quelles autres variables pourraient expliquer cette différence de MI entre les groupes 1 et 3, une différence importante réside dans le type d'interventions des enseignants. D'une part, dans la situation 3, **les interventions des enseignants concernant les réponses aux questions et les concepts visés ont été plus importantes que dans le groupe 1**, en particulier concernant la tâche de bilan concernant les concepts travaillés, qui a fait l'objet d'une phase « d'institutionnalisation » dans ce groupe 3. D'autre part, **la présentation de SN** a pris

⁷ La dépendance est significative : Equation de la droite de régression : $MI = 0,69 * \text{Utilisabilité de la ressource} + 1,73$; Coefficient de corrélacion : $+0,80$; Utilisabilité de la ressource explique 64% de la variance de MI ; Ecart-type du coefficient de régression : 0,15

⁸ La dépendance est significative : Equation de la droite de régression : $MI \text{ Connaissance} = 0,88 * \text{Utilisabilité de la ressource} + 1,19$ - Coefficient de corrélacion : $+0,77$ - Utilisabilité de la ressource explique 59% de la variance de MI Connaissance - Ecart-type du coefficient de régression : 0,21

⁹ La dépendance est très significative. Equation de la droite de régression : $MI \text{ sensation} = -1,08 * \text{Utilisabilité de la ressource} + 8,83$ Coefficient de corrélacion : $-0,86$ (Utilisabilité de la ressource explique 74% de la variance de MI sensation) Ecart-type du coefficient de régression : 0,28

la forme d'une explication assez longue dans le groupe 1 et d'une explication avec utilisation simultanée de l'EVE dans le groupe 3. Nous pourrions donc faire l'hypothèse que les modalités déployées dans le groupe 3 ont agi plus favorablement sur la MI, en satisfaisant à la fois aux besoins de compétence et d'autonomie des élèves.

- ***Explication de la MI moindre dans le groupe 4 par rapport aux groupes 2 et 3***

Nous observons que la différence entre le groupe 4 et les groupes 2 et 3 concerne tous les types de MI (voir tableau 18) : « à la connaissance », « à l'accomplissement » et « à la sensation » (même si pour cette dernière la différence est peut significative entre le groupe 4 et le groupe 2). Il n'y a pas de différence significative du score des différents types de MI entre le groupe 1 et 4. Autrement dit, le score de MI des élèves du groupe 4 plus bas que celui des groupe 2 et 3 serait en lien avec un sentiment moindre d'avoir appris quelque chose de nouveau ou exploré de nouvelles questions, d'avoir essayé de relever un défi (en lien avec leur sentiment de compétence). S'y ajoute, une différence concernant « le plaisir » pris dans la situation.

A ce niveau, plusieurs hypothèses sont possibles, en lien avec les caractéristiques associées aux élèves de ces groupes et /ou celles des différentes situations données à vivre à ces 3 groupes.

- ***Incidence des caractéristiques associées aux élèves sur la MI du groupe 4 au regard de celle des autres groupes : spécialité, intérêt pour le thème de la forêt***

Nous avons vu plus haut que la différence de MI entre les groupes n'était pas liée à la proportion d'élèves des différentes spécialités.

Nous avons aussi vu qu'il y avait une corrélation entre la spécialité suivies et l'intérêt pour le thème.

Enfin, comme nous l'avons vu plus haut, il n'y a pas d'effet quant à l'utilité perçue de la séance en termes d'apprentissages.

Intérêt des élèves pour le thème de la forêt

L'analyse ne montre **aucune corrélation entre le score moyen d'intérêt et les scores moyens de MI** ou ceux des différents types de MI, que ce soit au niveau global ou pour chacun des groupes (il en est de même pour la ME et ses différents types de régulation). Autrement dit, **d'une manière globale, il n'y a pas d'effet général de l'intérêt sur la MI, ni sur la ME, ce qui est plus surprenant.**

De plus, les tableaux 20 et 21 ci-dessous montrent : 1/ que le score moyen d'intérêt pour le thème des élèves du groupe 4 est similaire à celui des groupes 1 et 3, et plus élevé que celui du groupe 2 ; 2/ que la répartition des scores d'intérêts des élèves sur l'échelle de 1 à 7¹⁰ pour le groupe 4 est similaire à celle des groupes 1 et 3, mais diffère de celle du groupe 2.

La plus faible motivation intrinsèque du groupe 4 ne semble donc pas être en lien avec une un score d'intérêt plus faible pour le thème de la forêt.

¹⁰ Ils montrent cependant que le score moyen d'intérêt du groupe 2 est significativement différent du score moyen de l'ensemble de la population. **De même, pour la répartition des scores d'intérêt, seule la différence entre les groupes 2 et 3 est significative.**

Groupe	Intérêt pour le thème de la forêt
1	4,0 (1,1)
2	3,1 (0,9)
3	4,4 (0,9)
4	4,0 (0,7)
Moyenne	4,0 (1,0)

Tableau 20 : Valeurs moyennes et écart-types du score de l'intérêt pour le thème forestier dans les 4 groupes de l'expérimentation.

Comparaison des moyennes des modalités '2' et 'TOTAL' : La diff. est significative ($t = 2,45$, $1-p = 98,2\%$)
 Comparaison des moyennes pour les groupes '1' et '2' : La diff. n'est pas significative ($t = 1,81$, $1-p = 91,0\%$)
 Comparaison des moyennes pour les groupes '1' et '3' : La diff. n'est pas significative ($t = 1,00$, $1-p = 66,9\%$)
 Comparaison des moyennes pour les groupes '1' et '4' : La diff. n'est pas significative ($t = 0,00$, $1-p = 0\%$)
 Comparaison des moyennes pour les groupes '2' et '3' : La diff. est très significative ($t = 3,24$, $1-p = 99,6\%$)
 Comparaison des moyennes pour les groupes '2' et '4' : La diff. est significative ($t = 2,30$, $1-p = 96,5\%$)
 Comparaison des moyennes pour les groupes '3' et '4' : La diff. n'est pas significative ($t = 1,37$, $1-p = 81,8\%$)

Intérêt pour le thème Groupe	2	3	4	5	TOTAL
1	1	1	3	3	8
2	1	5	0	1	7
3	1	1	3	9	14
4	0	2	6	2	10
TOTAL	3	9	12	15	39

Tableau 21 : Comparaison de la répartition des scores d'intérêt pour le thème de la forêt dans les 4 groupes de l'expérimentation - Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. Aucun élève n'avait indiqué comme score les valeurs 1, 6 et 7 (qui ne figurent donc pas dans le tableau. Un élève n'avait pas indiqué de score d'intérêt.

La différence des répartitions entre les groupes 1, 3, ou 4 et TOTAL n'est pas significative
 La différence des répartitions entre les groupes 2 et TOTAL est significative ($\chi^2 = 8,01$, $1-p = 95,41\%$)
 La différence des répartitions entre le groupe 1 et les groupes 2, 3, 4 n'est pas significative.
 La différence des répartitions entre '2' et '3' est significative ($\chi^2 = 10,95$, $1-p = 98,80\%$)
 La différence des répartitions entre '2' et '4' est significative ($\chi^2 = 8,35$, $1-p = 96,07\%$)
 La différence des répartitions entre '3' et '4' est peu significative ($\chi^2 = 6,30$, $1-p = 90,19\%$)

Niveau de connaissance des élèves concernant le thème de la forêt

Au regard des tableaux 46, 48 et 50 présentés en annexe 5 et 6, une autre hypothèse serait que le niveau de connaissance préalable des élèves de ce groupe 4 soit plus élevé que ceux des deux autres groupes. Cela pourrait entraîner ce sentiment d'avoir appris moins de choses et donc une MI à la connaissance moindre.

Comme nous l'avons dit plus haut, il n'est pas possible de vérifier cette hypothèse à ce stade avec les données issues de la fiche de renseignement. Nous pourrions par la suite utiliser les données recueillies dans l'autre volet de l'expérimentation qui portent sur les apprentissages des élèves avec l'EVE. Elles devraient nous permettre d'examiner les relations entre les niveaux de connaissance pour le thème et la motivation des élèves.

- ***Incidence des caractéristiques de la situation sur la MI du groupe 4 au regard du groupe 2***

Au niveau de la situation, les différences semblent peu importantes entre les groupes 2 et 4 si ce n'est dans la durée de réalisation du bilan (voir tableau 6 p. 29). Il n'y a pas de différence significative dans le score d'utilisabilité attribué à la ressource et dans le score d'utilité de la séance entre les deux groupes. Il est donc peu probable que l'écart de MI soit lié à des différences entre les situations 2 et 4.

- ***Incidence des caractéristiques de la situation sur la MI du groupe 4 au regard du groupe 3***

Les différences sont par contre nombreuses entre la situation du groupe 4 et celle du groupe 3.

Le caractère contrôlant de la situation

Le caractère contrôlant de la situation pourrait être perçu par les élèves comme plus important dans la situation 4 où :

- la tâche est très guidée et réalisée pas à pas (notamment la prise en main de Silva Numerica et les réponses aux questions) ;
- les interventions de l'enseignant en lien avec les tâches de réponse aux questions sont nombreuses.

Toutefois, cette hypothèse semble **peu probable** car elle devrait se traduire aussi par une MI moindre pour les élèves du groupe 2 par rapport au groupe 3, la situation 2 s'étant avérée très proche de celle du groupe 4.

La ressource utilisée n'est pas la même : SN versus audiovisuelle (ainsi que les tâches à réaliser)

Même si cette différence n'intervient pas sur la MI au niveau globale de la population, elle pourrait intervenir plus spécifiquement en fonction des élèves de chacun des différents groupes, que ce soit au niveau d'un effet nouveauté ou sur l'utilisabilité perçue de la ressource.

Concernant **l'effet nouveauté**, il y a effectivement un score moyen de réponse à la question 2 (« *J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'ai du plaisir à découvrir de nouvelles activités* ») **significativement plus bas dans le groupe 4 que dans le groupe 3** (4,2 / 5,9 - La diff. est très significative : $t = 3,85$, $1-p = 99,9\%$), alors qu'il n'y a pas de différence entre le groupe 4 et les groupes 1 et 2.

Le contenu abordé et les feed-back des enseignants sur les tâches réalisées.

Il n'est pas possible de tester l'effet spécifique de cette variable contenu et feed-back des enseignants sur la MI à partir des questionnaires car nous ne disposons pas de données spécifiques s'y rapportant.

Cependant, nous constatons que la MI à la connaissance et à l'accomplissement sont significativement moindres dans le groupe 4 que dans le groupe 3.

Or, pour le groupe 4, il y a eu une mise en commun des réponses portant sur le film, avec quelques approfondissements sur les processus en jeu. Mais le bilan et la synthèse concernant les concepts a été réalisé par les élèves en autonomie sans feed-back de l'enseignant, à partir des questions posées dans le guide d'activité remis aux élèves (cf. annexe 5).

Pour le groupe 3, il n'y a pas eu de feed-back spécifique sur les tâches réalisées avec l'EVE (réalisation des actions et réponses aux questions sur les effets de ces actions). Il y a par contre eu une « institutionnalisation » des concepts de milieu et de compétition après l'usage de l'EVE.

Cela étaye donc l'hypothèse d'une incidence des apports de connaissances et des feed-back sur les réponses aux questions par les enseignants sur la MI, et en particulier la MI à la connaissance et à l'accomplissement.

2.2. Analyse des différences d'amotivation selon les groupes

Comme nous l'avons vu, le niveau d'amotivation est significativement plus bas dans le groupe 3 que dans les 3 autres groupes (tableau 7 p. 32). Nous pouvons envisager deux possibilités : soit cette différence à une explication similaire quel que soit le groupe considéré ; soit cette différence a une explication différente selon les groupes.

Etant donné les différences entre les situations d'expérimentation, nous ne voyons trois possibilités d'explication similaire pour l'ensemble des groupes : une différence d'intérêt pour le thème de la forêt des élèves du groupe 3 au regard des élèves des 3 autres groupes ; une différence d'utilité perçue au regard des buts des élèves ; une différence dans les modalités d'intervention des enseignants.

- ***Intérêt des élèves pour le thème de la forêt***

Une première explication possible de ce niveau d'amotivation moindre pour les élèves du groupe 3 pourrait être qu'ils ont un intérêt plus marqué pour le thème de la forêt. Cependant, l'analyse ne montre aucune corrélation significative entre les scores moyens d'AM et le score moyen d'intérêt globale ou pour chacun des groupes. Il est donc **peu probable** que cette différence d'amotivation observée soit liée de manière systématique à une différence d'intérêt des élèves des différents groupes pour le thème de la forêt.

- ***Utilité de la séance au regard des buts explicites des élèves***

Une deuxième explication pourrait être l'existence de buts scolaires et/ou professionnels définis chez davantage d'élèves du groupe 3 que pour les autres groupes. Cela devrait se traduire par une différence significative dans le score d'utilité perçue de la séance entre les groupes (acquisition de connaissances pour sa filière ou les études ou le travail envisagé). Or le tableau 16 (p. 35) ne montre **pas de différence significative** entre les scores d'utilité pour les différents groupes. S'y ajoute le fait que l'analyse ne montre pas de corrélation significative entre le score d'utilité et celui de l'amotivation¹¹ à un niveau global.

- ***Contenus abordés et feed-back des enseignants sur les tâches réalisées et caractère contrôlant de la situation***

Dès lors, une autre explication envisageable serait une différence dans le type et la nature des interventions des enseignants dans le groupe 3 au regard de celles réalisées dans les trois autres

¹¹ La dépendance est peu significative Equation de la droite de régression : $AM = -0,77 * \text{Utilité de la ressource (MI+ME Ident)} + 6,91$; Coefficient de corrélation : $-0,67$ (Utilité de la ressource (MI+ME Ident) explique 45% de la variance de AM). Ecart-type du coefficient de régression : 0,14

groupes. Cependant, le tableau 6 (p. 29) montre que, si nous avons bien observé une différence marquée concernant la nature et l'objet des interventions des enseignants entre les groupes 3 et 1, cette différence est peu marquée entre le groupe 3 et les groupes 2 et 4.

Dès lors **cette explication ne peut valoir que pour expliquer la différence de score d'amotivation entre les groupes 3 et 1**. D'une part, cette différence dans les interventions des enseignants pourrait intervenir sur le sentiment d'apprentissage des élèves, tant concernant l'apprentissage de l'usage de l'EVE que de celui d'apprentissage relatifs à la forêt (besoin de compétence). En effet, les feed-back sur les réponses aux questions et les concepts travaillés ont été plus importants dans le groupe 3. D'autre part, il pourrait intervenir sur le sentiment d'autonomie (besoin d'autonomie) des élèves, la situation 1 pouvant apparaître beaucoup plus contrôlante que la 3 (accompagnement de la prise en main et de la réalisation des tâches). Cela serait aussi cohérent avec une MI à la sensation moindre dans le groupe 1.

Nous nous orientons donc vers des explications différentes selon les groupes pour comprendre cette amotivation moindre pour le groupe 3. Pour la différence avec le groupe 1, cette AM plus faible pourrait aussi être liée à une utilisabilité meilleure de l'EVE dans le groupe 3. Pour la différence avec les groupes 2 et 4, ce pourrait être la ressource utilisée dans le groupe 3 (EVE) qui génère une amotivation moindre que dans les groupes 2 et 4 (vidéo).

- ***Une AM plus faible dans le groupe 3 que dans le groupe 1 liée à une meilleure utilisabilité de SN***

Outre l'incidence des interventions des enseignants, une autre explication l'amotivation moindre des élèves dans le groupe 3 par rapport à ceux du groupe 1 pourrait être liée aux problèmes de fonctionnement et d'utilisation de Silva Numerica dont nous avons vu qu'ils ont été moins importants pour le groupe 3 (cf. tableau 6 p. 29). Cependant, nos analyses précédentes montrent qu'il n'y a pas de corrélation entre l'utilisabilité et le score d'AM, ni de différence dans les scores d'utilisabilité pour les groupes 1 et 3 (voir tableau 19 p. 37).

- ***Une AM plus importante dans le groupe 3 que dans les groupes 2 et 4 liée à une différence de ressource utilisée***

Une possibilité pour expliquer la différence de niveau global d'amotivation des élèves du groupe 3 par rapport aux groupe 2 et 4 pourrait alors être la différence de ressource utilisée : silva numerica pour le groupe 3 versus ressource audio-visuelle pour les groupes 2 et 4.

D'un côté, comme le montre le tableau 15 p. 35, d'une manière globale, la différence de score d'amotivation n'est pas liée significativement au type de ressource utilisée. Mais on constate que ce résultat s'appuie sur une moyenne du score d'AM des groupes 1 et 3, qui masque la différence importante d'amotivation entre ces groupes.

De l'autre, nous observons que le niveau d'amotivation semble moindre dans les deux groupes ayant utilisé la ressource SN que dans ceux ayant utilisé la ressource AV. Il pourrait donc y avoir un effet nouveauté de la ressource pour la plupart des élèves de ce groupe 3 qui expliquerait cette amotivation moindre, sans parvenir à produire une différence suffisamment

forte pour tous les élèves pour qu'elle se traduise au niveau du score moyen du groupe¹². Nous pourrions vérifier cette hypothèse par l'analyse individuelle plus fine que nous réaliserons au paragraphe 3.

En définitive, l'amotivation moindre dans le groupe 3 pourrait donc être liée à :

- Une différence dans les interventions des enseignants entre le groupe 3 et le groupe 1 ;
- Une différence de ressource utilisée (EVE vs Vidéo) entre le groupe 3 et les groupes 2 et 4.

2.3. Synthèse des résultats de cette analyse statistique des réponses aux questionnaires

Que pouvons-nous retenir de cette analyse faite sur la base de quelques statistiques descriptives, dont nous rappelons qu'elles ne visent qu'à étayer les analyses qualitatives que nous ferons dans le paragraphe suivant.

Tout d'abord, nous avons pu vérifier que la composition des groupes n'introduit **pas de biais lié à une sur ou sous-représentation des élèves de l'une des spécialités** (aménagement ou production) dans l'un ou l'autre des groupes.

Nous avons aussi pu montrer que les élèves de la **spécialité aménagement** sont davantage **motivés intrinsèquement** par les situations proposées que ceux de la spécialité production. Cela pourrait sembler en lien avec un intérêt plus marqué pour des objets d'apprentissage relatifs à la forêt et des buts scolaires et professionnels davantage liés au domaine forestier. Cependant, nos analyses montrent qu'il n'y a pas de corrélation systématique, au niveau global, entre les scores de MI et de ME (ou de leurs différentes régulations) et le score d'intérêt pour le thème. Il est donc probable qu'une ou plusieurs autres variables interviennent dans la motivation des élèves pour les situations proposées, quel que soit leur intérêt pour le thème.

Ensuite, nos différentes analyses montrent qu'à un niveau global, la motivation intrinsèque, l'amotivation ou l'utilité perçue de la séance **ne semblent pas liées au type de ressource** utilisée dans la situation : Silva Numerica versus ressource audio-visuelle. Cependant, il pourrait y avoir un **effet « nouveauté » différent selon les élèves**, qui permettrait d'expliquer la motivation intrinsèque significativement plus élevée dans le groupe 3 que dans le groupe 4, ainsi qu'une amotivation moindre dans le groupe 3 par rapport aux autres groupes.

Enfin, nous n'observons **pas de différence** dans les scores de MI, ME ou d'AM entre les groupes qui pourrait être associée à une **perception d'utilité différente** des situations proposés. Il n'y a d'ailleurs pas de différence entre les groupes dans l'utilité perçue de ces situations.

En ce qui concerne les groupes ayant utilisé Silva Numerica (groupe 1 et 3), la différence de MI observée ne semble **pas liée à une différence dans la perception d'utilisabilité de l'EVE** entre les groupes (bugs, crashes plus importants dans le groupe 1). Cependant, à l'intérieur de

¹² En effet, au regard du faible effectif dans chaque groupe, l'absence de différence significative s'expliquerait alors par le poids des réponses de quelques élèves particulièrement amotivés dans le groupe 3 ou motivés dans les groupes 2 et 4.

ces groupes, nous observons des corrélations entre l'utilisabilité et la MI à la connaissance (groupe 3) ou la MI à la sensation (groupe 1). Nous faisons alors **l'hypothèse que : 1/ la relation entre utilisabilité et motivation intrinsèque serait variable selon les élèves ; 2/ et/ou qu'une ou plusieurs autres variables pourraient masquer une éventuelle relation entre utilisabilité et motivation.**

Pour les groupes ayant utilisé la ressource audio-visuelle, les différences de MI ne peuvent s'expliquer par une différence d'intérêt pour le thème. Elle ne semble pas non plus liée à des différences entre les caractéristiques des deux situations qui s'avèrent très proches. Nous faisons **l'hypothèse la MI moindre dans le groupe 4 pourrait être liée à une différence dans le niveau de connaissance** initial des élèves concernant le thème de la forêt. Nous ne disposons pas des données permettant de vérifier cette hypothèse.

Par ailleurs, malgré les différences que nous avons observées entre les groupes (en particulier le groupe 1), nous ne pouvons ni « affirmer » ni écarter à ce stade l'hypothèse que les différences de motivation (en particulier MI à la connaissance) ou d'amotivation des élèves soient liées aux différences dans les contenus et modalités des interventions des enseignants, ou à leur caractère plus ou moins contrôlant.

Au regard du nombre limité d'élèves enquêtés, ces analyses statistiques n'ont pas prétention à viser une généralisation. De plus, comme nous l'avons mentionné plus haut, quelques indices laissent penser qu'une analyse globale au niveau de l'ensemble de la population enquêtée, voire au niveau de la population d'un groupe, peut masquer des effets très différenciés pour chacun des élèves du groupe.

Nous proposons donc dans le paragraphe suivant de réaliser une analyse qualitative des scores des réponses apportées par chaque élève au questionnaire de motivation et à celui relatifs à des informations les concernant. Quand cela est possible, nous y associerons les propos tenus par les élèves lors des entretiens que nous avons eus avec 8 d'entre eux.

3. Analyse qualitative des réponses aux questionnaires et aux entretiens

Les différences concernant la régulation des motivations ne sont pas toujours marquées de manière importante et sont difficiles à expliquer au niveau global des groupes. Du fait du faible effectif, des scores de réponses à une ou plusieurs questions d'un ou quelques élèves peuvent modifier significativement le score moyen. Nous avons donc fait l'hypothèse que l'analyse au niveau des groupes pourrait masquer des effets plus marqués au niveau des individus ou, au contraire, accentuer des effets liés à un ou quelques individus (hypothèse générale 1).

Pour examiner cette hypothèse, nous avons donc réalisé une analyse plus fine au niveau des réponses données au questionnaire par les élèves de chacun des groupes. Nous avons choisi de comparer le score de motivation de chaque élève au score moyen de motivation des élèves du même groupe afin de déterminer les élèves davantage motivés que la moyenne et ceux moins motivés que la moyenne. Pour étayer nos analyses, nous nous sommes appuyés aussi sur les contenus des entretiens semi-directifs avec 8 élèves (voir Tableau 3 page 25), dont 7 avaient

répondu au questionnaire (l'élève restante étant absente le jour du remplissage du questionnaire).

Dans cette partie, nous présentons dans un premier paragraphe les résultats de l'analyse des questionnaires de motivation et entretiens pour les élèves des groupes ayant utilisé Silva Numerica. Puis dans un deuxième paragraphe, nous présenterons les résultats pour ceux ayant réalisé les tâches avec la ressource vidéo. Enfin, dans un 3^{ème} paragraphe, nous ferons une synthèse des résultats obtenus. Pour faciliter la lecture, nous ne présentons pas dans le corps de texte l'ensemble des tableaux construits pour réaliser ces analyses (cf. annexe 7 p. 117).

3.1. Analyse qualitative de la motivation intrinsèque dans les groupes ayant utilisé Silva Numerica

Dans ce paragraphe, nous allons analyser les scores de motivation des élèves des groupe n°1 puis 3 correspondant aux situations d'enseignement avec l'EVE.

- ***Analyse des scores de motivation dans le groupe 1***

Dans les tableaux 46 et 47 (voir annexe 7), nous pouvons voir qu'un seul élève (sur 9) (Qu1) présente un score de MI significativement supérieur à la moyenne¹³. Comme le résume le score élevé de MI apprendre la forêt avec l'utilisation du simulateur, cette MI importante est liée au cumul entre la MI à la sensation lié à l'usage du simulateur et la MI à la connaissance liée au sentiment d'apprentissage sur la forêt. De fait, les résultats de la fiche signalétique montrent aussi un score élevé d'intérêt pour le thème de la forêt, ceci en lien avec un objectif de s'insérer dans un emploi dans le secteur forestier, secteur dans lequel il semble avoir déjà effectué un stage (qui explique aussi le score de ME régulation identifiée et donc d'utilité élevé).

Nous pouvons ajouter qu'une autre élève (C11) présente un niveau de MI élevé, et en particulier un score de MI à la connaissance très significativement supérieur à la moyenne. Il semble lui aussi lié : 1/ au sentiment d'apprendre de nouvelles connaissances concernant le thème de la forêt qui l'intéresse, et dans une certaine mesure avec les études et le travail qu'elle envisage (score d'utilité élevé) ; 2/ à l'usage de SN (cf. score de 6 concernant le plaisir à réaliser les activités numériques forêt). C'est d'ailleurs ce qu'elle confirme lors de l'entretien en insistant sur le fait que ce qui lui a plu, c'est « *qu'on pouvait se projeter et voir comment la forêt évoluait* »¹⁴. Elle explique qu'elle a en particulier appris des choses sur les relations entre certaines espèces d'arbres et les caractéristiques du milieu : « *certaines espèces d'arbres préféraient le milieu humide ou pas.* ». Nous pouvons alors interpréter son score élevé de MI apprendre la forêt avec simulateur comme lié à l'utilité qu'elle reconnaît à la situation proposée, dont l'outil numérique pour acquérir de nouvelles connaissances sur la forêt (sentiment d'apprentissage).

A l'inverse, un seul élève (A11) présente un score de MI significativement inférieur à la moyenne (confirmé par un score très élevé d'amotivation concernant la situation d'utilisation

¹³ Pour mémoire, nous avons ici défini qu'un score était significativement supérieur ou inférieur à la moyenne lorsqu'il s'en écarte d'une valeur supérieure ou égale à un écart-type.

¹⁴ Les phrases entre « » correspondent à des extraits d'entretiens avec l'un des élèves.

de SN). De manière apparemment paradoxale, il semble très intéressé par le thème de la forêt¹⁵. Cependant, d'une part ses scores de motivation indique qu'il n'a pas le sentiment d'avoir appris de nouvelles connaissances, ni pris du plaisir à utiliser le simulateur, ceci même s'il évalue très positivement son utilisabilité. D'autre part, l'examen de sa fiche signalétique indique qu'il juge l'utilisation d'un ordinateur « *utile mais pas pour l'école* » et ne l'utilise jamais pour des activités scolaires. Nous pourrions donc faire l'hypothèse que sa motivation intrinsèque faible et son score d'amotivation élevé sont liés à un jugement d'inutilité de la séance proposé avec SN pour acquérir de nouvelles connaissances concernant le thème de la forêt (cf. score d'utilité très faible).

De même, le score de MI à la sensation de Ma1 est faible, indiquant qu'il n'a pas pris de plaisir à réaliser les activités proposées avec le simulateur et qu'il les a faites pour acquérir des connaissances utiles pour sa filière de STAV (cf. score de ME régulation introjectée élevé). Nous pouvons relier cela à un jugement concernant une « *utilisation des logiciels toujours trop compliquée* » (même si l'utilisabilité de SN n'est pas mal notée).

La plupart des élèves de ce groupe (6 sur 9) présente un score de MI « moyen », associé à des scores de ME qui varient et un type de régulation plus ou moins autonome (identifiée) en particulier en fonction :

- de **leur intérêt** plus (No1, Ma1, Lu1) ou moins élevé (An1 et E11) pour le thème de la forêt,
- du **jugement d'utilité** de la ressource et des tâches associées pour acquérir des connaissances (sur la forêt) en lien avec : 1/ l'existence ou non d'une perspective de poursuite d'études (Lu1) et/ou d'un possible travail dans le secteur forestier (Ar1, No1, Ma1, C11 voire Lu1) (ce qui n'est pas le cas de An1 et E11) ; 2/ Leur rapport général aux outils numériques et à leur utilité pour apprendre dans le cadre scolaire (E11 indique ainsi : « *moi c'est vrai que je préfère travailler avec des cours qu'on a habituellement. (...) Mais sinon oui ça peut être intéressant pour certains mais c'est vrai que moi travailler comme ça j'ai plus de mal* »).

Ainsi, nous pouvons ajouter que les **caractéristiques des tâches demandées**, sont intervenues dans le ressenti de certains élèves et donc dans leur motivation. Nos entretiens avec An1, C11 et E11 montrent ainsi que, d'un côté, les actions à réaliser sur SN (observation, coupes d'arbres et simulations d'évolution) semblent agir de manière positive sur la motivation :

Ch : Qu'est-ce qui t'a particulièrement plu ou déplu ?

C11 : qu'on pouvait se projeter et voir comment la forêt évoluait. (...) C'était on pouvait vraiment se projeter comme si on était dedans.

Ch : Qu'est-ce qui t'as plu en particulier ? Les éléments que tu as bien aimés ?

E11 : Du fait d'être dans la forêt, d'être dans un truc virtuel, de pouvoir faire des choses, par exemple couper les arbres ou en semer. (...) Je trouve que quand fallait s'amuser à couper des arbres, et regarder dans une parcelle ce qu'il y avait, c'était plutôt intéressant à faire.

¹⁵ Cet élève souhaite être agriculteur.

De l'autre, **les tâches d'apprentissage** (répondre à des questions, remplir des tableaux) leur ont paru « *des fois trop répétitif* » et « *C'était un peu long le tableau* » à remplir (ce que confirme E11), ceci même s'ils comprennent l'utilité de ces tâches :

E11 : Le fait de poser des questions je trouve que c'est quand même intéressant parce qu'on suit plus ce qu'on fait dans quand on est en train de couper les arbres ou semer dans une parcelle. Parce que du coup ben oui, on réfléchit plus. Enfin ça aide quand même.

Pour ce groupe d'élèves, le **caractère de nouveauté** de la situation d'usage du numérique dans un contexte scolaire joue un rôle limité et variable sur le niveau de MI selon les élèves.

Concernant l'utilisabilité de la ressource¹⁶, seul le score de Lu1 indique un jugement très négatif, sans que cela ait affecté de manière significative sa motivation (elle note ainsi par un score de 6 le plaisir pris à réaliser une activité nouvelle ainsi que les activités numériques proposées). Le score d'utilisabilité d'An1 est lui aussi assez faible. Elle confirme lors de l'entretien que « *Dans l'ensemble c'était bien. Après, c'était un peu chiant quand ça nous éjectait du jeu au bout d'un moment.* ». Elle explique aussi qu'il lui a fallu un peu de temps pour « *retenir les touches* » qui permettent le déplacement. E11 explique aussi que les « *bugs c'était un peu chiant quoi pour faire correctement* » les tâches demandées (ce que l'on peut mettre en lien avec le score faible de MI accomplissement). Lors de l'entretien, C11 confirme qu'elle « *a bien aimé* » bien qu'il « *y avait quelques bugs* » qui l'« *obligeaient à revenir à zéro* » et qu'elle a rencontré au départ quelques problèmes de prise en main de l'outil, en lien avec un manque d'habitude dans l'usage de ressources¹⁷ :

C11 : Ben au début c'était compliqué les changer ou aller trouver les outils qui correspondait. Au début j'ai eu un peu de mal quand même.

Ch : Au niveau des commandes, tu as trouvé ça facile ou compliqué ?

C11 : Ouais c'était quand même assez compliqué mais bon après moi je suis pas trop ordi donc du coup les [trucs] comme ça je sais pas faire.

A l'inverse, A11 donne un score élevé d'utilisabilité malgré un niveau de MI faible.

Il est intéressant de noter que si C11 regrette qu'il n'y ait pas eu davantage d'espèces d'arbres, c'est parce que cela lui aurait permis d'apprendre leurs caractéristiques et non en termes d'authenticité de la simulation au regard d'une forêt réelle.

Ces éléments laissent donc penser que **la motivation (MI comme ME) des élèves pour cette situation peut être affectée par l'utilisabilité de Silva Numerica** si les bugs ou l'ergonomie rendent **la réalisation des tâches demandées plus difficile au point qu'elles ne permettent plus d'avoir le sentiment d'apprendre** (MI connaissance), voire ne peuvent plus être réalisées complètement et/ou avec le niveau d'exigence attendu (MI accomplissement). Nous pouvons ajouter qu'au vu des réponses des élèves et des entretiens, si quelques-uns ont mis plus de temps à « prendre en main l'outil », aucun n'a eu de difficulté importante à apprendre à se servir de

¹⁶ Deux élèves (Arthur et Quentin) n'ont pas noté l'ergonomie de Silva Numerica.

¹⁷ Dans la fiche signalétique, elle indique que l'utilisation d'un ordinateur n'est « pas son domaine », lui est « assez difficile » et « ne l'intéresse pas plus que ça ». Dans l'entretien elle dit qu'elle ne joue jamais aux « jeux vidéo »

Silva Numerica, y compris pour ceux qui déclarent avoir des difficultés à utiliser certains outils numériques¹⁸.

Si, dans ce groupe, il n'est pas possible d'établir un lien systématique entre le score de MI et la spécialité suivie (aménagement ou production), nous pouvons cependant noter que les 4 élèves engagés dans la spécialité aménagement sont les 4 qui présentent le score de MI le plus élevé (dont les deux qui sont significativement plus élevés que la moyenne). Cela vient confirmer l'observation faite au paragraphe 1 (p. 31) que les **élèves engagés dans la spécialité aménagement sont davantage motivés** (motivation autonome) par les activités sur le thème de la forêt proposées. Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées. Tout d'abord, nous pouvons penser que les élèves de la spécialité aménagement ont un intérêt plus marqué pour le thème de la forêt. Cependant, un des élèves de la spécialité production présentent des scores d'intérêt tout aussi élevés pour ce thème, associés à des scores plus faibles de MI (A11). Ensuite, nous pouvons penser que les élèves de la spécialité aménagement ont un niveau de connaissances plus important concernant la forêt et que les tâches proposées pourraient leur paraître trop simples et par conséquent limiter leur sentiment d'apprentissage. C'est ce que laisse penser par exemple C11 lors de son entretien : « *Certaines étaient un peu simples. Mais sinon non c'était bien parce que du coup ça nous faisait un résumé de ce qu'on avait vu.* ». Ce **lien entre la motivation et le niveau de connaissance initial** semble aussi confirmé par An1 :

Ch : Tu n'as eu l'impression d'apprendre grand-chose ?

An1 : Ben pas plus que ça. Après je connaissais déjà pas mal de chose

Ch1 : Parce que chez toi tu es dans la forêt ? tes parents sont dans le milieu forestier ?

An1 : Non mais parce que [je lis] des revues et j'ai des connaissances qui sont dans le bucheronnage.

De fait, ce n'est pas toujours le niveau de connaissances sur le thème de la forêt qui est intervenu, mais parfois une connaissance plus globale des phénomènes végétaux comme l'indique E11 :

Ch : Est-ce que tu as eu l'impression d'apprendre des choses ?

E11 : Ben euh ouais, enfin après c'est vrai que les questions qu'on avait des fois, avec les cours qu'on avait à côté, ben je pouvais répondre aux questions avec les cours que j'avais eu à côté. Par exemple en agronomie des choses comme ça.

Au regard des entretiens avec C11, E11 et An1, nous pouvons penser aussi que le **sentiment limité d'apprentissage** pourrait avoir été accentué par le fait que, lors de cette séance, il n'y a **pas eu de mise en commun des réponses aux questions de l'activité 3** (bilan) et d'apports sur les concepts visés : « *On peut pas trop savoir si on a juste ou faux* » (An1). A l'inverse, le cas de C11 laisse penser que ces **connaissances lui permettant de réaliser les tâches peuvent au contraire accentuer sa MI accomplissement en lui permettant de réaliser les tâches avec le niveau d'exigence attendu.**

Seule la comparaison avec les autres groupes pourra peut-être nous permettre de trancher entre ces différents éléments de la situation proposée.

¹⁸ Il conviendrait ici d'examiner plus précisément les difficultés auxquelles ces élèves font référence afin de savoir si elles relèvent de l'ergonomie de ces ressources ou d'autres difficultés sans lien avec la ressource elle-même (ex : difficulté de lecture, d'écriture,...).

- **Analyse des scores de motivation dans le groupe 3**

Les tableaux 48 et 49 (voir annexe 5 p.117) présente les scores de motivation des élèves du groupe 3 ainsi que les informations tirées de leurs fiches signalétiques.

Ils montrent tout d'abord qu'une proportion d'élèves plus importante que dans le groupe 1 (4 élèves sur 14) présente des scores des MI significativement supérieurs à la moyenne (Té31 : Aménagement, Th31 : Aménagement, Si3 : Aménagement, En3 : Production).

Pour 3 de ces élèves (Th31, Si3 et En3), ce score de MI élevée est lié,

- d'une part, à un niveau de MI pour l'acquisition de connaissances sur la forêt important, en lien avec un **intérêt marqué pour le thème de la forêt** que nous pouvons associer à des **objectifs de poursuite études et/ou de travail dans le secteur forestier**¹⁹ (qui explique qu'à la MI soit associé un niveau de ME à régulation identifiée élevé).
- D'autre part, à **l'usage d'une ressource numérique, qui semble constituer une nouveauté**, et à son **utilité pour l'apprentissage des connaissances** sur la forêt (scores élevés de MI à la sensation, de MI nouvelle activité, de MI apprendre la forêt avec le simulateur et de MI activité numérique forêt).

Pour Si3 s'y ajoute un **niveau de connaissance** de la forêt qu'il juge peu important et qui pourrait renforcer son sentiment d'apprendre dans la situation proposée (score de MI connaissance plus élevé que les 3 autres élèves).

Le cas de Té31 est un peu différent. En effet, si son score de MI est élevé, cela semble davantage en lien avec **la nouveauté et le caractère « amusant » et intéressant** de l'usage d'une ressource numérique dans une situation scolaire (cf. un score de MI à la sensation élevé et les scores de MI apprendre la forêt avec le numérique et MI activité numérique sur la forêt). En effet, ce score ne peut ni être relié à un intérêt pour le thème de la forêt, ni à un but d'acquisition de connaissances pour sa filière actuelle, de futures études ou un travail visé (score d'utilité faible). Pour une part, son score élevé de ME introjectée et externe montre qu'il a réalisé les activités proposées parce qu'elles lui étaient demandées (imposées) même s'il y a pris du plaisir et s'il semble reconnaître leur utilité pour acquérir des connaissances (connaissances dont il juge qu'elles ne lui seront pas utiles cependant).

Concernant son score de MI à la sensation un peu moins élevé que les 3 autres, il pourrait être lié à **l'utilisabilité de SN qu'il a jugée très moyenne** (score inférieur à ceux de Th31, Té31 et surtout Si3).

Leur niveau de MI accomplissement plus élevé que celui des autres élèves (sauf Ma33), en particulier pour En3 et Té31, tend aussi à montrer que l'activité proposée était **une sorte de défi** pour eux, dans le sens où ils souhaitaient « tester » leur connaissances/compétences par la **réalisation des tâches demandées avec SN** (tous les 4 indiquent leur plaisir à terminer les activités demandées avec des scores de 5 à 7)

Nous pouvons ajouter à ces 4 élèves, 4 autres élèves qui présentent un score de MI à la connaissance (Ro3, Ma31, Té32) ou de MI accomplissement (Ma33) supérieur à la moyenne, même si leur score de MI globale n'est que légèrement supérieur à la moyenne. Dans les 4 cas, **la nouveauté des activités** proposées (avec la ressource SN) joue un rôle important (score

¹⁹ Thomas a d'ailleurs déjà fréquenté des professionnels du secteur forestier.

maximum ou presque à la question 2). **S’y ajoute un sentiment d’apprentissage important de connaissance** sur la forêt grâce à la ressource numérique et aux tâches proposées (cf. réponses aux questions 1, 2 et 3 dont les scores sont très élevés). **Le score de MI et le type de régulation de la ME varie alors en fonction du but pour lequel cette acquisition de connaissances présente une utilité.** Ainsi pour Ro3 et Té32, le score élevé de ME régulation identifiée (et d’utilité) élevé est lié à un intérêt fort pour le thème de la forêt et le sentiment d’apprentissage de connaissances utiles pour leur filière, les études et le travail qu’ils envisagent²⁰. Pour Ma33, cette MI à la connaissance est associée à une MI accomplissement et une ME régulation introjectée élevée. Nous pouvons la mettre en lien avec un intérêt fort pour le thème de la forêt, mais une utilité uniquement pour la filière et les études envisagées (pas pour un travail), ce qui se traduit d’ailleurs par le fait que son niveau de MI connaissance (et d’utilité) est moins élevé que pour Ma31 et Ro3. S’y ajoute un rapport aux ressources numériques très positif (« *c’est l’avenir* ») y compris pour les activités scolaires (nombreuses utilisations signalées dans la fiche signalétique et score élevé à la question du plaisir à réaliser les activités numériques sur la forêt). Enfin pour Ma31, ce score de MI ne semble pas lié aux études ou au travail envisagé (score d’utilité plus faible que pour les autres) et le score d’intérêt pour le thème est moyen.

A ceci s’ajoute des scores d’utilisabilité au-dessus de la moyenne, en particulier pour Ro3 et Té32. Les quelques bugs et les caractéristiques de l’EVE n’ont donc pas limité la motivation de ces élèves.

Les tableaux 48 et 49 (voir annexe 5 p. 131) montrent ensuite que 3 élèves présentent des scores de MI faible (Li3 et Th32-spécialité aménagement et Em3 – spécialité production).

Le score de MI de Li3 est particulièrement faible, qu’il s’agisse des MI à la connaissance, à l’accomplissement ou à la sensation. Il est associé à des scores d’amotivation et de ME externe élevés. L’élève n’a donc réalisé ces activités que parce qu’elle était contrainte par la situation. D’un côté, son **absence d’intérêt pour le thème de la forêt** et pour acquérir des connaissances sur ce thème (MI connaissance et ME identifiée faibles) peut expliquer cette MI faible. Nous pourrions d’ailleurs faire l’hypothèse que son absence de connaissances sur ce thème est liée à cette absence d’intérêt. Dès lors, **l’absence de connaissances ne se traduirait pas systématiquement de manière positive sur la motivation intrinsèque à l’acquisition de connaissances, mais serait fonction de l’émergence d’un intérêt sur ce thème.**

A cela nous pouvons ajouter un **score d’utilisabilité de la ressource très faible** : 1/ probablement en lien avec les quelques bugs de SN durant la séance ; 2/ et à la difficulté à s’approprier la ressource et trouver les infos qu’elle indique dans le questionnaire (l’utilisation l’a fatiguée), qui pourrait d’ailleurs aussi être lié à son manque de connaissances de la forêt rendant le contenu difficile à comprendre (cf. réponse à la question 22). Cela permet de comprendre le niveau de MI sensation faible (voir le niveau d’amotivation important) même si elle semble avoir apprécié le caractère nouveau de l’utilisation de la ressource numérique.

Cependant, d’un autre côté, son **score élevé de ME externe est à relier à un but d’acquisition de connaissances** nécessaires pour sa filière actuelle et pour les études qui l’intéresse (mais moins pour le travail qu’elle envisage).

²⁰ Té32 dit notamment qu’il a acquis des connaissances en stage à l’ONF.

Concernant Th32, le score de MI faible est en particulier lié à une MI accomplissement faible par rapport à celle du groupe (de manière significative) et une MI à la connaissance également assez faible. Pourtant ses réponses montrent qu'il est intéressé par le thème, en lien avec un intérêt pour la chasse et par le fait d'« être dans la forêt » (cf. fiche signalétique et entretien). Il est aussi intéressé par l'acquisition de connaissances sur la forêt, que ce soit pour sa filière, pour des études à venir ou même pour le travail qu'il envisage (score de ME identifiée et utilité assez forts). Dès lors, ces scores de MI semblent s'expliquer **par un sentiment de ne pas apprendre de nouveaux éléments** sur la forêt en lien avec un niveau de connaissances déjà important au regard des questions posées et des explications complémentaires de l'enseignants, ce qu'il confirme lors de l'entretien : « *Vu que je suis quand même pas mal dans le milieu du bois, non j'ai pas appris grand choses* ». A cela s'ajoute une **utilisabilité de l'EVE qu'il juge faible** (cf. scores bas d'utilisabilité et concernant les questions qui portent sur l'apprentissage de la forêt avec le numérique), notamment en lien avec les « crashes » du logiciel et le faible réalisme du graphisme : « *Niveau graphisme, après c'est pas très beau mais c'est pas ?? de réalité, c'est pas mal.* ». L'effet nouveauté ne parvient pas à accentuer sa motivation, même s'il aime pratiquer les « jeux vidéo » et a préféré cette séance avec SN à un cours habituel : « *qu'on arrive mieux à apprendre. C'est plus simple je trouve (...) c'est plus ludique d'apprendre avec ça.* ». Enfin, il est plausible que son score faible de MI accomplissement soit lié au fait qu'il n'est pas parvenu à réaliser toutes les activités du fait du **manque de temps** (il revient à plusieurs reprises sur ce point lors de l'entretien).

Enfin, concernant Em3, tous les types de régulation aboutissent à un niveau de motivation limité sans être pour autant de l'amotivation. Son score de MI est bas, en particulier en lien avec une faible MI accomplissement. Son score de MI connaissance et de ME identifiée sont plutôt bas (score d'utilité faible), alors même qu'elle indique dans la fiche signalétique qu'elle n'a pas de connaissances sur la forêt mais « *aimerait en savoir plus sur la forêt* » en précisant entre parenthèse que son intérêt se porte sur « *la nature* » (ce qui peut expliquer un score d'intérêt moyen pour le thème de la forêt - score d'intérêt = 4). Ce souhait d'acquérir quelques connaissances est tourné vers sa filière (réussite au bac STAV ?), mais pas les études ou le travail qu'elle envisage par la suite. A partir de ces éléments nous pouvons faire l'hypothèse que ce score faible de MI (accomplissement) **serait en lien avec les tâches proposées avec SN et l'utilisabilité de SN (score un peu bas)** pour apprendre des connaissances pour ses études actuelles qui se traduirait dans un score d'utilité faible de la situation proposée. La faible utilisabilité pourrait être en lien avec des **difficultés de lecture et compréhension (cf. fiche signalétique) des consignes comme des informations** renvoyées par SN, voire aussi avec un **niveau de connaissances initial trop faible** pour lui permettre de les comprendre et de les réaliser dans le temps imparti.

La dernière partie des élèves de ce groupe présentent des scores de MI « moyen bas » (inférieur à 5). Pour eux, la motivation à réaliser les tâches proposées avec SN est essentiellement externe mais les raisons sont différentes de l'un à l'autre.

Pour An3, la régulation de la motivation externe est de type identifiée, en lien avec un but d'apprentissage de connaissances utiles pour sa filière, les études et le travail qu'il envisage (score d'utilité élevé) et un intérêt élevé pour le thème de la forêt. Il a d'ailleurs déjà réalisé un

stage avec des techniciens forestiers. SN « *permettait de mieux comprendre, de s'imaginer les choses. Des choses qu'on savait déjà, mais ça a permis que ce soit plus simple à comprendre* ». Cependant, son sentiment d'apprentissage a été limité : « *J'ai pas forcément appris mais ça a plus éclairé des choses. Des trucs je savais que ça marchait comme ça mais je savais pas pourquoi et avec SN ça permet un peu plus de comprendre le pourquoi ça marche comme ça.* ». Nous pouvons relier ce sentiment en grande partie au manque d'utilisabilité qu'il attribue à SN (score = 3,1) : « *prise en main compliquée* » ; « *problème de réseau* » ; « *pas très intuitif* » (confirmé lors de l'entretien). Nous pouvons mettre cela en lien avec son manque d'habitude d'utiliser des environnements virtuels y compris dans le cadre de jeux. Cela explique qu'il n'ait pas pris de plaisir à utiliser l'EVE et pas réussi à réaliser facilement et jusqu'au bout les tâches demandées, ce qui se traduit par son score de MI sensation et accomplissement faibles : « *J'ai quand même eu du mal à finir les activités* ». **Comme dans le cas d'En3, nous pouvons souligner que les résultats montrent que la motivation intrinsèque peut être atténuée par le jugement d'utilisabilité de l'EVE, y compris avec un score élevé de MI à la connaissance et d'intérêt pour le thème, associés à des buts bien définis (donc pas seulement quand la MI est liée à la nouveauté et à l'usage d'une ressource numérique).** Nous pouvons ajouter que l'usage du simulateur a eu un effet nouveauté très limité sur sa motivation, d'autant que les tâches d'apprentissage associées lui ont paru fastidieuses :

Ch : Le séance est passée vite par rapport à un cours de SVT ou d'histoire ou est-ce que ça a été assez long ?

An3 : J'aurais pas trop vu de différence. Ni plus long ni plus court. Moi c'était un peu pareil

Ch : Tu n'as pas été plus motivé pour faire SN que pour un cours ? c'est la même chose ?

An3 : Ouais à peu près. Ben parce que ça change. Mais je pense que si on faisait que ça, enfin si on faisait moitié moitié on verrait pas trop la différence.

(...)

Ch : Les questions ?

An3 : Non ça allait

Ch : C'était plutôt long à répondre, à faire ? ou rapide, facile, simple ?

An3 : Ça va. C'était plutôt rapide à part les, y'avait deux tableaux Excel c'est un peu long ça. Sinon les autres questions c'était plutôt rapide.

Pour Ma32, la motivation à réaliser les tâches semble surtout liée au plaisir (limité) pris à l'utilisation de la ressource numérique (sans qu'il y ait d'effet nouveauté marqué) et à un intérêt pour le thème de la forêt. Elle n'est pas ou peu en lien avec l'acquisition de connaissances (MI connaissances) ou les études ou le travail envisagé (ME identifiée très faible). S'y ajoute un score **d'utilisabilité moyen, probablement lié en particulier aux questions qu'elle n'a pas jugées utiles** (scores faibles à la question 4 et à la question 23).

Pour No3, la réalisation des tâches est liée à une régulation externe de la motivation, mais aussi en partie à une régulation identifiée par des **buts liés à sa filière et aux études envisagées** (score d'utilité moyen) et **un intérêt pour le thème** de la forêt. Elle semble aussi liée au **caractère relativement nouveau** de l'utilisation d'une ressource numérique qu'il a apprécié.

Dans ce groupe, il n'est pas possible d'établir un lien systématique entre la spécialité suivie et le score de MI des élèves : 3 des élèves de la spécialité aménagement ont un score de MI élevé et 4 un score faible.

Le type de régulation de la motivation des élèves de ce groupe est donc intrinsèque lorsque se combinent

- le **sentiment d'apprendre des connaissances** en lien avec des buts liés aux études ou au travail envisagé et un intérêt pour le thème de la forêt (utilité de la séance par rapport à ces buts)
- et/ou un **sentiment de nouveauté** de la situation d'usage de la ressource numérique.

Elle devient **extrinsèque** lorsque ces deux sentiments diminuent parce que le sentiment d'apprendre et/ou plaisir d'utiliser une ressource nouvelle pour réaliser des tâches plus inhabituelles (simulations) se trouvent limités par :

- **une utilisabilité** de l'EVE jugée **insuffisante** en lien avec les « bugs » du logiciel mais aussi avec la plus ou moins grande facilité à apprendre à se servir de SN (fonction de l'habitude d'usage des ressources numériques – en particulier les jeux). S'y ajoute peut-être **parfois des difficultés de lecture et de compréhension** des consignes comme des informations données par l'EVE qui pourraient correspondre **à des difficultés liées à la littéracie qui se manifesteraient aussi dans l'usage de SN** (difficulté de lecture compréhension générales et/ou liées à un niveau de connaissances trop faible sur la forêt pour comprendre le vocabulaire utilisé dans l'EVE) ;
- **un problème d'adéquation du niveau des tâches au regard du niveau initial de connaissances** de ces élèves qui ne permettrait pas de susciter un « intérêt cognitif » (Kinch, 1980) et donc un engagement pour la réalisation de ces tâches : niveau de connaissances sur le thème trop faible (Li3 et Em3) ou trop élevé (Th32) ;
- Une situation que les élèves **ne différencient que peu des situations scolaires habituelles** car : 1/ les tâches proposées avec l'utilisation de l'EVE (répondre à des questions, remplir des tableaux) associées à une mise en commun de réponses et quelques apports sur les concepts visés, seraient jugées **trop proches des tâches scolaires habituelles** ; 2/ le temps réel d'usage de l'EVE en autonomie y reste limité (50 min) ;
- Un **temps insuffisant** pour réaliser l'ensemble des tâches.

La régulation de cette ME serait alors plus ou moins autonome (identifiée) en fonction du but visé : ME identifiée forte si le but est l'acquisition de connaissances orientées vers l'accès à des études et un métier en lien avec la forêt ; ME identifiée réduite et ME externe moyenne si le but est limité à l'acquisition de connaissance pour réussir dans la filière sans véritable intérêt pour le thème de la forêt; ME externe voire amotivation importante si le but est l'acquisition de connaissances pour accéder aux études envisagées mais sans lien avec le thème de la forêt.

Si **tous les élèves reconnaissent l'intérêt des bilans et corrections** réalisés par les enseignants dans cette situation (soit pour mieux comprendre, soit pour confirmer leurs réponses ou identifier leurs erreurs), rien ne permet de dire si ces corrections sont intervenues dans la régulation de leur motivation. En effet, les entretiens montrent que le **sentiment d'apprentissage associé est variable** selon les élèves. Autrement dit, il semble que ces « feedbacks » pourraient jouer un rôle uniquement dans le cas où les contenus proposés sont d'un niveau supérieur au niveau actuel de connaissances des élèves (ce qui n'a rien de surprenant).

A l'inverse, malgré une **prise en main guidée de SN, celle-ci a pu apparaître difficile** pour quelques élèves. Associée à une ergonomie encore peu aboutie et à quelques bugs, elle a entraîné une baisse de motivation importante chez plusieurs élèves.

A ce niveau, nous pouvons élaborer des premières pistes de réflexion (hypothèses) qui demanderont à être confirmées avec les résultats des autres groupes.

D'une manière globale, il semble que le sentiment d'**utilité qu'ils attribuent à la situation d'usage de la ressource Silva Numerica pour apprendre** est essentielle dans la régulation autonome (intrinsèque et/ou externe identifiée) de leur motivation. Cette utilité serait fonction :
1/ du sentiment d'apprentissage des élèves, fonction en particulier du **rapport entre les contenus proposés** (« niveau » et nature des concepts visés et tâches d'utilisation de SN proposées) au regard du niveau de connaissances préalable concernant la forêt (zone potentielle de développement propre à chaque élève). Les « **feed backs** » et **apports réalisés par les enseignants en lien avec les tâches à réaliser et les apprentissages visés** interviendraient dans un second temps, seulement si les tâches proposées impliquent des apprentissages pour les élèves.

2/ de **leur intérêt pour le thème et les apprentissages visés au regard de but identifiés** (scolaires et/ou professionnels) ;

3/ du **sentiment de nouveauté** concernant l'usage de la ressource numérique et des tâches proposées pour apprendre et de l'acceptabilité de cet usage au regard de **leur rapport à l'usage des ressources numériques** (plus ou moins grande facilité d'utilisation) ;

4/ **des caractéristiques d'utilisabilité** de la ressource numérique, en lien avec ses caractéristiques ergonomiques mais aussi au regard d'éventuelles difficultés cognitives plus globales propre à chaque apprenant (difficultés de lecture, de compréhension ; etc.).

5/ de **caractéristiques des tâches proposées** (temps disponible pour les réaliser en particulier)²¹.

²¹ Nous ne faisons pas de référence explicite dans ce paragraphe à l'entretien conduit avec M (groupe 3), qui n'avait pas pu remplir le questionnaire de motivation. Cependant, les réponses qu'elle apporte viennent appuyer chacune des hypothèses formulées.

3.3. Analyse qualitative de la motivation intrinsèque dans les groupes ayant utilisé la ressource vidéo

Dans ce paragraphe nous allons procéder à une analyse similaire à la précédente pour les deux groupes d'élèves ayant été placés dans la situation d'enseignement avec une ressource audio-visuelle.

En préalable nous devons ici faire une remarque globale concernant les scores de motivation des groupes ayant participé à la situation utilisant la ressource audio-visuelle. Comme nous l'avons identifié au paragraphe 2 avec les analyses statistiques, le groupe 4 se distingue des 3 autres par un score de MI moyen plus faible. Comme nous allons le voir cela semble lié **au sentiment d'avoir été contraint de réaliser les tâches** demandées dans le cadre de l'expérimentation (cf. score maximum à la question 16 : « j'ai fait l'activité car on m'a demandé de la faire » pour 9 élèves sur 10 de ce groupe dont un élève qui signale « *on n'a pas eu le choix* »). Cet effet est moins marqué dans le groupe 2 où seuls 3 élèves sur 7 ont indiqué un score de 7 à cette question. Il n'est pas visible dans les groupes 1 et 2 ayant utilisé l'EVE (7 élèves sur 23). Malgré les précautions que nous avons prises en réalisant une comparaison avec une situation utilisant une ressource audio-visuelle moins habituelle dans les enseignements, **il y aurait donc une forme de biais dans les résultats du groupe 4** qui pourrait être dû au fait que la plupart des **élèves auraient préféré** pouvoir intégrer le groupe ayant **testé le simulateur Silva numerica**.

- *Analyse des scores de motivation dans le groupe 2*

D'après les tableaux 50 et 51 (voir annexe 5), nous pouvons tout d'abord noter que dans ce groupe l'intérêt pour le thème était moyen pour la plupart des élèves (score = 2 ou 3 pour 6 élèves sur 7). De plus, les deux scores les plus élevés de MI concernent des élèves qui suivent la spécialité aménagement. Cela rejoint les constats faits au paragraphe 2 lors des analyses statistiques.

Deux élèves présentent des **scores de MI très élevés** (Vi2 et A12), associant une MI à la **connaissance et à la sensation** maximales. Cette MI serait donc liée avec les caractéristiques de la ressource vidéo utilisée (tous deux ont mis des notes maximales à son utilisabilité et précisé qu'ils auraient mis un score supérieur à 7 si l'échelle avait été au-delà), associé à sentiment d'apprentissage important (se traduisant dans le score d'utilité de la ressource). Dans les deux cas, cette motivation ne peut pas être mise en lien avec les poursuites d'études ou le travail envisagé, mais **seulement avec la filière STAV suivie**. Cependant, si tous les deux indiquent avoir des connaissances sur la forêt (acquises avec un garde forestier et son papi pour Victor), seul Alexis indique un intérêt fort pour le thème.

Une troisième élève (Am2) présente un score de **MI à la connaissance élevé associé à une ME régulation identifiée maximale (7/7)**. Sa motivation est donc liée à son sentiment d'apprentissage de connaissances en lien avec **les études et le travail qu'elle envisage**, qui se traduit dans le score d'utilité de la séance. Malgré un intérêt moyen pour le thème de la forêt, nous pouvons penser que son niveau de connaissances peu important sur ce thème associé à un

jugement favorable sur les caractéristiques de la ressource **vidéo et son utilité pour apprendre** ont contribué à son sentiment d'apprentissage et à sa motivation.

Dans ces trois cas, la **motivation autonome semble donc liée à la pertinence de la ressource vidéo pour l'apprentissage de connaissances sur la forêt** (cf. score d'utilisabilité et d'utilité) et à sa relative **nouveauté**. Mais **selon les élèves, c'est l'intérêt pour le thème ou l'acquisition de connaissances utiles pour les études ou le métier envisagé qui explique la régulation plus ou moins autonome ou externe de la motivation**.

Pour trois autres élèves (Pa2, Gu2 et Cl2), le score de MI moyen semble, à l'inverse, relié à : 1/ un **sentiment d'utilité de la situation là encore limité au regard des études ou du travail** qu'ils envisagent associé à un **intérêt peu important** pour le thème (score d'utilité moyen voire faible pour Cl2 ; régulation extrinsèque pour Gu2) ; 2/ Un **sentiment d'utilisabilité de la ressource limité pour apprendre des connaissances** sur la forêt (score de MI connaissance ; MI sensation moyen ; utilisabilité faible). Le niveau de connaissance « moyen » pour Pa2 concernant la forêt peut expliquer que son score de MI connaissance soit légèrement plus élevé que pour les deux autres élèves. Il n'y a **pas non plus un réel effet de nouveauté** de la ressource même s'ils l'ont trouvé plutôt amusante et intéressante.

Enfin, une élève (Em2) se distingue des autres par son score de MI significativement plus faible associé à un score d'AM significativement plus élevé. Par contre, le score des réponses aux questions 3 et 5 semblent indiquer qu'elle a eu le sentiment d'apprendre quelques connaissances ce qui peut être mis en lien avec un niveau de connaissances initial qu'elle juge faible sur la forêt. Si son score de MI sensation est faible, indiquant qu'elle n'a pas pris de plaisir dans la situation proposée, il ne semble pas lié à la ressource vidéo en elle-même au regard du score élevé d'utilisabilité et du fait qu'elle indique que l'activité était amusante. Nous pourrions faire l'hypothèse que les tâches associées au visionnage de la vidéo (questions et correction commune) lui sont apparues comme habituelles, limitant un éventuel effet de nouveauté de l'usage de la vidéo (score moyen à la question 4). Le score de ME est faible en lien avec le fait qu'elle ne peut relier les apprentissages visés avec sa filière, les études ou le travail qu'elle envisage (score d'utilité très faible). Nous pouvons donc faire l'hypothèse que **l'amotivation de cet élève est liée à la combinaison entre, d'un côté, le sentiment d'inutilité de la situation proposée au regard de ses buts et d'un intérêt limité pour le thème, et, de l'autre, une situation dans laquelle la ressource proposée n'a pas pu contrebalancer le caractère habituel des tâches attendues**.

- *Analyse des scores de motivation dans le groupe 4*

Les tableaux 52 et 53 (annexe 5) présentent les résultats des réponses au questionnaire pour les élèves du groupe 4.

Un seul élève (Th4) présente un score de **MI significativement supérieur** à la moyenne, associé à un score de ME lui aussi supérieur à la moyenne pour la régulation identifiée et introjectée. D'une part, son score de MI connaissance montre qu'il a eu **le sentiment d'apprendre** de nouvelles connaissances dans cette situation, sur un **thème qui l'intéresse**, connaissances qui lui **seront utiles pour sa filière actuelle, mais aussi pour le travail et les études** qu'il envisage (scores de ME identifiée et donc d'utilité élevés). D'autre part, la situation

et la ressource utilisée lui ont semblées pertinentes pour ces apprentissages (scores élevés aux questions 3 et 5 sur l'apprentissage avec la vidéo). Enfin, s'y est associé un **sentiment de nouveauté** de la situation au regard des situations scolaires habituelles.

A l'inverse, deux élèves (Ch4 et Li4) présentent des scores de **MI faibles**. Dans les deux cas, le thème ne suscite qu'un **intérêt limité**. Lors de l'entretien, Ch4 interroge **d'ailleurs la signification de la situation et du thème proposés au regard de la finalité de la formation** : « *Après nous on est en production au lycée. Donc c'est vrai qu'on a trouvé ça bizarre qu'on soit sur quelque chose de la forêt* ». Mais, Li4 trouve un lien entre la situation d'apprentissage proposée et les buts qu'elle poursuit ce qui se traduit dans un score de ME identifiée moyen (lien toutefois limité au regard des scores aux questions correspondantes). A l'inverse, le score d'amotivation élevé de Ch4 peut surtout être relié au fait que cette situation et les apprentissages visés **ne peuvent être associés à sa filière, ni à une poursuite d'étude ou un travail envisagé** (utilité faible). **Dès lors pour elle, la nouveauté de la situation** proposée et les caractéristiques de la ressource vidéo ne s'avèrent pas suffisantes pour limiter cette amotivation, bien qu'intervenant de manière positive sur sa motivation comme le montre les scores aux questions 8 et 9 et à celles concernant l'utilisabilité, ainsi que ce que Ch4 dit lors de l'entretien :

Ch : Qu'est-ce qui t'as plu en particulier dans la séance ?

Ch4 : (...) J'ai bien aimé la vidéo parce que c'est pas souvent qu'on travaille comme ça donc ça... une autre méthode de travail.

Ch : Vous regardez pas de vidéo en classe ?

Ch4 : Non c'est plus des documents. C'est statique c'est pas de la vidéo

Ch : Tu trouves que ça passe plus vite quand c'est de la vidéo que des cours normaux ?

Ch4 : Oui oui puis même je trouve qu'il y a plus d'explications dans une vidéo, c'est mieux, on comprend mieux.

(..)

Ch4 : Je préfère quand y'a des vidéos déjà ça passe plus vite et puis nous on est quand même assez technologique donc dès qu'il y a une vidéo du coup on est un peu plus concentré je trouve.

Les caractéristiques des tâches d'apprentissage proposées (répondre à des questions) ne semblent pas non plus être les principaux responsables de son amotivation :

Ch : Si on te proposait de refaire la séance avec vidéo qu'est-ce que tu aimerais retrouver ?

Ch4 : Les questions et la vidéo parce que ça permet quand même de prendre des informations, de pas être fixé sur la vidéo.

Les réponses de Li4 aux questions 5 (sur son plaisir à regarder la vidéo) et sur l'utilisabilité de la vidéo montrent également que ce n'est pas la qualité intrinsèque de la vidéo qui explique sa MI faible.

Enfin, nous pouvons constater avec Ch4 que le sentiment d'apprentissage ne parvient pas à atténuer l'amotivation. D'un côté, elle dit que le contenu de la vidéo et les explications données par les enseignants lui ont permis d'apprendre « *beaucoup de choses* » : « *c'était un documentaire assez complet... on apprend beaucoup de chose* ». C'est ce que montre aussi les scores aux questions 3, 23 et 28 relatives à ce qu'elle a appris avec la vidéo (score de 5 à 6). Mais de l'autre, l'utilisation de modalisateurs tels que « *pas mal* » (« *il y a pas mal d'informations* ») ou « *quand même* » (« *on a appris plein de choses quand même* » ; « *après on apprend quand même des choses donc c'est bien quand même* ») relativise ce sentiment d'apprentissage.

Les scores d'une autre élève (Ax4) sont proches de ceux de Li4. Toutefois, d'un côté, son score de MI est un peu plus élevé, probablement en lien avec **un intérêt plus marqué** pour le thème de la forêt. De l'autre, son score d'amotivation pour la situation est là aussi très élevé, peut-être en lien avec **un sentiment d'apprentissage encore plus faible** dans cette situation (score plus faible aux questions sur l'apprentissage avec la vidéo), que nous pourrions relier à : 1/ un niveau de connaissances plus important comme le montre le fait qu'elle a déjà réalisé un stage dans ce secteur ; 2/ et à un score **d'utilisabilité de la ressource faible pour répondre aux tâches** demandées (difficulté à trouver les infos demandées).

Pour ces trois élèves, nous pouvons aussi associer ces scores de MI faibles **au sentiment d'avoir été contraintes de réaliser les tâches** demandées (cf. score maximum à la question 16 : « j'ai fait l'activité car on m'a demandé de la faire »). De plus, si ce ne sont pas les caractéristiques intrinsèques de la vidéo qui sont en cause, il semble que **l'amotivation importante puisse être associée à un niveau des contenus insuffisants au regard de leurs connaissances (savoirs et tâches demandées)**.

Pour quatre autres élèves (An4, Sa4, Ju4, Pi4), dont le score de **MI comme l'intérêt pour le thème sont moyens**. La régulation et le niveau de motivation extrinsèque varient en fonction : 1/ de **l'utilité de la situation proposée** et des apprentissages visés au regard des **études et du travail qu'ils envisagent** (ce qui explique les niveaux de ME identifiée et d'utilité très faibles pour Sa4 et plus élevés pour les autres, voire très élevés pour An4) ; 2/ **du plaisir qu'ils ont eu à regarder la vidéo** (score de MI sensation faible pour An4 et Sa4). Pour tous, les caractéristiques intrinsèques de la vidéo et son utilisabilité pour réaliser les tâches attendues ne sont pas intervenues dans la régulation de leur motivation (cf. score d'utilisabilité).

Pour Ju4, le score de ME régulation identifiée plus élevé pourrait s'expliquer par un lien plus marqué avec ses buts de poursuite d'études et de travail visé et un niveau de connaissances initial moins important que les 3 autres élèves. Pour Pi4 et pour An4, le niveau plus élevé de MI connaissance signale qu'ils ont eu davantage le sentiment d'apprendre que les deux autres élèves.

Pour Sa4, s'y ajoute **la difficulté des questions posées et la difficulté à noter les informations nécessaires au fil de la vidéo** : « *Des questions que j'arrivais pas à comprendre et après y'a peut-être certains points de vidéo que j'ai pas compris mais c'est plus les questions* » « *Peut être des pauses à certains point de la vidéo pour qu'on ait plus le temps de marquer.* ». L'effet **nouveauté semble limité bien qu'elle préfère la vidéo à un cours habituel** « *où on a juste à copier* » : « *c'est plus interactif* » ; « *c'est plus simple parce qu'ils montrent des aspects, comment ça marche. Comme ils sont sur le terrain, ils peuvent montrer ce qu'ils veulent montrer* ». Mais elle aime encore **davantage aller « sur le terrain »** en forêt.

Enfin pour les deux derniers élèves (Al4 et Ga4) le niveau de **MI plus élevé** que la moyenne du groupe contraste avec un score **d'amotivation assez élevé**, en particulier pour Ga4. Leur niveau de MI est lié au **plaisir de l'usage de la ressource vidéo** (MI sensation élevée) et un sentiment que la situation leur **a permis d'apprendre des choses** (plus marqué chez Ga4 – score de MI à la connaissance plus élevé associé à une ME régulation identifiée plus forte). Les caractéristiques **intrinsèques de la vidéo sont jugées de manière positive** (score aux questions relatives à la vidéo). Toutefois, le score d'utilisabilité de la ressource plus faible pour Al4 est

lié à sa **difficulté à trouver dans la vidéo les informations demandées** pour répondre aux questions. La régulation plus externe de la motivation de Ga4, se traduisant quasiment par de l'amotivation, peut être reliée à **un intérêt moindre pour le thème** de la forêt mais, surtout, au sentiment d'avoir été contraint de participer à la situation proposée comme le montre son commentaire à la question 1 du questionnaire : « *on n'a pas eu le choix* ». Ce sentiment semble en partie partagé par plusieurs autres élèves dont A14 (cf. score maximum à la question 16 : « j'ai fait l'activité car on m'a demandé de la faire ») et Ch4 qui dit lors de l'entretien qu'elle a été un peu déçue de ne pas pouvoir tester Silva Numerica.

4. Synthèse des résultats, discussion et commentaires pour l'expérimentation n°1

Sur la base des analyses précédentes dans les différents groupes, nous avons identifié les principales caractéristiques associées aux élèves et aux situations d'expérimentation proposées qui permettent de comprendre les régulations de la motivation de chaque élève.

Nous présentons dans le tableau 22 (p. 62) une synthèse des résultats obtenus pour tous les élèves. Sur la base de ce tableau, nous avons élaboré un schéma (figure 1 p. 63) qui récapitule les principales caractéristiques associées aux élèves et aux des situations d'expérimentation proposées qui permettent de comprendre les régulations de la motivation de chaque élève.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	Intérêt pour le thème	Sentiment d'apprentissage	But(s) identifié(s) en lien avec les apprentissages visés (diplôme, poursuite études, métier/emploi)	Nouveauté de la situation d'usage de la ressource numérique pour apprendre	Caractéristiques des tâches (Temps disponible, niveau difficulté, fastidiosité, etc.)	Utilisabilité : contenu, qualité, cohérence par rapport aux tâches	Utilisabilité : Facilité de prise en main /compréhension	Utilisabilité - Fonctionnement	Acceptabilité des ressources numériques	Sentiment d'avoir été contraint à réaliser les tâches	Motivation	Motivation autonome (MA) / contrôlée (MC)/ Amotivation (AM)
Ch4	p	4	AV	-	-	-	+	-	+				+	AM	AM
An1	p	1	SN	-	-	-	+		+	+				AM	AM
Li3	a	3	SN	-	-	+	-			-	+		+	AM	AM
Té31	a	3	SN	-	+	-	+			-	+			MI accomp sens (conn)	MA
Cl2	p	2	AV	-	+	-	0		-				+	(MI acc mais intensité moyenne)	MA
Am2	p	2	AV	-	+	+	0		+					ME RI (MI Conn)	MA
Pa2	p	2	AV	-	+	+	0		-				-	(MI conn mais intensité faible)	MA
Gu2	p	2	AV	-	+	+	0		-					ME Int (ME RI, Ext)	MC
El1	p	1	SN	-	+	0	+	-	+	+	-		+	(MI conn mais intensité moyenne)	MA
Vi2	a	2	AV	-	+	+	+		+				+	MI Con, sens (ME ext)	MA
Em2	p	2	AV	-	0	-	0		+				+	AM	AM
Ga4	p	4	AV	-	0	0	0		+				+	AM (ME ext)	AM
Ar1	a	1	SN	?	+	+	+							ME RI	MA
Ma32	p	3	SN	+	-	-	0	-						(MI sens mais intensité moyenne)	MA
Th32	a	3	SN	+	-	+	+	-		-				ME RI	MA
All	p	1	SN	+	-	0	-					-		AM	AM

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	Intérêt pour le thème	Sentiment d'apprentissage	But(s) identifié(s) en lien avec les apprentissages visés (diplôme, poursuite études, métier/emploi)	Nouveauté de la situation d'usage de la ressource numérique pour apprendre	Caractéristiques des tâches (Temps disponible, niveau difficulté, fastidiosité, etc.)	Utilisabilité : contenu, qualité, cohérence par rapport aux tâches	Utilisabilité : Facilité de prise en main /compréhension	Utilisabilité - Fonctionnement	Acceptabilité des ressources numériques	Sentiment d'avoir été contraint à réaliser les tâches	Motivation	Motivation autonome (MA) / contrôlée (MC)/ Amotivation (AM)
Ax4	a	4	AV	+	-	0	0		-				+	AM	AM
Ma33	p	3	SN	+	+	-	+					+		MI Conn Accomp (ME RI)	MA
Th4	a	4	AV	+	+	+	+							MI conn (ME RI)	MA
Cl1	a	1	SN	+	+	+	+	-	+					MI Conn (ME RI)	MA
Qu1	a	1	SN	+	+	+	+							MI conn, sens (ME RI)	MA
Th31	a	3	SN	+	+	+	+		-					MI conn sens (Accomp)	MA
Ro3	p	3	SN	+	+	+	+			+	-		+	MI Conn (ME RI)	MA
Té32	p	3	SN	+	+	+	+			+	-		+	MI Conn sens (ME RI)	MA
Sim3	a	3	SN	+	+	+	+							MI Conn sens (ME RI)	MA
No3	p	3	SN	+	+	+	+						+	MI conn mais intensité moyenne (ME ext)	MA
An4	p	4	AV	+	+	+	0		+				+	ME ext (ME RI, MI sens)	MC
Al2	a	2	AV	+	+	0	0		+					MI conn sens	MA
An3	a	3	SN	+	0	+	-	-	+	-				ME RI (MI conn)	MA
Sa4	p	4	AV	0	-	-	0	-	+				+	ME Ext (intro)	MC
Ma1	p	1	SN	0	-	+	+					-		ME intro (RI)	MC
Ju4	p	4	AV	0	-	+	0		0				+	ME RI (MI sens)	MA
Lu1	p	1	SN	0	-	0	+			+			+	ME (ext)	MC

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	Intérêt pour le thème	Sentiment d'apprentissage	But(s) identifié(s) en lien avec les apprentissages visés (diplôme, poursuite études, métier/emploi)	Nouveauté de la situation d'usage de la ressource numérique pour apprendre	Caractéristiques des tâches (Temps disponible, niveau de difficulté, fastidiosité, etc.)	Utilisabilité : contenu, qualité, cohérence par rapport aux tâches	Utilisabilité : Facilité de prise en main /compréhension	Utilisabilité - Fonctionnement	Acceptabilité des ressources numériques	Sentiment d'avoir été contraint à réaliser les tâches	Motivation	Motivation autonome (MA) / contrôlée (MC)/ Amotivation (AM)
Li4	p	4	AV	0	-	0	0		+				+	AM	AM
Al4	p	4	AV	0	-	0	0		-				+	(MI sens, accomp mais intensité moyenne)	MA
Ma31	p	3	SN	0	+	-	+						+	MI conn	MA
En3	p	3	SN	0	+	+	+							MI conn, accomp, sens (ME RI)	MA
No1	a	1	SN	0	0	+	+							ME (RI)	MA
Pi4	p	4	AV	0	0	+	0		+				+	ME ext (ME RI)	MC
Em3	p	3	SN	0	0	0	0			-			+	(MI Conn mais intensité moyenne)	MA

Tableau 22 : Tableau de synthèse des résultats de l'étude de la régulation de la motivation des élèves dans 4 situations utilisant soit l'environnement virtuel éducatif Silva Numerica (SN - groupe 1 et 3), soit une ressource audiovisuelle sur la forêt (AV - Groupes 2 et 4).

Le tableau indique le rôle joué par les différentes caractéristiques prises en considération sur la régulation de la motivation des élèves : + signifie que la caractéristique a joué un rôle positif; 0 : signifie que la caractéristique n'a pas joué de rôle ; - : signifie que la caractéristique a eu un effet négatif sur la motivation.

Spécialité : a : aménagement / p : production.

Dans la colonne motivation sont inscrits : le type de régulation principal au regard des scores pour les différents types de motivation ; entre parenthèse les autres types de régulations ayant obtenu un score élevé. Lorsqu'aucun des scores de régulation ne se détache nettement pour un élève, nous indiquons la régulation ayant obtenu le score le plus élevé en précisant que son intensité était « moyenne » (score pas significativement différent de la moyenne du groupe concerné). MI : motivation intrinsèque – conn : à la connaissance, acc : accomplissement, sens : à la sensation ; ME : motivation extrinsèque ; RI : régulation identifiée ; Intro : régulation introjectée ; Ext : régulation externe ; AM : amotivation.

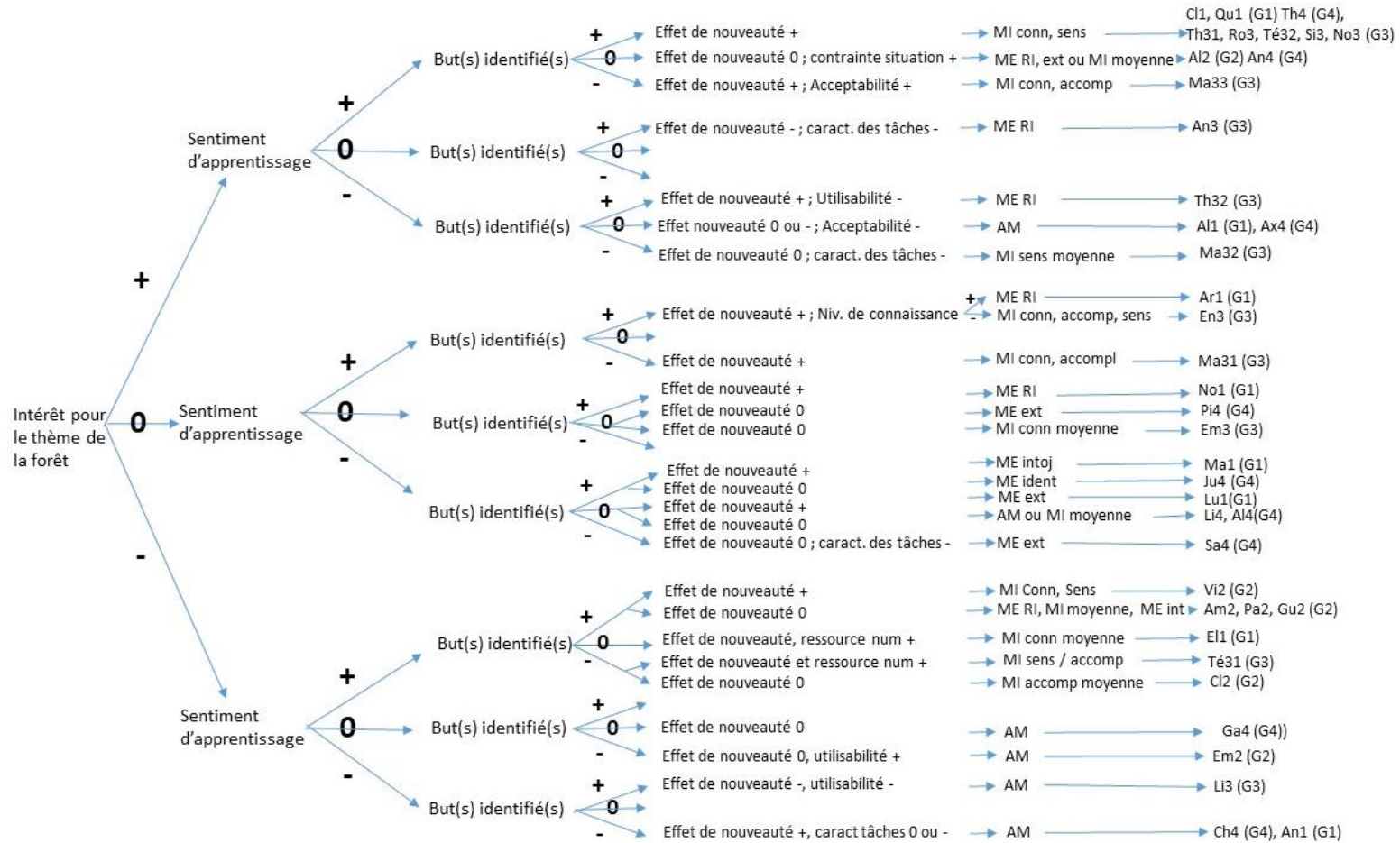


Figure 1 : Schéma de synthèse des principaux éléments intervenant dans la régulation de la motivation de chaque élève (le groupe d'appartenance lors de l'expérimentation est précisé entre parenthèse : G1 à G4). Pour chaque caractéristique : + signifie que la caractéristique a joué un rôle positif; 0 : signifie que la caractéristique n'a pas joué de rôle ; - : signifie que la caractéristique a eu un effet négatif sur la motivation. Dans la partie motivation sont inscrits : le type de régulation principal au regard des scores pour les différents types de motivation. Lorsqu'aucun des scores de régulation ne se détache nettement pour un élève, nous indiquons la régulation ayant obtenu le score le plus élevé en précisant que son intensité était « moyenne » (score pas significativement différent de la moyenne du groupe concerné. MI : motivation intrinsèque – conn : à la connaissance, acc : accomplissement, sens : à la sensation ; ME : motivation extrinsèque ; RI : régulation identifiée ; Intro : régulation introjectée ; Ext : régulation externe ; AM : amotivation.

En préalable à nos commentaires, et comme limite à nos analyses, il est important de noter que les caractéristiques des situations de l'expérimentation ont pu introduire un biais dans la régulation de la motivation, en particulier pour les élèves du groupe 4 : leur affectation à une situation utilisant la ressource audiovisuelle plutôt que Silva Numerica a, semble-t-il, généré un **sentiment de contrainte qui a affecté en particulier l'intensité de leur motivation intrinsèque** (en lien avec le sentiment d'autonomie moindre). Cet effet ne semble pas concerner de manière aussi marquée l'autre groupe ayant utilisé la ressource vidéo.

Le schéma et le tableau présenté ont l'intérêt de permettre de repérer des cas singuliers quant au type de régulation ou à l'intensité de la motivation afin de les examiner de manière plus fine pour faire des hypothèses sur ce qui peut les expliquer. Ainsi, dans le cas de Ar1 et En3, qui présentent des « profils » similaires mais qui pourtant aboutissent à des types de régulation différents (extrinsèque versus intrinsèque), le retour vers les données montre que les buts semblent plus définis et le sentiment d'apprentissage un peu moindre chez Ar1 que chez En3. L'hypothèse pourraient alors être que le niveau de connaissances relatif au thème est plus important chez Ar1 qui souhaite s'orienter vers le domaine forestier, conduisant à un sentiment d'apprentissage moindre et une motivation extrinsèque à régulation identifiée. Alors que la connaissance moindre de En3 renforcerait son sentiment d'apprentissage conduisant à une motivation de type intrinsèque. De même, concernant les cas de A11 et Ax4, le schéma et le tableau permettent de mettre en évidence le fait qu'un intérêt marqué pour le thème de la forêt ne garantit pas une motivation intrinsèque importante, et peut même se transformer en amotivation si les élèves n'ont pas le sentiment d'apprendre.

Ce schéma ne vise donc pas à donner à voir des corrélations ou des relations univoques de cause à effet. Il donne à voir quelques éléments principaux qui permettent de comprendre, en première approximation, le type de régulation et l'intensité de la motivation de chaque élève dans les situations proposées :

- intérêt pour le thème ;
- sentiment d'apprentissage ;
- buts scolaires et/ou professionnels explicites liées au thème (et concepts) travaillés ;
- effet de nouveauté de l'usage de la ressource et rapport à ce type de ressources.

Le type de régulation de la motivation des élèves à une régulation d'autant plus intrinsèque lorsque se combinent

- **un intérêt** pour le thème de la forêt et un **sentiment d'apprendre des connaissances** en lien avec **des buts** liés aux études ou au travail envisagés (utilité de la séance par rapport à ces buts)
- et/ou un **sentiment de nouveauté** de la situation d'usage de la ressource numérique ;

Elle devient **extrinsèque voire conduit à l'amotivation** lorsque ces deux sentiments diminuent parce que le sentiment d'apprendre et/ou plaisir d'utiliser une ressource nouvelle pour réaliser des tâches plus inhabituelles (simulations) se trouvent limités par :

- **un problème d'adéquation du « niveau » des tâches au regard du niveau initial de connaissances** de ces élèves qui ne permettrait pas de susciter un « intérêt cognitif » (Kinch, 1980) et donc un engagement pour la réalisation de ces tâches : niveau de connaissance sur le thème trop faible (Li4 et Em3) ou trop élevé (Th32) ;
- **une utilisabilité** de l'EVE jugée insuffisante.

La régulation de cette ME serait alors plus ou moins autonome (identifiée) en fonction du but visé : ME identifiée forte si le but est l'acquisition de connaissances orientées vers l'accès à des études et un métier en lien avec la forêt ; ME identifiée réduite et ME externe moyenne si le but est limité à l'acquisition de connaissances pour réussir dans la filière sans véritable intérêt pour le thème de la forêt ; ME externe voire amotivation importante si le but est l'acquisition de connaissance pour accéder aux études envisagées mais sans lien avec le thème de la forêt.

D'une manière globale, il semble donc que le sentiment d'**utilité que les élèves attribuent à la situation d'usage de la ressource Silva Numerica pour apprendre** est essentiel dans la régulation autonome (intrinsèque et/ou externe identifié) de leur motivation.

Ce sont donc principalement l'intérêt pour le thème conjugué au sentiment d'apprentissage qui vont intervenir sur le type de régulation et l'intensité de la motivation.

Toutefois, ces caractéristiques principales peuvent englober d'autres caractéristiques plus fines. Ainsi, le sentiment d'apprentissage recouvre en fait probablement le rapport entre :

- **Le niveau d'apprentissage actuel et potentiel de l'élève** (celui qu'il peut atteindre avec l'aide d'autrui ou de ressources complémentaires – Vygotski, 1933) ;
- **Les exigences nécessaires pour pouvoir réaliser les tâches** proposées et pour en apprendre quelque-chose (en termes de connaissances sur le thème, les processus en jeu ; de compétences en lecture, etc. ; de type de raisonnement ; etc.) ; s'y ajoute le temps disponible pour réaliser ces tâches (suffisant ou non).
- **Les pratiques des enseignants** pour accompagner les apprentissages des élèves, et en premier lieu les « feed-backs » sur les actions réalisées par les élèves, leurs analyses et les inférences, les connaissances qu'ils en tirent, ainsi que les institutionnalisations des savoirs qu'ils réalisent à partir de là. A l'issue de cette étude rien ne permet de dire si et comment les différents types de feed-back sont intervenus dans la régulation de la motivation des élèves (même si ceux entretenus affirment que ces interventions ont un intérêt). Cependant, les résultats nous orientent vers l'hypothèse que les feed-back joueraient un rôle variable sur la motivation en fonction du potentiel d'apprentissage des tâches et de la situation proposée au regard du niveau actuel et potentiel de chaque élève dans sa compréhension de la forêt et de son développement (ce qui n'a rien de surprenant).

En ce qui concerne **le niveau de connaissance de l'élève**, il est important de noter qu'il concerne : 1/ en particulier les connaissances concernant la forêt ou son évolution ; 2/ mais aussi les connaissances plus génériques des phénomènes et processus régissant le

développement des végétaux et la dynamique des populations végétales, qui peuvent avoir été apprises à propos d'autres domaines que le domaine forestier (par exemple dans le cadre de l'apprentissage de la gestion des cultures en agronomie) et que les élèves parviennent à « transférer » au cas de la forêt et des arbres. Nous pouvons ajouter **que le lien entre niveau de connaissances et type de régulation et intensité de la motivation n'est pas univoque**. Ainsi, un niveau de connaissances importants n'est pas nécessairement synonyme de MI faible et inversement. En effet ces connaissances peuvent permettre la réalisation des tâches en atteignant le niveau d'exigence attendu, renforçant ainsi la MI accomplissement de l'élève. De fait c'est la relation entre niveau de connaissances de l'élève et le niveau de connaissances exigé par les tâches à réaliser qui doit se situer dans la zone potentielle d'apprentissage de l'élève pour à la fois agir sur sentiment d'apprentissage tout en lui permettant de réaliser les tâches attendues grâce à l'aide fournie par l'EVE (présence de ressources) et de l'enseignant (feedbacks et apports).

De même l'**effet de nouveauté**, variable selon les élèves, recouvre :

1/ **Les caractéristiques de la situation proposée, dont le type de ressources et le type de tâches** utilisées de manière habituelle par les enseignants ou rencontrées par les élèves dans leur scolarité. Dans notre cas, les tâches proposées avec l'utilisation de l'EVE (répondre à des questions, remplir des tableaux) associées à une mise en commun de réponses et quelques apports sur les concepts visés, seraient jugées **trop proches des tâches scolaires habituelles par certains élèves**. S'y ajoute un temps réel d'usage de l'EVE en autonomie limitée.

2/ **Le rapport des élèves aux ressources numériques et à leur usage pour enseigner et apprendre**. Ce dernier semble intervenir de deux manières. Tout d'abord, il joue un rôle à travers l'habitude d'utiliser des instruments numériques, notamment pour jouer, qui facilite la prise en main de l'outil, donc la réalisation des tâches attendues et les apprentissages associés (et inversement). Ensuite, il intervient à travers la « manière » dont les élèves pensent qu'ils apprennent le mieux. Les questionnaires et entretiens donnent à voir comment plusieurs d'entre eux indiquent que ce n'est pas « leur manière d'apprendre » et/ou qu'ils apprennent mieux dans telle type de situation (en cours en classe, en sortie en forêt, etc.).

Comme le montre les cas de T31 (Groupe 3) ou de Vi2 (Groupe 2), l'effet de nouveauté, associé au plaisir de l'usage d'une ressource numérique ou vidéo peut contribuer à produire une motivation intrinsèque même en l'absence d'un intérêt marqué pour le thème et les apprentissages visés.

Le type de ressource utilisé intervient, quant à lui, à un niveau second sur la motivation des élèves. Tout d'abord, c'est sur le **sentiment d'apprentissage** que vont intervenir les caractéristiques de la ressource et la manière dont elle est utilisée dans un scénario, associées à des tâches à réaliser et des « feedbacks » des enseignants. Ainsi, **son utilisabilité**, le « réalisme » et la qualité du graphisme, la possibilité de « se projeter dans le temps » seront d'abord « jugés » **au regard de la manière dont ils facilitent ou entravent la réalisation des tâches et les apprentissages associés** (par exemple la reconnaissance des arbres, des différents milieux ; ou encore les bugs). De plus ce jugement semble variable en fonction des connaissances que les élèves ont de la forêt et du développement des arbres.

Enfin, il est aussi intéressant de noter qu'outre l'intérêt des élèves pour le thème, **la cohérence perçue du thème et des tâches proposées avec les finalités de la formation** (de la spécialité suivie par exemple) peut jouer un rôle dans la motivation de certains élèves.

Toutes nos analyses conduisent donc à faire de la définition des scénarios pédagogiques et didactiques d'usage de Silva Numerica un enjeu essentiel dans le sentiment d'apprentissage et donc la motivation des élèves :

- **les tâches associées à l'usage de l'EVE** (nature et thème des apprentissages visés et cohérence avec les finalités de la formation ; niveau d'apprentissage visé ; nature, et exigences cognitives des tâches à réaliser – dont répétitivité, « fastidiosité » ; ressources fournies dont feed-backs et apports des enseignants) ;
- **les conditions de leur réalisation** (temps disponible au regard du temps nécessaire ; utilisabilité de l'EVE pour les réaliser dont accessibilité des informations demandées, absence de bugs et de crashes qui font perdre du temps et le fil de la réalisation de la tâche, etc.) ;
- **la manière avec laquelle le simulateur est mobilisé** (déplacements et observation, simulation pour se projeter, relevés d'informations, etc.) ainsi que la manière d'accompagner sa prise en main et la durée de son utilisation en autonomie.

Ce que rappellent aussi nos résultats c'est que, du côté de l'EVE, **les caractéristiques ergonomiques comme les caractéristiques de « réalisme » jouent un rôle important**, mais pas tant par l'authenticité qui les rapprocherait d'une situation réelle en forêt, que par le fait **qu'elles vont ou non faciliter la réalisation des tâches et permettre des apprentissages.**

Expérimentation n°2

5. Choix expérimentaux lors de la deuxième expérimentation

A la suite de la première expérimentation, nous avons-nous avons souhaité faire évoluer les modalités d'usage de l'EVE que nous avons comparées à l'utilisation d'une ressource audiovisuelle²². En lien avec les différents besoins intervenant dans la régulation de la motivation dans le cadre théorique choisi, notre hypothèse portait sur l'incidence possible des **modalités pédagogiques plus ou moins contrôlantes dans l'usage de l'EVE sur les différents types de motivation des élèves et sur l'effet possible d'apports de connaissances sur le sentiment d'apprendre et le besoin de compétence.**

Nous avons donc choisi de comparer :

- Une séance fondée sur l'utilisation d'une ressource audio-visuelle sur le thème de la forêt²³ (documentaire « C'est pas sorcier »), associée à des tâches consistant à répondre à des questions et faire des synthèses ;
- Une séance fondée sur l'utilisation de la ressource Silva Numerica, sans scénario mais avec une consigne générale associée à des tâches consistant à répondre à des questions et faire des synthèses ;
- Une séance fondée sur l'utilisation de la ressource Silva Numerica, avec un scénario associé à des apports de connaissances par un cours magistral
- Une séance fondée sur l'utilisation de la ressource Silva Numerica, avec un scénario et des synthèses et feed-backs réguliers de l'enseignant à partir des réponses des étudiants.

D'autre part, dans toutes situations les élèves avaient la tâche de répondre à des questions de même nature (voir guide des activités en annexe 5 et 6) : il ne s'agissait pas de questions de connaissances sur les notions elles-mêmes, mais des questions relatives au développement des arbres et à l'évolution de la forêt à partir des éléments présentées dans la vidéo ou observées lors des simulations avec l'EVE ; puis de réalisation de synthèses des éléments ainsi capitalisés, en vue d'une conceptualisation des concepts de concurrence et de milieu.

Dans les deux situations, l'enseignant (ou les enseignants) présents étai(en)t invité(s) à réaliser une mise en commun des réponses apportées par les élèves aux questions et une courte synthèse sur ce que cela leur avait permis de comprendre concernant les notions de concurrence et de milieu.

Dans la suite, nous ne présentons que les caractéristiques de la méthodologie déployée dans l'expérimentation 2 qui diffèrent de l'expérimentation 1.

²² Certains éléments recueillis auprès des élèves semblent confirmer qu'un support audio-visuel serait « plus motivant » qu'un cours magistral. Ainsi, certains élèves ayant travaillé sur support audiovisuel nous ont indiqué que ce type de support leur permettait d'avoir un niveau de concentration plus élevé à long terme plutôt qu'un cours normal où le temps de concentration diminue plus rapidement.

²³ A quoi servent nos forêts - C'est pas sorcier : <https://www.youtube.com/watch?v=qvdpkBbOkG0>

5.1. Terrain d'étude et population

- **Population et constitution des sous-groupes pour les différentes situations de l'expérimentation**

Cette deuxième expérimentation concerne deux classes de 1^{ère} de la filière Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant, soit au total 49 élèves qui ont pu participer aux situations proposées et répondre au questionnaire de motivation (sur 55 – 6 élèves étant absents le jour de l'expérimentation).

Ces deux classes ont été réparties chacune en deux sous-groupes correspondant aux trois situations d'enseignement avec EVE ou avec ressource audio-visuelle (cf. tableau 23 ci-dessous). Cette répartition a été constituée sur la base de leurs résultats à un pré-test évaluant un niveau de compréhension des notions de concurrence et de milieu²⁴. Comme pour la première expérimentation, les élèves ont été répartis de manière à avoir un nombre similaire d'élèves de chacun des différents niveaux de conceptualisation de ces deux notions dans les différents sous-groupes.

De même, nous avons fait remplir aux élèves de ces deux classes, 3 semaines auparavant, un questionnaire permettant de renseigner les caractéristiques attribuées aux élèves susceptibles d'intervenir dans leur motivation à réaliser les tâches proposées et dans leur plus ou moins grande facilité à utiliser l'EVE (cf. Annexe 4 : Fiche Signalétique élève).

	Groupe 1 Audiovisuel	Groupe 2 EVE	Groupe 3 EVE	Groupe 4 EVE
Ressource	Ressource Audio-visuelle	Ressource Silva Numerica sans scénario	Classe STAV 2 Ressource Silva Numerica avec scénario + cours magistral	Ressource Silva Numerica avec scénario + feedbacks de l'enseignante
Classe	STAV 1	STAV 1	STAV 2	STAV 2
Nombre d'élèves	13	10	13	13
Genres	6 filles 7 garçons	6 filles 4 garçons	6 filles 7 garçons	4 filles 9 garçons
Spécialité				
Production	11/13 (85%)	10/10 (100%)	9/13 (69%)	10/13 (77%)
Aménagement	2/13 (15%)	0/10 (0%)	4/13 (31%)	3/13 (23%)

Tableau 23 : Caractéristiques des 4 sous-groupes d'élèves constitués pour l'expérimentation

Comme lors de la première expérimentation, le jeu des présences/absences lors de la réalisation des expérimentations a conduit à des différences importantes de répartition des élèves des différentes spécialités de formation dans les différents groupes. Il nous faudra donc lever un éventuel biais dans les résultats.

Les situations ont eu lieu à quelques jours d'intervalle (6 novembre 2020 pour les groupes 1 et 2 et 10 novembre 2020 pour les groupes 3 et 4), ont duré entre 1h50 et 1h55. Le questionnaire

²⁴ L'évaluation attribuait une note de 1 à 3 concernant ce « niveau » de conceptualisation des concepts de milieu et de concurrence.

de motivation a été rempli en fin de séance. Un synopsis du déroulement effectif des différentes séances est présenté en annexe 9.

6. Méthodes de recueil de données

Dans cette deuxième expérimentation, le recueil de donnée s'est limité à un questionnaire de recueil d'informations sur les élèves et un questionnaire d'évaluation de leur motivation, passé immédiatement à la fin de l'expérimentation.

Suite à la première expérimentation, nous avons revu la formulation de quelques questions dont nous estimions qu'elles n'étaient pas suffisamment claires. Nous avons aussi intégré des questions portant plus spécifiquement sur l'utilité perçue par les apprenants de l'EVE et son acceptabilité pour apprendre (voir annexe 8).

6.1. Questionnaires sur la motivation des élèves à réaliser les activités dans les situations proposées

Le nouveau questionnaire comporte 51 questions pour celui sur la ressource numérique et 47 questions pour la ressource audio-visuelle (cf. annexe 8) dont les réponses s'appuient sur une échelle de Likert en sept points (de 1 = pas du tout d'accord à 7 = tout à fait d'accord) :

- 9 pour la motivation intrinsèque (3 pour la MI à la connaissance, 3 pour la MI à l'accomplissement, 3 pour la MI aux sensations) ;
- 14 pour la motivation extrinsèque (3 pour la régulation intégrée, 3 pour la régulation identifiée, 3 pour la régulation introjectée et 5 pour la régulation externe)
- 2 questions sur l'amotivation
- 26 questions sur l'ergonomie (utilité, utilisabilité, acceptabilité) de la ressource numérique et 22 pour la ressource audiovisuelle.

6.2. L'observation

Comme pour la première expérimentation, nous avons observé (prise de notes) et filmé chacune des 4 situations.

L'objectif principal de ces observations était de caractériser plus finement les situations écologiques dans lesquelles les élèves ont été placés, de manière à identifier des éléments ayant pu intervenir sur leur motivation.

7. Méthodologie d'analyse des données

La méthodologie d'analyse des réponses au questionnaire a été identique à celle utilisée lors de la première expérimentation (analyses statistiques descriptives).

Afin de pouvoir réaliser une comparaison des conditions dans lesquels les différents groupes d'élèves ont été placés, nous avons caractérisé les 4 situations sur la base des caractéristiques susceptibles d'intervenir sur le niveau et les composantes de la motivation, au regard de la revue de bibliographie réalisée (tableau 24 ci-dessus). Les situations ont duré entre 1h50 et 1h55.

	Groupe 1 STAV 1 Audiovisuel Classe	Groupe 2 -STAV 1 Silva Numerica sans scénario	Groupe 3 - STAV 2 Silva Numerica avec scénario + cours magistral	Groupe 4 - STAV 2 Silva Numerica avec scénario + feed-backs
Personnes présentes	1 enseignant 1 Chercheur	1 enseignant 1 chercheur	1 enseignant 1 chercheur	1 enseignant 1 chercheur
Déroulement de la séance	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation de l'expé • Distribution et remplissage fiches renseignement (7 mn) • Lecture de la consigne • Lecture par l'enseignante des 6 premières questions • Visionnage de la première partie du film (13 min 30 environ) • Réponses aux questions par les élèves • Correction de la première partie par l'enseignante • Lecture des questions 7 à 11 • Visionnage de la partie 2 du film (10 mn) • Réponses aux questions par les élèves • Correction de la deuxième partie • Passation du questionnaire de motivation 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribution et remplissage fiches renseignement • Indications sur les fonctionnalités de la plateforme et pour la prise en main • Présentation de la consigne aux élèves • Exploration de la forêt virtuelle par les élèves en autonomie • Temps pour répondre aux questions • Passation du questionnaire de motivation 	<ul style="list-style-type: none"> • Indications sur les fonctionnalités de la plateforme et pour la prise en main (15') • Réalisation du scénario 1 et remplissage du tableau (entre 17 et 45 min) • Réalisation du scénario 2 (15 à 48') beaucoup d'élèves ont fait les 3 à 5 premières étapes du scénario 2 – Seuls quelques-uns ont avancé davantage • Arrêt des scénario (1h36) • Cours par l'enseignant (7'30) • Passation du questionnaire de motivation (6 à 10 min) 	<ul style="list-style-type: none"> • Indications sur les fonctionnalités de la plateforme et pour la prise en main (15') • Réalisation du scénario 1 et remplissage du tableau (50 min) : plusieurs élèves n'ont pas terminé le scénario • Correction du scénario 1 par l'enseignant (7') – Réponses aux questions du scénario • Réalisation du scénario 2 (21') sans l'étape de réalisation de l'inventaire pour privilégier l'observation • Arrêt des scénarii (1h33) • Correction du scénario 2 par l'enseignant (7') • Passation du questionnaire de motivation (7 min)
Contenu concernant les notions de milieu et compétition	Réponses abordent explicitement les conditions de croissance des arbres, les concepts de milieu et concurrence (la tolérance ou l'adaptation de certaines espèces à certaines caractéristiques de milieu ; colonisation) et les processus correspondants (dont minéralisation)	Aucun	Cours magistral aborde explicitement les concepts de milieu et concurrence (inter-intra) et les processus associés	Réponses aux questions abordent explicitement les concepts de milieu et concurrence (inter-intra) et les processus mais sans « institutionnalisation » des concepts
Intervention des enseignants	Mise en commun des réponses au bilan sous forme de questions-réponses	Intervention des enseignants uniquement sur le guidage des élèves dans l'utilisation de l'EVE Pas de mise en commun des réponses aux questions du bilan	Intervention de l'enseignant sur le guidage des élèves dans l'utilisation de l'EVE et explication de la notion d'IBP Cours magistral	Intervention de l'enseignant sur le guidage des élèves dans l'utilisation de l'EVE et explication de la notion d'IBP Interactions élèves professeur sous forme de questions-réponses lors des mises en commun
Ergonomie de la ressource et des tâches	RAS	Quelques problèmes d'affichage	Quelques problèmes d'affichage et d'avancée dans le scénario Quelques signes d'agacement / dysfonctionnements	Quelques problèmes d'affichage et d'avancée dans le scénario

Tableau 24 : Caractérisation des situations vécues par les élèves des 4 groupes concernant les caractéristiques susceptibles d'agir sur la régulation de leur motivation

Résultats de l'expérimentation n°2

Pour tous les tableaux présentés, les valeurs sont les moyennes et les écarts-types entre parenthèses, calculés sans tenir compte des non-réponses. Les nombres surlignés correspondent à des moyennes par catégorie significativement différentes (test t) de l'ensemble de l'échantillon (au risque de 95%).

8. Analyse de l'effet des facteurs non liés à la situation d'expérimentation

Avant de démarrer l'analyse des scores de motivation, il nous a semblé nécessaire de vérifier l'absence de biais liés à la composition des différents groupes et l'effet de quelques variables non liées directement à la situation d'expérimentation.

8.1. Effet de la spécialité suivi par les élèves

En lien avec le jeu des présences/absences, la proportion d'élèves des deux spécialités était différente selon les groupes, en particulier pour le groupe 2 dans lequel aucun élève de la spécialité aménagement n'était présent (voir tableau 23 p. 70).

Contrairement à la première expérimentation, et malgré un **intérêt plus marqué pour le thème** de la forêt des élèves de la spécialité aménagement (**Tableau 28**), il n'existe **pas de lien entre la spécialité suivie** et les scores :

- des **motivations** intrinsèques, des motivations extrinsèques, ou d'amotivation pour les situations d'enseignement proposées (tableau 25) ;
- ou encore **d'utilité, d'utilisabilité ou d'acceptabilité** de la ressource (tableau 26/ Tableau 7).

Cependant, la motivation **extrinsèque à régulation identifiée** des élèves de la spécialité aménagement pour les situations d'enseignement proposées est significativement plus importante que celle des élèves de l'option production, **en lien avec un travail futur** envisagé par les premiers (tableau 25 ci-dessous et tableau 29 p.74).

Spécialité	MI	ME	AM	MI Connaissan ce	MI accomplis.	MI sensation	ME intégrée	ME identifiée	ME Introjectée	ME externe
A	5,0 (0,6)	3,6 (0,7)	3,3 (1,6)	5,6 (0,7)	4,4 (0,6)	5,0 (1,1)	3,0 (1,0)	5,2 (1,4)	2,5 (1,2)	3,8 (1,1)
P	4,7 (1,3)	3,6 (1,0)	3,2 (1,5)	5,2 (1,4)	4,5 (1,5)	4,5 (1,5)	3,5 (1,4)	4,1 (1,5)	2,5 (1,2)	4,3 (0,9)
TOTAL	4,8 (1,2)	3,6 (0,9)	3,2 (1,5)	5,2 (1,3)	4,5 (1,4)	4,6 (1,4)	3,4 (1,4)	4,3 (1,5)	2,5 (1,2)	4,2 (0,9)
Significati vité	t = 0,99, 1-p = 66,9	t = 0,26, 1-p = 21,6%)	t = 0,29, 1-p = 23,6%	t = 1,33, 1-p = 81,4%	t = 1,32, 1-p = 80,9%	t = 0,38, 1-p = 29,3%	t = 1,04, 1-p = 69,4%	t = 2,28, 1-p = 97,5%	t = 0,14, 1-p = 14,3%	t = 1,30, 1-p = 80,1%

Tableau 25 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves - Les différences ne sont pas significatives, sauf pour la ME régulation identifiée (t= 2,28 ; 1-P = 97,4%)

Spécialité	Utilité de la ressource	Utilisabilité de la ressource	Acceptabilité de la ressource
a	4,9 (0,9)	4,8 (0,4)	4,8 (1,0)
p	4,4 (1,4)	4,6 (0,6)	4,4 (0,9)
TOTAL	4,5 (1,4)	4,6 (0,6)	4,5 (0,9)
Significativité	t = 1,41, 1-p = 83,9%	t = 1,18, 1-p = 75,7%	t = 1,18, 1-p = 75,7%

Tableau 26 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité de la ressource en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves

Spécialité	Score d'intérêt pour la formation
a	4,4 (0,8)
p	4,7 (0,7)
TOTAL	4,7 (0,7)

Tableau 27 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour la formation en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves - La diff. n'est pas significative (t = 1,06, 1-p = 70,4%).

Spécialité	Score d'intérêt pour le thème
a	4,6 (0,6)
p	3,8 (0,9)
TOTAL	3,9 (0,9)

Tableau 28 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour le thème de la forêt en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves **La diff. est très significative (t = 3,75, 1-p = 99,9%)**

Spécialité	ME Acquisition Connaissances pour le bac	ME Acquisition Connaissances pour les études	ME Acquisition Connaissances pour le travail
A	4,7 (2,0)	5,2 (2,1)	5,6 (1,2)
P	5,2 (1,6)	4,1 (1,9)	4,1 (1,8)
TOTAL	5,1 (1,7)	4,3 (2,0)	4,3 (1,8)

Tableau 29 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux motivations extrinsèques en vue de l'acquisition de connaissances pour obtenir le bac, pour les études envisagées ou pour un travail futur en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves

ME Acquisition Connaissances pour le bac : La diff. n'est pas significative (t = 0,77, 1-p = 54,7%)

ME Acquisition Connaissances pour les études : La diff. est peu significative (t = 1,61, 1-p = 89,1%)

ME Acquisition Connaissances pour le travail : **La diff. est très significative (t = 3,09, 1-p = 99,7%)**

Les analyses de la variance multiple pour les variables groupe et spécialité – bien que limitées du fait de l'absence d'élèves de la spécialité aménagement dans le groupe 2, montre qu'il ne semble pas y avoir d'effet du poids de la spécialité dans chaque groupe sur les scores moyens de MI et de ME à régulation identifiée ou externe ou encore d'utilité de la ressource (voir tableaux 30 à 33). Ces tableaux montrent cependant que les élèves de la spécialité aménagement ont des scores moyens :

- de motivation intrinsèque (tableau 30) et d'utilité (tableau 33) significativement plus élevés que ceux de la spécialité production dans le groupe 4 (SN + Feed back) ;
- de motivation extrinsèque à régulation externe (tableau 31) et intégrée (tableau 32) plus élevés que ceux de la spécialité production dans le groupe audiovisuel.

Groupe / Spécialité	1	2	3	4	TOTAL
a	4,8	Non considéré car effectif nul pour la spécialité a	4,9	5,3	5,0
p	4,8		4,1	4,6	4,5
TOTAL	4,8		4,4	4,7	4,6

Tableau 30 : Analyse de la variance de la MI pour les variables groupe et spécialité.

Analyse de la variance à un facteur :

L'effet global de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,78$, $V_{intra} = 1,55$, $F = 1,15$, $1-p = 70,93\%$)

L'effet global de 'Groupe' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,57$, $V_{intra} = 1,60$, $F = 0,98$, $1-p = 61,34\%$)

Analyse de la variance à deux facteurs :

L'effet principal de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,78$, $V_{intra} = 1,77$, $F = 1,01$, $1-p = 67,49\%$)

L'effet principal de 'Groupe' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,57$, $V_{intra} = 1,77$, $F = 0,89$, $1-p = 57,58\%$)

L'interaction de 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative ($V_{inter} = -0,37$, $V_{intra} = 1,77$, $F = -0,21$, $1-p = 0,00\%$)

Attention, la dépendance entre 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative. $chi2 = 0,87$, $ddl = 2$, $1-p = 35,17\%$.

Groupe / Spécialité	1	2	3	4	TOTAL
A	4,3	Non considéré car effectif nul pour la spécialité a	2,8	2,6	3,0
P	3,3		3,2	3,4	3,3
TOTAL	3,4		3,1	3,2	3,3

Tableau 31 : Analyse de la variance de la ME intégrée pour les variables groupe et spécialité.

Analyse de la variance à un facteur :

- L'effet global de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 0,54$, $V_{intra} = 2,06$, $F = 0,26$, $1-p = 38,30\%$)

- L'effet global de 'Groupe' n'est pas significatif ($V_{inter} = 0,91$, $V_{intra} = 2,11$, $F = 0,43$, $1-p = 34,14\%$)

Analyse de la variance à deux facteurs :

- L'effet principal de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 0,54$, $V_{intra} = 2,31$, $F = 0,23$, $1-p = 36,34\%$)

- L'effet principal de 'Groupe' n'est pas significatif ($V_{inter} = 0,91$, $V_{intra} = 2,31$, $F = 0,39$, $1-p = 31,70\%$)

- L'interaction de 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative ($V_{inter} = 1,39$, $V_{intra} = 2,31$, $F = 0,60$, $1-p = 44,05\%$)

Attention, la dépendance entre 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative. $chi2 = 0,87$, $ddl = 2$, $1-p = 35,17\%$.

Groupe / Spécialité	1	2	3	4	TOTAL
A	4,7	Non considéré car effectif nul pour la spécialité a	3,6	3,6	3,8
P	4,5		3,8	4,4	4,2
TOTAL	4,6		3,7	4,2	4,1

Tableau 32 : Analyse de la variance de la ME externe pour les variables groupe et spécialité.

Analyse de la variance à un facteur :

- L'effet global de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,21$, $V_{intra} = 0,90$, $F = 1,34$, $1-p = 74,70\%$)

- L'effet global de 'Groupe' est très significatif ($V_{inter} = 5,52$, $V_{intra} = 0,83$, $F = 6,68$, $1-p = 99,65\%$)

- Les modalités discriminantes (au risque de 95%) sont encadrées

Analyse de la variance à deux facteurs :

- L'effet principal de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 1,21$, $V_{intra} = 0,91$, $F = 1,33$, $1-p = 74,35\%$)

- L'effet principal de 'Groupe' est très significatif ($V_{inter} = 5,52$, $V_{intra} = 0,91$, $F = 6,08$, $1-p = 99,40\%$)

- L'interaction de 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative ($V_{inter} = -2,93$, $V_{intra} = 0,91$, $F = -3,23$, $1-p = 0,00\%$)

Attention, la dépendance entre 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative. $\chi^2 = 0,87$, $ddl = 2$, $1-p = 35,17\%$.

Groupe / Spécialité	1	2	3	4	TOTAL
A	5,4	Non considéré car effectif nul pour la spécialité a	4,4	5,3	4,9
p	4,8		4,1	4,1	4,4
TOTAL	4,9		4,2	4,4	4,5

Tableau 33 : Analyse de la variance de l'Utilité de la ressource pour les variables groupe et spécialité.

Analyse de la variance à un facteur :

- L'effet global de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 2,25$, $V_{intra} = 1,84$, $F = 1,22$, $1-p = 72,34\%$)

- L'effet global de 'Groupe' est peu significatif ($V_{inter} = 3,83$, $V_{intra} = 1,86$, $F = 2,06$, $1-p = 85,92\%$)

- Les modalités discriminantes (au risque de 95%) sont encadrées

Analyse de la variance à deux facteurs :

- L'effet principal de 'Spécialité' n'est pas significatif ($V_{inter} = 2,25$, $V_{intra} = 2,03$, $F = 1,11$, $1-p = 69,82\%$)

- L'effet principal de 'Groupe' n'est pas significatif ($V_{inter} = 3,83$, $V_{intra} = 2,03$, $F = 1,89$, $1-p = 83,34\%$)

- L'interaction de 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative ($V_{inter} = -1,20$, $V_{intra} = 2,03$, $F = -0,59$, $1-p = 0,00\%$)

Attention, la dépendance entre 'Spécialité' et 'Groupe' n'est pas significative. $\chi^2 = 0,87$, $ddl = 2$, $1-p = 35,17\%$.

8.2. Niveau d'intérêt et niveau de connaissances des élèves pour le thème de la forêt selon les groupes

Il n'y a pas non plus de différence significative de score moyen relatif à l'intérêt pour le thème de la forêt entre les différents groupes (tableau 34 p. suivante) ou concernant le niveau de connaissances sur la forêt que les élèves s'attribuent (tableau 35 p. suivante).

Groupe	Score d'intérêt pour le thème
1	4,0 (0,9)
2	4,0 (0,9)
3	3,6 (1,1)
4	4,1 (0,7)
TOTAL	3,9 (0,9)

Tableau 34 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour le thème de la forêt en fonction du groupe d'élèves considéré

Groupe	Connaissance forêt
1	2,9 (1,1)
2	3,4 (0,7)
3	3,6 (1,0)
4	2,9 (1,1)
Moyenne	3,2 (1,0)

Tableau 35 : Valeurs moyennes et écart-types du score moyen aux questions relatives au niveau de connaissance que les élèves s'attribuent dans les 4 groupes de l'expérimentation.

Cependant, les tableaux 36 et 37 ci-dessous, réalisés à partir des données recueillies dans l'autre volet de l'expérimentation sur les apprentissages des élèves avec l'EVE, montrent des différences significatives des moyennes de scores relatives à la conceptualisation des concepts de milieu et de concurrence entre les groupes lors du pré-test qui a précédé l'expérimentation, (voir le rapport concernant l'expérimentation sur les apprentissages des élèves avec l'EVE). Il pourrait donc y avoir une incidence du niveau de connaissance initial effectif des élèves sur l'intensité et le type de régulation de la motivation entre les différents groupes, dont il nous faudra tenir compte dans nos interprétations.

Groupe	Moyenne	Groupe vidéo	Groupe sans apports	Groupe EVE et cours magistral
1- Groupe vidéo	41.71			
2- Groupe sans apports	50.85	+ TS (0.93%)		
3- Groupe EVE et cours magistral	43.69	NS (52.90%)	- S (1.88%)	
4 - Groupe EVE et feed-back	42.54	NS (85.79%)	PS (8.01%)	NS (79.52%)

Tableau 36: Comparaison des moyennes des scores relatif à la « conceptualisation du concept de milieu lors du pré-test pour chacun des 4 groupes expérimentaux.

Groupe	Moyenne	Groupe vidéo	Groupe sans apports	Groupe EVE et cours magistral
Groupe vidéo	14.5			
Groupe sans apports	17.2	NS (18.05%)		
Groupe EVE et cours magistral	16.1	NS (35.71%)	NS (57.75%)	
Groupe EVE et feed-back	18.3	+ S (1.93%)	NS (57.18%)	NS (17.22%)

Tableau 37 :_Comparaison des moyennes des scores cumulés concernant la conceptualisation du concept de concurrence pour chacun des 4 groupes expérimentaux lors du pré-test.

Toutefois, comme le montrent les graphiques ci-dessous (figure 2 et 3), nous n’observons pas de corrélation à un niveau global entre les scores de MI, ME ou AM et les scores de conceptualisation initiale concernant les notions de milieu ou de concurrence.

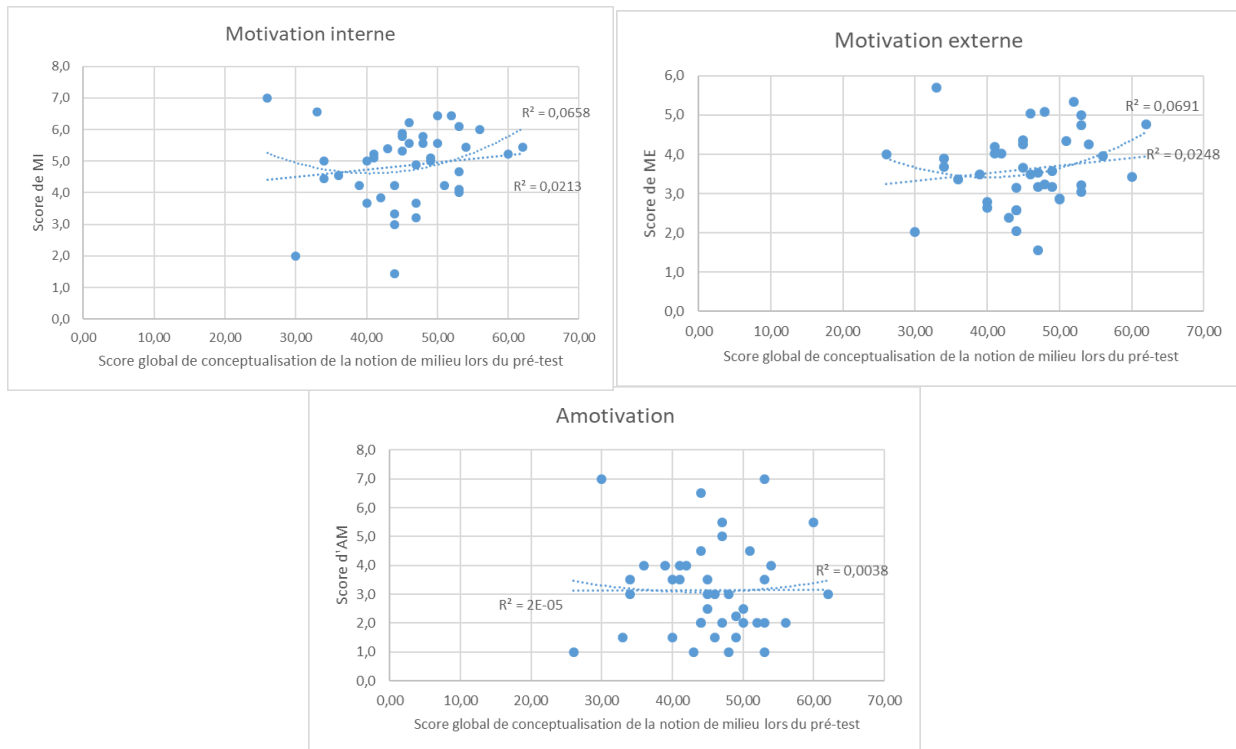


Figure 2 : Graphique représentant l’évolution des scores de MI, ME et AM en fonction du score global de conceptualisation de la notion de milieu obtenu lors du pré-test passé par les apprenants avant l’expérimentation.

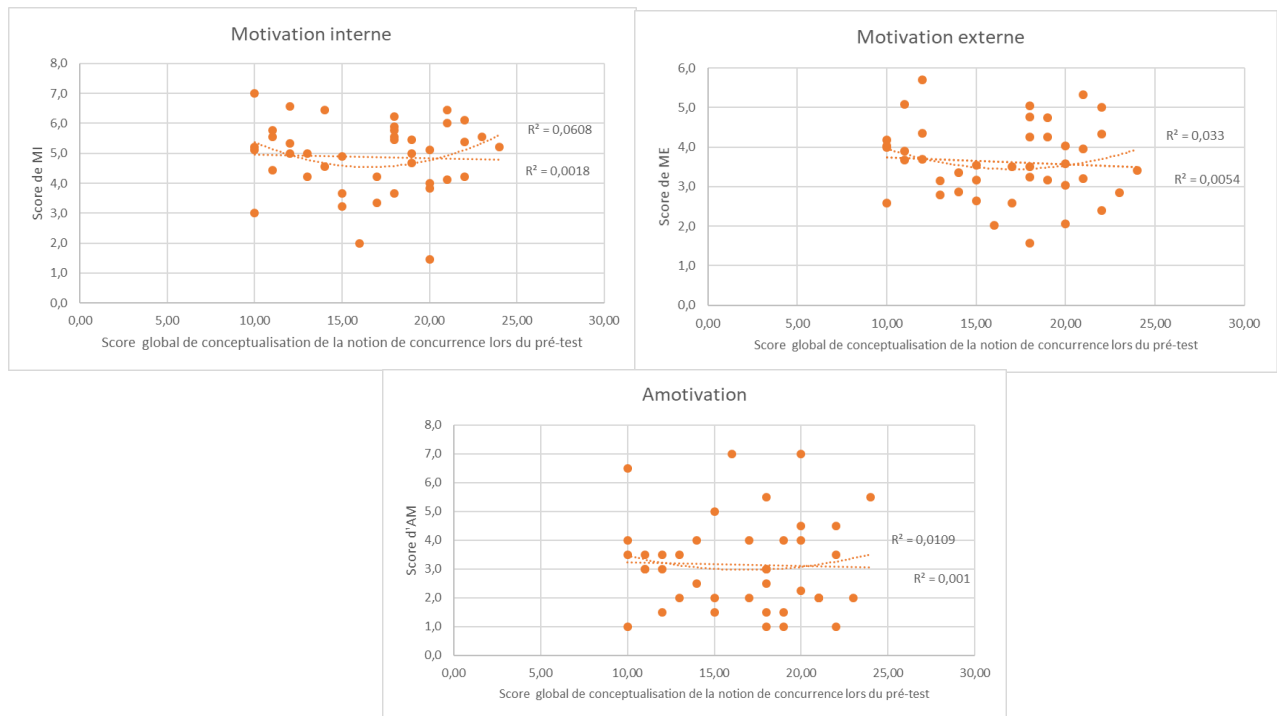


Figure 3 : Graphique représentant l'évolution des scores de MI, ME et AM en fonction du score global de conceptualisation de la notion de concurrence obtenu lors du pré-test passé par les apprenants avant l'expérimentation.

8.3. Motivation et rapport à l'usage des outils informatique

Les analyses ne montrent aucune corrélation entre la MI, la ME et l'AM et la plus ou moins grande facilité d'utilisation des outils informatiques que les élèves s'attribuent.

De même, il n'y a **pas de relation** globale entre les scores relatifs aux différentes régulations de la **motivation** et le jugement que porte les élèves **sur l'utilité des outils informatiques pour apprendre**.

8.4. Motivation et intérêt pour la formation suivie ou la discipline des sciences et vie de la terre

Il n'y a **pas non plus de corrélation** globale entre les scores relatifs aux différentes régulations de la **motivation** et :

- **L'intérêt pour la formation de STAV ;**
- **L'intérêt pour la SVT.**

8.5. Conclusion : effets des facteurs non liés à la situation d'expérimentation

Nous ne notons donc pas de biais majeur lié au poids dans les différents groupes de l'une des variables considérées : spécialité suivie ; intérêt pour le thème de la forêt ; niveau de connaissances que les élèves s'attribuent ; rapport à l'usage des outils informatiques pour apprendre ; intérêt pour la formation ou la SVT.

9. Analyse de l'incidence du type de situation et de ressource proposées sur la motivation des élèves

9.1. Effet du type de ressource sur la régulation de la motivation

Le tableaux 38 ci-dessous donne une première vision globale des résultats des différentes régulations de la motivation des élèves dans chacune des 4 situations de l'expérimentation. Nous avons agrégé les scores des groupes ayant utilisé l'EVE (groupe 2, 3, 4) pour les comparer à ceux du groupe ayant utilisé la ressource vidéo (groupe 1). Nous n'observons pas de différence significative dans les scores moyens de MI, ME ou AM.

Cela semble donc confirmer les résultats obtenus à la première expérimentation, montrant **qu'il n'y aurait pas de différence concernant les régulations de la motivation des élèves entre une situation utilisant l'EVE et une autre utilisant une vidéo**

Modalité	MI	ME	AM
AV	4,8 (1,5)	3,7 (1,1)	2,7 (1,2)
SN	4,8 (1,1)	3,5 (0,9)	3,4 (1,6)
Moyenne	4,8 (1,2)	3,6 (0,9)	3,2 (1,5)

Tableau 38 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation pour les groupes mobilisant la ressource audiovisuelle (AV) et ceux mobilisant la ressource Silva Numerica (SN) dans les 4 groupes de l'expérimentation.

Le tableau 39 vient préciser ces résultats. Il montre des différences significatives dans la régulation de la motivation entre les groupes, que nous allons développer par la suite. Dans tous les groupes, la motivation intrinsèque est plus importante que la motivation extrinsèque. Seul le **groupe 3** (Silva Numerica + cours magistral) présente un niveau **d'amotivation supérieur** aux niveaux de motivation intrinsèque et extrinsèque.

Groupe	MI	ME	AM
1	4,8 (1,5)	3,7 (1,1)	2,7 (1,2)
2	5,4 (0,6)	4,0 (0,8)	2,8 (1,2)
3	4,4 (1,2)	3,2 (0,8)	4,5 (1,6)
4	4,7 (1,1)	3,6 (0,8)	2,7 (1,4)
Moyenne	4,8 (1,2)	3,6 (0,9)	3,2 (1,5)

Tableau 39 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation dans les 4 groupes de l'expérimentation. Ci-dessous nous indiquons les moyennes significativement différentes entre les groupes (les autres ne sont pas significativement différentes)

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '3' :

AM : La diff. est très significative ($t = 3,46$, $1-p = 99,8\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '2' et '3' :

MI : La diff. est très significative ($t = 2,98$, $1-p = 99,3\%$)

ME : La diff. est significative ($t = 2,56$, $1-p = 98,3\%$)

AM : La diff. est très significative ($t = 2,95$, $1-p = 99,3\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '3' et '4' :

AM : La diff. est très significative ($t = 3,12$, $1-p = 99,5\%$)

9.2. Analyse des différences de motivation intrinsèque selon les groupes : incidence du guidage par l'enseignant, de la ressource et de l'effet nouveauté

Concernant la **motivation intrinsèque**, nous observons qu'elle est **significativement supérieure pour le groupe 2** à celle de l'ensemble de l'échantillon ($t = 2,63$, $1-p = 98,9\%$). Lorsque nous regardons les différences entre groupes, nous constatons que cette différence de MI est **significative en particulier entre le groupe 2 et le groupe 3** ($t = 2,98$, $1-p = 99,3\%$). Il en est de même pour la motivation extrinsèque à régulation autonome ($t = 2,94$, $1-p = 99,2\%$) et contrôlée ($t = 2,19$, $1-p = 96,2\%$). Les différences ne sont pas significatives dans les autres comparaisons entre groupes.

Or, la ressource utilisée est la même pour ces deux groupes (EVE). Cependant :

- **le groupe 2 a été laissé en autonomie** avec une consigne globale quant aux tâches à réaliser avec l'EVE et un support papier pour répondre à trois questions globales,
- alors que **le groupe 3 a utilisé l'EVE avec un scénario pour guider les élèves**, un support papier pour y inscrire les données recueillies et indiquer les réponses à une série de questions posées et un apport final de connaissances sous une forme **de cours magistral**. De plus, le déroulement de l'expérimentation a conduit l'enseignant à imposer un arrêt de l'usage de l'EVE pour passer à un cours magistral alors que beaucoup d'élèves n'avaient pas eu le temps de terminer le scénario n°2.

Au regard du cadre théorique, nous pouvons interpréter cela en lien avec une différence d'autonomie perçue entre les élèves du groupe 2 (très peu guidés) et ceux du groupe 3 (fortement guidés) : **la motivation intrinsèque serait renforcée par l'autonomie, c'est à dire la régulation très limitée par les ressources et par l'enseignant en cours d'utilisation de l'EVE. Elle serait réduite dans le cas où le guidage par la ressource et par l'enseignant sont plus importants (groupe 3).**

Par ailleurs, les différences de scores de motivation observées peuvent en partie être attribuées à un **effet nouveauté de la situation**. Comme le montre le tableau 40 page suivante, cet effet est significativement plus élevé dans le groupe 2 par rapport à la moyenne des scores des autres groupes ; il est moins élevé dans le groupe 3. La différence de score moyen est significative entre le groupe 2 et chacun des 3 autres groupes. De même, elle est significative entre le groupe 3 et le groupe 1.

Groupe	Effet nouveauté
1	5,3 (0,7)
2	6,0 (0,7)
3	4,7 (0,7)
4	4,8 (1,0)
Moyenne	5,2 (0,9)

Tableau 40 : Valeurs moyennes et écart-types du score moyen aux question relatives à l'effet nouveauté de la ressource dans les 4 groupes de l'expérimentation.

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '2' :

La diff. est significative ($t = 2,45$, $1-p = 97,8\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '3' :

La diff. est significative ($t = 2,35$, $1-p = 97,4\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '1' et '4' :

La diff. est peu significative ($t = 1,75$, $1-p = 91,1\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '2' et '3' :

La diff. est très significative ($t = 4,68$, $1-p = >99,99\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '2' et '4' :

La diff. est très significative ($t = 3,75$, $1-p = 99,9\%$)

Comparaison des moyennes des modalités '3' et '4' :

La diff. n'est pas significative ($t = 0,18$, $1-p = 16,2\%$)

Autrement dit l'intervention de l'enseignant pour interrompre l'usage de l'EVE précocement dans le groupe 3 afin de réaliser des apports sous forme magistrale viendrait « annuler » l'effet nouveauté » lié à l'usage de l'EVE (en lien avec un sentiment de perte d'autonomie – cf. avant).

Ces scores de motivation différents ne peuvent par contre pas être attribués à une différence d'intérêt pour le thème de la forêt : l'analyse confirme **l'absence de corrélation entre les scores moyens de MI** ou ceux des différents types de MI **et le score moyen d'intérêt pour le thème** (que ce soit au niveau global ou pour chacun des groupes).

De même la différence de scores de MI entre les groupes 2 et 3 n'est **pas reliée à une différence de niveaux de connaissances préalable que les élèves s'attribuent** concernant le thème de la forêt, ni à leur niveau de connaissance réel. En effet, nous n'observons pas de corrélation entre les scores de MI et de MI accomplissement des élèves et le score de conceptualisation au pré-test.

Pour aller plus finement dans la compréhension des types de MI, nous avons comparé les valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de MI dans les 4 groupes de l'expérimentation (tableau 41 ci-dessous).

Groupe	MI	MI Connaissance	MI accomplissement	MI sensations
1	4,8 (1,5)	5,4 (1,5)	4,3 (1,7)	4,6 (1,6)
2	5,4 (0,6)	5,6 (1,1)	5,1 (1,1)	5,6 (0,7)
3	4,4 (1,2)	4,7 (1,4)	4,1 (1,3)	4,2 (1,4)
4	4,7 (1,1)	5,3 (1,1)	4,6 (1,4)	4,2 (1,5)
Moyenne	4,8 (1,2)	5,2 (1,3)	4,5 (1,4)	4,6 (1,4)

Tableau 41 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de MI dans les 4 groupes de l'expérimentation.

- *Explications de la différence de MI sensation entre les différents groupes utilisant l'EVE.*

Le tableau 42 vient préciser les résultats concernant l'explication des différences de MI entre les groupes. Nous constatons que le score moyen de **MI supérieur dans le groupe 2** par rapport au groupe 3 ($t = 3,23$, $1-p = 99,6\%$) et 4 ($t = 2,98$, $1-p = 99,3\%$), alors que ces 3 groupes utilisent la même ressource. Cette **différence concerne la MI aux sensations, pas la MI à la connaissance ou la MI à l'accomplissement**. Cela semble signifier que les élèves du groupe 2 ont pris plus de plaisir à la réalisation des tâches utilisant SN que ceux des groupes 3 et 4. Nous pourrions faire l'hypothèse que cela est en lien avec une **liberté plus importante dans l'utilisation de l'EVE permettant de « s'amuser » davantage et de mieux en apprécier l'esthétisme et les fonctionnalités** pour se déplacer, agir sur la forêt et en voir les effets (même si la MI globale n'est pas significativement différente entre le groupe 2 et 4). A l'inverse, les **tâches fastidieuses à réaliser** à partir de l'EVE (remplissage de tableaux, réponses à de nombreuses questions) viendraient **diminuer la MI aux sensations**.

- *Explications de la différence de MI accomplissement entre le groupe 2 et le groupe 3*

Nous pouvons noter aussi que la **MI accomplissement est significativement supérieure** dans le groupe 2 par rapport au groupe 3 ($t = 2,10$, $1-p = 95,4\%$).

Sur la base du cadre théorique, nous pouvons interpréter cela comme lié au fait que **l'absence de guidage dans le groupe 2 constitue une sorte de défi pour les élèves quant à leurs connaissances sur la forêt : ils testent ces connaissances en tentant de trouver les réponses aux questions et de comprendre les effets de leurs actions (coupe d'arbre)**.

Toutefois, cela pourrait n'est pas en lien avec le **niveau de connaissance initiale** effectif concernant la forêt supérieur dans ce groupe (cf. absence de relation entre score de conceptualisation au pré-test et score de MI et MI accomplissement).

9.3. Analyse de la motivation extrinsèque dans les différents groupes

L'analyse du tableau 39 (ci-avant) permet de constater que le score moyen de **motivation extrinsèque globale n'est pas significativement différent** entre les groupes. Celle du tableau 42 ci-dessous permet de préciser qu'il n'y a pas non plus de différence concernant les scores pour les différents types de régulation de la ME pour les différents groupes. Cependant, nous pouvons noter que les scores des différentes régulations de la motivation extrinsèque sont

systématiquement les plus faibles dans le groupe 3. Cela est cohérent avec les résultats concernant la MI moindre et l'AM plus importante dans cette situation n°3.

L'analyse des différences entre chacun des groupes permet de constater une différence de score moyen de ME régulation externe entre les groupes 1 et 3 ($t = 2,40$, $1-p = 97,7\%$), alors qu'elle est peu significative entre les groupes 2 et 3 ou pas significative entre les autres groupes.

Groupe	ME Régulation intégrée	ME régulation identifiée	ME régulation introjectée	ME régulation externe
1	3,4 (1,8)	4,6 (1,6)	2,3 (1,4)	4,6 (0,7)
2	3,8 (1,1)	4,6 (1,4)	3,0 (1,1)	4,4 (0,8)
3	3,1 (1,1)	3,6 (1,2)	2,2 (1,2)	3,7 (1,1)
4	3,2 (1,4)	4,5 (1,7)	2,4 (1,1)	4,2 (0,9)
Moyenne	3,4 (1,4)	4,3 (1,5)	2,5 (1,2)	4,2 (0,9)

Tableau 42 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de ME dans les 4 groupes de l'expérimentation.

- **Motivation à régulation identifiée dans les différents groupes**

Lorsque nous étudions les niveaux de ME à régulation identifiée (tableau 43 ci-dessous), nous constatons qu'il existe des différences entre les groupes :

- La ME identifiée en relation avec l'obtention du bac est plus importante dans le groupe 1 (ressource audio-visuelle) que pour les groupes 2 ($t = 2,07$, $1-p = 95,1\%$) et 3 ($t = 2,27$, $1-p = 96,9\%$) ; elle est aussi plus importante que dans le groupe 4 même si la différence est peu significative ($t = 1,80$, $1-p = 91,9\%$) ;
- La ME identifiée en relation avec un travail visé est plus importante dans le groupe 2 que dans le groupe 3 ($t = 2,45$, $1-p = 97,8\%$) ;
- La ME identifiée en relation avec une poursuite d'étude est plus importante dans le groupe 4 que dans le groupe 3 ($t = 2,26$, $1-p = 96,8\%$) ; elle est plus importante dans les groupes 1 et 2 que dans le groupe 3 bien que la différence soit peu significative ($t = 1,75$, $1-p = 91,1\%$; $t = 1,95$, $1-p = 93,8\%$).

Groupe	ME Etude	ME Travail	ME bac
1	4,5 (2,0)	4,5 (1,9)	6,0 (1,1)
2	4,8 (2,2)	5,0 (1,3)	4,6 (2,0)
3	3,2 (1,7)	3,5 (1,7)	4,9 (1,5)
4	4,8 (1,9)	4,6 (2,0)	4,9 (2,0)
Moyenne	4,3 (2,0)	4,3 (1,8)	5,1 (1,7)

Tableau 43 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à la motivation externe liée à un but pour des études à venir, le travail envisagé ou l'obtention du bac dans les 4 groupes de l'expérimentation.

Concernant ces différents cas, une hypothèse pourrait être que cette relation est en fait médiée par les apports fait par l'enseignant à travers les feed-backs (groupe 4) ou par ceux faits dans la vidéo, qui interviendraient sur le sentiment d'apprentissage et, de-là, sur la régulation identifiée de la ME. Deux sous hypothèses sont possibles. La première réside dans le type de connaissances et les modalités avec lesquelles **des apports sont réalisés au regard des connaissances que les élèves supposent nécessaires pour le bac, les études ou le travail** :

- Dans la situation 1, les nombreuses explications de la vidéo sur la forêt leur donneraient le sentiment de mieux les préparer pour le bac ou à une poursuite d'études en lien avec la forêt. Dans la situation 2, l'absence de structuration formelle d'apports de connaissances pourrait leur donner un sentiment d'apprentissage moindre. Dans la situation 4, les feed-backs et apports de connaissances mis en lien avec les observations issues des actions sur la forêt numérique permettraient d'améliorer ce sentiment d'apprentissage par rapport aux situation 2 et 3 ;
- la situation 2, dans laquelle ils doivent explorer la forêt et y agir pour en voir les conséquences augmenterait le sentiment d'apprendre des connaissances utiles pour un travail en lien avec la forêt, en particulier par rapport à la situation 3 et ses apports de connaissances « théoriques » moins facilement reliables à un travail visé ;
- enfin, la situation 3 leur apparaîtrait comme permettant moins d'apprendre des connaissances utiles pour les études ou le travail envisagés que la situations 4 (et 1 et 2 dans une moindre mesure), tout en contribuant à une préparation pour le bac.

Une deuxième sous-hypothèse résiderait dans une différence du niveau des connaissances apportées dans les différentes situations au regard des connaissances effectives des élèves.

Pour affiner ces hypothèses, nous étudierons plus bas les scores d'utilité attribués aux différentes séances par les élèves (voir paragraphe 10.1.).

Notons que ces différences **ne peuvent être associées à des différences d'intérêt** pour le thème (tableau 34 et paragraphe 1.4. qui montrent l'absence de corrélation entre ces différentes ME identifiées et le score d'intérêt pour le thème).

9.4. Analyse de l'amotivation dans les différents groupes

A partir du tableau 39, nous observons que le score d'**amotivation du groupe 3 (EVE + cours magistral)** est significativement **plus important** que pour l'ensemble de l'échantillon (**$t = 2,67$, $1-p = 99,1\%$**) et pour chacun des 3 autres groupes (**avec le groupe 1 : $t = 3,46$, $1-p = 99,8\%$; le groupe 2 : $t = 2,95$, $1-p = 99,3\%$; le groupe 4 : $t = 3,12$, $1-p = 99,5\%$**). Cela vient confirmer les observations faites concernant les scores de MI. La présence d'une partie d'enseignement magistral semble accentuer l'amotivation des élèves. Il est difficile de dire si cet effet est lié à la forme des apports (type magistral) ou à leur positionnement en fin de séance et à l'interruption précoce de la réalisation des tâches avec l'EVE.

Comme nous l'avons dit plus haut, ces différences dans les scores d'amotivation ne sont pas corrélées avec **le score moyen d'intérêt pour le thème, d'intérêt pour la formation ou pour les Sciences et de la vie et de la terre. Elles ne sont pas non plus associées à des différences dans le rapport des élèves à l'utilisation des outils informatiques pour apprendre.**

10. Utilité, utilisabilité et acceptabilité des situations et ressources proposées

10.1. Utilité perçue de la séance

Concernant l'utilité perçue de la séance en termes d'apprentissages, nous constatons qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents groupes (voir tableau 44 ci-dessous).

Groupe	Utilité de la séance	Utilité de la ressource pour apprendre (Vidéo/EVE)	Utilité des tâches pour apprendre (questions)
1	4,9 (1,0)	6,3 (0,9)	4,5 (2,0)
2	4,7 (1,3)	5,7 (1,3)	5,0 (1,8)
3	4,2 (1,6)	4,7 (1,6)	4,4 (1,9)
4	4,4 (1,5)	4,8 (1,6)	4,9 (1,7)
Moyenne	4,6 (1,4)	5,4 (1,5)	4,7 (1,8)

Tableau 44 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages dans les différents groupes.

Par contre, **la vidéo est perçue comme significativement plus utile que l'EVE pour l'apprentissage de la forêt**. De manière apparemment paradoxale, cette différence est marquée en particulier lorsque l'utilisation de l'EVE est accompagnée d'apports de connaissances par l'enseignant (groupe 3, différence très significative, $t = 3,34$, $1-p = 99,7\%$) ou de feed-backs (groupe 4, différence significative $t = 3,12$, $1-p = 99,5\%$). Ce n'est pas le cas lorsque l'EVE est utilisé seul (différence peu significative), ce qui tend à montrer que ce n'est pas la ressource elle-même qui est à l'origine de cette différence d'utilité.

Globalement, les **tâches à réaliser (répondre aux questions) sont perçues comme moins utiles que la ressource** (différence significative : $t = 2,07$, $1-p = 96,1\%$), en particulier lorsqu'il s'agit de la vidéo (groupe 1, différence très significative - $t = 3,15$, $1-p = 99,6\%$).

Cela vient appuyer les hypothèses concernant les différences de ME à régulation identifiée. Le contenu de la vidéo est perçu comme plus utile pour apprendre. Mis en regard avec les constats précédents, cela renforce alors notre hypothèse que **l'usage de l'EVE en autonomie donnerait un sentiment d'utilité pour apprendre en vue d'un futur travail en forêt**, là où **l'usage de la vidéo donnerait un sentiment d'apprendre plus important en vue du bac et de la poursuite d'études.**

10.2. Utilisabilité de la ressource

Le tableau 45 page suivante montre que l'utilisabilité de la séance avec vidéo est perçue comme supérieure à celle des séances avec l'EVE.

Groupe	Utilisabilité de la séance	Utilisabilité de la ressource (Vidéo/EVE)	Utilisabilité des tâches (questions)
1	5,9 (0,8)	6,1 (0,5)	5,7 (1,3)
2	4,8 (0,6)	5,3 (0,9)	4,9 (0,5)
3	4,5 (0,6)	5,0 (0,9)	4,3 (0,7)
4	4,8 (0,6)	5,3 (0,9)	4,7 (0,6)
Moyenne	5,0 (0,9)	5,4 (0,9)	4,9 (1,0)

Tableau 45 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilisabilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages selon la ressource utilisée.

L'utilisabilité de la ressource EVE est moindre que celle de la vidéo. Nous pouvons mettre cela en lien avec le fait que c'est **la première fois que ces élèves utilisent l'EVE** et que celui-ci présente encore quelques **problèmes techniques (problèmes d'affichage) ou pose des difficultés d'usage (ex : pour l'avancée dans le scénario)**.

D'après nos observations (cf. synopsis), les différences de scores dans l'utilisabilité des tâches à réaliser peuvent être mises en lien aussi avec les **caractéristiques de ces tâches** (réponses écrites à des questions pour le groupe 1 ; tableaux fastidieux à remplir pour les groupes 3 et 4) et les difficultés rencontrées par les élèves dans l'usage simultané des scénarios de l'EVE avec les documents papiers à remplir (certains oublient d'avancer dans le scénario).

C'est ce que viendrait confirmer l'utilisabilité significativement moindre des tâches dans le groupe 3 par rapport au groupe 2 (La diff. est significative, $t = 2,58$, $1-p = 98,3\%$). Dans ce dernier groupe, les questions posées étaient globales et venaient après l'usage libre de l'EVE. Les élèves ont disposé d'un temps dédié pour y répondre. Dans le groupe 3, les documents devaient être complétés au fur et à mesure ; le travail a été interrompu et les élèves n'ont pas été en mesure de répondre à toutes les questions ; il n'y a pas eu de correction explicite de ces réponses aux questions, mais un cours magistral « déconnecté » des tâches réalisées avec l'EVE. Cela vient confirmer leur perception négative des apports théoriques magistraux, qui plus est quand ils ne sont pas connectés formellement aux tâches réalisées au préalable (moins utiles et moins utilisables pour apprendre).

10.3. Acceptabilité des situations et ressources proposées

Le tableau 46 montre que les élèves jugent l'acceptabilité de la séance comme significativement plus importante dans le groupe 1 que dans les groupes 3 ($t = 3,38$, $1-p = 99,8\%$) et 4 ($t = 3,51$, $1-p = 99,8\%$).

Groupe	Acceptabilité de la séance
1	5,6 (0,8)
2	5,1 (0,7)
3	4,5 (0,9)
4	4,4 (1,0)
Moyenne	4,9 (1,0)

Tableau 46 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'acceptabilité perçue de la situation d'expérimentation selon la ressource utilisée.

Elle est aussi significativement moindre :

- dans le groupe 3 par rapport au groupe 2 ($t=2,16$, $1-p=95,9\%$) ;
- dans le groupe 4 par rapport au groupe 2 ($t=2,34$, $1-p=97,2\%$).

Elle n'est pas significativement différente entre les groupes 1 et 2, ce qui montre que l'acceptabilité de la situation proposée n'est **pas liée au type de ressource utilisé** (vidéo versus EVE). Comme pour l'utilité et l'utilisabilité, l'acceptabilité moindre dans les groupes 3 et 4 laisse penser qu'elle pourrait **être liée aux caractéristiques des tâches à réaliser et à la possibilité de les réaliser dans le temps imparti** (tâches interrompues dans les groupes 3 et 4).

10.4. *Motivation, utilité, utilisabilité et acceptabilité de la ressource*

Dans cette deuxième expérimentation, nos analyses ne montrent pas de corrélation entre :

- D'un côté les scores globaux d'utilité, d'utilisabilité ou d'acceptabilité de la situation, de la ressource ou des tâches,
- De l'autre les scores globaux de MI, ME et AM, ou ceux des composantes de la MI ou des différentes régulations de la ME.

11. Synthèse des résultats de l'expérimentation 2

Que pouvons-nous retenir de cette analyse faite sur la base de quelques statistiques descriptives, dont nous rappelons qu'elles doivent être prises avec précautions au regard des effectifs faibles.

Tout d'abord, nous avons pu vérifier que la composition des groupes n'introduisait **pas de biais liés des différences de :**

- **sur ou sous-représentation des élèves de l'une des spécialités** (aménagement ou production) dans l'un ou l'autre des groupes ;
- **niveaux d'intérêt différents pour le thème de la forêt, la formation ou les sciences de la vie et de terre ;**
- **niveaux de connaissances** différents que s'attribuent les élèves concernant le thème de la forêt ; niveaux de connaissance effectif (score de conceptualisation pour les concepts de milieu et concurrence) ;
- jugement a priori sur **l'utilité** des outils informatiques pour apprendre ;
- sentiment de **facilité dans l'utilisation** des outils informatiques.

Nous n'observons d'ailleurs **pas de relation** entre les différentes régulations de **la motivation** et

- le jugement global des élèves quant à **l'utilité des outils informatiques** pour apprendre,
- leurs **intérêts pour leur formation ou pour la SVT.**

Nous avons aussi pu confirmer que :

1/ **la motivation extrinsèque à régulation identifiée** des élèves de la **spécialité aménagement** pour les situations proposées sur le thème de la forêt est **plus importante** que celle des élèves de la spécialité production. Nous pouvons associer cette différence à l'avenir professionnel

qu'ils envisagent (mais pas à un intérêt plus important pour le thème ou à la poursuite d'études dans cette deuxième expérimentation).

2/ La régulation de la motivation **ne semble pas liée directement au type de ressource** utilisée dans la situation : Silva Numerica versus ressource audio-visuelle.

Cependant, nous observons une **motivation intrinsèque plus importante** lorsque les élèves **utilisent la ressource en autonomie**, avec une consigne générale et en l'absence de régulations (synthèse, correction, apports magistraux) par un enseignant et de scénario implémenté dans l'EVE. La construction d'un scénario associant un usage de l'EVE à des apports conceptuels sous forme magistral et sans lien avec l'usage fait de l'EVE apparaît particulièrement défavorable à la motivation intrinsèque, occasionnant une augmentation de l'amotivation (en lien avec le sentiment d'une perte d'autonomie). Ce sentiment de **perte d'autonomie** lié aux régulations par l'enseignant et à une forme pédagogique « magistrale » **viendrait « annuler » l'effet nouveauté** lié à l'EVE.

Les résultats nous permettent de faire les hypothèses qu'une **liberté plus importante dans l'utilisation de l'EVE** permettrait de **mieux en apprécier les fonctionnalités et l'esthétisme** (effet important surtout sur la MI à la sensation dans le groupe 2).

L'analyse des scores de **ME régulation identifiée** nous conduit aussi à faire l'hypothèse que celle-ci est **liée au sentiment que le type et la forme des apports de savoirs dans la situation (par les ressources et par l'enseignant) est cohérent (ou non) avec le but des élèves** (obtention du bac, poursuite d'études et/ou travail envisagé). La **ressource vidéo** leur donnerait ainsi **le sentiment de mieux les préparer pour le bac ou à une poursuite d'études** en lien avec la forêt (et inversement en cas d'absence de structuration formelle d'apports de connaissances comme dans la situation 2). **L'exploration et l'action sur la forêt numérique associées à l'observation des effets augmenteraient leur sentiment d'apprendre des connaissances utiles pour le travail** en lien avec la forêt (en particulier par rapport des apports de connaissances « théoriques » sous forme magistrale).

Nos analyses ne montrent **pas de relation entre les scores de motivation intrinsèque, extrinsèque et d'amotivation et le niveau de connaissances préalable** que les élèves s'attribuent concernant le thème de la forêt. Elle ne montre pas de relation significative non plus entre le score de MI et MI Accomplissement avec le score lié à la conceptualisation des concepts de milieu et concurrence obtenu lors du pré-test.

Ces analyses des scores de motivation sont confirmées par les différences dans les scores d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptabilité qui montrent que :

- **la vidéo est perçue comme plus utile et utilisable que l'EVE pour l'apprentissage de la forêt ;**
- les **tâches et apports conceptuels** sont jugés **peu utiles, utilisables et acceptables** pour apprendre, en particulier lorsqu'il s'agit d'apports magistraux sans lien avec les tâches d'usage de l'EVE dans la situation proposée.

Cela interroge quant à la perception des élèves concernant les contenus des apports réalisés par les enseignants lors du cours magistral ou des feed-backs, pourtant calqués sur ceux de la vidéo (pour ce qui concerne les concepts de milieu et concurrence).

Cependant, il n'y a pas de corrélation à un niveau global entre ces scores d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptabilité et ceux des différents types de régulation de la motivation.

Comme pour l'expérimentation n°1, nous faisons l'hypothèse que cette analyse à un niveau global de la population pourrait masquer des effets très différenciés pour chacun des élèves. Nous ne disposons cependant pas de données qualitatives issues d'entretiens qui permettraient d'affiner ce type d'analyse individuelle.

Synthèse des résultats, discussion et commentaires globaux des 2 expérimentations

Nous avons fait en préalable dix hypothèses construites à partir des travaux de recherche que nous avons présentés dans le paragraphe 1, concernant différentes composantes des situations d'enseignement/apprentissage que nous proposons dans l'expérimentation susceptibles d'intervenir sur l'intensité et le type de régulation de la motivation des élèves. Au regard des résultats des deux expérimentations réalisées, que pouvons-nous conclure concernant ces différentes hypothèses ?

Tout d'abord, nous récapitulons dans le tableau ci-dessous les résultats des deux expérimentations conduites quant aux effets observés des composantes des situations d'enseignement/apprentissages proposées sur la motivation des élèves.

Ensuite, nous nous mettons en perspective les résultats de ces deux expérimentations au regard des hypothèses que nous avons faites.

Tableau de synthèse des résultats des deux expérimentations

	Éléments intervenant dans la motivation (bibliographie)	Spécification de chaque élément dans les situations proposées	Liens avec les scores de motivation Expérimentation 1	Liens avec les scores de motivation Expérimentation 2
Type de motivation à l'école	Motivation extrinsèque la plus mobilisée dans les situations scolaires	Niveau de ME par rapport au niveau de MI	Motivation intrinsèque > Motivation extrinsèque dans les situations proposées	Motivation intrinsèque > Motivation extrinsèque dans les situations proposées (Niveau d'amotivation important dans la modalité EVE + cours magistral)
Situation et type de tâches	Domaine de connaissance (géométrie, biologie, etc.)	Spécialité de formation suivie : Aménagement versus production	Score de MI, ME identifiée et d'utilité plus élevé pour les élèves de spécialité aménagement Intérêt plus élevé pour le thème de la forêt	Pas de lien entre spécialité et scores de motivation, utilité, utilisabilité, acceptabilité. Intérêt plus élevé pour le thème de la forêt
		Sciences de la vie et de la terre	<i>Non testé</i>	Pas de lien avec les scores de motivation, utilité, utilisabilité, acceptabilité
	Caractère plus ou moins contrôlant de l'outil et des tâches	Caractère plus moins contrôlant des tâches et interventions de l'enseignant selon les groupes	<i>Non testé systématiquement</i> <i>Possible lien entre amotivation plus élevée du groupe 1 et l'accompagnement de la prise en main et de la réalisation des tâches plus contrôlante</i>	Motivation intrinsèque renforcée par l'autonomie, en lien avec la régulation très limitée par les ressources (scénario pédagogique), les tâches et par l'enseignant.
	Qualité de l'intégration de l'outil numérique dans l'enseignement et adéquation des tâches à l'outil utilisé	Utilisabilité des supports de tâche accompagnant la ressource	Utilisabilité des tâches intervient dans la motivation de quelques élèves (ex : difficulté à trouver les infos dans le flux de la vidéo pour remplir le questionnaire ; Tableaux fastidieux à remplir en parallèle à 'EVE)	Utilisabilité des tâches supérieure dans la situation avec vidéo (réponses aux questions) que dans celle des tâches avec EVE (Tableau à remplir + questions ; difficulté à coordonner tâches papier et avancée du scénario dans l'EVE), en particulier lorsque les apports sont déconnectés des tâches réalisées (groupe 3 – cours magistral)
		Remplissage de supports de réponse papier en parallèle à l'exploration de la forêt avec l'EVE	Plusieurs élèves indiquent la non utilité des questions posées ou leur utilisabilité difficile (difficultés à trouver les informations)	Utilisabilité jugée moindre en lien avec des difficultés dans l'usage simultané des scénarios de l'EVE avec les documents papier à remplir
	Temps donné pour une activité (Viau, 2004)	Temps réduit dans les groupes 3 et 4 de l'expé 2	Le manque de temps pour réaliser l'ensemble des tâches diminue la MI accomplissement chez certains élèves	Incidence négative du temps réduit pour réaliser les tâches sur la motivation (groupe 3 et 4)
Nature des tâches à réaliser avec l'outil	Utilité des tâches à réaliser et de la situation d'usage de la ressource (Visionnage vidéo + Questions versus Exploration forêt, Tableaux à remplir + questions)	Pas de lien général entre les scores de motivation et l'utilité perçue des situations proposées Type de régulation de la motivation fonction de l'utilité perçue (sentiment d'apprentissage, intérêt pour le thème, sentiment de nouveauté, utilisabilité SN, caractéristiques des tâches) Utilité des tâches variable selon les élèves	Pas de lien général entre les scores de motivation et l'utilité perçue des situations proposées Les tâches sont jugées moins utiles pour apprendre que la ressource (vidéo comme EVE) Pas de différence dans le jugement d'utilité des tâches à réaliser entre les différentes situations proposées	
Outil	Effet du type d'outil/de ressource utilisé	Vidéo versus Environnement virtuel	Pas d'incidence du type de ressource utilisée sur la motivation et l'utilité	Pas d'incidence du type de ressource utilisée sur la motivation et l'utilité

	Éléments intervenant dans la motivation (bibliographie)	Spécification de chaque élément dans les situations proposées	Liens avec les scores de motivation Expérimentation 1	Liens avec les scores de motivation Expérimentation 2
	Perception de l'utilité de l'outil pour apprendre / comprendre (ou d'apprendre plus rapidement ou en faisant moins d'effort, de mieux comprendre, etc.)	Utilité de l'EVE vs la vidéo	Pas de différence dans la perception d'utilité entre vidéo et SN Mais sentiment d'utilité pour apprendre qu'ils attribuent à la situation d'usage de la ressource Silva Numerica est essentiel dans l'orientation vers une motivation autonome (vs contrôlée)	La vidéo est perçue comme significativement plus utile que l'EVE pour l'apprentissage de la forêt dans la perspective du bac ou de la poursuite d'étude, même lorsque l'usage de ces ressources est accompagné d'apports de connaissances L'usage de l'EVE sans apports est perçu comme plus utile pour apprendre la forêt en vue d'un futur travail
	Caractère plus ou moins contrôlant de la ressource numérique	Questions globales et exploration libre avec l'EVE versus scénario pédagogique très structuré par les tâches à réaliser (expé 2)	Non testé dans l'expérimentation 1 (même scénario d'usage de l'EVE dans les groupes 1 et 3)	Motivation intrinsèque renforcée par l'autonomie (groupe 2), en lien avec la régulation très limitée par les ressources (scénario pédagogique), les tâches et par l'enseignant.
	Utilisabilité des ressources/ Ergonomie	Utilisabilité de l'EVE ou de la vidéo	La motivation (MI comme ME) peut être diminuée par l'utilisabilité limitée de Silva Numerica si les bugs ou l'ergonomie rendent la réalisation des tâches demandées plus difficile au point qu'elles ne permettent plus d'avoir le sentiment d'apprendre (MI connaissance) et/ou rendent l'usage difficile (MI sensation) Rq : Utilisabilité limitée peut être liée à d'éventuelles difficultés cognitives propres à un apprenant (difficultés de lecture, de compréhension ; etc.).	Utilisabilité plus forte de la ressource vidéo par rapport à l'EVE
	Caractéristiques sensorielles des outils numériques - « Effet de Medium »	Esthétisme de la ressource	Effet positif de l'Esthétisme sur la MI à la sensation chez certains élèves Jugé d'abord au regard de la manière dont il facilite ou entrave la réalisation des tâches et les apprentissages associés	Une liberté plus importante dans l'utilisation de l'EVE permet de mieux en apprécier l'esthétisme et les fonctionnalités (MI sensation accrue)
	Nouveauté/Familiarisation avec l'outil	Effet de nouveauté des situations avec l'EVE versus la vidéo	Incidence positive de l'effet de nouveauté sur la MI (voire frustration de ne pouvoir tester l'EVE pour certains élèves). Toutefois l'usage d'une ressource numérique pour apprendre semble constituer une nouveauté, variable selon les élèves	Incidence positive de l'effet de nouveauté de la situation proposée (avec EVE ou vidéo) sur la MI Effet de nouveauté annulé selon le type d'interventions de l'enseignant Jugement d'utilisabilité de l'EVE moindre par rapport à la vidéo en lien avec le fait qu'il s'agit d'une première utilisation ?
Rôle des pratiques enseignantes	Style d'enseignement, stratégies pédagogiques plus ou moins diversifiées	Modalités pédagogiques	Pas de conclusion possible sur l'incidence des stratégies d'enseignement dans la régulation de la motivation des élèves (Quelques élèves reconnaissent l'intérêt des bilans et corrections réalisés par les enseignants) Hypothèse que les feed-backs joueraient un rôle variable sur la motivation en fonction du sentiment d'apprentissage des élèves selon leur niveau actuel et potentiel de compréhension de la forêt et de son développement	La présence d'une partie d'enseignement magistral non directement relié aux tâches à réaliser semble diminuer la motivation et accentuer l'amotivation des élèves

	Éléments intervenant dans la motivation (bibliographie)	Spécification de chaque élément dans les situations proposées	Liens avec les scores de motivation Expérimentation 1	Liens avec les scores de motivation Expérimentation 2
Elèves	Intérêt cognitif Intérêt pour le thème et/ou la matière	Intérêt pour le thème de la forêt	Pas de corrélation au niveau global entre les scores de MI et de ME (ou de leurs différentes régulations) et le score d'intérêt pour le thème.	Pas de lien entre intérêt pour le thème et score de MI
		Intérêt pour la formation suivi	<i>Non testé</i>	Pas de lien entre intérêt pour la formation et motivation
	Valeur d'une activité, d'une matière, c'est-à-dire le jugement de l'utilité attribué en vue d'atteindre les buts poursuivis	Valeurs des activités et situations proposées pour atteindre les buts qu'ils poursuivent (bac, poursuite études, travail)	Pas de différence significative dans le jugement d'utilité des situations proposées entre les différents groupes, ni en fonction de la ressource utilisée. Score de ME régulation identifiée plus important pour les élèves de la spécialité aménagement (au regard des buts d'obtention du bac, poursuite d'études ou du travail visé)	Régulation identifiée de la ME dans les situations proposées plus importante pour les élèves de la spécialité aménagement Score de Motivation extrinsèque identifiée varie dans les groupes selon la perception d'utilité de la situation proposée au regard des connaissances que les élèves supposent nécessaires soit pour le bac et les études (groupe 2 et 4), soit pour le travail (groupe 2)
	Perception de sa compétence à accomplir une activité de manière adéquate Perception de la difficulté de l'activité Fenouillet	Perception de compétence / usage des outils informatiques	Non testé	Pas de lien avec la motivation
		Perception de son niveau de connaissance sur la forêt)	Non testé à un niveau général	Pas de lien à un niveau général entre motivation (dont MI connaissance) et perception de ses connaissances sur la forêt par l'élève.
		Niveau effectif de connaissance sur la forêt (score pré-test)	Non testé Hypothèse : Effet du rapport entre les contenus proposés (« niveau » et nature des concepts visés et des tâches d'utilisation de SN proposées) au regard du niveau de connaissances préalable concernant la forêt sur le sentiment d'apprentissage, et les MI apprentissage et MI accomplissement (cf. analyse qualitative par élève et niveau MI accomplissement et connaissance plus faible dans groupe 4)	Pas de lien à un niveau générale entre scores de MI (et MI accomplissement), ME et AM et niveau de connaissances (score de conceptualisation pour les concepts de milieu et concurrence au pré-test)
	Attitude plus ou moins favorable à l'égard du numérique	Jugement d'utilité a priori des outils numériques pour apprendre	Non testé	Pas de lien général entre jugement d'utilité a priori et scores de motivation
		Acceptabilité des situations d'enseignement proposées	Hypothèse : l'acceptabilité de l'usage de ressources numériques (dont la plus ou moins grande facilité d'utilisation) pour apprendre intervient dans le jugement d'utilité des situations proposées	Pas de lien à un niveau global entre acceptabilité et scores de motivation Acceptabilité de la situation proposée sans lien avec le type de ressource (EVE ou vidéo). Lien probable avec les caractéristiques des tâches à réaliser et le temps imparti pour cela

Tableau 47 : Synthèse des composantes des situations d'enseignement/apprentissage intervenant sur la motivation des élèves dans les deux expérimentations conduites.

Discussion des résultats des deux expérimentations

En préalable à la discussion de ces résultats, nous souhaitons attirer l'attention du lecteur sur le fait que les résultats que nous exposons ci-dessous ne prétendent à aucune généralisation.

Cela est liée tout d'abord à une limite méthodologique des expérimentations conduites avec un nombre restreint d'apprenants. Du fait de ce faible effectif, des scores de réponses élevés à une ou plusieurs questions d'un ou quelques élèves peuvent modifier significativement le score moyen pour l'ensemble du groupe. L'analyse statistique globale peut alors accentuer des effets d'un facteur en lien avec un effet fort sur un nombre limité d'individus. À l'inverse elle peut masquer des effets très différents pour chacun des élèves pris individuellement dans chaque groupe. C'est pourquoi les analyses qualitatives que nous avons réalisées dans l'expérimentation n°1 nous semblent tout aussi importantes que les résultats chiffrés.

Hypothèses et sous hypothèses 1 : Un effet différencié de l'utilisation d'une ressource numérique sur la motivation intrinsèque selon des caractéristiques associées à chaque élève.

Les résultats des deux expérimentations montrent si besoin était que les relations entre les différentes variables testées et les scores de motivation des élèves ne sont ni univoques, ni de cause à effet, mais très différenciées selon les élèves : elles se jouent dans l'interaction entre les caractéristiques de la situation et les caractéristiques associées à l'élève. C'est ce que montre très bien l'analyse qualitative des réponses des élèves aux fiches signalétiques et des quelques entretiens conduits dans l'expérimentations n°1.

Cependant, tous nos résultats convergent vers l'hypothèse que **le sentiment d'apprentissage** des élèves au regard de **leurs buts scolaires et/ou professionnels est « premier »** dans l'intensité et de la régulation de la motivation, avant l'éventuel effet nouveauté associé à l'usage de la ressource numérique. La variable sentiment d'apprentissage est elle-même une variable composite en ce qu'elle résulte de l'effet combiné entre le **niveau de connaissance** actuel et potentiel des élèves concernant les objets à apprendre (ici la forêt) et les caractéristiques des tâches à réaliser et contenus d'apprentissage associés.

Dès lors, nous comprenons mieux que le premier résultat important de ces deux expérimentations est que **ce n'est pas le type de ressource d'enseignement utilisée (EVE versus vidéo) en lui-même** qui intervient dans la régulation de la motivation des élèves. Le type de ressources va se combiner à d'autres variables relatives à la situation et au « profil » des élèves pour intervenir dans leur motivation.

Ainsi, sur un premier plan, nous n'observons pas de **corrélation directe au niveau global entre les scores de MI et de ME (ou de leurs différentes régulations) et l'intérêt cognitif des élèves pour le thème** et les contenus relatifs à la forêt. Or, les analyses qualitatives montrent comment l'intérêt ou le désintérêt pour le thème de la forêt jouent bien un rôle dans la motivation singulière de chaque élève, mais qui n'est pas univoque au sens où plus d'intérêt ne produit pas nécessairement plus de motivation. En effet, un intérêt fort pour ce thème génère des attentes fortes en termes d'apprentissage vis-à-vis de la situation proposée. Or les contenus proposés (tâches et apports de connaissances) peuvent être d'un niveau insuffisamment élevé au regard du niveau actuel de l'élève.

Inversement, sur un deuxième plan, **l'absence de corrélation systématique entre le score de motivation** pour la situation proposée et **le niveau de connaissances que les élèves s'attribuent ainsi que leur niveau de connaissance effectif** (cf. pré-test sur les notions de milieu et concurrence) masque le fait que ce niveau de connaissances joue un rôle différent selon leur intérêt pour la forêt combiné avec leurs buts. Un élève peut être très motivé si son niveau de connaissances initial est moyen ou important et que les tâches lui donnent l'impression de pouvoir tester ses connaissances **trouver les réponses aux questions et comprendre les effets de ses actions**, ce qui semble en particulier possible lorsque la situation est moins contrôlante (expérimentation 2 groupe 2). Mais un autre élève aura une motivation faible s'il a le sentiment de ne rien apprendre parce que son niveau de connaissances est trop élevé par rapport aux exigences des tâches. Un troisième élève aura un niveau de motivation faible car son niveau de connaissances faible ne lui permettra pas de réaliser les tâches attendues ou alors parce que ce niveau de connaissances est associé à un intérêt faible pour le thème.

Sur un troisième plan, nous n'avons **pas mis à jour de lien général entre les scores de motivation et l'utilité** perçue des situations proposées. Cependant, le type de régulation de la motivation (MI ou ME identifiée versus ME externe ou amotivation) pour la situation proposée est fonction de l'utilité perçue en termes d'apprentissage au regard des buts de l'élèves. Dans ce cadre, l'utilité de la ressource et des tâches d'enseignement associées est jugée par rapport à ce que leurs caractéristiques permettent d'apprendre au regard de ces buts : la vidéo est perçue comme significativement plus utile pour l'apprentissage de la forêt que l'EVE dans la perspective du bac ou de la poursuite d'études, y compris lorsque l'usage de ces ressources est accompagnée d'apports de connaissances ; l'usage de l'EVE sans apports de connaissances est perçu comme plus utile pour apprendre en vue d'un futur travail. Dès lors nous comprenons que le sentiment d'utilité pour apprendre qu'ils attribuent à la situation d'usage de la ressource Silva Numerica est essentiel dans l'orientation vers une motivation autonome (vs contrôlée).

In fine, au niveau individuel, **l'intensité de la motivation et le type de régulation** (MI apprentissage et/ou accomplissement et/ou ME identifiée versus ME externe ou amotivation) sera donc fonction d'un **rapport entre**

- **les contenus proposés dans la situation (« niveau » et nature des concepts visés et des tâches d'utilisation de SN proposées),**
- **le niveau de connaissances initial de l'élève,**
- **son intérêt pour le thème en lien avec ses buts (jugement d'utilité).**

Dès lors, contrairement à ce que nous supposions dans notre hypothèse 1.4., nous n'observons pas de lien systématique entre les scores de motivation et une attitude plus ou moins favorable a priori à l'égard du numérique (jugements d'utilité ou d'acceptabilité des ressources numériques). C'est dans la situation d'usage que se joue l'acceptabilité des ressources numériques pour apprendre, au regard du rapport précédent. Mais ce **rapport est cependant modulé par la plus ou moins grande facilité d'utilisation** de la ressource pour apprendre (utilisabilité), qui peut être fonction d'une habitude plus ou moins importante dans l'usage de tels ressources.

Hypothèses et sous hypothèses 2 : Un rôle important des caractéristiques de la situation d'enseignement/apprentissage utilisant une ressource numérique

Nos résultats montrent comment plusieurs caractéristiques des situations d'expérimentation construites interviennent dans l'intensité et la régulation de la motivation des élèves.

Tout d'abord, nous observons un « **effet nouveauté** » **favorable des situations proposées sur la motivation intrinsèque** des élèves lors des deux expérimentations (sous-hypothèse 2.1.), avec, à l'inverse, une frustration de plusieurs élèves d'un groupe n'ayant pas pu tester l'EVE lors de l'expérimentation n°1. Cependant, cet effet de nouveauté est similaire pour l'EVE et pour la vidéo comme nous le supposons lors du choix méthodologique de cette ressource comme référence pour tester la plus-value de l'EVE. De plus, l'analyse qualitative des entretiens permet de constater que l'effet nouveauté de l'usage d'une ressource numérique pour apprendre est variable selon les élèves.

Ensuite, un résultat important des deux expérimentations est que cet effet nouveauté positif sur la motivation est **contre balancé voire annulé par plusieurs autres caractéristiques des situations proposées**. La principale semble être **le caractère plus ou moins contrôlant** de la situation d'usage de l'EVE proposée (hypothèse 2.2. - cf. résultats de l'expérimentation 2). Ce caractère contrôlant est lié, d'une part, au scénario pédagogique et numérique proposé qui vient diminuer la motivation intrinsèque (expérimentation 2 groupe 3 et 4) voir augmenter l'amotivation (expérimentation 1 groupe 1 ; expérimentation 2 groupe 3). Il est renforcé par un scénario numérique très guidant (avancée pas à pas dans les tâches guidée par l'EVE) associé à un guidage important par l'enseignant dans la succession des phases de la séance (guidage serré de la prise en main de l'EVE ; passage d'un scénario à l'autre, puis arrêt de l'usage de l'EVE pour passer à des corrections ou apports). A l'inverse, **la motivation intrinsèque est renforcée par l'autonomie** permise lorsque la situation est moins contrôlante (groupe 2 de la deuxième expérimentation) : scénario moins guidant autorisant l'exploration libre de l'EVE et la réalisation autonome de tâches permettant de répondre à des questions globales ; interventions limitées de l'enseignant.

Concernant les **interventions de l'enseignant** (sous-hypothèse 2.4), des apports de connaissances dans **un format magistral et sans mise en lien formelle avec les tâches réalisées** par les élèves diminue la motivation intrinsèque et augmentent l'amotivation (expérimentation 2 groupe 3). Elles viennent là aussi contrebalancer l'effet nouveauté sur la motivation. Cependant, des apports en lien avec les tâches réalisées (de type correction des questions ou apports en lien avec des interprétations des observations) joueraient un rôle variable sur la motivation en fonction du sentiment d'apprentissage des élèves dépendant de leur niveau actuel et potentiel de compréhension de la forêt et de son développement (cf. différence de MI connaissance entre les groupes 1 et 3 dans l'expérimentation 1 ; niveau de MI connaissance des groupes 1 et 4 supérieure à celle du groupe 3 dans l'expérimentation 2).

Bien qu'il n'y ait pas de corrélation générale entre les scores d'utilisabilité et ceux des différentes régulations de la motivation (expérimentation 2), nous pouvons dire aussi que les **caractéristiques des tâches à réaliser interviennent dans la régulation de la motivation des élèves** (sous-hypothèse 2.3.). C'est ce que montre l'analyse des entretiens avec des élèves (expérimentation 1) mais aussi les jugements d'utilisabilité des ressources et des tâches (expérimentation 2). Ainsi, l'utilisabilité des tâches proposées aux groupes 3 et 4 dans

l'expérimentation 2 (tableau à remplir ; analyse des résultats et réponses à des questions) est jugée moindre par rapport à celles associées à la vidéo (réponses à des questions sur des contenus abordés dans la vidéo - groupe 1), ceci bien que quelques élèves aient rencontré des difficultés dans la recherche des informations nécessaires pour répondre aux questions dans le flux de la vidéo. Les **tâches fastidieuses à réaliser** à partir de l'EVE (remplissage de tableaux, réponses à de nombreuses questions) viendraient **diminuer la MI sensation (moins de plaisir dans la réalisation des tâches)**. S'y ajoute la difficulté à coordonner la réalisation des tâches papier et avec l'avancée dans le scénario numérique guidée par l'EVE. A l'inverse des tâches offrant une **liberté plus importante dans l'utilisation de l'EVE augmenteraient la MI sensation notamment en permettant de mieux en apprécier l'esthétisme et les fonctionnalités** pour se déplacer, agir sur la forêt et en voir les effets (groupe 2).

Parmi les caractéristiques des tâches, **le temps disponible pour les réaliser** joue un rôle important. Un **temps insuffisant** pour les élèves (cas de plusieurs élèves dans les différents groupes) ou une interruption précoce de la réalisation des tâches par l'enseignant (groupe 3 et 4 de l'expérimentation 2) **diminue la motivation intrinsèque, en particulier la MI à l'accomplissement**.

A cette incidence de l'utilisabilité des tâches associées à la ressource sur la motivation s'ajoute celle **du jugement d'utilité quant à ces tâches**. S'il n'y a pas de corrélation générale entre l'utilité des tâches et les scores de motivation, plusieurs élèves interrogés signalent qu'ils les jugent inutiles. Elles sont jugées moins utiles que la ressource elle-même. D'une part, cela rejoint le constat qu'un usage de la ressource laissant de l'autonomie aux élèves car associé à des tâches moins guidantes est favorable à leur motivation intrinsèque (groupe 2). D'autre part, comme nous l'avons dit plus haut, ce jugement d'utilité est à mettre en regard des buts des élèves (perspective du bac ou de la poursuite d'études et/ou apprentissages en vue d'un futur travail).

En définitive, nous pouvons donc dire que les **scénarios pédagogique et didactique d'usage de la ressource joue un rôle important dans la régulation de la motivation** des élèves, en lien avec l'intérêt cognitif des tâches et des contenus proposés (au regard de l'intérêt des élèves pour l'objet d'enseignement et de leurs buts).

Hypothèses et sous hypothèses 3 : Rôle important des caractéristiques de la ressource numérique

Enfin, nos données montrent le rôle des caractéristiques ergonomiques et esthétiques de la ressource sur la motivation des élèves. Ainsi, une bonne utilisabilité n'est pas un facteur d'accroissement de la motivation. Mais une **mauvaise utilisabilité** intervient de manière défavorable (sous-hypothèse 3.1) :

- sur la **motivation intrinsèque à la connaissance** par son effet sur le sentiment d'apprentissage ;
- mais aussi sur **la motivation intrinsèque à l'accomplissement** en rendant plus difficile la réalisation des tâches dans les temps et avec le niveau d'exigence attendu ;
- enfin sur la **motivation intrinsèque à la sensation** en rendant moins fluide l'EVE et son usage.

Là encore, ces caractéristiques d'utilisabilité semblent donc jouer un rôle dans la motivation d'abord au regard de la manière dont elles interviennent dans le sentiment d'apprentissage des élèves.

Toutefois, les caractéristiques graphiques, la facilité à se mouvoir et à se repérer, l'absence de bugs, ..., participent aussi à un **éventuel « effet médium » pour quelques élèves**. Même en l'absence d'intérêt pour l'objet d'enseignement, celui-ci **génère une MI sensation importante**, particulièrement pour des élèves « habitués » à utiliser des ressources numériques pour jouer, et donc motivés intrinsèquement par le plaisir de cette utilisation (analyse des entretiens élèves de l'expérimentation 1). Nos résultats ne nous permettent cependant pas de conclure que les caractéristiques graphiques et dynamique de l'EVE génèreraient davantage d'attention et d'engagement d'une grande partie des élèves pour la réalisation des tâches (hypothèse 3.2.).

Notons aussi qu'une **autonomie plus importante** dans l'utilisation de l'EVE permet aux élèves de mieux en apprécier l'esthétisme et les fonctionnalités entraînant une **augmentation de leur MI à la sensation**.

Ces résultats doivent être considérés comme des hypothèses qu'il serait nécessaire d'étayer et de compléter par de nouvelles expérimentations, notamment au regard du faible nombre d'élèves concernés. Cependant, ils sont cohérents avec les résultats présentés dans la revue de littérature sur la motivation au paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** :

- Effet de nouveauté de la ressource et situation proposé (Amadiou et Tricot, 2014) ;
- Utilité de la situation (perception d'apprendre, d'apprendre plus rapidement ou en faisant moins d'effort, de mieux comprendre, etc.) (Amadiou et Tricot, 2014) ;
- Incidence de l'intérêt de l'élève pour le domaine de connaissance (ici la forêt) combiné au jugement de l'utilité qu'il leur attribue (Chouinard, Vezeau, Bouffard, & Jenkins, 1999; Vezeau, Bouffard, & Chouinard, 2000; Vezeau, Chouinard, Bouffard, & Couture, 1998) ;
- Incidence de « l'intérêt cognitif » des tâches au regard du niveau de connaissances des élèves (Kintsch, 1980) ;
- Perception de la difficulté de l'activité (suffisamment difficile pour que sa maîtrise donne à l'individu la sensation d'augmenter ses compétences mais pas hors de ses capacités – Fenouillet, 2003) ;
- Distinction entre la motivation liée à l'utilisation de la ressource (numérique ou vidéo) et la motivation pour la réalisation des tâches à réaliser (Amadiou et Tricot, 2014) ;
- Utilisabilité de la ressource (facilités d'utilisation d'un outil – maniabilité, lisibilité, facilité de navigation, guidage, feed-back, charge cognitive, etc.) ;
- Rôle des caractéristiques des tâches et de leur adéquation à l'outil utilisé (Amadiou et Tricot, 2014) ;
- Caractéristiques sensorielles des outils numériques - « l'effet de Medium » (McLuhan, 1968), ici en lien avec le graphisme et la possibilité de se « projeter » dans le temps.

D'une manière globale, il est intéressant de constater que le niveau de motivation intrinsèque des élèves pour les situations d'expérimentation est toujours supérieur à leur niveau de

motivation extrinsèque, que ce soit avec usage de la vidéo ou de Silva Numerica. Cela va donc à l'encontre du constat de Deci que dans le domaine scolaire, la source de motivation est essentiellement extrinsèque. Ici, l'effet de nouveauté lié à la situation proposée semble intervenir en augmentant la motivation intrinsèque de beaucoup d'élèves. Mais dès que cet effet est contrebalancé par des modalités pédagogiques qui redeviennent plus « scolaires » ou des tâches d'apprentissage plus fastidieuses, cet effet nouveauté s'atténue.

Toutefois, dans notre cas, la régulation externe de la motivation peut alors prendre le relais via le jugement d'utilité des élèves quant à la situation proposée dans l'atteinte de buts scolaires et/ou professionnels.

Nous avons ici fait le choix de **comparer l'usage de la ressource SN à celui d'une ressource audio-visuelle**. A posteriori, les résultats obtenus nous confortent dans ce choix qui a permis de réduire « l'effet nouveauté » de la ressource. Il nous semble qu'il a aussi permis de proposer la comparaison de deux ressources ayant des potentiels d'apprentissage intéressants pour les élèves (les résultats montrent que, sans être équivalentes, ces deux ressources permettent à une grande partie des élèves d'avoir un sentiment d'apprentissage).

S'il est important de rappeler le **caractère relatif des scores de motivation observés**, qui auraient été différents pour d'autres types de situations d'enseignement (telle que la sortie en forêt par exemple), nous faisons cependant **l'hypothèse que nous aurions retrouvé la plupart des caractéristiques intervenant dans la régulation de la motivation des élèves** (intérêt pour le thème, sentiment d'apprentissage, buts, nouveauté, caractéristiques des tâches, ...) auxquelles se seraient peut-être ajoutées d'autres caractéristiques (comme le fait d'être hors classe versus en classe).

Conclusion générale des expérimentations

Ce document présente les modalités de réalisation et les résultats de deux expérimentations de l'usage de l'EVE Silva Numerica avec des élèves de 1^{ère} technologique STAV. Il donne à voir l'incidence de **différents scénarii d'usage de cette EVE** au regard d'un scénario utilisant une ressource vidéo sur la régulation de la motivation des élèves lors d'une séance d'enseignement/apprentissage concernant des concepts relatifs au développement de la forêt (milieu et concurrence). Il s'appuie sur le modèle développé par la théorie de l'autodétermination – TAD (Deci et Ryan, 1971, 1975, 1985, 1991) et retravaillé par Vallerand et al. (1989) dans le cadre de l'élaboration de l'échelle de motivation à l'éducation (EME), outil sur lequel nous nous sommes appuyés pour recueillir nos données.

Nos résultats montrent que, au-delà d'un intérêt préalable pour le thème et les objets enseignés (la forêt), ce n'est **pas tant le type de ressource utilisée qui intervient en premier lieu sur la régulation de la motivation des élèves que leur sentiment d'apprentissage** dans l'usage de cette ressource en lien avec les buts qu'ils poursuivent (scolaires ou professionnels), associé à un intérêt cognitif des tâches proposées. Au-delà d'un effet nouveauté de la situation sur la motivation des élèves, dont nous pouvons supposer qu'il risque de diminuer au fil de l'usage répété de l'EVE, ils conduisent à **préconiser une attention majeure au scénario pédagogique et didactique d'usage de la ressource et au potentiel d'apprentissage de cette ressource** eu égard à la zone potentielle d'apprentissage des élèves concernant les objets d'apprentissage visés (ici le développement de la forêt et sa gestion). Ils conduisent aussi à constater que les **caractéristiques de l'EVE (y compris graphiques) interviennent d'abord sur la motivation via leur incidence sur le sentiment d'apprentissage** des élèves. L'« effet médium » et le plaisir associé à l'usage d'un environnement virtuel (parfois qualifié de plus ludique par les acteurs) n'intervient de manière importante sur la motivation que pour quelques élèves.

D'autres expérimentations pourraient être conduites pour étudier l'incidence de l'usage de l'EVE sur la motivation des élèves, en construisant des scénarii d'usage fondés sur ces premiers résultats et mobilisant des versions ultérieures de l'EVE dont les qualités ergonomiques auront été améliorées (élimination des bugs, crashes et ergonomie retravaillée). Il serait aussi intéressant de comparer des situations utilisant l'EVE à d'autres types de situations d'enseignement permettant de travailler les mêmes objets, en particulier les situations sur le terrain en forêt souvent perçues comme plus « motivantes » pour les élèves.

Bibliographie

- Amadiou, F., & Tricot, A. (2014). *Apprendre avec le numérique. Mythes et réalités*. Retz.
- Ames, C. (1984). Competitive, cooperative and individualistic goal structures : A motivational analysis. In R. Ames & C. Ames (Éds.), *Research on motivation in education: Vol. 1 : Student motivation* (p. 177-207). Academic Press.
- Ames, C., & Ames, R. (1984). Systems of student and teacher motivation : Toward a qualitative definition. *Journal of Educational Psychology*, 76, 535-556. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.4.535>
- Baran, E. (2014). A Review of Research on Mobile Learning in Teacher Education. *Educational Technology & Society*, 17, 17-32.
- Boggiano, A. K., & Katz, P. (1991). Maladaptive achievement patterns in students : The role of teachers' controlling strategies. *Journal of Social Issues*, 47, 35-51. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1991.tb01833.x>
- Bowen, C. E., & Madsen, C. H. (1978). Teaching Style : A Primary Determinant of Student Motivation. *Boston University Journal of Education*, 160(4), 16-24.
- Chouinard, R., Vezeau, C., Bouffard, T., & Jenkins, B. (1999). Gender differences in the development of mathematics attitudes. *Journal of Research & Development in Education*, 32, 184-192.
- Deci, E. L. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 18, 105-115.
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic Motivation*. Plenum.
- Deci, E. L., Connell, J. P., & Ryan, R. M. (1989). Self-determination in a work organization. *Journal of Applied Psychology*, 74, 580-590. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.74.4.580>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale : Self-determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19(2), 109-134. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(85\)90023-6](https://doi.org/10.1016/0092-6566(85)90023-6)
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1991). A motivational approach to self : Integration in personality. In *Nebraska Symposium on Motivation, 1990 : Perspectives on motivation* (p. 237-288). University of Nebraska Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49, 14-23. <https://doi.org/10.1037/0708-5591.49.1.14>
- Deci, E.-L. (2008). Favoriser la motivation optimale et la santé mentale dans les divers milieux de vie. *Canadian Psychology*, 49(1), 24-34. <https://doi.org/10.1037/0708-5591.49.1.24>
- Eccles, J. S., Wigfield, A., & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. In *Handbook of child psychology : Social, emotional, and personality development, Vol. 3, 5th ed* (p. 1017-1095). John Wiley & Sons, Inc.
- Fenouillet, F. (1999). *La motivation à l'école*. [Communication]. 10^{ème} entretiens de la Villette, Actes de colloque. Apprendre autrement aujourd'hui, Paris, FRANCE.
- Fenouillet, F. (2003). *La motivation*. Dunod.
- Good, T. L., & Brophy, J. E. (2000). *Looking in Classrooms* (8^{ème}). Longman.
- Guay, F., Ratelle, C., Larose, S., Vallerand, R. J., & Vitaro, F. (2013). The number of autonomy-supportive relationships : Are more relationships better for motivation, perceived

- competence, and achievement? *Contemporary Educational Psychology*, 38, 375-382. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.07.005>
- Karsenti, T. (1993). *Analyse de la relation entre le style d'enseignement et la motivation des étudiants au collégial*. [Mémoire de maîtrise]. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi2pMvrt6P6AhVtgP0HHRLQBD0QFnoECACQAQ&url=https%3A%2F%2Farchipel.uqam.ca%2F10686%2F1%2FD3151.pdf&usg=AOvVaw0ZST57uj0Ay_ZrLXDrPqkf
- Karsenti, T. (1998). *Étude de l'interaction entre les pratiques pédagogiques d'enseignants du primaire et la motivation de leurs élèves [microforme]*. Université du Québec à Montréal.
- Karsenti, T., & Fievez, A. (2015). *L'iPad à l'école : Usages, avantages et défis : Résultats d'une enquête longitudinale auprès de 26 044 élèves et 802 enseignants du Canada*. CRIFPE. https://www.academia.edu/36019703/LiPad_%C3%A0_1%C3%A9cole_usages_avantages_et_d%C3%A9fis_R%C3%A9sultats_dune_enqu%C3%AAta_aupr%C3%A8s_de_6057_%C3%A9l%C3%A8ves_et_302_enseignants
- Kintsch, W. (1980). Learning from text, levels of comprehension, or : Why anyone would read a story anyway. *Poetics*, 9(1), 87-98. [https://doi.org/10.1016/0304-422X\(80\)90013-3](https://doi.org/10.1016/0304-422X(80)90013-3)
- Knoerr, H. (2005). TIC et motivation en apprentissage/enseignement des langues. Une perspective canadienne. *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité - Cahiers de l'APLIUT*, XXIV(2), 53-73.
- Laferrière, T. (1997). *Rechercher l'équilibre au sein des environnements d'apprentissage intégrant les technologies de l'information : Préparer les futurs choix*. [Rapport de recherche]. Conseil des ministres de l'Éducation du Canada.
- Lewis, J. R. (2018). Measuring Perceived Usability: The CSUQ, SUS, and UMUX. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(12), 1148-1156. <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1418805>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning : Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, 312-320. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.2.312>
- Mc Clanahan, B., Williams, K., Kennedy, E., & Tate, S. (2012). A Breakthrough for Josh : How Use of an iPad Facilitated Reading Improvement. *TechTrends*, 56, 20-28. <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-012-0572-6>
- Mc Luan, M. (1968). *Pour comprendre les médias*. Seuil.
- McKeachie, W. J. (1986). *Teaching Tips : A Guidebook for the Beginning College Teacher. Eighth Edition*. D.
- Miquelon, P., & Vallerand, R. J. (2008). Goal motives, well-being, and physical health : An integrative model. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49, 241-249. <https://doi.org/10.1037/a0012759>
- Paumier, D., & Chanal, J. (2018). Motivation autodéterminée, conséquences motivationnelles et hypothèse de spécificité en contexte scolaire : État des lieux, implications et perspectives. *Revue française de pédagogie*, 203, 111-130. <https://doi.org/10.4000/rfp.8160>
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82, 33-40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In *Handbook of self-determination research* (p. 3-33). University of Rochester Press.
- Ryan, R. M., Mims, V., & Koestner, R. (1983). Relation of reward contingency and interpersonal context to intrinsic motivation: A review and test using cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, *45*, 736-750. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.4.736>
- Sarrazin, P. G., Pelletier, L., Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2011). Nourrir une motivation autonome et des conséquences positives dans différents milieux de vie: Les apports de la théorie de l'autodétermination. In C. Martin-Krumm & C. Tarquinio (Éds.), *Traité de psychologie positive* (p. 275-312). De Boeck.
- Schunk, D. H. (1989). Self-efficacy and cognitive skill learning. In C. Ames & R. Ames (Éds.), *Research on motivation in education* (Vol. 3, p. 13-44). Academic Press. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-6868-5_10
- Supper, W., Guay, F., Falardeau, É., Karsenti, T., & Pelletier, G. (2019). La fréquence d'utilisation de la tablette numérique à des fins pédagogiques et le rendement scolaire des élèves: Le rôle médiateur de la motivation autodéterminée. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, *42*(2), 517-552.
- Tremblay-Wragg, É., Raby, C., & Ménard, L. (2018). En quoi la diversité des stratégies pédagogiques participe-t-elle à la motivation à apprendre des étudiants? Etude d'un cas particulier. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, *34*(1), Article 1. <https://doi.org/10.4000/ripes.1288>
- Tricot, A., Plébat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, A. (2003). *Utilité, utilisabilité, acceptabilité: Interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH*. 391-402.
- Vallerand, R., Blais, M., Brière, N., & Pelletier, L. (1989). Construction et validation de l'Échelle de Motivation en Éducation (EME). *Canadian Journal of Behavioural Science-revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, *21*(3), 323-349. <https://doi.org/10.1037/h0079855>
- Vallerand, R. J. (2000). Deci and Ryan's self-determination theory: A view from the hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. *Psychological Inquiry*, *11*, 312-318.
- Vallerand, R. J., Blais, M. R., Lacouture, Y., & Deci, E. L. (1987). L'Échelle des Orientations Générales à la Causalité: Validation canadienne française du General Causality Orientations Scale. [The General Causality Orientations Scale: The Canadian French version of the General Causality Orientations Scale.]. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, *19*, 1-15. <https://doi.org/10.1037/h0079872>
- Vallerand, R. J., & Miquelon, P. (2016). Le modèle hiérarchique de la motivation intrinsèque et extrinsèque: Une analyse intégrative des processus motivationnels. In Y. Paquet, N. Carbonneau, & R. J. Vallerand (Éds.), *Théorie de l'autodétermination: Aspects théoriques et appliqués* (p. 97-126). De Boeck.
- Vallerand, R. J., & Reid, G. (1990). Motivation And Special Populations: Theory, Research, and Implications Regarding Motor Behaviour. In G. Reid (Éd.), *Advances in Psychology* (Vol. 74, p. 159-197). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)61181-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)61181-4)
- Vallerand, R. J., & Thill, E. E. (1993). Introduction au concept de motivation. In R. J. Vallerand & E. E. Thill (Éds.), *Introduction à la psychologie de la motivation* (p. 533-581). Editions études vivantes.

- Vansteenkiste, M., Lens, W., & Deci, E. L. (2006). Intrinsic versus extrinsic goal contents in self-determination theory : Another look at the quality of academic motivation. *Educational Psychologist*, 41, 19-31. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4101_4
- Vezeau, C., Chouinard, R., Bouffard, T., & Couture, N. (1998). Adaptation et validation des échelles de Fennema et Sherman sur les attitudes en mathématique des élèves du secondaire. [Adaptability and validity of Fennema and Sherman's scales for measuring secondary school students' attitudes to mathematics.]. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, 30, 137-140. <https://doi.org/10.1037/h0085804>
- Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. De Boeck Université.
- Vygotski, L. S. (1933). *Pensée et langage*. La Dispute.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105, 249-265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- Yang, M. F. (1995, avril). *A study of the Classroom Behaviour of Elementary School Teachers and Students*. [Communication]. Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
- Yang, T., Linder, J., & Bolchini, D. (2012). DEEP : Design-Oriented Evaluation of Perceived Usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 28(5), 308-346. <https://doi.org/10.1080/10447318.2011.586320>

Table des figures

Figure 1 : Schéma de synthèse des principaux éléments intervenant dans la régulation de la motivation de chaque élève 63

Figure 2 : Graphique représentant l'évolution des scores de MI, ME et AM en fonction du score global de conceptualisation de la notion de milieu obtenu lors du pré-test 78

Figure 3 : Graphique représentant l'évolution des scores de MI, ME et AM en fonction du score global de conceptualisation de la notion de concurrence obtenu lors du pré-test 79

Table des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des composantes des situations d'enseignement/apprentissage intervenant sur la motivation des élèves dans la littérature consultée. 14	14
Tableau 2 : Caractéristiques des 4 sous-groupes d'élèves constitués pour l'expérimentation. 23	23
Tableau 3 : Population des élèves ayant répondu à l'entretien téléphonique portant sur les séances d'enseignement avec l'EVE ou la ressource audiovisuelle. 25	25
Tableau 4 : Illustration des tableaux de résultats visant à positionner la motivation de chaque élève par rapport au score moyen de motivation des élèves du groupe concerné..... 27	27
Tableau 5 : Illustration des tableaux correspondant à différents facteurs pouvant avoir une incidence sur la motivation des élèves 28	28
Tableau 6 : Caractérisation des situations vécues par les élèves des 4 groupes concernant les caractéristiques susceptibles d'agir sur la régulation de leur motivation..... 29	29
Tableau 7 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation dans en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves. 32	32
Tableau 8 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour le thème de la forêt en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves. 32	32
Tableau 9 : Nombre d'élèves par spécialité du bac STAV en fonction du score d'intérêt attribué au thème de la forêt - Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. 32	32
Tableau 10 : Analyse de la variance de la MI pour les variables groupes et spécialité. Les valeurs du tableau sont les moyennes de la variable Motivation intrinsèque pour chaque couple de citations.. 33	33
Tableau 11 : Analyse de la variance de la ME identifiée pour les variables groupes et spécialité. Les valeurs du tableau sont les moyennes de la variable Motivation extrinsèque régulation identifiée pour chaque couple de citations. 33	33
Tableau 12 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux motivation extrinsèque en vue de l'acquisition de connaissances pour la filière, les travaux futurs ou les études envisagées en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves. 34	34
Tableau 12 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation en termes d'apprentissages en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves... 34	34
Tableau 14 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation dans les 4 groupes de l'expérimentation. 35	35
Tableau 15 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation pour les groupes mobilisant la ressource audiovisuelle et ceux mobilisant la ressource Silva Numérisa (EVE) dans les 4 groupes lors de l'expérimentation. 35	35
Tableau 16 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages dans les différents groupes..... 35	35
Tableau 17 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages selon la ressource utilisée. 35	35
Tableau 18 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de MI dans les 4 groupes de l'expérimentation..... 36	36
Tableau 19 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilisabilité de la ressource Silva numerica dans les différents groupes de l'expérimentation. 37	37

Tableau 20 : Valeurs moyennes et écart-types du score de l'intérêt pour le thème forestier dans les 4 groupes de l'expérimentation.....	39
Tableau 21 : Comparaison de la répartition des scores d'intérêt pour le thème de la forêt dans les 4 groupes de l'expérimentation.....	39
Tableau 22 : Tableau de synthèse des résultats de l'étude de la régulation de la motivation des élèves dans 4 situations utilisant soit l'environnement virtuel éducatif Silva Numerica.....	62
Tableau 23 : Caractéristiques des 4 sous-groupes d'élèves constitués pour l'expérimentation	70
Tableau 24 : Caractérisation des situations vécues par les élèves des 4 groupes concernant les caractéristiques susceptibles d'agir sur la régulation de leur motivation.....	72
Tableau 25 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves.....	73
Tableau 26 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité de la ressource en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves	74
Tableau 27 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour la formation en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves.....	74
Tableau 28 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour le thème de la forêt en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves	74
Tableau 29 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux motivations extrinsèques en vue de l'acquisition de connaissances pour obtenir le bac, pour les études envisagées ou pour un travail futur en fonction de la spécialité du bac STAV suivie par les élèves	74
Tableau 30 : Analyse de la variance de la MI pour les variables groupe et spécialité.....	75
Tableau 31 : Analyse de la variance de la ME intégrée pour les variables groupe et spécialité.	75
Tableau 32 : Analyse de la variance de la ME externe pour les variables groupe et spécialité.	76
Tableau 33 : Analyse de la variance de l'Utilité de la ressource pour les variables groupe et spécialité.....	76
Tableau 34 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'intérêt pour le thème de la forêt en fonction du groupe d'élèves considéré	77
Tableau 35 : Valeurs moyennes et écart-types du score moyen aux question relatives au niveau de connaissance que les élèves s'attribuent dans les 4 groupes de l'expérimentation.	77
Tableau 36: Comparaison des moyennes des scores relatif à la « conceptualisation du concept de milieu lors du pré-test pour chacun des 4 groupes expérimentaux.	77
Tableau 37 : Comparaison des moyennes des scores cumulés concernant la conceptualisation du concept de concurrence pour chacun des 4 groupes expérimentaux lors du pré-test.....	78
Tableau 38 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation pour les groupes mobilisant la ressource audiovisuelle (AV) et ceux mobilisant la ressource Silva Numerica (SN) dans les 4 groupes de) lors de l'expérimentation.	80
Tableau 39 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différentes régulations de la motivation dans les 4 groupes de l'expérimentation	80

Tableau 40 : Valeurs moyennes et écart-types du score moyen aux question relatives à l'effet nouveauté de la ressource dans les 4 groupes de l'expérimentation.	82
Tableau 41 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de MI dans les 4 groupes de l'expérimentation.....	83
Tableau 42 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs aux différents types de ME dans les 4 groupes de l'expérimentation.	84
Tableau 43 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à la motivation externe liée à un but pour des études à venir, le travail envisagé ou l'obtention du bac dans les 4 groupes de l'expérimentation.	84
Tableau 44 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages dans les différents groupes.....	86
Tableau 45 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'utilisabilité perçue de la situation d'expérimentation en termes d'apprentissages selon la ressource utilisée.....	87
Tableau 46 : Valeurs moyennes et écart-types des scores relatifs à l'acceptabilité perçue de la situation d'expérimentation selon la ressource utilisée.....	87
Tableau 47 : Synthèse des composantes des situations d'enseignement/apprentissage intervenant sur la motivation des élèves dans les deux expérimentations conduites.	94
Tableau 48 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 1 ayant utilisé Silva Numerica.	128
Tableau 49 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 1 ayant utilisé Silva Numerica.....	129
Tableau 50 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 3 ayant utilisé Silva Numerica	130
Tableau 51 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 3 ayant utilisé Silva Numerica.....	131
Tableau 52 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 2 ayant utilisé la ressource audio-visuelle.....	132
Tableau 53 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 2 ayant utilisé la ressource audio-visuelle.....	133
Tableau 54 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 4 ayant utilisé la ressource audio-visuelle.....	134
Tableau 55 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 4 ayant utilisé la ressource audio-visuelle.....	135
Tableau 56 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 1 (ressource audiovisuelle) de l'expérimentation n°2.....	156
Tableau 57 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 2 (EVE sans scénario) de l'expérimentation n°2.	157
Tableau 58 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 3 (EVE et cours magistral) de l'expérimentation n°2.	158
Tableau 59 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 4 (EVE et feed-backs enseignants sur les réponses aux questions) de l'expérimentation n°2.....	159

Annexes experimentation 1

Annexe 1 : Questionnaire d'évaluation de la motivation des élèves ayant fait l'activité avec la ressource audiovisuelle

Lisez chaque affirmation avec attention. Puis, utilisez l'échelle suivante pour attribuer le nombre qui décrit le mieux à quel point vous êtes en accord avec chaque affirmation.

- 1 = Pas du tout d'accord
- 2 = Pas d'accord
- 3 = Plutôt pas d'accord
- 4 = Indifférent
- 5 = Plutôt d'accord
- 6 = D'accord
- 7 = Tout à fait d'accord

1. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'aime enrichir mes connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
2. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'ai du plaisir à découvrir de nouvelles activités	1	2	3	4	5	6	7
3. J'ai fait l'activité audiovisuelle car je peux apprendre plein de choses sur la forêt avec la vidéo	1	2	3	4	5	6	7
4. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'ai du plaisir à terminer une activité demandée	1	2	3	4	5	6	7
5. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'ai du plaisir à réaliser les tâches proposées sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
6. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'éprouve personnellement de la satisfaction lorsque je termine une activité	1	2	3	4	5	6	7
7. J'ai fait l'activité audiovisuelle car l'activité est amusante	1	2	3	4	5	6	7
8. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'aime faire des activités intéressantes	1	2	3	4	5	6	7
9. J'ai fait l'activité audiovisuelle car l'activité est excitante	1	2	3	4	5	6	7
10. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'en ai besoin pour intégrer des connaissances utiles pour ma filière	1	2	3	4	5	6	7
11. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'en ai besoin pour intégrer des connaissances utiles pour le type de travail que je veux faire plus tard	1	2	3	4	5	6	7
12. J'ai fait l'activité audiovisuelle car cela va me permettre d'accéder à des connaissances relatives aux études qui m'intéressent.	1	2	3	4	5	6	7
13. J'ai fait l'activité audiovisuelle car je veux me prouver que je suis capable de réussir l'activité	1	2	3	4	5	6	7
14. J'ai fait l'activité audiovisuelle car j'aurais une mauvaise image de moi si je ne la faisais pas	1	2	3	4	5	6	7
15. J'ai fait l'activité audiovisuelle car je veux me convaincre que je suis intelligent(e)	1	2	3	4	5	6	7
16. J'ai fait l'activité audiovisuelle car on m'a demandé de faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
17. J'ai fait l'activité audiovisuelle car je n'ai pas envie que le professeur me fasse des reproches devant les autres	1	2	3	4	5	6	7
18. J'ai fait l'activité audiovisuelle car mes professeurs pensent que je suis un(e) bon(ne) élève	1	2	3	4	5	6	7
19. J'ai fait l'activité audiovisuelle mais j'ai l'impression de perdre mon temps	1	2	3	4	5	6	7
20. J'ai fait l'activité audiovisuelle mais je n'arrive pas à savoir à quoi cela sert de travailler sur l'activité	1	2	3	4	5	6	7
21. J'ai fait l'activité audiovisuelle mais je ne sais pas ce que l'activité m'a apporté	1	2	3	4	5	6	7
22. Le contenu (texte, images, sons, etc.) était facile à comprendre	1	2	3	4	5	6	7
23. Ce qui était dit à l'oral dans la vidéo était utile.	1	2	3	4	5	6	7
24. L'organisation de l'activité audio-visuelle était claire	1	2	3	4	5	6	7

25. Dans chaque section de l'activité audiovisuelle, les images étaient bien organisées	1	2	3	4	5	6	7
26. Il était facile de trouver l'information dont j'avais besoin dans l'activité audiovisuelle	1	2	3	4	5	6	7
27. Regarder l'activité audiovisuelle m'a fatigué	1	2	3	4	5	6	7
28. J'ai appris des choses rapidement avec l'activité audiovisuelle	1	2	3	4	5	6	7
29. Les informations à travers toute la vidéo étaient cohérentes	1	2	3	4	5	6	7
30. Les couleurs m'ont aidé à distinguer les différents éléments dans l'activité audiovisuelle	1	2	3	4	5	6	7

Annexe 2 : Questionnaire d'évaluation de la motivation des élèves ayant fait l'activité avec la ressource Silva Numerica

Lisez chaque affirmation avec attention. Puis, utilisez l'échelle suivante pour attribuer le nombre qui décrit le mieux à quel point vous êtes en accord avec chaque affirmation.

- 1 = Pas du tout d'accord
- 2 = Pas d'accord
- 3 = Plutôt pas d'accord
- 4 = Indifférent
- 5 = Plutôt d'accord
- 6 = D'accord
- 7 = Tout à fait d'accord

1. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'aime enrichir mes connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
2. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'ai du plaisir à découvrir de nouvelles activités	1	2	3	4	5	6	7
3. J'ai fait l'activité Silva Numerica car je peux apprendre plein de choses sur la forêt avec la vidéo	1	2	3	4	5	6	7
4. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'ai du plaisir à terminer une activité demandée	1	2	3	4	5	6	7
5. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'ai du plaisir à réaliser les tâches proposées sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
6. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'éprouve personnellement de la satisfaction lorsque je termine une activité	1	2	3	4	5	6	7
7. J'ai fait l'activité Silva Numerica car l'activité est amusante	1	2	3	4	5	6	7
8. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'aime faire des activités intéressantes	1	2	3	4	5	6	7
9. J'ai fait l'activité Silva Numerica car l'activité est excitante	1	2	3	4	5	6	7
10. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'en ai besoin pour intégrer des connaissances utiles pour ma filière	1	2	3	4	5	6	7
11. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'en ai besoin pour intégrer des connaissances utiles pour le type de travail que je veux faire plus tard	1	2	3	4	5	6	7
12. J'ai fait l'activité Silva Numerica car cela va me permettre d'accéder à des connaissances relatives aux études qui m'intéressent.	1	2	3	4	5	6	7
13. J'ai fait l'activité Silva Numerica car je veux me prouver que je suis capable de réussir l'activité	1	2	3	4	5	6	7
14. J'ai fait l'activité Silva Numerica car j'aurais une mauvaise image de moi si je ne la faisais pas	1	2	3	4	5	6	7
15. J'ai fait l'activité Silva Numerica car je veux me convaincre que je suis intelligent(e)	1	2	3	4	5	6	7
16. J'ai fait l'activité Silva Numerica car on m'a demandé de faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
17. J'ai fait l'activité Silva Numerica car je n'ai pas envie que le professeur me fasse des reproches devant les autres	1	2	3	4	5	6	7
18. J'ai fait l'activité Silva Numerica car mes professeurs pensent que je suis un(e) bon(ne) élève	1	2	3	4	5	6	7
19. J'ai fait l'activité Silva Numerica mais j'ai l'impression de perdre mon temps	1	2	3	4	5	6	7
20. J'ai fait l'activité Silva Numerica mais je n'arrive pas à savoir à quoi cela sert de travailler sur l'activité	1	2	3	4	5	6	7
21. J'ai fait l'activité Silva Numerica mais je ne sais pas ce que l'activité m'a apporté	1	2	3	4	5	6	7
22. Le contenu (texte, images, sons, etc.) était facile à comprendre	1	2	3	4	5	6	7
23. Le texte était utile.	1	2	3	4	5	6	7
24. L'organisation de Silva Numerica était claire	1	2	3	4	5	6	7

25. Dans chaque section de Silva Numerica, les images étaient bien organisées	1	2	3	4	5	6	7
26. Il était facile de trouver l'information dont j'avais besoin sur Silva Numerica	1	2	3	4	5	6	7
27. Utiliser Silva Numerica m'a fatigué	1	2	3	4	5	6	7
28. J'ai appris à utiliser Silva Numerica rapidement	1	2	3	4	5	6	7
29. La mise en page à travers tout Silva Numerica était cohérente	1	2	3	4	5	6	7
30. J'ai remarqué des changements soudains de mise en page à travers Silva Numerica	1	2	3	4	5	6	7
31. Les couleurs m'ont aidé à distinguer les différents éléments dans Silva Numerica	1	2	3	4	5	6	7
32. J'ai appris à connaître le contenu d'une page en parcourant les zones mises en évidence	1	2	3	4	5	6	7

Annexe 3 : Guide d'entretien pour les entretiens en visioconférence avec les élèves

Il s'agit du guide de base des entretiens menés avec les élèves durant le confinement. Ce guide rassemble les questions à poser obligatoirement, dans un ordre variable selon les entretiens et parfois complétées par quelques autres questions.

- 1- Dans quelle spécialité es-tu ?
- 2- De quoi te souviens-tu concernant la séance audiovisuelle/ avec Silva Numerica ?
- 3- Qu'est ce qui t'a particulièrement plu durant la séance que tu as vécue ?
- 4- Qu'est-ce qui t'a particulièrement déplu durant la séance que tu as vécue ?
- 5- Qu'est-ce que tu as eu l'impression d'apprendre ? A quel moment de la séance en particulier ?
- 6- Qui était présent lors de séance sur support audiovisuel/ Silva Numerica
- 7- Qui vous a donné les consignes durant la séance ?
- 8- Qu'est-ce que tu as eu l'impression de ne pas comprendre ?
- 9- Est-ce que tu as eu un corrigé de ce que tu avais fait durant la séance ? SI OUI est-ce que dans les réponses des autres élèves il y avait des choses qui-t'ont surpris ? Des réponses qui étaient différentes des tiennes ? Dans ce que disait l'enseignante est-ce qu'il y a des choses qui t'on surprises ?
- 10- Sur le questionnaire tu as indiqué que la séance t'avait plu / ne t'avait pas plu, pourquoi ?
- 11- Quelles étaient tes difficultés quand tu as réalisé la séance ?
- 12- As-tu déjà travaillé sur la forêt au lycée ? SI OUI quand as-tu travaillé sur cette thématique et sous quelle forme (TP, cours magistral, etc.) ?
- 13- Est-ce que le thème de la forêt t'a plu ? Pourquoi ?
- 14- Qu'est-ce que Silva Numerica t'a appris que tu ne savais pas ? Dans ce que disait l'enseignante à la fin de la séance qu'est-ce qui t'a aidé à comprendre et à apprendre des choses sur la forêt ?
- 15- Qu'est-ce que tu as pensé de Silva Numerica ?
- 16- Comment as-tu trouvé l'utilisation de Silva Numerica ?
- 17- As-tu déjà eu l'occasion de faire ce genre de cours avec un simulateur ?
- 18- Est-ce que le fait d'utiliser un simulateur a changé quelque chose pour toi ?
- 19- Quelles difficultés as-tu eues durant la séance ? ET à quel moment les as-tu eues ?
- 20- Globalement qu'est-ce que tu as pensé de l'activité avec Silva Numerica ?
- 21- Qu'est-ce que tu as pensé des questions posées dans l'activité à réaliser ?
- 22- Les questions posées étaient-elles difficiles à comprendre ?
- 23- Quelles remarques pourrais-tu faire vis-à-vis des questions auxquelles tu devais répondre ?
- 24- Si on te proposait de refaire une séance similaire avec Silva Numerica qu'est-ce que tu voudrais changer par rapport à celle que tu as vécue ? Et à l'inverse qu'est-ce que tu aimerais garder de cette séance ?

Annexe 4 : Fiche Signalétique élève

Nom et Prénom :

Je suis un/une Fille Garçon

Date de naissance : / /

Matières Préférées à l'école :

1 :

2 :

3 :

Je possède mon propre ordinateur Oui Non

Je possède d'autres appareils numériques Oui Non

Si « oui » lesquels ?

Utilises-tu un ordinateur pour des activités scolaires ? Oui Non

Si tu as répondu « oui », où l'utilises-tu ?

En classe A la maison médiathèque/bibliothèque

Autres.....

A quelle fréquence ?

Tous les jours Quelques fois dans la semaine Quelques fois dans le mois

Pour quoi faire ? (Cocher les activités concernées)

Lecture de texte Lecture de leçon Ecriture de texte avec traitement de texte

Exercices divers Recherche sur internet Correction de texte avec Word

Jeux vidéo Discussion réseaux sociaux Autres.....

Rencontres-tu ou as-tu rencontré des difficultés en utilisant cet outil ? Oui Non

Si « oui » lesquelles ?

Rencontres-tu des difficultés à l'école, si oui lesquelles ?

lire lire et comprendre écrire lisiblement faire des calculs

mémoriser les leçons respecter les règles d'orthographe Autres.....

Penses-tu que l'informatique pourra t'être utile dans ta vie adulte ? Oui Non

Pour quoi ?

La S.V.T est une matière que tu aimes étudier ?

Pas du tout très peu moyennement un peu beaucoup

As-tu déjà des connaissances sur la forêt ? Oui Non

Si « oui » comment as-tu appris ces connaissances ?

Avec tes parents à l'école dans des émissions à la télé avec des amis

Sur internet dans des livres/manuels

Autres.....

Le thème de l'environnement forestier t'intéresse ?

Pas du tout très peu moyennement un peu beaucoup

Annexe 5 : Guide de l'activité visionnage d'un documentaire sur la forêt

Le guide ci-dessous a été remis sous forme papier et expliqué aux élèves avant le visionnage de la vidéo.

NOM :

Prénom :

Date :

Classe :

Guide de l'activité visionnage d'un documentaire sur la forêt

Nous réalisons actuellement une recherche pour concevoir un simulateur de la forêt qui aiderait les élèves à comprendre comment se développe une forêt. Pour comprendre ce qui pourrait être appris quand on l'utilise, nous avons besoin de savoir ce que vous, élèves de 1^{ère}, pouvez apprendre dans une séance de cours utilisant un documentaire vidéo sur la forêt.

Il ne s'agit pas de vous faire un cours supplémentaire dans votre formation ou un contrôle destiné à vos enseignants, mais bien de voir ce qu'un cours utilisant la vidéo vous permet d'apprendre, pour ensuite améliorer le simulateur Silva Numerica.

Pour cela, nous allons vous proposer de regarder un documentaire sur la forêt : l'émission « c'est pas sorcier ». Pendant le visionnage, pour vous aider, nous vous proposons de répondre à quelques questions qui portent directement sur le documentaire.

Puis, nous vous proposerons quelques questions pour faire un bilan de ce que le documentaire vous a permis de comprendre concernant deux éléments importants dans le développement d'une forêt :

1. Ce qu'est un « milieu de vie » pour un végétal (à partir de l'exemple de ce qu'est le « milieu de vie » pour un arbre) ;
2. Comment fonctionne la « compétition » entre les végétaux (à partir de l'exemple de la compétition entre des chênes et des hêtres).

En réalisant sérieusement les activités, vous aiderez les chercheurs, enseignants et développeurs à construire un outil utile pour que les élèves apprennent comment une forêt se développe.

Merci d'avance !

Activité 1. Visionnage du documentaire « c'est pas sorcier » sur les usages de la forêt

Nous allons visionner un documentaire sur la forêt. Nous couperons le documentaire en deux parties. Durant chacune des deux parties, je vais vous demander de noter rapidement les éléments de réponse à des questions (voir les documents à distribuer aux élèves page suivante).

1/ Lecture des questions de la première partie du documentaire : question 1 à 6

2/ Visionnage de la première partie du documentaire (jusqu'à 13'35)

3/ Mise en commun des réponses données et « correction »

4/ Lecture des questions de la deuxième partie du documentaire : question 7 à 11

5/ Visionnage de la deuxième partie du documentaire (de 13'35 à 25'59)

6/ Mise en commun des réponses données et « correction »

Questions 1 à 6 sur la première partie du documentaire :

N°	Question	Éléments de réponse
1	Qu'est-ce qui explique que des chênes ont poussé dans la forêt de Fontainebleau ?	
2	En bord de seine, la forêt « a les pieds dans l'eau ». Qu'est-ce que cela change au niveau des « essences » (espèces) d'arbres présentes ?	
3	Quelle est la caractéristique de la vitesse à laquelle poussent les acacias ?	
4	Quelles sont les deux grandes catégories d'arbres présentes dans la forêt française ?	
5	Où pousse chacune de ces deux catégories d'arbres en France ? Qu'est-ce qui explique qu'elles ne poussent pas dans les mêmes endroits ?	
6	Quand on n'entretient pas la forêt, des arbres se cassent. Que deviennent-ils ?	

Questions 7 à 11 sur la deuxième partie du documentaire :

7	Dans la partie de la forêt de Fontainebleau qui n'est pas exploitée, il n'y a quasiment que des hêtres. Qu'est-ce qui explique cela ? Comment appelle-t-on ce phénomène ?	
8	Que se passe-t-il sur une parcelle où tous les arbres ont été coupés ou détruits par un incendie ?	
9	Comment évolue ensuite le nombre d'arbres au fur et à mesure que la forêt vieillit ?	

10	Relevez ce qui se passe concernant le développement des jeunes arbres aux endroits où la forêt est plus dense ?	
11	Quand on veut favoriser la pousse des chênes, pourquoi garde-t-on quand même des arbres des autres espèces à côté de lui ? Quelle conséquence cela a-t-il sur sa forme ?	

Activité 2. Bilan

Après avoir visionné la vidéo et répondu aux questions, nous vous proposons de répondre à des questions pour résumer tout ce que vous avez appris, et de faire le lien avec les notions de « milieu de vie », de « compétition ».

A. Milieu de vie des arbres

1/ On peut trouver différentes espèces d'arbres dans différents endroits d'une même forêt. Pourquoi ?

.....

On ne trouve pas les mêmes espèces d'arbre dans les différentes régions de France. Pourquoi ?

.....

2/ Y-a-t-il des endroits de la forêt où la végétation ne pousse pas ? Lesquels ?

.....

Proposer une ou plusieurs explications à cette absence d'arbres.

.....

3/ Dans une forêt certains arbres tombent au sol. Pour quelle(s) raison(s) tombent-ils au sol ?

.....

Que deviennent ces arbres qui étaient au sol ?

.....

Comment expliquez-vous cela ?

.....

Qu'est-ce que cela a comme conséquences sur le sol ?

.....
.....
.....
4/ En définitive, listez tous les éléments qui, selon vous, interviennent dans la croissance d'un arbre et dans le fait qu'il va rester vivant ou mourir ?

.....
.....
.....
.....
Ces éléments interviennent-ils de la même manière sur les différentes espèces d'arbres (hêtres, chênes, aulnes, sapins, ...) ? Expliquez.

.....
.....
.....
.....
B. Relation entre milieu de vie, croissance des arbres et compétition.

1/ Répondez par oui ou non aux affirmations suivantes (entourez la bonne réponse) :

- Les arbres de deux espèces différentes (le chêne, le hêtre, l'acacia) poussent à la même vitesse : **oui - non**
- Les arbres d'une espèce peuvent gêner la croissance des arbres d'une autre espèce : **oui-non**
- Dans une forêt âgée, il n'y a plus d'herbes au sol parce qu'elles n'ont pas de lumière pour pousser : **oui-non**
- En poussant plus vite que leurs voisins, les hêtres leur font de l'ombre et les empêchent de pousser : **oui-non**
- Après avoir coupé tous les arbres d'une forêt, si je replante 50 arbres, après 100 ans j'obtiendrai une forêt avec 50 arbres : **oui-non**
- Après avoir coupé tous les arbres d'une forêt, si je replante 50 chênes et 50 hêtres, après 100 ans j'obtiendrai une forêt avec presque uniquement des hêtres : **oui-non**
- Tous les arbres d'une même espèce (les hêtres par exemple) poussent à la même vitesse : **oui – non**
- Les arbres d'une espèce (ex : hêtre) ne gênent pas la croissance d'arbres de la même espèce : **oui-non**

2/ Compléter les phrases suivantes en barrant le ou les mots non adaptés

Quand on coupe un ou plusieurs arbres, il y a (**plus / moins**) de (**lumière / ombre**). Les petits arbres qui étaient sous les grands arbres vont alors (**pousser / mourir / arrêter de pousser**).

Si on crée une clairière dans une forêt de chênes et de hêtres en coupant tous les arbres, dans la zone où les arbres ont été coupés, les arbres qui poussent le plus vite sont les (**hêtres / chênes**). En poussant, ils (**font de l'ombre / laissent passer la lumière**), ce qui (**empêche / favorise**) la pousse des (**ronces / hêtres / chênes**).

3/ En définitive, comment les arbres d'une espèce interviennent sur la croissance des arbres des autres espèces ?

.....
.....
.....
.....

D. Bilan de toutes les questions

1/ En vous aidant de vos réponses précédentes, définir ce qu'est le « milieu de vie » d'un arbre :

.....
.....
.....
.....
.....

2/ En vous aidant de vos réponses précédentes, expliquer comment fonctionne la « compétition » entre les végétaux et quels sont ses effets sur les végétaux :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Annexe 6 : Guide de l'activité avec EVE pour les groupes 1 et 3

Le guide ci-dessous a été remis sous forme papier et expliqué aux élèves des groupes EVE cours magistral et EVE Feed back avant le début des activités avec l'EVE.

Nous réalisons actuellement une recherche pour concevoir un simulateur de la forêt qui aiderait les élèves à comprendre comment se développe une forêt. Pour l'améliorer, nous avons besoin que vous, élèves de 1^{ère}, utilisiez ce simulateur, pour que nous puissions voir ce qu'il vous permet de comprendre et d'apprendre.

Pour cela, dans un premier temps, nous allons vous apprendre à utiliser le simulateur.

Puis, nous vous proposons de réaliser trois activités successives avec le simulateur qui visent à vous aider à comprendre trois éléments importants dans le développement d'une forêt :

- Ce qu'est un « milieu de vie » pour un végétal (exemple : ce qu'est le « milieu de vie » pour un arbre) ;
- Comment fonctionne la « compétition » entre les végétaux (exemple : la compétition entre des chênes et des hêtres) ;

Ces activités consisteront à utiliser le simulateur pour observer la forêt et son évolution, pour recueillir des informations dans des tableaux et pouvoir répondre à quelques questions.

Enfin, dans la quatrième activité, nous vous proposerons de faire le bilan de ce que l'utilisation du simulateur vous a permis de comprendre concernant « le milieu de vie », « la compétition ».

Il ne s'agit pas de vous faire un cours supplémentaire dans votre formation ou un contrôle destiné à vos enseignants, mais bien de vous faire utiliser le simulateur Silva Numerica pour l'améliorer. En réalisant sérieusement les activités, vous aiderez les chercheurs, enseignants et développeurs à construire un outil utile pour que les élèves apprennent comment une forêt se développe.

Merci d'avance !

Activité 1. Relations entre milieu de vie et croissance des arbres (parcelle bio.eden)

Cette activité vise à vous aider à comprendre ce qu'est un « milieu de vie » pour un arbre.

Vous êtes dans une forêt où il y a plusieurs espèces d'arbres : des chênes ; des hêtres ; des aulnes ; des épicéas.

Vous noterez dans le tableau joint les caractéristiques des arbres suivant leur milieu de vie pour pouvoir les comparer par la suite.

1/ Dirigez-vous vers la zone de la mare. Complétez les informations demandées dans le tableau 1.

2/ Dirigez-vous vers la zone plate. Complétez les informations demandées dans le tableau 1.

Tableau 1 :	Zone de la mare	Zone plate
Nombre d'arbres total		
Nombre de chênes		
Nombre de hêtres		
Nombre de épicéas		
Nombre d'aulnes		
Hauteur des chênes		
Diamètre des chênes		
Hauteur des hêtres		
Diamètre des hêtres		
Hauteur des épicéas		
Diamètre des épicéas		
Hauteur des aulnes		
Diamètre des aulnes		
Y'a-t-il des herbes ou arbuste au sol ?		
Caractéristiques du sol		
Pourcentage de lumière moyenne reçue par un épicéa ? un hêtre ? un chêne ? d'aulne ?		

4/ Complétez :

Comparez les espèces d'arbres présentes dans les différentes zones :

- Il y a plus de chênes dans la zone ; Les chênes sont plus hauts et ont un diamètre plus important dans la zone
- Il y a plus de hêtres dans la zone ; Les hêtres sont plus hauts et ont un diamètre plus important dans la zone
- Il y a plus d'aulnes dans la zone ; Les Aulnes sont plus hauts et ont un diamètre plus important dans la zone

Comparez les caractéristiques des sols dans les différentes zones. Qu'est-ce qui change ?

- Dans la zone plate le sol est plus
- Dans la zone de la mare le sol est plus

Quelle est l'espèce d'arbre qui pousse le mieux dans la zone de la mare ?

Dans la zone plate (= de plaine) ?

A votre avis, pourquoi les arbres ne poussent pas de la même manière dans les différentes zones ?

.....

5/ Placez-vous en vue aérienne (appuyer sur F2). Observez la forêt puis faites une simulation pour faire pousser la forêt pendant 5 ans. Observez vous des endroits où la végétation ne pousse pas ? Lesquels ?

.....

Faites à nouveau pousser la forêt pendant 15 ans. Observez ce qui se passe.. Y-a-t-il des endroits où la végétation ne pousse pas même après tout ce temps ? Lesquels ?

.....
.....
.....
.....
Proposer une ou plusieurs explications à cette absence d'arbres et de végétation.
.....
.....
.....

A votre avis, à quelle(s) condition(s) pourrait-on voir à nouveau de la végétation à cet endroit ?
.....
.....

6/ Relancez la simulation pendant 20 ans. Certains arbres tombent au sol. Pour quelle(s) raison(s) tombent ils ?
.....
.....
.....
.....

7/ Observer quelques-uns de ces arbres au sol et relancez la simulation pendant 20 ans.

7.1./ Que deviennent-ils ?
.....

7.2./ Comment expliquez-vous cela ?
.....

7.3/ Qu'est-ce que cela aura comme conséquences sur le sol ?
.....
.....

Activité 2. Relation entre milieu de vie et croissance des arbres ; compétition inter-spécifique (parcelle sylvi.eden)

Cette activité vise à vous aider à comprendre ce qu'est un « milieu de vie » pour un arbre et ce qu'est la « compétition » entre des arbres. Pour cela, vous noterez dans le tableau joint les évolutions des caractéristiques des arbres et des autres végétaux au cours du temps suivant l'évolution de leurs milieux de vie, pour pouvoir les comparer ultérieurement.

1/ Dans la zone plate où vous êtes, délimiter une zone d'environ 10 mètres de rayon (ou de 20 mètres de diamètre).

- 1.1./ Scanner cette zone et l'enregistrer dans les ressources
- 1.2./ Compléter les infos demandées dans la 1ère colonne du tableau 2 (sauf les deux dernières lignes)
- 1.3./ Sélectionner 5 hêtres du même âge qui ont repoussé dans la zone et noter leurs caractéristiques dans la 1ère colonne du tableau 2 (deux dernières lignes)

2/ Couper tous les arbres de la zone sélectionnée

- 2.1./ Scanner cette zone et l'enregistrer dans les ressources
- 2.2./ Compléter les infos demandées dans la 2ème colonne du tableau 2

3/ Semez 500 graines de chênes et 500 de hêtres.

4/ Faites une simulation pour faire pousser la forêt pendant 15 ans

- 4.1./ Scanner cette zone et l'enregistrer dans les ressources
- 4.2./ Compléter les infos demandées dans la 3ème colonne du tableau 2 (sauf les deux dernières lignes)
- 4.3./ Sélectionner 5 hêtres du même âge qui ont repoussé dans la zone et noter leurs caractéristiques dans la 3ème colonne du tableau 2 (deux dernières lignes)

5/ Faites une simulation pour faire pousser la forêt pendant 35 ans (la forêt a alors 50 ans).

- 5.1./ Scanner cette zone et l'enregistrer dans les ressources
- 5.2./ Compléter les infos demandées dans la 4ème colonne du tableau 2 (sauf les deux dernières lignes)
- 5.3./ Sélectionner 5 hêtres du même âge qui ont repoussé dans la zone et noter leurs caractéristiques dans la 3ème colonne du tableau 2 (deux dernières lignes)

6/ Faites une nouvelle simulation pour faire pousser la forêt pendant 50 ans (la forêt a alors 100 ans).

- 6.1./ Scanner cette zone et l'enregistrer dans les ressources
- 6.2./ Compléter les infos demandées dans la 5ème colonne du tableau 2 (sauf les deux dernières lignes)

6.3./ Sélectionner 5 hêtres du même âge qui ont repoussé dans la zone et noter leurs caractéristiques dans la 3ème colonne du tableau 2 (deux dernières lignes)

TABLEAU 2 A COMPLETER :

	Dans la zone délimitée de 10m de rayon, AVANT d'avoir coupé les arbres	Dans la trouée juste APRES avoir coupé les arbres et semé de nouvelles graines	Dans la trouée après 15 ans	Dans la trouée après 50 ans	Dans la trouée après 100 ans
Nombre d'arbres		X			
Quantité d'herbes ou d'arbustes au sol (peu ou pas ; moyen ; beaucoup)		X			
Nombre de chênes		X			
Nombre de hêtres		X			
Hauteur moyenne des chênes		X			
Hauteur moyenne des hêtres		X			
Diamètre moyen des chênes		X			
Diamètre moyen des hêtres		X			
Quantité de lumière au sol					
Pourcentage de lumière moyen reçu par les chênes		X			
Pourcentage de lumière moyen reçu par les hêtres		X			
Hauteurs de chacun des 5 hêtres sélectionnés ; ; ; ;	X ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ;
Pourcentage de lumière reçue par chacun des 5 hêtres sélectionnés ; ; ; ;	X ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ;

7/ A partir de ce que vous avez noté dans le tableau, répondez aux questions suivantes :

7.1/ Comment évolue la lumière au sol dans la trouée juste après avoir coupé les arbres ? (Augmente/diminue/reste la même). Pourquoi ?
.....
.....
.....

7.2/ Comment évolue ensuite la lumière au sol dans la trouée quand la forêt vieillie ? (Augmente/diminue/reste la même). Pourquoi ?
.....
.....
.....

7.3/ Quels types de végétaux se développe en premier dans la zone où vous avez coupé les arbres ?
.....
.....
.....

Qu'est-ce que cela devient après 50 ans ?
.....
.....

Qu'est-ce qui peut expliquer cela ?
.....
.....

7.4/ Comment évolue le nombre d'arbres dans la trouée après 15 ans ? 50 ans ? 100 ans ? (Augmente/diminue/reste le même)
.....
.....

7.5/ Après chaque simulation de pousse vous avez noté les hauteurs et pourcentages de lumière reçue de 5 hêtres du même âge.
- Les 5 arbres du même âge sélectionnés ont-ils la même hauteur ? ...
* entre 15 et 50 ans : oui/non
* entre 15 et 100 ans : oui/non
- Quelles sont selon vous, les raisons qui expliquent vos deux réponses ?
.....
.....

- Comparez le pourcentage de lumière reçu par les arbres les plus grands avec celui reçu par les arbres les plus petits. Quels sont ceux qui reçoivent le plus de lumière ?
Comment expliqueriez-vous ce que vous obtenez ?
.....
.....

7.6/ Dans la trouée, après 100 ans
Combien y-a-t-il de chênes? Y-en-a-t-il plus ou moins que le nombre de graines de chênes que vous aviez plantées ?
.....
.....

Combien y-a-t-il de hêtres ? Y-en-a-t-il plus ou moins que le nombre de graines de hêtre que vous aviez plantées ?
.....
.....

Comment expliquez-vous cela ?
.....
.....

Est-ce qu'il reste plus de chênes ou de hêtres ?
.....
.....

Les chênes et les hêtres ont-ils la même hauteur ?
.....
.....

Est-ce que ce sont les chênes ou les hêtres qui poussent le plus vite ?
.....
.....

Comment évolue le % de lumière reçue par les hêtres après 15, 50 puis 100 ans ?

.....
.....
Comment évolue le % de lumière reçue par les chênes après 15, 50 puis 100 ans ?
.....
.....

8/ Synthèse :

Répondez par oui ou non aux affirmation suivantes :

- Les arbres de deux espèces différentes (le chêne et le hêtre) poussent à la même vitesse : oui - non
- Les herbes et petits arbustes peuvent gêner la croissance des graines des arbres : oui-non
- Les arbres d'une espèce peuvent gêner la croissance des arbres d'une autre espèce : oui-non
- Dans une forêt âgée, il n'y a plus d'herbe au sol parce qu'elles n'ont pas de lumière pour pousser : oui-non
- En poussant plus vite que leurs voisins, les hêtres leur font de l'ombre et les empêche de pousser : oui-non.
- Tous les arbres d'une même espèce (les hêtres par exemple) poussent à la même vitesse : oui – non
- Les arbres d'une même espèce ne se gênent pas pour pousser : oui-non

Compléter les phrases suivantes en cochant la ou les bonnes réponses

Quand on coupe un ou plusieurs arbres, il y a (plus / moins) de (lumière / ombre). Les petits arbres qui étaient sous les grands arbres vont alors (pousser / mourir / arrêter de pousser).

Si on crée une clairière dans une forêt, en coupant tous les arbres, dans la zone où les arbres ont été coupés, les arbres qui poussent le plus vite sont les (hêtres / chênes).

En poussant, ils (font de l'ombre / laissent passer la lumière), ce qui (empêche / favorise) la pousse des (ronces / hêtres / chênes).

Dans une zone proche, tous les arbres d'une même espèce (poussent / ne poussent pas) à la même vitesse.

Quand la forêt pousse, des arbres tombent au sol. Ils (disparaissent/repoussent) après quelques années. Ils sont transformés en (feuilles/ terre / herbes) par (les oiseaux / les organismes décomposeurs / les sangliers)

Activité 3. Bilan des activités 1 et 2

Au terme de toutes ces simulations, essayez de résumer tout ce que vous avez appris.

1/ Quels sont les éléments qui interviennent dans la croissance et la vie d'un arbre ?
.....
.....

2/ Ces éléments interviennent-ils de la même manière sur les différentes espèces d'arbres (hêtres, chênes, aulnes, épicéas, ...) ? Expliquez.
.....
.....

3/ Comment les arbres interviennent sur la croissance des arbres voisins ?
.....
.....
.....

5/ Que deviennent les arbres quand ils meurent et tombent au sol ?
.....
.....
.....

6/ A partir de vos observations, définir ce qu'est le « milieu de vie » d'un arbre :
.....
.....
.....
.....

7/ A partir de vos observations, expliquer comment fonctionne la « compétition » entre les végétaux (en particulier les arbres) et quels sont ses effets sur les végétaux :
.....
.....
.....

Annexe 7 : Détail des tableaux de données de l'expérimentation 1

Afin d'analyser les questionnaires de motivation nous avons créé huit tableaux détaillant par élève la moyenne des notes attribuées aux différentes sous-catégories du questionnaire de motivation. Il y a deux tableaux par classe (STAV1 Silva Numerica, STAV1 Audiovisuel, STAV2 Silva Numerica, STAV2 Audiovisuel). Le premier tableau détaille dans un premier temps les notes calculées pour chaque élève dans les différentes sous-catégories de la motivation. Le second tableau récapitule les informations correspondant à différents facteurs externes propres à chaque élève et à leur perception de l'ergonomie du support utilisé. Ces deux tableaux ont permis de construire pour chaque élève une analyse détaillée de leur motivation.

Tableau 48 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 1 ayant utilisé Silva Numerica. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI	ME	AM	MI Connaissance	MI Accomplissement	MI Sensation	ME Régulation identifiée	ME Régulation introjectée	ME Régulation externe
Al1	p	1	SN	1,7	1,9	7,0	1,0	2,3	1,7	1,7	2,0	2,0
Ma1	p	1	SN	3,9	4,9	3,3	4,0	4,7	3,0	5,0	5,3	4,3
An1	p	1	SN	3,9	3,7	5,3	4,7	4,7	4,0	2,0	4,0	5,0
Lu1	p	1	SN	4,6	4,0	3,3	4,0	5,0	4,7	4,3	2,7	5,0
Ar1	a	1	SN	4,7	?	?	4,7	5,3	4,0	6,0	?	?
E11	p	1	SN	4,7	4,0	3,0	5,3	4,7	4,0	3,3	4,0	4,7
No1	a	1	SN	4,8	4,3	4,3	4,7	5,3	4,3	5,0	4,0	4,0
Cl1	a	1	SN	5,2	3,3	1,7	6,7	5,3	3,7	5,3	2,7	2,0
Qu1	a	1	SN	5,4	?	?	6,0	4,7	5,7	6,0	?	?
Moyenne			SN1	4,3	3,7	4,0	4,6	4,7	3,9	4,3	3,5	3,9
Ecart type			SN1	1,1	0,9	1,7	1,6	0,9	1,1	1,6	1,1	1,3
Variance			SN1	1,2	0,9	3,0	2,6	0,9	1,2	2,6	1,3	1,7

Tableau 49 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 1 ayant utilisé Silva Numerica ; Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI acquisition Connaissance forêt	MI Nouvelle activité	MI Apprendre la forêt avec simulateur	MI Activité numérique forêt	ME Connaissances pour filière	ME Connaissances pour travail	ME Connaissances poursuite études	Intérêt pour la SVT	Niveau Connaissance forêt	Intérêt pour le thème de la forêt	Utilité de la situation (MI conn et ME Ident)	Utilisabilité de la ressource
Al1	p	1	SN	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	5,0	1,0	5,0	1,3	6,1
Ma1	p	1	SN	4,0	5,0	3,0	5,0	6,0	5,0	4,0	4,0	1,0	4,0	4,5	5,3
An1	p	1	SN	4,0	5,0	5,0	4,0	2,0	2,0	2,0	5,0	1,0	3,0	3,3	4,3
Lu1	p	1	SN	2,0	6,0	4,0	6,0	3,0	5,0	5,0	4,0	1,0	4,0	4,2	3,6
Ar1	a	1	SN	5,0	4,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	?	?	?	5,3	?
EI1	p	1	SN	6,0	5,0	5,0	4,0	6,0	1,0	3,0	4,0	1,0	2,0	4,3	4,4
No1	a	1	SN	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	4,0	5,0	1,0	4,0	4,8	5,1
Cl1	a	1	SN	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	1,0	5,0	6,0	5,0
Qu1	a	1	SN	6,0	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	4,0	1,0	5,0	6,0	?
Moyenne		1	SN	4,8	4,7	4,1	4,1	4,4	1,0	4,0	4,4	4,8	4,8	4,7	4,1
Ecart type		1	SN	1,3	1,8	2,1	1,5	0,5	0,0	1,1	1,4	0,8	1,3	1,8	2,1
Variance		1	SN	1,7	3,3	4,6	2,4	0,3	0,0	1,1	2,1	0,6	1,7	3,3	4,6

Tableau 50 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 3 ayant utilisé Silva Numerica. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI	ME	AM	MI Connaissance	MI Accomplissement	MI Sensation	ME Régulation identifiée	ME Régulation introjectée	ME Régulation externe
An3	a	3	SN	4,6	4,3	3,0	5,3	4,0	4,3	6,0	3,0	4,0
Ma31	p	3	SN	5,4	2,8	1,0	7,0	5,0	4,3	2,3	2,0	4,0
Té31	a	3	SN	6,1	3,8	3,0	5,7	6,7	6,0	1,0	5,0	5,3
Th31	a	3	SN	6,2	4,6	2,0	6,3	5,3	7,0	6,7	4,0	3,0
Ro3	p	3	SN	5,6	5,0	1,0	6,7	5,0	5,0	5,7	4,3	5,0
Té32	p	3	SN	5,6	3,4	3,7	6,0	5,0	5,3	6,0	2,0	2,3
Si3	a	3	SN	6,1	3,6	1,0	6,7	5,7	6,0	6,0	2,3	2,3
Noa	p	3	SN	4,9	4,3	2,3	5,3	4,7	4,7	4,7	3,7	5,0
Ma32	p	3	SN	4,7	2,9	1,7	4,3	4,7	5,0	3,0	4,3	1,3
En3	p	3	SN	6,1	4,2	4,0	6,7	6,0	5,7	5,0	3,3	4,3
Li3	a	3	SN	3,4	4,4	4,7	3,0	3,7	3,7	5,0	3,0	5,3
Ma33	p	3	SN	5,6	5,0	2,7	6,0	6,0	4,7	4,3	6,0	4,7
Th32	a	3	SN	4,3	4,2	2,7	4,7	3,7	4,7	5,7	2,7	4,0
Em3	p	3	SN	4,4	3,7	2,7	5,0	4,0	4,3	4,0	2,7	4,3
Moyenne		STAV 2	SN2	5,2	4,0	2,5	5,6	4,9	5,0	4,7	3,5	3,9
Ecart type		STAV 2	SN2	0,8	0,7	1,1	1,1	0,9	0,9	1,6	1,2	1,2
Variance		STAV 2	SN2	0,7	0,5	1,3	1,2	0,9	0,8	2,6	1,4	1,5

Tableau 51 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 3 ayant utilisé Silva Numerica ; . Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI acquisition Connaissance forêt	MI Nouvelle activité	MI Apprendre la forêt avec simulateur	MI Activité numérique forêt	ME Connaissances pour filière	ME Connaissances pour travail	ME Connaissances poursuite études	Intérêt pour la SVT	Niveau Connaissance forêt	Intérêt pour le thème de la forêt	Utilité de la situation (MI conn et ME Ident)	Utilisabilité de la ressource
An3	a	3	SN	6,0	6,0	4,0	4,0	6,0	7,0	5,0	5,0	1,0	5,0	4,4	6,0
Ma31	p	3	SN	7,0	7,0	7,0	5,0	5,0	1,0	1,0	4,0	1,0	4,0	3,6	7,0
Té31	a	3	SN	4,0	6,0	7,0	6,0	1,0	1,0	1,0	4,0	1,0	2,0	5,8	4,0
Th31	a	3	SN	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0	7,0	5,0	1,0	5,0	5,6	7,0
Ro3	p	3	SN	7,0	7,0	6,0	5,0	5,0	6,0	6,0	5,0	1,0	5,0	5,0	7,0
Té32	p	3	SN	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	1,0	5,0	5,5	6,0
Si3	a	3	SN	6,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	5,0	0,0	5,0	5,6	6,0
Noa	p	3	SN	5,0	5,0	6,0	5,0	6,0	3,0	5,0	4,0	1,0	5,0	6,0	5,0
Ma32	p	3	SN	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	2,0	3,0	5,0	1,0	5,0	5,0	4,0
En3	p	3	SN	7,0	7,0	6,0	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1,0	4,0	4,6	7,0
Li3	a	3	SN	2,0	5,0	2,0	3,0	5,0	4,0	6,0	5,0	0,0	3,0	5,1	2,0
Ma33	p	3	SN	6,0	7,0	5,0	6,0	4,0	4,0	5,0	5,0	1,0	5,0	3,6	6,0
Th32	a	3	SN	5,0	5,0	4,0	4,0	6,0	5,0	6,0	4,0	1,0	5,0	4,9	5,0
Em3	p	3	SN	4,0	5,0	6,0	3,0	6,0	3,0	3,0	4,0	0,0	4,0	4,0	4,0
Moyenne		3	SN	5,4	5,9	5,5	5,2	5,1	4,2	4,6	4,6	0,8	4,4	4,9	5,4
Ecart type		3	SN	1,5	1,0	1,4	1,4	1,5	2,0	1,9	0,5	0,4	0,9	0,8	1,5
Variance		3	SN	2,3	1,0	2,0	1,9	2,1	3,9	3,6	0,3	0,2	0,9	0,6	2,3

Tableau 52 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 2 ayant utilisé la ressource audio-visuelle. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI	ME	AM	MI Connaissance	MI Accomplissement	MI Sensation	ME Régulation identifiée	ME Régulation introjectée	ME Régulation externe
Em2	p	2	AV	4,0	3,8	5,7	4,7	4,3	3,0	2,3	4,7	4,3
Cl2	p	2	AV	4,8	2,8	3,3	4,7	5,0	4,7	1,0	4,0	3,3
Gu2	p	2	AV	4,9	5,2	4,0	5,0	5,0	4,7	5,0	5,7	5,0
Pa2	p	2	AV	4,9	3,7	3,3	5,3	4,3	5,0	4,0	3,7	3,7
Am2	p	2	AV	5,7	5,4	2,0	6,0	6,0	5,0	7,0	5,0	4,3
Al2	a	2	AV	6,3	5,3	3,3	7,0	5,0	7,0	4,7	5,7	5,7
Vi2	a	2	AV	6,4	5,9	3,3	7,0	5,3	7,0	4,7	6,0	7,0
Moyenne		2	AV	5,3	4,6	3,6	5,7	5,0	5,2	4,1	4,9	4,8
Ecart type		2	AV	0,9	1,2	1,1	1,0	0,6	1,4	1,9	0,9	1,3
Variance		2	AV	0,8	1,4	1,2	1,0	0,3	2,0	3,8	0,8	1,6

Tableau 53 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 2 ayant utilisé la ressource audio-visuelle ; Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI acquisition Connaissance forêt	MI Nouvelle activité	MI Apprendre la forêt avec simulateur	MI Activité numérique forêt	ME Connaissances pour filière	ME Connaissances pour travail	ME Connaissances poursuite études	Intérêt pour la SVT	Niveau Connaissance forêt	Intérêt pour le thème de la forêt	Utilité de la situation (MI conn et ME Ident)	Utilisabilité de la ressource
Em2	p	2	AV	4,0	4,0	6,0	5,0	1,0	2,0	4,0	4,0	0,0	3,0	3,5	6,2
Cl2	p	2	AV	5,0	4,0	5,0	6,0	1,0	1,0	1,0	4,0	1,0	2,0	2,8	5,3
Gu2	p	2	AV	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	1,0	3,0	5,0	4,5
Pa2	p	2	AV	5,0	6,0	5,0	5,0	4,0	5,0	3,0	4,0	0,5	3,0	4,7	4,2
Am2	p	2	AV	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	5,0	0,0	3,0	6,5	5,5
Al2	a	2	AV	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	4,0	3,0	4,0	1,0	5,0	5,8	6,8
Vi2	a	2	AV	7,0	7,0	7,0	7,0	5,0	5,0	5,0	4,0	1,0	3,0	5,8	6,8
Moyenne		2	AV	5,6	5,6	5,9	5,9	4,3	4,1	4,0	4,1	0,6	3,1	4,9	5,6
Ecart type		2	AV	1,1	1,3	0,9	0,9	2,5	2,0	1,9	0,4	0,5	0,9	1,3	1,1
Variance		2	AV	1,3	1,6	0,8	0,8	6,2	4,1	3,7	0,1	0,2	0,8	1,8	1,1

Tableau 54 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 4 ayant utilisé la ressource audio-visuelle. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI	ME	AM	MI Connaissance	MI Accomplissement	MI Affiliation	ME Régulation identifiée	ME Régulation introjectée	ME Régulation externe
Ch4	p	4	AV	2,9	1,4	5,0	3,3	2,0	3,3	1,0	1,7	1,7
Li4	p	4	AV	2,9	3,0	4,0	4,0	3,0	1,7	4,7	1,0	3,3
Ax4	a	4	AV	3,7	3,6	5,3	3,7	4,0	3,3	4,3	2,3	4,0
An4	p	4	AV	3,8	4,6	2,7	5,0	3,7	2,7	5,0	3,0	5,7
Sa4	p	4	AV	3,9	4,1	4,0	4,3	4,3	3,0	2,3	5,0	5,0
Ju4	p	4	AV	4,2	3,6	2,7	3,7	3,7	5,3	5,7	2,0	3,0
Pi4	p	4	AV	4,2	4,8	3,3	4,7	4,0	4,0	5,0	4,0	5,3
Al4	p	4	AV	4,6	4,4	4,0	3,7	5,0	5,0	4,3	3,3	3,7
Ga4	p	4	AV	4,6	4,4	5,0	4,7	4,0	5,0	4,3	4,0	5,0
Th4	a	4	AV	5,7	5,6	1,0	6,3	5,3	5,3	6,3	6,3	4,0
Moyenne		4	AV	4,0	3,9	3,7	4,3	3,9	3,9	4,3	3,3	4,1
Ecart type		4	AV	0,8	1,1	1,3	0,9	0,9	1,3	1,6	1,6	1,2
Variance		4	AV	0,7	1,3	1,8	0,8	0,9	1,6	2,4	2,6	1,5

Tableau 55 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation et d'ergonomie des élèves du groupe 4 ayant utilisé la ressource audio-visuelle ; Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elève	Spécialité	Groupe	Modalité	MI acquisition Connaissance forêt	MI Nouvelle activité	MI Apprendre la forêt avec simulateur	MI Activité numérique forêt	ME Connaissances pour filière	ME Connaissances pour travail	ME Connaissances poursuite études	Intérêt pour la SVT	Niveau Connaissance forêt	Intérêt pour le thème de la forêt	Utilité de la situation (MI connaissance forêt)	Utilisabilité de la ressource
Ch4	p	4	AV	2,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	1,0	3,0	2,2	5,9
Li4	p	4	AV	4,0	3,0	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	1,0	4,0	4,3	5,9
Ax4	a	4	AV	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	1,0	5,0	4,0	4,4
An4	p	4	AV	5,0	4,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	1,0	4,0	5,0	5,3
Sa4	p	4	AV	5,0	4,0	4,0	3,0	5,0	1,0	1,0	4,0	1,0	4,0	3,3	6,2
Ju4	p	4	AV	5,0	5,0	1,0	5,0	6,0	6,0	5,0	4,0	0,5	4,0	4,7	5,4
Pi4	p	4	AV	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	1,0	4,0	4,8	5,2
Al4	p	4	AV	3,0	3,0	5,0	6,0	6,0	5,0	2,0	5,0	1,0	4,0	4,0	4,9
Ga4	p	4	AV	4,0	4,0	6,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0	1,0	3,0	4,5	5,9
Th4	a	4	AV	6,0	7,0	6,0	5,0	6,0	7,0	6,0	5,0	1,0	5,0	6,3	5,6
Moyenne		4	AV	4,2	4,2	4,6	4,3	4,6	4,4	3,9	4,3	1,0	4,0	4,3	5,5
Ecart type		4	AV	1,1	1,2	1,6	1,4	1,5	2,0	1,9	0,5	0,2	0,7	1,1	0,5
Variance		4	AV	1,3	1,5	2,5	2,0	2,3	3,8	3,4	0,2	0,0	0,4	1,2	0,3

Annexes experimentation 2

Annexe 8 : Questionnaire sur l'évaluation de la motivation des élèves lors de la séance utilisant la vidéo

Nom - Prénom :

Dans le projet Silva Numerica, nous voulons voir comment l'utilisation d'un outil numérique intervient dans la motivation des élèves par rapport à d'autres outils utilisés par les enseignants lors de leurs cours.

Avec ce questionnaire nous cherchons à comprendre ce qui vous a intéressé ou pas dans la séance avec la vidéo sur la forêt que vous venez de vivre.

Lis chaque affirmation avec attention. Réponds à chacune des questions en entourant le chiffre qui correspond le mieux à ce que tu penses.

- 1 = Pas du tout d'accord
- 2 = Pas d'accord
- 3 = Plutôt pas d'accord
- 4 = Indifférent
- 5 = Plutôt d'accord
- 6 = D'accord
- 7 = Tout à fait d'accord

1/ Pourquoi as-tu réalisé l'activité consistant à regarder une vidéo « c'est pas sorcier » sur la forêt et à répondre à des questions ?

Régulation externe	Pour pouvoir obtenir une bonne note en cas de contrôle	1	2	3	4	5	6	7
Régulation intégrée	Pour me prouver que je suis capable de réussir l'activité	1	2	3	4	5	6	7
MI accomplissement	Pour le plaisir de tester mes connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Amotivation	J'ai fait l'activité audiovisuelle mais j'ai l'impression de perdre mon temps	1	2	3	4	5	6	7
MI connaissances	Pour le plaisir d'enrichir mes connaissances	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce que mes professeurs pensent que je suis un(e) bon(ne) élève.	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce que les autres élèves l'ont faite	1	2	3	4	5	6	7
Régulation intégrée	Parce que je veux me convaincre que je suis intelligent(e)	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce que je n'ai pas envie que le professeur me fasse des reproches devant les autres	1	2	3	4	5	6	7
Régulation introjectée	Parce que je me serais senti(e) coupable de ne pas faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
ME régulation identifié	Parce que j'en ai besoin pour intégrer des connaissances utiles pour obtenir mon bac	1	2	3	4	5	6	7
MI sensation	Par plaisir de regarder une vidéo	1	2	3	4	5	6	7
Régulation intégrée	Parce que j'aurais une mauvaise image de moi si je ne la faisais pas	1	2	3	4	5	6	7

Régulation introjectée	Parce que j'aurai eu honte de ne pas faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
MI connaissances	Parce que j'aime apprendre des choses en écologie et SVT	1	2	3	4	5	6	7
Régulation introjectée	Parce que j'aurai été stressé(e) de ne pas la faire	1	2	3	4	5	6	7
MI accomplissement	Pour le plaisir de relever le défi de répondre aux questions posées	1	2	3	4	5	6	7
MI connaissances	Parce que j'aime apprendre de nouvelles choses sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce qu'on m'a demandé de faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
ME régulation identifié	Parce qu'elle me permet d'apprendre des connaissances utiles pour le type de travail que je veux faire plus tard	1	2	3	4	5	6	7
MI sensation	Par plaisir de voir de belles images sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
MI accomplissement	Par plaisir de terminer l'activité demandée	1	2	3	4	5	6	7
ME régulation identifié	Parce qu'elle me permet d'apprendre des connaissances utiles aux études que je veux faire après le bac.	1	2	3	4	5	6	7
MI sensation	Par plaisir de faire une activité nouvelle	1	2	3	4	5	6	7
Amotivation	J'ai fait l'activité audiovisuelle mais je ne sais pas ce qu'elle m'a apporté	1	2	3	4	5	6	7

2/ Quand tu as réalisé l'activité consistant à regarder une vidéo « c'est pas sorcier » sur la forêt et à répondre à des questions :

Utilité	L'utilisation de la vidéo était utile pour apprendre de nouvelles connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Utilité	La présence de questions était utile pour apprendre de nouvelles connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Utilité	L'utilisation de la vidéo était utile pour m'aider à maintenir mon attention durant le cours	1	2	3	4	5	6	7
Utilité	La présence de questions était utile pour m'aider à maintenir mon attention pendant le cours	1	2	3	4	5	6	7
Utilité	J'ai bien compris ce que je devais apprendre et retenir du cours avec la vidéo et les questions sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Les questions étaient trop difficiles pour permettre d'apprendre des choses sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Le contenu de la vidéo était facile à comprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Les questions posées étaient faciles à comprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Les questions posées correspondaient à ce qu'il y avait dans la vidéo	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	La manière dont la vidéo est construite aide à faire apprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Dans la vidéo, j'ai facilement trouvé les informations dont j'avais besoin pour répondre aux questions	1	2	3	4	5	6	7

Utilisabilité	Les images de la vidéo étaient utiles pour comprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Rester attentif à la vidéo m'a demandé un effort important	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Répondre aux questions m'a demandé un effort important	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	La vidéo était trop longue	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	La réponse aux questions demandait trop de temps	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	J'ai apprécié l'utilisation d'une vidéo en cours, c'est rare et ça change des cours habituels	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation d'une vidéo avec des questions me paraît intéressante pour faire apprendre	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation d'une vidéo avec des questions correspond à des manières habituelles d'apprendre pour moi	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation d'une vidéo avec des questions me permet de mieux apprendre qu'un cours habituel en classe	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation d'une vidéo avec des questions m'a davantage intéressé qu'un cours habituel en classe	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	Je ne vois pas l'intérêt de regarder en classe une vidéo que l'on peut regarder à la maison	1	2	3	4	5	6	7

Questionnaire sur l'évaluation de la motivation des élèves lors de la séance utilisant Silva Numerica

Nom - Prénom :

Dans le projet Silva Numerica, nous voulons voir comment l'utilisation d'un outil numérique intervient dans la motivation des élèves par rapport à d'autres outils utilisés par les enseignants lors de leurs cours.

Avec ce questionnaire nous cherchons à comprendre ce qui vous a intéressé ou pas dans la séance avec la vidéo sur la forêt que vous venez de vivre

Lis chaque affirmation avec attention. Réponds à chacune des questions en entourant le chiffre qui correspond le mieux à ce que tu penses.

- 1 = Pas du tout d'accord
- 2 = Pas d'accord
- 3 = Plutôt pas d'accord
- 4 = Indifférent
- 5 = Plutôt d'accord
- 6 = D'accord
- 7 = Tout à fait d'accord

1/ Pourquoi as-tu réalisé l'activité consistant à utiliser Silva numerica et à répondre à des questions ?

Amotivation	J'ai fait l'activité avec Silva Numerica mais je ne sais pas ce qu'elle m'a apporté.	1	2	3	4	5	6	7
MI sensation	Par plaisir de faire une activité nouvelle	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Pour pouvoir obtenir une bonne note en cas de contrôle	1	2	3	4	5	6	7
Régulation intégrée	Pour me prouver que je suis capable de réussir l'activité.	1	2	3	4	5	6	7
MI accomplissement	Pour le plaisir de tester mes connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Régulation introjectée	Parce que j'aurai été stressé de ne pas la faire	1	2	3	4	5	6	7
MI connaissances	Pour le plaisir d'enrichir mes connaissances	1	2	3	4	5	6	7
ME régulation identifié	Parce qu'elle me permet d'apprendre des connaissances utiles aux études que je veux faire après le bac.	1	2	3	4	5	6	7
MI sensation	Par plaisir de voir de belles simulations du développement de la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce que mes professeurs pensent que je suis un(e) bon(ne) élève.	1	2	3	4	5	6	7
Régulation intégrée	Parce que je veux me convaincre que je suis intelligent(e)	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce que je n'ai pas envie que le professeur me fasse des reproches devant les autres.	1	2	3	4	5	6	7
MI accomplissement	Pour le plaisir de relever le défi de répondre aux questions posées	1	2	3	4	5	6	7

Régulation introjectée	Parce que je me serais senti coupable de ne pas faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
ME régulation identifié	Parce que j'en ai besoin pour intégrer des connaissances utiles pour obtenir mon bac	1	2	3	4	5	6	7
Régulation intégrée	Parce que j'aurais une mauvaise image de moi si je ne la faisais pas	1	2	3	4	5	6	7
Régulation introjectée	Parce que j'aurai eu honte de ne pas faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
MI accomplissement	Pour le plaisir de terminer l'activité demandée	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce que les autres élèves l'ont faite	1	2	3	4	5	6	7
MI connaissances	Parce que j'aime apprendre des choses en écologie et SVT	1	2	3	4	5	6	7
Régulation externe	Parce qu'on m'a demandé de faire l'activité	1	2	3	4	5	6	7
ME régulation identifié	Parce qu'elle me permet d'apprendre des connaissances utiles pour le type de travail que je veux faire plus tard	1	2	3	4	5	6	7
MI connaissances	Parce que j'aime apprendre de nouvelles choses sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Amotivation	J'ai fait l'activité avec Silva Numerica mais j'ai l'impression de perdre mon temps.	1	2	3	4	5	6	7
MI sensation	Par plaisir d'utiliser un simulateur numérique	1	2	3	4	5	6	7

2/ Quand tu as réalisé l'activité consistant à utiliser Silva Numerica et à répondre à des questions :

Utilité	L'utilisation de Silva numerica était utile pour apprendre de nouvelles connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Utilité	La présence de questions était utile pour apprendre de nouvelles connaissances sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Utilité	L'utilisation de Silva numerica était utile pour m'aider à maintenir mon attention durant le cours	1	2	3	4	5	6	7
Utilité	La présence de questions était utile pour m'aider à maintenir mon attention pendant le cours	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Les différentes fonctions présentes dans Silva Numerica (se déplacer, marquer, couper, faire un inventaire, etc.) sont faciles à utiliser	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Silva Numerica m'a permis de réaliser les tâches attendues par l'enseignant	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	L'utilisation de Silva numerica a été facile à apprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	J'ai appris à utiliser Silva Numerica rapidement	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	L'utilisation de Silva numerica est facile	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	J'ai bien compris ce que je devais apprendre et retenir du cours avec Silva Numerica et les questions sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Les questions étaient trop difficiles pour permettre d'apprendre des choses sur la forêt	1	2	3	4	5	6	7

Utilisabilité	Les questions posées étaient faciles à comprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	L'utilisation de Silva numerica permettait de répondre aux questions posées	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	La manière dont de Silva numerica est construit aide à faire apprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Dans de Silva numerica, j'ai facilement trouvé les informations dont j'avais besoin pour répondre aux questions	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Les simulations avec Silva numerica étaient utiles pour comprendre	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Utiliser Silva Numerica m'a fatigué	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	Répondre aux questions m'a fatigué	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	L'utilisation de Silva numerica était trop longue	1	2	3	4	5	6	7
Utilisabilité	La réponse aux questions demandait trop de temps	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	J'ai apprécié l'utilisation d'un simulateur numérique en cours, c'est rare et ça change des cours habituels	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation de d'un simulateur numérique avec des questions me paraît intéressante pour faire apprendre	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation d'un simulateur numérique avec des questions correspond à des manières habituelles d'apprendre pour moi	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation d'un simulateur numérique avec des questions me permet de mieux apprendre qu'un cours habituel en classe	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	L'utilisation d'un simulateur numérique avec des questions m'a davantage intéressé qu'un cours habituel en classe	1	2	3	4	5	6	7
Acceptabilité	Je ne vois pas l'intérêt d'utiliser en classe un simulateur numérique alors que je pourrais l'utiliser seul	1	2	3	4	5	6	7

Annexe 9 : Synopsis du déroulement de l'expérimentation lycée - automne 2020

Synopsis Groupe 1 (vidéo) : (6 novembre 2020)

Enseignante : M

Salle de classe, 13 élèves visibles sur la vidéo (mais 14 réponses aux questionnaires de renseignement), dont 1 absent au pré-test et 2 au post-test.



Etape de réalisation de la séance :

- 1) Présentation de l'expé par Fanny (qui ne reste pas dans la classe pendant la séance, pour aller installer l'expé 2)
- 2) Distribution et remplissage fiche renseignement (usage du numérique et appétence pour la bio) (**7 minutes**)
- 3) Présentation reprise par l'enseignante, lecture de la consigne, proposition de diviser le film en deux suivant les deux blocs de questions
- 4) Lecture par l'enseignante des 6 premières questions, vérifiant si les élèves comprennent.
 - a. « C'est compréhensible ? »
 - b. « Vous savez qu'en forêt, une espèce d'arbre, on appelle ça une essence, vous ne saviez pas ? Bon ben maintenant vous le savez ».
 - c. Elève : « elle sont dans l'ordre les questions ? »
- 5) Visionnage de la première partie du film (**13 min 30 environ**)
- 6) « Je vous laisse 5-10 minutes pour remplir les premières questions ». Tous les élèves ne le font pas.
- 7) Corrigé de la première partie par l'enseignante :
 - a. Insiste sur la tolérance ou l'adaptation de certaines espèces à certaines caractéristiques de milieu
 - b. Revient sur la décomposition des arbres en humus/MO puis en matière minérale qui fournit des ions absorbables par d'autres espèces.
- 8) Lecture des questions 7 à 11 : « vous avez tous compris les questions ? »
- 9) Visionnage de la partie 2 du film (**10 min environ**)
- 10) Temps pour remplir les réponses aux questions
- 11) Corrigé de la deuxième partie :
 - a. Arrêt sur les espèces dites pionnières



- 12) Remplissage du questionnaire Motivation.

Rque : globalement peu d'engagement dans l'activité, mais une envie de répondre aux questions à l'oral.

Synopsis du Groupe 2 (EVE sans apport de l'enseignant) : (6 novembre 2020)

Enseignant : J.

13 élèves dont 4 absents au post-test.

Etape de réalisation de la séance :

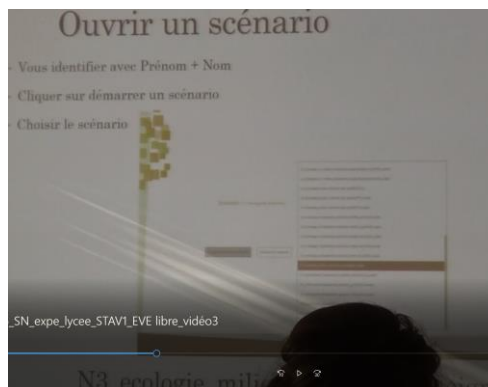
Installation lente dans la salle informatique, échange avec un enseignant sur des rdv de classes.

Une élève demande : « du coup on a été sélectionné pour Silva numerica ? » → contexte de l'expé mal compris ?

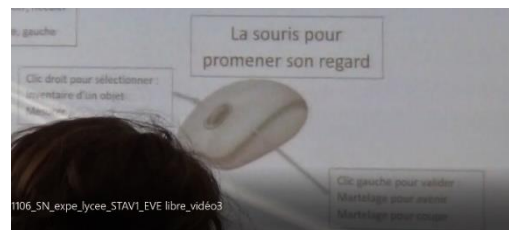
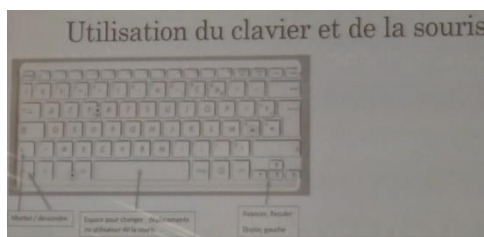
- 1) Distribution des fiches renseignement
- 2) Temps pour les remplir (vidéo2)
- 3) Intervention de l'enseignant en introduction (vidéo3) : « **ne toucher à rien, je vous explique d'abord** »
 - a. « Munissez-vous d'une feuille blanche pour répondre aux questions demandées »
 - b. Indications sur les fonctionnalités de la plateforme et pour la prise en main (déplacement, observation dans plusieurs dimensions, réalisation d'action comme la sélection, accès à des informations pour les différentes espèces, couper, semer, faire avancer le temps). « La simulation fait donc des calculs ».



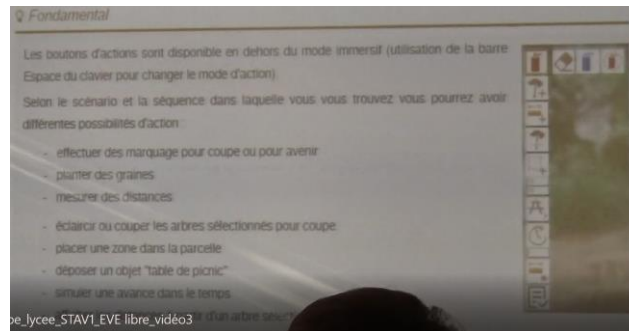
- c. Repérage du fichier Silva Numerica, et présentation de la procédure d'ouverture du scénario **N3_écologie_milieu de vie sans consigne_cuijer**



- d. Présentation des fonctions pour se déplacer et promener son regard, et saisir des infos



- e. Présentation des indications sur l'interface
 - i. En bas de l'écran : visualisation des consignes sur les étapes, accès aux ressources, visualisation des propriétés (indication sur la parcelle, sur l'inventaire dont nombre et type d'arbres, par zone ou espèce, indication sur l'objet sélectionné)
 - ii. Fonction « jalonner », pas utile pour ce scénario
 - iii. F5 : vue simplifiée de la forêt
 - iv. Les boutons d'action à gauche de l'écran : indication en mètres quand actions chiffrées

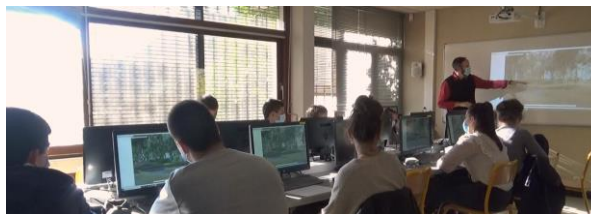


- f. Présentation de la consigne aux élèves : « *les questions auxquels vous aurez à répondre aujourd'hui dans ce scénario, volontairement libre, sans consigne, avec les objectifs suivants en tête, qui permettent de comprendre les conditions de vie, le milieu de vie d'un arbre, et ce qui va intervenir sur sa croissance* », l'enseignant projette les questions sans les lire, les élèves n'ont sûrement pas le temps de les lire. « *Je vous le laisserai affiché* ».

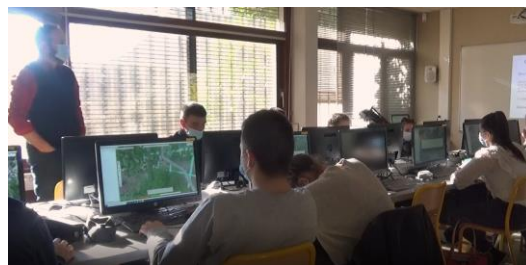
Quand vous aurez terminé ; répondez aux questions suivantes :

- Quels sont tous les éléments qui, selon vous, interviennent dans la croissance des différentes espèces d'arbres (sur leurs hauteurs et leurs diamètres ; sur leurs formes ; le fait qu'ils vont grandir plus ou moins vite, qu'ils vont rester vivant ou mourir) ?
- Ces éléments interviennent-ils de la même manière sur les différentes espèces d'arbres (hêtres, chênes, sapins...)?
- Ecrivez comment ces éléments interviennent en donnant un maximum de détails

- 4) Les élèves ouvrent le scénario avec l'aide de l'enseignant.
 5) L'enseignant commente le visuel : « *le simulateur fabrique la forêt, strate par strate, la strate arborée, arbustive, arborescente, vous vous souvenez de ces termes ?* », puis arrivent sur les premières consignes. Montre l'accès au questionnaire, et la manière de sortir du scénario : « *maintenant, à vous de jouer, vous êtes libre* ».



- 6) Au démarrage, certains élèves explorent d'abord la forêt et le déplacement, d'autres notent les consignes sur un papier. L'enseignant passe dans les rangs.



- 7) Tout au long de l'exploration, l'enseignant répond à quelques questions techniques d'utilisation des commandes. Plus précisément, apparaissent au cours de la séance :
- Un rappel de l'enseignant : « *n'oubliez pas de suivre les questions* »
 - Plusieurs échanges sur l'impossibilité de revenir en arrière avec le simulateur. Semble mettre les élèves en difficulté
 - Un échange sur l'action de semis/plantation qui se fait à la volée, sans connaître les lieux de dispersion au-delà de la zone de plaine ou humide. Explication que la forêt se resème d'elle-même dans la simulation.
 - Un certain nombre d'élèves utilise le visuel comme indication (et moins les indicateurs chiffrés).
 - Les élèves s'interrogent : pourquoi rien ne pousse ici, pourquoi je n'ai que des gros hêtres et des gros chênes.
- 8) Les élèves prennent un temps pour répondre aux questions, à la demande de l'enseignant.

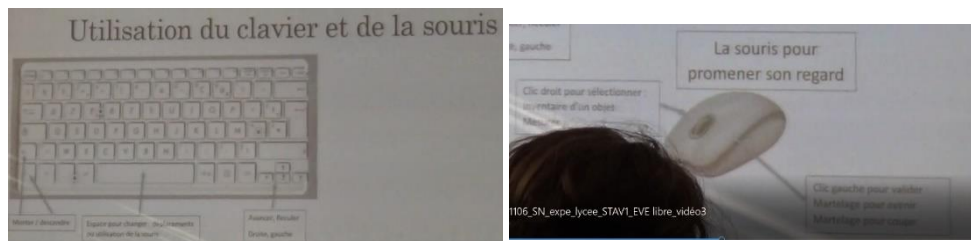
Synopsis du Groupe 3 (EVE et cours magistral) : (10 novembre 2020)

Enseignant : J.

14 élèves, dont 1 absent au pré-test et 1 au post-test.

Étape de réalisation de la séance :

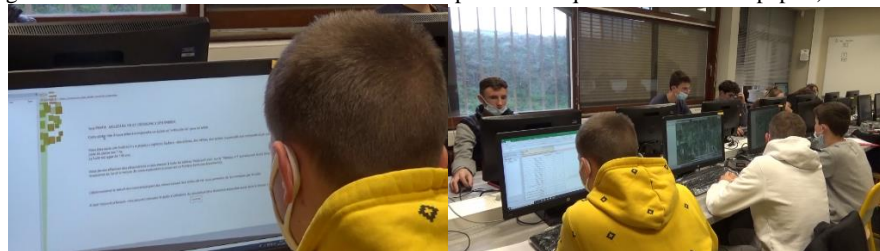
- 1) Présentation de Dominique
- 2) Intervention de l'enseignant en introduction (vidéo 2) :
« Vous allez remplir 3 scénarios. Il n'est pas possible d'enregistrer les réponses sur SN. ON va vous demander de répondre aux questions sur feuille. Ce sont des réponses courtes. Ça ne devrait pas prendre trop de temps » (les élèves prennent une feuille) (1'30 à 2'15)
« l'idée c'est pas de vous tester. C'est de voir comment ça fonctionne. Et comment ça peut aider à apprendre des choses. » (Chercheur)
 - a. Infos pour la connexion à la session
 - b. Indications sur les fonctionnalités de la plateforme et pour la prise en main en projetant au tableau des diapos :
 - « Attendez un peu avant de faire les manipulations, je vous explique » (le choix des 3 scénarios ; l'usage du clavier et souris pour se déplacer et promener son regard, et saisir des infos ; ressources dont guide utilisation ; inventaire des arbres et propriétés ; les boutons d'action : marquage et sélection avant coupe ; coupe ; horloge de l'avance dans le temps ; création d'une zone ; mesure de distance).
 - « Pour avancer dans le scénario, cliquez. Attention vous ne pouvez plus revenir en arrière sans redémarrer le scénario, donc veillez à bien faire toutes les actions du scénario avant d'avancer. » (14'15)



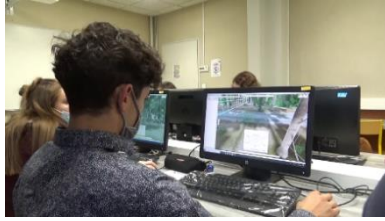
- 3) **Ouverture du scénario 1** avec l'aide de l'enseignant – n3_bilogie_a1_croissance_expé_eduter_nov2020_cuijer
 - « Le simulateur est un outil de calcul. C'est pas seulement de la visualisation, il fabrique la forêt en fonction des critères qu'on lui demande, en fonction des actions que vous allez lui demander il va faire évoluer cette forêt » (14'55-15'06)
- 4) **Les élèves débutent le scénario 1** – n3_bilogie_a1_croissance_expé_eduter_nov2020_cuijer (15'30 – Durée : 32'10 à 1h05) :

L'enseignant circule et donne quelques indications et répond à des questions sur l'utilisation des commandes

 - a. Lecture de la consigne, ouverture fichier Excel pour inventaire.
 - b. Au démarrage, certains élèves explorent d'abord la forêt et le déplacement. D'autres semblent avoir plus de mal à savoir comment démarrer. Quand ils ne savent pas certains élèves échangent ensemble ou demandent à l'enseignant (avancement dans le déroulement du scénario ; remplissage et enregistrement du tableau Excel et rédaction des réponses aux questions sur feuille papier)



- c. Les élèves regardent la fonction inventaire afin de remplir le tableau (vidéo 3)
Interventions de l'enseignant :
 - Face aux problèmes techniques rencontrés par les étudiants (ex : problème d'affichage ; d'avancée dans le scénario ;
 - Sur l'IBP, le repérage des différentes zones de la map (plaine, zone humide, zone de montagne) et des limites de la parcelle (grille bleue), ;
 - Pour des rappels : répondre aux questions sur papier et d'enregistrer le tableau ; ce n'est pas une évaluation et que les enseignants n'auront pas accès aux réponses des élèves ;



d. Les élèves répondent aux questions tout en continuant à explorer la forêt (parfois en vue d'au-dessus)



5) **Démarrage du scénario 2 progressivement** pour chacun des élèves : n3_écologie_compétition_eclaircie_Forte_nov2020_cuijser (**durée : entre 15' et 48'30**)

L'avancée des élèves dans les scénarios est très hétérogène

L'enseignant leur explique comment fermer le scénario 1 et ouvrir le scénario 2 ; il intervient à plusieurs reprises pour expliquer la construction de zones réduites ou accompagner des élèves bloqués (45'42), le marquage et la coupe de tous les arbres de la zone sélectionnée.

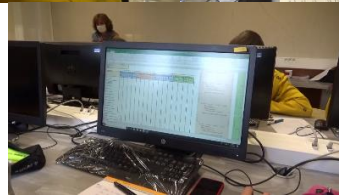
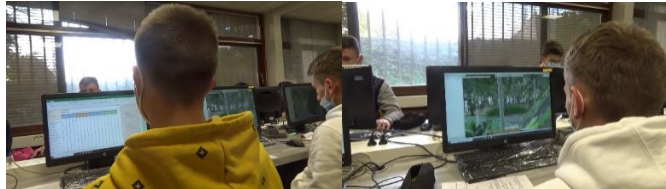
a. Un premier élève a terminé la première partie (vidéo 2 - 25'12 donc après 48' au total et 33 minutes de travail sur le scénario) – « Tu peux commencer le scénario suivant. Tu es obligé de fermer » et démarre le second scénario (28'24)



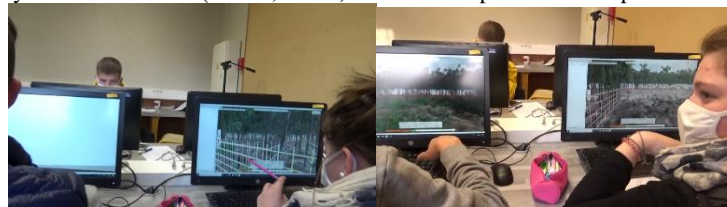
b. Arrivée de la 2^{ème} enseignante (36'40)

c. Un deuxième élève a terminé et commence le deuxième scénario. (38'28) D'autres élèves sont encore à la moitié du 1^{er} scénario (40'22)

Lorsqu'il découvre le tableau à remplir : « Oh non ! Regarde la gueule tu tableau » (il le montre à ses copains que ça fait rigoler).



Quelques élèves semblent montrer des signes d'agacement quand ils rencontrent des dysfonctionnements (44'01 ; 45'42) ou ne savent plus comment passer à la suite.



d. **7 élèves ont entamé le scénario 2 (49'30)** puis presque tous les élèves (**vidéo 3 – 7' soit après 1h20 au total et 1h05 de travail sur le scénario**)

Les élèves échangent davantage les uns avec les autres – l'attention semble se relâcher



L'enseignant intervient pour rythmer l'avancée (14'57) :

- Enseignant : « il faudrait qu'on se laisse une dizaine de minutes pour finir ce deuxième scénario »
- « Elève : le deuxième ? J'ai même pas fini le premier ! »
- « Faites au mieux. Et après vous avez un petit document de motivation à remplir et quelques indications sur le travail du jour. »

Ou concernant le remplissage du tableau (15'20)

- Elève : « Monsieur je comprends pas comment il faut remplir le tableau »
- Ens : « Le tableau il est impressionnant parce qu'il y a beaucoup de colonne. Donc court termes, moyen termes, long terme, Ça représente les avancées dans le temps que tu vas réaliser dans le scénario. 1 an, 5 ans.

6) **Arrêt des scénario et choix d'abandonner la réalisation du 3^{ème} scénario éclaircie faible** (22'11 donc après 1h36 dont 1h21 sur l'EVE – beaucoup d'élèves ont fait les 3 à 5 premières étapes du scénario 2 – Seuls quelques-uns ont avancé davantage).

- Elève : « ah bon. Dommage ! »

7) **Cours (l'enseignant s'appuie sur un schéma qu'il fait au tableau – durée 7'30)** : « on fait un petit bilan. Vous allez lâcher les ordinateurs » (22'23)



Ens : Donc là aujourd'hui vous avez travaillé sur **le milieu de vie** d'un arbre. Rappelez-moi que quoi il a besoin un arbre pour se développer.

Elèves : **d'eau ; de lumière ; d'oxygène ; de CO2 ;**

Ens : Ça c'est les besoins d'un arbre pour se développer. Ça lui permet de réaliser une fonction qui s'appelle ?

Elève : ... la **photosynthèse**

Ens : Cette photosynthèse va lui permettre de produire sa propre matière organique et de se construire.

(Aucun élève ne prend de note.

Certains semblent absorbés dans leurs pensées. Un élève est couché sur son clavier)

Ens : tous ces éléments il les prélève dans son **milieu de vie**. Ses racines vont lui permettre son approvisionnement en eau. On va rajouter là-dedans quelques éléments **minéraux**. Et sur les éléments aériens, les feuilles vont lui permettre de capter la lumière et le CO2 atmosphérique. Et avec tout ça il fabrique sa matière organique. Ce qui va être important pour **le développement** d'un arbre, c'est **le milieu dans lequel il se situe** et de quelle manière il va pouvoir accéder à ces différents éléments là. OK il lui faut de l'eau, mais il lui faut **pas forcément un excès d'eau**. Certains arbres vont accepter facilement un excès d'eau. Vous avez peut-être observé que dans le simulateur il y a des arbres qui poussent dans la zone humide qui s'appellent des aulnes. Les aulnes supportent facilement un excès d'eau. Et d'ailleurs s'il n'y a pas cet excès d'eau, ils ne se développent pas. Il y a d'autres arbres, le chêne par exemple, qui supportent très très mal un excès d'eau. Lui va pousser dans des **milieux** où le sol est plutôt sec. Il faut de l'eau mais sans excès. (25')

Autre élément sur lequel on n'a pas forcément insisté aujourd'hui parce que simulateur ne le permet pas. C'est un élément qui concerne **le pH du sol**. De la même manière, on a des arbres qui vont être spécialisés adaptés à des pH plutôt neutre – toutes les espèces qu'on a sur le simulateur – autour de 6,8 ou 7 de pH. Au contraire certaine zone où le pH est un peu plus acide et on va rencontrer des arbres adaptés à ces zones de pH acide.

Enfin, finalement quand une graine tombe au sol, elle va germer quoi qu'il arrive. Mais le développement de cette graine pour donner un arbre va **dépendre des conditions du milieu** dans lesquelles vit cet arbre et en fonction des **spécificités de l'espèce**. Si elle est adaptée au sol acide, basique, à un milieu humide ou sec, à un sol superficiel ou profond. Etc. Donc quand vous avez fait les avancées dans les temps – vous êtes un certain nombre à pas être allez au bout des manipulations – dans le premier scénario vous avez dû voir que **selon les zones on rencontre pas du tout les mêmes espèces**. Dans les zones humides on va rencontrer des espèces très différentes de la zone de plaine.

Autre élément important, on parle toujours d'approvisionnement, ça va être **son environnement et sa relation avec les autres arbres autour**. Ça va jouer sur quoi ?.. parmi les éléments qui sont présents ici ? les types d'arbres présents autour ou le fait que cet arbre il pousse avec d'autres arbres à son alentours ça va jouer sur quel approvisionnement ?

Elève : **la lumière**

Ens : Si on a un arbre qui pousse sous un autre arbre, la lumière qu'il va recevoir, va être inférieure à celle de cet arbre-là. Et cette relation des arbres les uns par rapport aux autres va être déterminante.

De la même manière, le fait que les arbres poussent les uns à côté des autres ça **va aussi jouer sur l'approvisionnement eau et en minéraux**. Si on est dans une forêt dans laquelle il y a beaucoup d'arbres, ces arbres vont **se partager les**



ressources qui sont présentes. Donc la ressource en eau, en minéraux et l'accès à la lumière. En ce qui concerne le CO2, la quantité de CO2 elle doit être disponible à peu près de manière équivalente à tous les arbres. Par contre l'accès à la lumière va dépendre de la position des arbres les uns par rapport aux autres. Et l'apport en eau et minéraux va dépendre des arbres qui sont autour. Donc quand un forestier fait une éclaircie en forêt, ce qu'il cherche à faire en coupant les grands arbres, c'est donner accès aux arbres qui sont plus petits, à la lumière, de manière à ce que ces arbres-là puissent croître pour se développer à nouveau. Donc cette relation des arbres les uns par rapport aux autres dans un même milieu, c'est ce qu'on appelle la compétition. On va même parler de compétition interspécifique, entre espèce, compétition d'arbres qui appartiennent à différentes espèces. (à Isabelle) je sais pas si vous aviez eu le temps de voir ça ?

Isabelle : non du tout. Je suis sur l'alimentation.

Ens : Ça va pour tout le monde cette notion de compétition ? Le fait que **des espèces qui vivent dans un même milieu elles se partagent la ressource du milieu et elles vont se développer en fonction des ressources disponibles** laissées entre guillemet par les espèces à proximité. Vous regarderez ce qui se passe dans une forêt mature ou sur le simulateur. Etant donné que toutes les espèces sont en compétition les unes avec les autres, on finit par avoir une forêt dans laquelle la taille de tous les arbres est à peu près équivalente. Tout le monde est en compétition et donc chaque arbre se développe de manière à optimiser son accès à la lumière. Par rapport aux voisins qui se situent autour.

Elève : Y'a des arbres qui sont plus envahissants comme le fayard. C'est un « libéral ». Il prend le maximum de place pour se développer

Ens : oui tu as raison. Y'a **des arbres qui se développent plus vite que d'autre**. Et d'un point de vue compétition c'est un gros avantage. Parce que si elle se développe plus vite, elle **va prendre la place avant les autres et pouvoir accéder aux ressources de manière spécifiques ou plus importante que les autres**. Le fayard a un autre avantage, c'est que c'est plutôt **une espèce d'ombre**

Elève : oui oui

Ens : il se développe facilement dans des conditions dans lesquelles y'a pas forcément besoin d'une grande quantité de lumière. Et il monte plus rapidement qu'un chêne qui lui va mettre beaucoup plus de temps à se développer. (30'57)

- 8) **Questionnaire de motivation** : « vous avez réalisé des activités on veut savoir votre ressenti par rapport à ça »
(...) « le 1 c'est pas du tout d'accord, le 7 c'est tout à fait d'accord. Donc vous trompez-pas »

Elève : vous avez mis ???? contrôle, mais c'est pas évalué ».

Dominique : « pas évalué aujourd'hui »

(36'30 – les 1^{er} élèves ont terminé

40'47 – fin du questionnaire)

Synopsis du Groupe 4 (EVE avec feed back enseignant) (10 novembre 2020).

Enseignant : J.

14 élèves, dont 1 absent au pré-test et 1 au post-test.

Étapes de réalisation de la séance :

- 1) Présentation de Dominique : là pour voir comment Silva Numerica est utilisé, c'est pour ça que je filme surtout les écrans et que je circule
- 2) **Intervention de l'enseignant en introduction** (vidéo1-30'') : « je suis là pour mettre en place l'expérimentation et répondre aux problèmes techniques »

« L'objectif de cette séance : on va travailler essentiellement sur 2 scénarios, un qui concerne le milieu de croissance des arbres et un qui concerne la compétition entre les arbres. L'objectif c'est aussi qu'on fera un petit bilan à chaque fin de scénario, histoire de faire une petite correction entre guillemets, de ce à quoi vous aurez répondu. » (1'20)

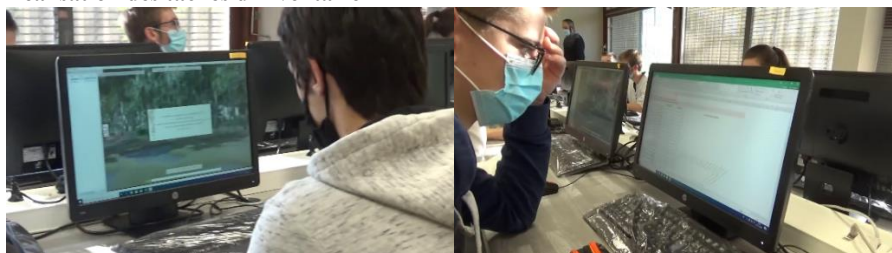


- a. **Indications sur la plateforme** : « une plateforme numérique qui permet de visualiser une plateforme forestière et l'évolution de cette plateforme en fonction des actions que vous aurez réalisées. C'est pas seulement un visuel derrière il y a des calculs réalisés pour matérialiser la croissance des arbres en fonction du contexte (1'45)
- b. Connexion à la session, Accès à la plateforme (5'05).
« Le simulateur actuellement ne nous permet pas de récupérer vos résultats et ce que vous avez écrit ». Choix du scénario 1. « On a prévu deux autres scénarios pour aujourd'hui mais vraisemblablement on n'aura pas le temps de travailler sur le 3^{ème}. » (6'15)
- c. Présentation des fonctionnalités de et pour la prise en main :
 - deux modes : quand vous êtes dans la parcelle, « mode immersif », une croix rouge = déplacement dans la parcelle et en hauteur ; si vous cliquez sur barre espace – pour réaliser des actions en cliquant sur les boutons
 - barre d'avancée dans le scénario, visualisation de la consigne ; ressources externes : tableau à remplir, guide d'utilisation ; écran de propriétés de la parcelle, dont inventaire (nombre, type d'arbre, répartition, etc.) ; cliquer sur arbre pour avoir les propriétés
 - les boutons d'action (marquer, couper, avance dans le temps, création de zone et marquage arbre d'une zone)
« la plateforme fonctionne sous un mode forestier : un forestier il va passer dans la forêt et marquer un arbre avant de le couper ».
« le scénario est réalisé en séquence. Chaque fois que vous changez de séquence cliquez sur le bouton valider. Vous pouvez pas revenir en arrière »
« le simulateur permet de récupérer vos réponses. Donc rédiger vos réponses sur une feuille à part » - « Oh non ! » (un élève) (13'50) ; remplir les fichiers Excel de relevé, les enregistrer. (14'28)



- 3) **Démarrage du scénario 1** – – n3_biotologie_al_croissance_expé_eduter_nov2020_cuijer (15' – **Durée : 50 min**)

- a. **Lecture des consignes et prise de connaissance du tableau à remplir**
- b. **Réalisation des tâches d'inventaire**



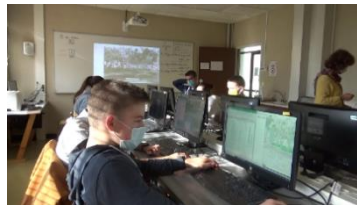
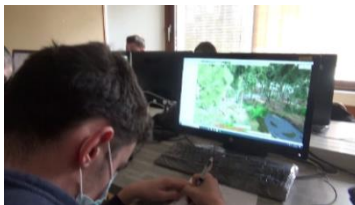
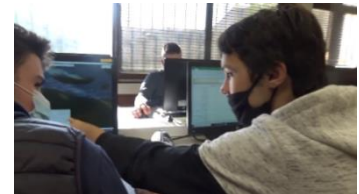
L'enseignant intervient

- Face aux problèmes techniques rencontrés par les étudiants (ex : problème d'affichage ; d'avancée dans le scénario ; vue aérienne)
- Sur l'IBP, ou des précisions concernant les questions et informations à trouver (35'05) « C'est quoi IBP ? » - ens : « **IBP ça veut dire indice de biodiversité potentielle**. Le petit diagramme que vous avez présente 6 indicateurs de biodiversité présents dans le milieu ». (42'20) Ens : « il n'y a pas d'indication particulière sur le sol dans le simulateur. C'est en fonction de ce que tu as observé ».
- Pour des rappels : répondre aux questions sur papier et d'enregistrer le tableau ; ce n'est pas une évaluation et que les enseignants n'auront pas accès aux réponses des élèves ; que le simulateur met du temps parce qu'il effectue les calculs

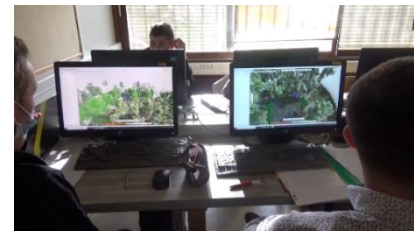
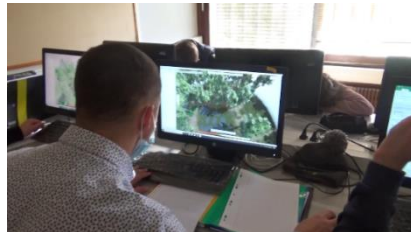
Des élèves échangent entre eux et se donnent des indications sur les endroits où trouver les infos et sur les dénombrements qu'ils réalisent pour les différentes espèces (21')



Deux élèves réalisent la tâche à deux : l'un cherche les infos dans son inventaire et l'autre les reporte dans son tableau (26')



- c. Les élèves font les simulations d'évolution de la forêt – 2 x 20 ans et réfléchissent aux zones où ça ne pousse pas (47')



- d. Plusieurs élèves ont terminé et attendent (plusieurs élèves naviguent sur Internet) ; d'autres n'en sont qu'à la moitié (Film 2 – 5')

Un élève : « On a déjà fait 1 heure ? » - Ens : « On a déjà fait 1h15 » - El : « Ah ouais, ça passe vite ! » (9'42)

4) Correction du scénario 1 par l'enseignant (14' soit après 1h05 – durée : 6'44)

Enseignant : Il va falloir qu'on passe à la correction parce qu'on a un 2^{ème} scénario à suivre. On va juste récapituler, je vais vous donner des éléments de correction. Vous ne corrigez pas ce que vous avez écrit. Ça n'a pas d'importance si vous avez faux ou juste. C'est simplement pour qu'on se mette d'accord sur ce qu'on attendait de vous sur ce scénario. *On vous a demandé les caractéristiques de chênes, hêtres, aulnes. Dans quelles zone ces arbres étaient les plus présents et si vous aviez une explication. Qu'est-ce que vous avez répondu ? Le chêne est plus répandu dans quelle zone ?*

Elève : Zone plate.

Ens : zone plate. Le hêtre ?

Elèves : zone plate

Ens : l'aulne ?

Elève : Zone humide

Ens : ???

Elèves : aucun

Ens : donc il y a des arbres qui sont spécifiquement présent dans la zone plate, « non humide » et des arbres spécifiquement présents dans la zone humide. On vous demandait « qu'est-ce qui caractérise le sol des différentes zones ? C'est pas facile de répondre. Le sol est plus... :

Elèves : plat !

Elève : humide

Ens : voilà. Soit beaucoup d'eau présent dans le sol à proximité de la mare. Soit un sol plus sec dans la zone plate. On peut faire le lien. On peut dire que s'il y a des espèces qui poussent plus spécifiquement dans la zone plate, c'est qu'elles sont plus adaptées à un sol plus sec et que celles qui poussent à proximité de la mare, l'aulne en particulier, est plus adapté à des sols humides. Vous êtes d'accord avec ça ?

La question : A quel endroit la végétation pousse-t-elle ou pas ? Est-ce que vous avez trouvé des zones dans lesquelles la végétation pousse pas ?

Elève : dans les marais, dans la mare.

Ens : oui dans les zones très humide y'a pas ou peu de végétation qui pousse. Et pourquoi ?

Elève : trop humide.

Ens : oui. C'est vrai que dans cette zone là il y a énormément d'eau. Donc toutes les espèces qui sont spécifique des milieux humides ne sont pas représentées. On a représenté ici que des espèces forestières. C'est vrai que des espèces forestières, il y en a très très peu qui sont adaptées pour les zones humides, donc même quand on avance de 15 ans, de 20 ans dans le temps, y'a des zones dans lesquelles la végétation ne se développe pas. Vous auriez pu trouver une autre zone sur laquelle la végétation ne pousse pas.

Elève : en dessous des arbres.

Elève : dans le brouillard.

Ens : en dessous des arbres c'est vrai qu'il y a des zones où on a l'impression qu'il y a des zones où on a l'impression qu'il y a pas beaucoup de végétation. Et où encore ?

Elève : les chemins non ?

Ens : voilà. Les chemins normalement vous n'avez pas vu pousser de végétation. Qu'est-ce qui joue sur le fait qu'il y ait peu de végétation sous les grands arbres ?

Elève : l'ombre

Elève : y'a pas trop de lumière

Ens : Exactement. La couverture de l'arbre va beaucoup limiter la lumière qui arrive au sol, ça va avoir une incidence sur le développement des espèces qui se développent en dessous.

Pour le chemin on est sur des caractéristiques différentes. Là le chemin a été réalisé de manière à ce que il ne pousse rien dessus. Dans la réalité qu'est-ce qui ferait que rien ne pousse sur un chemin ?

Elève : le passage.

Ens : oui voilà. Le passage fréquent et le fait qu'on puisse avoir un tassement du sol ça peut avoir un effet sur le développement des espèces. Si le sol est très tassé en fait on limite la quantité d'air présent dans le sol, donc la quantité de gaz respiratoire. Et des racines qui ne peuvent pas respirer c'est des racines qui ne se développent pas et donc il n'y a pas de développement de végétation à cet endroit-là. (18'40). Donc l'humidité ou pas, la quantité de lumière disponible ou pas et les caractéristiques du sol, ici le tassement.

Il reste la disparition des troncs. Vous avez dû observer quand vous avancez dans la forêt qu'il y a des arbres qui arrivent au sol, comment on explique ça ?

Elève : ils sont vieux.

Elève : on les a abattus

Ens : peut-être qu'on les a abattus. On n'a pas l'explication, mais nous on n'a pas fait d'abatage. Donc si y'a pas d'abatage qu'est-ce qui peut expliquer que les arbres sont au sol ?

Elève : des arbres qui sont morts, ou alors ils se sont faits « grailés » par les insectes.

(Réaction des élèves à « grailés »).

Ens : voilà ??? soit ils meurent ?

Autre élève : des champignons, des maladies.

Ens : les champignons ça fait mourir les arbres ?

Elèves : ben oui. Ça les mange.

Autre élève : ça les fait pourrir quoi.

Ens : OK. Vraisemblablement, quelle que soit l'explication, ces arbres sont morts et sont tombés au sol. Que deviennent les troncs au bout de 20 ans, 40 ans ?

Elèves : de l'humus.

Elève : ils se dégradent. Ils disparaissent.

Ens : ils se dégradent. Ils se décomposent.

Elève : ils se minéralisent.

Ens : ils se minéralisent. Très bien. Donc la matière organique disparaît. Les troncs se dématérialisent dans le logiciel. Minéralisation, ça veut dire quoi ?

Elève : ça devient des minéraux

Ens : exactement. Transformation de la matière organique en matière minérale. Et les minéraux ils sont importants ?

Elève : oui. C'est de l'engrais.

Ens : exactement. Ils vont servir à faire pousser les arbres suivants. (20'44)

5) Passage au scénario 2 – n3_écologie_compétition_eclaircie_Forte_nov2020_cuijer (20'44 soit après 1h12 ; Durée : 21 minutes)

Ens : Il faut absolument que ce scénario soit bouclé en 15 minutes.

- a. **Les élèves lancent le scénario.** Plusieurs observent et commentent la parcelle générée au regard de la précédente (taille des arbres, densité). Les mêmes font référence à des expériences dans le travail forestier (Max, Hugo, Théo)

les élèves échangent beaucoup entre eux ; Une élève semble plus en difficulté avec l'usage de SN

Le temps disponible étant réduit, l'enseignant décide de sauter l'étape de réalisation de l'inventaire et de remplissage des tableaux pour privilégier l'observation (23')

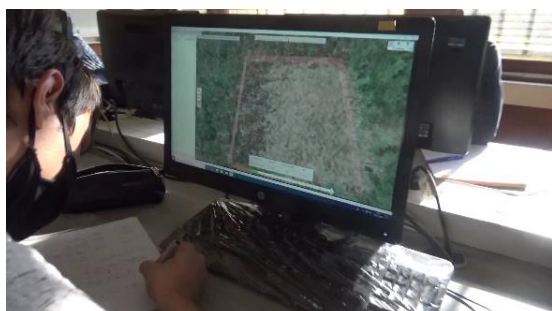
Ens : je vous invite à pas prendre trop de temps pour remplir le tableau parce que celui-là va être très long. Faites plutôt les observations avec les avancées dans le temps. Laissez tomber le tableau (23')

Ens : Donc vous laissez tomber le relevé Excel on n'a pas le temps. Simplement vous pouvez répondre aux questions comme vous l'avez fait tout à l'heure. (28'43)

- b. **Les élèves délimitent une zone de 40m x 40 m et font une coupe rase**

L'enseignant intervient pour rappeler qu'il faut suivre le scénario : « Il ne faut pas couper tout n'importe comment » (23'55).

L'enseignant guide les élèves en leur montrant au vidéoprojecteur comment réaliser une zone de marquage et coupe d'arbres



c. **Les élèves réalisent les simulations de repousse** après avoir réalisé la coupe : avancée de 5 ans puis 10 ans puis 35 ans ; Ils reportent leurs réponses aux questions sur leur feuille
Quelques-uns commentent et comparent ce qu'ils observent comme repousse après la coupe. L'enseignant saisit l'occasion pour les faire réfléchir sur l'origine de ces différences (29'50)

- *Ens : alors c'est normal*
- *Elève : ça dépend sur chaque poste ?*
- *Ens : non, ça peut dépendre de quoi ?*
- *Elève : c'est pas les mêmes milieux*
- *Elève : ah de la zone où on a coupé.*
- *Ens : oui.*

- *Elève : Les souches elles ont déjà disparue*
- *Autre : au bout de 5 ans ça a déjà disparu ?*

d. L'enseignant annonce la fin de l'activité : « on se donne encore 5 minutes pour boucler le scénario et après on fait la correction » (37'16)

Plusieurs élèves ont terminé le scénario (40')

6) **Correction-Feed back (41'44 – Durée : 7min08)**

Ens : Allez on corrige. Donc dans ce scénario-là, on vous demande de faire une éclaircie forte. On dégage une zone très très large de 40 m par 40 m, on fait coupe blanche, c'est-à-dire qu'on enlève vraiment toutes les espèces qui sont présentes. Et après on vous demande de faire des avances progressives dans le temps pour voir dans quelle mesure cette parcelle va évoluer. Donc 5 années, puis après 15.

L'enseignant réalise les actions en projetant l'écran sur vidéoprojecteur



- *Ens : Quand on fait une avance de 5 ans on observe quoi ?*
- *Elève : y'a que du buisson qui pousse.*
- *Ens : des buissons tu es sûr ?*
- *Elève : des petites repousses !*
- *Ens : des repousses de quoi ?*
- *Elève : des arbres qui sont qu'on a coupé, enfin je sais pas !*
- *Ens : tu as cliqué sur les arbres, les essences pour voir ce que c'était ?*
- *Elève : euh... non.*
- *Ens : en 5 ans ce qui pousse c'est quel type de végétation ?*
- *Elève : végétation dense*

- *Ens : c'est quel type de végétation ? Broussaille je veux bien mais... Vous avez entendu parler de strate de végétation ? de niveau de végétation ?*
- *Elève : oui mais j'ai pas compris ce que ça voulait dire.*

- *Ens : dans une forêt il y a quand on part de haut y'a **la strate des arbres, en dessous la strate des arbustes, des buissons, en dessous y'a la strate des végétaux herbacés**, des herbes. Alors au bout de 5 ans c'est quels types de végétaux qu'on voit ?*
- *Elève : les herbes.*
- *Ens : plutôt des herbes, des végétaux ras. Tu as tout à fait raison Hugo, vraisemblablement, il y a aussi des repousses d'arbre. Sauf que notre simulateur il ne les matérialise pas, il ne les fait pas apparaître tant qu'elles ne font pas une certaine taille. Donc même si on voulait cliquer sur chaque espèce on pourrait pas trouver. Donc au bout de 5 ans c'est plutôt des herbacés.*

Si on rajoute 15 ans supplémentaires, c'est quoi ? Quel type de végétaux ?

- *Elèves : les buissons*
- *Ens : les arbustes. Comment expliquer qu'ils mettent plus longtemps à se développer ? Ce type de végétation va mettre un certain temps à se développer, s'étoffer. Donc au bout de 20 ans, on commence à avoir des végétaux sous forme d'arbustes qui sont présents. Quel est l'impact de cette éclaircie ? QU'est-ce qui fait que cette végétation elle se développe à ce moment-là ?*
- *Elève : **La lumière**.*
- *Ens : exactement. On a coupé tous les arbres de la strate au-dessus et on laisse **apparaître la lumière au sol, qui va permettre à un maximum de végétaux de se développer**. Dans ces premières années tous les végétaux disponibles, toutes les graines elles vont germer et donner naissance à des végétaux. Et puis progressivement **les végétaux de plus grande taille vont se développer, vont faire de l'ombre**, et il va y avoir une première **sélection** qui va avoir lieu. Là encore, comme tout à l'heure on parle bien de **compétition**. (46') Cette fois ce qu'on matérialise c'est de la **compétition vis-à-vis de la lumière**. Quand on vient de faire la coupe rase, pas de compétition, y'a la même quantité de lumière pour tout le monde. Plus on avance dans le temps plus y'a des végétaux différents qui vont faire de l'ombre pour les végétaux d'en dessous donc qui vont rentrer en compétition avec d'autres espèces.*



- *Ens : **Enfin si on refait une avance de 20 ans (il le fait)** on va retrouver quasiment la forêt de départ. ON va retrouver la strate arborescente c'est-à-dire les arbres qui vont **reprendre le dessus**. Lesquels auront poussé à cet endroit-là ?*
- *Elèves : Les espèces qu'y'a autour de la zone*
- *ENS : Les espèces qui y'a autours de la zone. Alors comment ça s'explique ?*
- *Elève : parce qu'avec **le vent les graines elles sont emportées** ?*
- *Ens : effectivement les graines qui vont germer là ce sont celles produites par les arbres qui sont autour. Et quelles caractéristiques ils ont ces arbres par rapport au milieu dans lequel ils se situent ?*

- *Elève ... : ben ils sont faits pour*
- *Ens : ils sont faits pour. Exactement. Donc ?? lié à la zone. On retrouve les caractéristiques de toute à l'heure. Donc je sais pas si vous avez regardé en détail quels espèces étaient présentes. Dans le déroulement du scénario on vous ne demandais pas d'identifier les espèces. Ça nécessitait plus de temps que ça. Mais on aurait pu constater – si je fais un clic droit sur cet arbre, c'est un chêne, ici se sont des chênes **adaptés au milieu sur lequel on se situe** et effectivement qui correspondent à la parcelle de départ. Donc finalement, au départ tout le monde germe, toutes les espèces présentent peuvent germer. Celle qui va se **développer** dans les dizaines d'années qui vont suivre, c'est celle qui est le plus **adaptée aux conditions du milieu**. Comme on est parti d'une chênaie exclusive, y'a pas trop de surprise. Ce qui finit par repousser se sont bien des chênes qui étaient là au départ, qu'on a enlevé et qui repoussent par la suite. Ça va sur ces notions de compétition et de milieu ?*
- *Elèves : Oui. (48'52 - Fin)*

7) Questionnaire de motivation (48'44-51'05 puis vidéo 3, 4'19)

- *Dom : le 1 c'est pas du tout d'accord, le 7 c'est tout à fait d'accord.*
- *Elève : mais on l'a déjà fait ?*
- *Dom : non c'était pas la même chose. Là c'est vous avez réalisé une activité, on vous demande de donner votre sentiment par rapport à cette activité.*
- *3'30 : Un élève : Vous saviez qu'il y a un verso ?!*
- *Autre Elève : ah y'a un verso ?*
- *Dom : venez le récupérer. (ils récupèrent le doc et compètent en restant debout)*

Debrief Enseignant sur ces deux groupes

2h c'est très long. Plusieurs scénarios à la suite pas la meilleure des solutions. On a toujours ce problème de remplissage de relevés. Pour le collège on a laissé tomber ces relevés ou ponctuellement pour quelques espèces seulement.

Le problème de passage de Excel au simulateur qui pose problème. Et faire de la saisie n'a pas forcément beaucoup d'intérêt pédagogique.

Sur l'utilisation, je suis toujours épaté de la facilité des élèves à prendre en main le simulateur. Ils ne sont pas toujours attentifs au moment des consignes et il y a quelques éléments qui doivent être repris mais globalement ça se passe plutôt bien.

Echelle ou unité pas mentionnée

Globalement ils arrivent à suivre le scénario et l'aboutissement au notion à l'air de se faire correctement.

Ça me donne envie de reprendre ces scénarios tranquillement avec ma classe de rediscuter ces notions. Là c'était un peu tendu en question de timing.

Ça me paraît pas très grave qu'ils n'aient pas réalisé le 3^{ème} parce qu'on avait conçu éclaircie forte et faible comme complémentaire. On leur fait faire la même chose mais la zone sur laquelle on fait l'éclaircie est beaucoup plus réduite. L'impact de la lumière moins important. On a les principaux éléments qui apparaissent avec l'éclaircie forte.

Très très vite les garçons ont envie de couper les arbres. Ils n'ont pas une formation plus orienter que les autres, ils sont en production. Ce qui se passe après sur la repousse les intéresse un peu moins.

Les agriculteurs ont cette habitude d'aller couper leur bois. Pour eux c'est une activité ludique.

Entre la première et la deuxième partie, je me suis aperçu que le remplissage du 1^{er} relevé était long et quand ils ont vu apparaître le deuxième relevé avec un nombre incalculable à remplir. C'était pas très utile pour la compréhension. EN fait ce qui nous manque c'est une visualisation graphique de l'évolution – évolution des espèces sous forme d'un camembert par exemple.

Et ce qui nous limite énormément c'est qu'on ne puisse pas leur faire remplir directement sur le simulateur et récupérer les données des élèves. On aurait gagné énormément de temps.

Pour le scénario collège, on s'affranchi du remplissage sur simulateur et on aura une grille par élève.

Et le fait qu'on ne puisse pas revenir en arrière est un problème parce que le format papier, il peut retourner la page et revenir. Alors que là il ne peut pas – s'il se dit « ah ben tiens qu'est-ce que j'ai répondu tout à l'heure ? » ou alors « Ah ben je me suis trompé tout à l'heure ».

Au collège, simple référence aux questions ou rappel des questions sur l'écran mais en indiquant aux élèves qu'ils doivent remplir sur le papier avec les encarts, les QCM prêts.

Et un scénario en 2 parties, avec un scénario après tempête. Ce sera important d'avoir gardé trace de la première parcelle.

Ces relevés Excel sont très rébarbatifs

Annexe 8 : Expérimentation 2 : détail des tableaux de données

Afin d'analyser les questionnaires de motivation nous avons créé des tableaux récapitulant les informations correspondant à différents facteurs externes propres à chaque élève et à leur perception de l'ergonomie du support utilisé et détaillant par élève la moyenne des notes attribuées aux différentes sous-catégories du questionnaire de motivation.

Tableau 56 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 1 (ressource audiovisuelle) de l'expérimentation n°2. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type.
NR : Absence de réponse.

	Spécialité	Groupe	Modalité	Intérêt pour la formation STAV	Facilité utilisation des ordinateurur	Utilité informatiqu e pour apprendre	Intérêt pour la SVT	Connaissanc e forêt	Intérêt pour le thème	Utilité de la ressource	Utilisabilité	Acceptabilité	MI	ME	AM	MI connaissance	MI sensation	MI accomplissement	ME Régulation intégrée	ME régulation identifiée	ME régulation introjetée	ME régulation externe
Elève 1	P	1	AV	5,0	4,0	1,0	4,0	3,0	4,0	5,3	4,5	5,0	1,4	2,1	4,5	2,0	1,0	1,3	2,0	1,0	1,0	4,2
Elève 2	P	1	AV	5,0	4,0	1,0	4,0	1,0	2,0	5,0	4,0	4,3	3,7	2,6	1,5	4,7	4,0	2,3	2,7	2,7	1,0	4,2
Elève 3	P	1	AV	5,0	2,0	1,0	5,0	4,0	4,0	6,0	4,4	4,5	6,1	5,0	3,5	6,3	6,0	6,0	5,7	6,0	3,3	5,0
Elève 4	P	1	AV	5,0	3,0	1,0	4,0	4,0	5,0	5,5	5,0	5,5	6,6	5,7	1,5	7,0	7,0	5,7	6,7	6,0	5,3	4,8
Elève 5	P	1	AV	5,0	NR	NR	NR	NR	NR	3,5	4,0	3,5	4,2	2,9	4,0	5,7	3,7	3,3	2,3	5,0	1,3	2,8
Elève 6	A	1	AV	NR	NR	NR	NR	NR	NR	6,0	4,6	5,2	4,2	4,3	3,0	4,7	4,3	3,7	4,7	5,3	2,0	5,0
Elève 7	P	1	AV	5,0	3,0	1,0	5,0	4,0	4,0	5,3	5,1	5,2	5,8	3,2	1,0	6,3	5,0	6,0	1,0	5,7	1,0	5,3
Elève 8	P	1	AV	4,0	3,0	1,0	5,0	1,0	4,0	6,5	4,2	5,9	7,0	4,0	1,0	7,0	7,0	7,0	5,0	5,0	1,0	5,0
Elève 9	P	1	AV	5,0	3,0	1,0	4,0	3,0	3,0	3,5	4,1	4,5	3,4	2,3	2,5	3,3	3,3	3,7	1,3	2,7	1,3	3,8
Elève 10	P	1	AV	5,0	3,0	1,0	3,0	3,0	4,0	4,3	4,9	4,0	4,4	3,9	3,5	5,0	4,0	4,3	4,0	5,0	2,0	4,6
Elève 11	P	1	AV	4,0	1,0	NR	2,0	3,0	5,0	4,5	4,7	5,0	5,3	4,4	3,5	5,3	5,3	5,3	4,0	4,3	3,7	5,4
Elève 12	P	1	AV	4,0	2,0	1,0	5,0	4,0	4,0	3,8	5,2	3,2	4,2	3,2	2,0	6,0	4,3	2,3	1,3	3,7	3,0	4,6
Elève 13	A	1	AV	5,0	2,0	0,5	5,0	2,0	5,0	4,8	4,3	5,0	5,4	4,8	3,0	6,7	5,3	4,3	4,0	6,7	4,0	4,4
Moyenne		1	AV	4,8	2,7	1,0	4,2	2,9	4,0	4,9	4,5	4,7	4,8	3,7	2,7	5,4	4,6	4,3	3,4	4,5	2,3	4,5
Ecart type		1	AV	0,5	0,9	0,2	1,0	1,1	0,9	1,0	0,4	0,8	1,5	1,1	1,2	1,5	1,6	1,7	1,8	1,6	1,4	0,7
Variance		1	AV	0,2	0,8	0,0	1,0	1,3	0,8	1,0	0,2	0,6	2,2	1,2	1,3	2,2	2,6	2,9	3,2	2,6	2,0	0,5

Tableau 57 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 2 (EVE sans scénario) de l'expérimentation n°2. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elèves	Spécialité	Groupe	Modalité	Intérêt pour la formation STAV	Facilité utilisation des ordinateur	Utilité informatique pour apprendre	Intérêt pour la SVT	Connaissance forêt	Intérêt pour le thème	Utilité de la ressource	Utilisabilité	Acceptabilité	MI	ME	AM	MI connaissance	MI sensation	MI accomplissement	ME Régulation intégrée	ME régulation identifiée	ME régulation introjectée	ME régulation externe
Elève 14	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	2,0	0,5	3,0	3,0	2,0	4,0	4,0	4,0	5,2	4,4	3,5	5,3	5,3	5,0	4,3	4,7	4,0	4,5
Elève 15	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	3,0	1,0	5,0	3,0	4,0	2,5	5,0	5,8	5,2	3,4	5,5	5,7	6,0	4,0	2,7	4,0	3,0	4,0
Elève 16	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	3,0	1,0	5,0	4,0	4,0	4,5	4,9	4,5	6,4	2,9	2,5	6,3	6,7	6,3	2,7	2,7	1,7	4,5
Elève 17	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	2,0	1,0	4,0	3,0	4,0	6,3	4,8	4,0	5,6	5,1	3,0	6,3	5,0	5,3	5,7	6,7	3,0	5,0
Elève 18	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	3,0	1,0	4,0	4,0	5,0	5,8	5,6	4,6	6,4	5,3	2,0	7,0	6,0	6,3	5,0	6,3	5,0	5,0
Elève 19	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	4,0	1,0	5,0	3,0	4,0	4,3	4,1	4,8	4,9	3,2	2,0	3,0	6,3	5,3	2,7	4,2	1,5	4,3
Elève 20	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	2,0	1,0	4,0	4,0	4,0	4,8	4,7	5,2	4,7	4,3	2,0	5,0	5,7	3,3	3,3	4,3	3,7	5,7
Elève 21	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	3,0	1,0	5,0	2,0	3,0	7,0	4,4	5,5	5,1	4,2	4,0	5,0	5,3	5,0	4,7	5,0	2,3	4,8
Elève 22	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	2,0	1,0	4,0	4,0	5,0	4,0	3,8	3,8	5,1	3,6	2,3	6,3	5,0	4,0	3,3	5,7	2,3	3,0
Elève 23	P	2	EVE Ss Scenario	5,0	3,0	1,0	4,0	4,0	5,0	3,5	4,9	5,0	5,6	3,5	1,5	5,7	4,3	6,7	4,0	2,7	3,8	3,5
Moyenne		2	EVE Ss Scenario	5,0	2,7	1,0	4,3	3,4	4,0	4,7	4,6	4,7	5,4	4,0	2,8	5,6	5,6	5,1	3,8	4,6	3,0	4,4
Ecart type		2	EVE Ss Scenario	0,0	0,7	0,2	0,7	0,7	0,9	1,3	0,5	0,7	0,6	0,8	1,2	1,1	0,7	1,1	1,1	1,4	1,1	0,8
Variance		2	EVE Ss Scenario	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,9	1,8	0,3	0,4	0,4	0,7	1,5	1,2	0,5	1,2	1,1	1,9	1,2	0,6

Tableau 58 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 3 (EVE et cours magistral) de l'expérimentation n°2. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type.
NR : Absence de réponse.

Elèves STAV Silva Numerica	Spécialité	Groupe	Modalité	Intérêt pour la formation STAV	Facilité utilisation des ordinateurur	Utilité informatique pour apprendre	Intérêt pour la SVT	Connaissanc e forêt	Intérêt pour le thème	Utilité de la ressource	Utilisabilité	Acceptabilité é	MI	ME	AM	MI connaissance	MI sensation	MI accomplissement	ME Régulation intégrée	ME régulation identifiée	ME régulation introjectée	ME régulation externe
Elève 24	P	3	EVE et Cours	5,0	2,0	1,0	3,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,5	3,0	2,6	6,5	2,3	3,7	3,0	3,3	3,0	1,0	3,0
Elève 25	P	3	EVE et Cours	5,0	2,0	1,0	4,0	3,0	4,0	5,8	4,4	3,3	5,6	3,3	2,5	6,7	5,3	4,7	3,7	4,0	2,3	3,3
Elève 26	P	3	EVE et Cours	4,0	4,0	1,0	5,0	4,0	3,0	7,0	5,1	4,8	5,8	3,7	3,0	5,3	5,7	6,3	2,7	4,3	2,7	5,0
Elève 27	A	3	EVE et Cours	5,0	4,0	1,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,5	5,0	5,6	2,9	2,0	6,0	5,3	5,3	2,3	5,7	1,7	1,8
Elève 28	A	3	EVE et Cours	5,0	2,0	0,0	5,0	2,0	5,0	5,3	5,2	2,5	4,7	2,7	4,5	5,3	4,0	4,7	3,0	3,0	1,7	3,3
Elève 29	P	3	EVE et Cours	5,0	2,0	0,0	4,0	3,0	2,0	4,5	3,9	4,2	3,8	4,0	4,0	4,3	3,0	4,2	4,5	3,3	4,0	4,3
Elève 30	P	3	EVE et Cours	5,0	NR	NR	NR	NR	NR	5,0	5,3	4,5	5,4	4,3	4,0	6,0	5,3	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0
Elève 31	P	3	EVE et Cours	5,0	3,0	0,0	5,0	3,0	3,0	1,5	5,6	5,0	2,0	2,0	7,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,3	1,0	1,8
Elève 32	P	3	EVE et Cours	5,0	NR	NR	NR	NR	NR	4,0	5,2	2,8	3,2	3,5	5,0	5,0	2,0	2,7	2,7	4,7	2,3	4,5
Elève 33	A	3	EVE et Cours	3,0	2,0	1,0	4,0	5,0	5,0	3,0	4,1	4,5	4,0	3,0	7,0	5,3	3,0	3,7	2,0	4,7	1,0	4,5
Elève 34	P	3	EVE et Cours	2,0	3,0	0,5	3,0	4,0	2,0	4,5	4,8	4,2	4,6	3,4	4,0	4,3	4,7	4,7	4,3	2,3	2,0	4,8
Elève 35	A	3	EVE et Cours	NR	4,0	1,0	4,5	2,0	3,5	4,5	4,9	5,0	5,2	4,0	3,5	4,7	6,0	5,0	3,7	3,3	4,3	4,8
Elève 36	P	3	EVE et Cours	2,0	3,0	0,0	5,0	5,0	4,0	1,8	4,2	4,5	3,7	1,6	5,5	3,7	4,7	2,7	1,0	1,0	1,0	3,3
Moyenne		3	EVE et Cours	4,3	2,8	0,6	4,3	3,5	3,7	4,2	4,7	4,1	4,3	3,2	4,5	4,7	4,2	4,1	3,1	3,6	2,2	3,7
Ecart type		3	EVE et Cours	1,2	0,9	0,5	0,8	1,0	1,1	1,6	0,6	0,8	1,2	0,8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1
Variance		3	EVE et Cours	1,5	0,8	0,2	0,6	1,1	1,2	2,4	0,3	0,7	1,4	0,6	2,7	1,9	1,9	1,6	1,3	1,4	1,5	1,2

Tableau 59 : Tableau des scores moyens des réponses au questionnaire de motivation des élèves du groupe 4 (EVE et feed-backs enseignants sur les réponses aux questions) de l'expérimentation n°2. Les cases en vert correspondent à un score supérieur ou égal à la moyenne + 1 écart-type ; Les cases en rouge correspondent à un score inférieur ou égal à la moyenne - 1 écart-type. NR : Absence de réponse.

Elèves STAV Silva Numerica	Spécialité	Groupe	Modalité	Intérêt pour la formation STAV	Facilité utilisation des ordinateurs	Utilité informatique pour apprendre	Intérêt pour la SVT	Connaissanc e forêt	Intérêt pour le thème	Utilité de la ressource	Utilisabilité	Acceptabilité	MI	ME	AM	MI connaissance	MI sensation	MI accomplisse ment	ME Régulation intégrée	ME régulation identifiée	ME régulation introjectée	ME régulation externe
Elève 37	P	4	EVE et feed back	5,0	3,0	0,0	4,0	2,0	3,0	2,0	5,4	2,0	3,3	2,6	2,0	5,0	1,3	3,7	2,0	2,3	1,0	5,0
Elève 38	P	4	EVE et feed back	5,0	3,0	0,0	5,0	3,0	4,0	5,3	4,4	5,0	6,2	5,0	3,0	6,7	5,7	6,3	5,3	6,0	4,3	4,5
Elève 39	P	4	EVE et feed back	5,0	4,0	0,0	5,0	2,0	4,0	7,0	5,4	3,0	4,2	4,3	4,5	4,7	5,0	3,0	4,0	5,3	3,3	4,7
Elève 40	P	4	EVE et feed back	5,0	2,0	1,0	5,0	4,0	4,0	4,5	3,5	6,0	4,1	3,2	2,0	4,3	3,3	4,7	3,0	3,3	2,0	4,5
Elève 41	A	4	EVE et feed back	4,0	3,0	1,0	2,0	1,0	4,0	5,8	4,9	5,8	5,0	3,7	3,0	5,3	5,3	4,3	3,3	5,3	3,3	2,8
Elève 42	P	4	EVE et feed back	5,0	1,0	0,5	4,0	4,0	5,0	4,8	3,4	3,3	4,7	4,8	1,0	5,3	3,3	5,3	5,7	5,3	3,0	5,0
Elève 43	A	4	EVE et feed back	5,0	4,0	1,0	5,0	4,0	5,0	4,8	5,3	5,5	5,9	4,3	2,5	6,3	6,3	5,0	3,0	7,0	3,0	4,0
Elève 44	P	4	EVE et feed back	5,0	4,0	1,0	5,0	4,0	4,0	4,8	5,0	5,7	6,0	4,0	2,0	6,0	5,7	6,3	4,7	5,7	2,0	3,5
Elève 45	P	4	EVE et feed back	5,0	2,0	1,0	5,0	2,0	4,0	4,8	4,9	4,7	4,2	3,5	4,0	5,0	2,7	5,0	3,0	4,3	1,3	5,3
Elève 46	A	4	EVE et feed back	4,0	2,0	0,0	4,0	3,0	5,0	5,5	5,2	4,7	5,0	3,2	1,5	5,7	5,7	3,7	1,3	5,7	1,7	4,0
Elève 47	P	4	EVE et feed back	NR	NR	NR	NR	NR	NR	3,5	3,4	3,3	2,3	3,0	5,5	2,7	2,7	1,7	2,0	1,7	3,7	4,5
Elève 48	P	4	EVE et feed back	5,0	2,0	1,0	4,0	2,0	4,0	3,0	5,1	4,8	5,4	2,4	1,0	6,3	4,0	5,8	2,3	4,0	1,0	2,3
Elève 49	P	4	EVE et feed back	5,0	4,0	1,0	4,0	4,0	3,0	1,8	4,0	3,8	5,0	2,8	3,5	6,0	3,7	5,3	2,3	2,3	2,0	4,5
Moyenne		4	EVE et feed back	4,8	2,8	0,6	4,3	2,9	4,1	4,4	4,6	4,4	4,7	3,6	2,7	5,3	4,2	4,6	3,2	4,5	2,4	4,2
Ecart type		4	EVE et feed back	0,4	1,0	0,5	0,9	1,1	0,7	1,5	0,8	1,2	1,1	0,8	1,4	1,1	1,5	1,4	1,3	1,6	1,1	0,9
Variance		4	EVE et feed back	0,2	1,1	0,2	0,8	1,2	0,4	2,2	0,6	1,5	1,2	0,7	1,9	1,1	2,3	1,8	1,8	2,7	1,2	0,8