

**Faculté de psychologie et des sciences  
de l'éducation  
Ecole d'éducation et de formation  
Master en sciences de l'éducation**

**Quels sont les effets d'activités  
en éducation relative à  
l'environnement sur les  
connaissances de système liées  
à la biodiversité et à l'eau des  
élèves du primaire ?**

Auteur : Andy JENNIGES

Promoteur : M. Benoit GALAND

Lecteur : M. Vivien GAIN

Année académique 2023-2024

Master en sciences de l'éducation, finalité AMS



## Remerciements

---

*À Benoit Galand, notre promoteur,  
pour sa disponibilité,  
ses conseils avisés et  
son soutien tout au long du travail de ce mémoire.*

*À Vivien Gain, notre lecteur,  
pour le temps qu'il nous a consacré.*

*À Alain Baents, notre conseiller à la formation,  
pour ses conseils en matière d'écriture pour le mémoire.*

*À Mela, notre amie,  
pour ses encouragements et  
sa relecture.*

*À Angelo, notre fils,  
pour sa patience depuis notre reprise d'étude et  
son soutien constant dans notre nouvelle trajectoire de vie.*

*À Angèle, notre défunte compagne,  
qui nous a soutenu lors de notre reprise d'études et  
qui reste une source d'inspiration.*

# Table des matières

---

<b>Introduction</b> .....	7
<b>1. Problématique</b> .....	8
<b>2. Cadre théorique</b> .....	11
<b>2.1 Psychologie et comportement pro-environnemental</b> .....	11
<b>2.2 Littératie environnementale</b> .....	12
<b>2.3 Connaissances et comportement responsable</b> .....	13
<b>2.4 Connaissances environnementales</b> .....	13
2.4.1 Trois dimensions aux connaissances environnementales .....	14
2.4.2 Interrelations entre les trois dimensions des connaissances environnementales...	16
2.4.3 Niveau des connaissances .....	17
<b>2.5 Intérêt des connaissances</b> .....	20
<b>2.6 Connaissances et connexion avec la nature</b> .....	23
<b>2.7 Les connaissances environnementales et les autres facteurs</b> .....	25
2.7.1 Les attitudes .....	25
2.7.2 L'intention d'agir .....	27
2.7.3 Le genre .....	27
2.7.4 Le statut socio-économique .....	28
2.7.5 L'effet-école.....	28
<b>2.8 Influence des interventions en ErE</b> .....	29
2.8.1 Interventions impliquant des connaissances environnementales .....	30
2.8.2 Les écoles durables ou eco-schools (auparavant agenda 21 scolaire).....	34
<b>2.9 Objectif de la recherche</b> .....	35
<b>3. Choix de la méthode de recherche</b> .....	39
<b>3.1 Contexte et design de recherche</b> .....	39
<b>3.2 Echantillon</b> .....	39
<b>3.3 Présentation des projets d'ErE</b> .....	41
<b>3.4 Procédure de passation</b> .....	47
<b>3.5 Construction des questionnaires et outils de mesure</b> .....	48
3.5.1 Collaboration entre mémorants .....	48
3.5.2 Détail des échelles de connaissances .....	49
3.5.3 Méthodes d'analyse en fonction des échelles .....	53
<b>4. Analyses et résultats de la recherche</b> .....	54
<b>Analyse de la question 1 : Quel est le niveau des connaissances de système des élèves ?</b> ...54	

<b>Analyse de la question 2</b> : Les connaissances de système des élèves sont-elles liées à leur genre ? .....	63
<b>Analyse de la question 3</b> : Les connaissances de système et la connexion avec la nature influencent-elles les comportements écologiques des élèves ?.....	67
<b>Analyse de la question 4</b> : La participation à un projet d'ERE a-t-elle une influence sur l'évolution des connaissances de système des élèves ? .....	68
<b>5. Discussion</b> .....	<b>73</b>
<b>5.1 Résultats</b> .....	<b>73</b>
Le niveau des connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau des élèves francophones.....	73
Le lien entre les connaissances de systèmes des élèves et leur genre.....	75
L'influence des connaissances de système et de la connexion avec la nature sur les comportements écologiques.....	76
L'influence de la participation à un projet d'ERE sur l'évolution des connaissances de système (biodiversité et eau).....	77
<b>5.2 Limites</b> .....	<b>79</b>
<b>5.3 Perspectives</b> .....	<b>81</b>
Pour de prochaines recherches.....	81
Pour les projets en ERE en Belgique francophone.....	82
<b>6. Conclusion</b> .....	<b>84</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>85</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>92</b>
<b>Annexe 1</b> : Modèle connaissance-attitude/conscience-comportement (Ramsey & Rickson, 1977) .....	92
<b>Annexe 2</b> : Modèle du comportement environnemental responsable de Hines, Hungerford & Tomera (1987) .....	93
<b>Annexe 3</b> : Modèle de l'influence distale des connaissances sur le comportement médié par des facteurs proches affectant le comportement (Kaiser & Fuhrer, 2003).....	94
<b>Annexe 4</b> : Modèle de compétence pro-environnementale fondé sur des preuves (Kaiser et al., 2008, as cited in Roczen et al., 2013) .....	95
<b>Annexe 5</b> : Questionnaire à l'attention des élèves.....	96
<b>Annexe 6</b> : Photo des réalisations d'élèves du projet <i>Osons l'Ecole du Dehors</i> .....	108
<b>Annexe 7</b> : Lettre à l'attention des directions et des enseignants des écoles.....	109
<b>Annexe 8</b> : Guide de passation.....	111
<b>Annexe 9</b> : Adaptation d'une échelle de mesure de la fréquence des expériences directes avec la nature .....	113
<b>Annexe 10</b> : Adaptation de deux questionnaires portant sur l'identification d'espèces indigènes .....	114
<b>Annexe 11</b> : Essai de questions sur les connaissances liées à l'action à propos de l'eau....	119

<b>Annexe 12 : Essai de questions sur les connaissances liées à l'action à propos de la biodiversité</b> .....	121
<b>Annexe 13 : Essai de questions sur les connaissances d'efficacité liées à l'eau</b> .....	122
<b>Annexe 14 : Sortie SPSS de la question de recherche 1 (Quel est le niveau des connaissances de système des élèves ?)</b> .....	123
<b>Annexe 15 : Sortie SPSS et développement de la question de recherche 2 (Les connaissances de système des élèves sont-elles liées à leur genre ?)</b> .....	141
<b>Annexe 16 : Sortie SPSS et développement de la question de recherche 3 (Les connaissances de système et la connexion avec la nature influencent-elles les comportements écologiques des élèves ?)</b> .....	1577
<b>Annexe 17 : Sortie SPSS et développement de la question de recherche 4 (La participation à un projet d'ERE a-t-elle une influence sur l'évolution des connaissances de système des élèves ?)</b> .....	1666

## Introduction

Le présent mémoire s'articule en six parties : 1. La problématique ; 2. Le cadre théorique ; 3. Le choix de la méthode de recherche ; 4. L'analyse des résultats de la recherche ; 5. La discussion ; 6. La conclusion.

La problématique permet de poser le débat. Elle informe sur le contexte à la base de notre question de recherche.

Le cadre théorique comprend une synthèse des différentes lectures mobilisées afin d'expliquer les concepts utiles au développement de notre question de recherche. Premièrement, il fait le lien entre *psychologie* et *comportement pro-environnemental*, développe le concept de *littératie environnementale* et établit la relation entre *connaissances* et *comportement pro-environnemental*. Deuxièmement, ce cadre investigue les trois dimensions des connaissances environnementales, leurs interrelations, le niveau de connaissances environnementales des élèves et l'intérêt de ces dernières. Troisièmement, la partie théorique s'intéresse d'une part à la relation entre les connaissances et la connexion avec la nature, d'autre part, au lien entre les connaissances et les autres facteurs influençant le comportement pro-environnemental. Quatrièmement, ce cadre se penche sur l'influence des interventions en éducation relative à l'environnement avant de développer l'objectif de la recherche, les questions de recherche qui y sont associées ainsi que les hypothèses qui en découlent.

Le choix de la méthode de recherche permet de comprendre le contexte et le design de recherche utilisé. En outre, cette partie donne des informations sur l'échantillon, présente les différents projets d'éducation relative à l'environnement investigués et précise la procédure de passation ainsi que la construction des outils de mesure.

Les résultats reprennent les informations essentielles de l'analyse. Cette partie est divisée en quatre en fonction de la question de recherche abordée.

La discussion permet de mettre les résultats en perspective avec d'autres recherches. Elle précise également les limites de notre étude et envisage des perspectives.

Enfin, la conclusion clôture ce travail. Elle permet de mettre en évidence les éléments les plus importants de ce mémoire.

## 1. Problématique

Depuis de nombreuses années, nous sommes confrontés à une information régulière mettant en garde contre les dangers liés à la dégradation de l'environnement. Comme l'une des causes de cette dégradation, le dérèglement climatique est qualifié de défi le plus important auquel l'humanité doit faire face (Cook et al., 2013 ; Osborne & Dillon, 2008). Ce changement climatique, imputable aux activités anthropiques (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023), est un problème global préoccupant pour de nombreux pays dans le monde (Eisler et al., 2003). Mais d'autres grandes problématiques environnementales engendrées par l'Homme, comme la déforestation, la perte de biodiversité, la pollution des sols ou la perturbation des cycles biogéochimiques ne sont pas exemptes de préoccupations et méritent tout autant notre attention. Selon Diaz et al. (2006), les influences anthropiques sur l'environnement risquent d'engendrer des conséquences majeures pour l'Humanité.

Comme un écho à ces défis globaux, un premier accord international de préservation de l'environnement a été signé lors d'une conférence des Nations Unies à Stockholm en 1972. Cet accord a jeté les bases du premier plan d'action international en faveur de l'environnement au sens large (United Nations, 2012), entre autres par sa recommandation 96 qui demande à l'UNESCO et à diverses agences internationales d'œuvrer à l'instauration de programmes d'éducation relative à l'environnement (United Nations, 1972). Selon ce texte, l'éducation doit se faire de façon interdisciplinaire, dans et hors de l'école, à tout niveau d'enseignement et pour tout public, qu'il soit de la campagne ou de la ville, jeune ou vieux, dans le but d'apprendre à gérer et à contrôler son environnement (United Nations, 1972). Quant à la décennie des Nations Unies (2005 à 2014), elle visait à instaurer une éducation au service du développement durable, avec des ressources éducatives mobilisables dans le but de construire un monde plus viable. Ainsi, au niveau international, l'éducation est vue comme un levier permettant d'amener les individus à préserver la nature. Par ailleurs, selon Schutz (2002a), l'*éducation relative à l'environnement* (ERE) est perçue comme la solution efficace pour engendrer des changements de comportements.

L'une des pistes de l'ERE est de développer la littératie environnementale des individus. Dans sa définition la plus basique, la littératie répond au besoin d'être lettré,

c'est-à-dire d'avoir les aptitudes de lecture et d'écriture nécessaires à l'utilisation de l'information du quotidien. Quant au concept de littératie environnementale, il a été introduit par Roth (1968). L'objectif de ce concept est de répondre aux défis environnementaux en développant les habilités et les perceptions nécessaires à l'adoption de comportements pro-environnementaux chez les individus, ceci afin que leurs comportements et leurs actions impactent positivement l'environnement (Franson, 2008). Stevenson (2007) précise qu'un citoyen environnementalement littéré se comporte de façon plus responsable vis-à-vis de l'environnement et tend à adopter davantage de comportements environnementaux responsables. Selon Roth (1992), cette littératie environnementale est composée de quatre volets principaux : les connaissances (*knowledge*), les compétences (*skills*), l'affect (*affect*) et le comportement (*behaviour/behavior*).

Ainsi, la littératie environnementale, tout comme l'éducation, s'appuie en partie sur la transmission de connaissances. De fait, comment les individus pourraient-ils s'engager dans davantage de comportements en faveur de l'environnement s'ils ne connaissent rien des impacts qui y sont liés ou des moyens pour y parvenir ? L'approche cognitive suggère que des connaissances plus approfondies sur les causes des problèmes environnementaux engendrent davantage de comportements appropriés. En revanche, il ne suffit pas d'avoir le plus de connaissances possibles sur l'environnement, mais plutôt de développer les connaissances appropriées afin d'engendrer un comportement pro-environnemental. Afin d'évaluer les connaissances environnementales, Kaiser et Frick (2002) ont développé un modèle tridimensionnel de ces dernières : les connaissances de système, les connaissances liées à l'action et les connaissances d'efficacité.

Pourtant, l'influence des connaissances sur le comportement est controversée. D'une part, les connaissances prises isolément ne seraient pas suffisantes à l'adoption d'un comportement pro-environnemental (Frick et al., 2004 ; Schultz, 2002a), d'autre part, les connaissances n'exerceraient qu'une influence distale sur les comportements (Bamberg & Möser, 2007 ; Kaiser et al., 2008). Cela étant, les connaissances sont liées ou en interaction avec de nombreux facteurs influençant les comportements.

En outre, les connaissances environnementales possèdent d'autres atouts. Elles permettent par exemple de combattre les conceptions fausses. Par ailleurs, les connaissances environnementales constituent également un socle au développement des compétences indispensables à la résolution des problèmes environnementaux du quotidien. Enfin, un autre avantage de ces connaissances est qu'elles permettraient d'avoir une meilleure connexion à la nature, ce qui est un facteur indispensable à la conservation de l'environnement.

Pourtant, s'il convient d'approfondir les connaissances environnementales des individus, l'Institution scolaire n'est-elle pas la mieux placée pour effectuer cette tâche ? Quel est le rôle de l'école et des enseignants vis-à-vis des apprentissages relatifs à l'environnement ? Les programmes sont-ils adaptés et orientés vers l'adoption de comportements pro-environnementaux ? Les défis environnementaux font-ils parties des enjeux éducatifs scolaires ?

En matière d'éducation à l'environnement, il est également légitime de s'interroger sur le rôle de la nature dans l'apprentissage. Dans notre société contemporaine de plus en plus urbanisée, qu'advient-il des enfants qui n'ont pas suffisamment de rapports avec la nature ? Soga et al. (2016) estiment qu'une déconnexion de la nature peut, à long terme, entraîner des conséquences sérieuses sur la conservation de la biodiversité. Le même constat peut-il être établi pour les autres problématiques environnementales ? Certaines organisations non-gouvernementales le pensent et orientent leurs interventions sur l'ERE ou sur le développement durable. Mais quel est le rôle du monde associatif dans le paysage éducatif et plus précisément dans l'ERE ? Quel est l'efficacité des interventions proposées par ces organisations ? Ce qui est interpellant, c'est le manque d'évaluation des interventions proposées en Belgique francophone. Si la connexion avec la nature semble être un élément important à l'ERE, que peut-on dire de l'efficacité d'un projet mené directement en lien avec la nature ? Ces expériences sont-elles plus appropriées pour le développement de connaissances environnementales que des expériences indirectes avec la nature (comme la visite d'un zoo) ? Dans le même ordre d'idée, quelle est la plus-value en matière de connaissances d'une intervention directement en lien avec la nature par rapport à une expérience vicariante (lecture de livres, visionnage de média) menée en classe ?

## 2. Cadre théorique

### 2.1 Psychologie et comportement pro-environnemental

La psychologie étudie les mécanismes psychiques et mentaux des individus ainsi que leurs comportements en fonction des conditions du milieu. La psychologie environnementale est une branche de la psychologie qui étudie les interactions entre l'être humain et son environnement. De façon plus précise, cette branche tente de comprendre les connexions entre la dégradation de l'environnement au sens large, l'attitude environnementale et le comportement pro-environnemental. La littérature regorge de modèles explicatifs faisant intervenir facteurs cognitifs, comportementaux, contextuels, sociétaux et environnementaux (Bonney et al., 2010). Dès lors, comprendre le comportement des gens et les raisons qui les poussent à agir de façon pro-environnementale est un sujet complexe.

La littérature regorge de synonymes pour qualifier un comportement pro-environnemental, comme « comportement de conservation », « comportement de conservation écologique », « comportement écologique », « comportement environnementalement concerné », « comportement environnemental responsable », etc. Axelrod et Lehman (1993, p.153) définissent le comportement écologique comme « *actions which contribute towards environmental preservation and/or conservation* », alors que pour Kollmuss et Agyeman (2002, p.240), c'est un comportement « *that consciously seeks to minimize the negative impact of one's actions on the natural and built world (e.g. minimize resource and energy consumption, use of non-toxic substances, reduce waste production)* ». Ces deux définitions font référence au rôle de l'action vis-à-vis de l'environnement. Pour Axelrod et Lehman (1993), ce comportement tourne autour des notions de conservation et de préservation alors que pour Kollmuss et Agyeman (2002), il s'agit explicitement de minimiser les impacts des activités anthropiques. Cela étant, ces définitions ne se contredisent pas mais semblent plutôt complémentaires. L'une développe l'aspect de conservation de l'environnement afin de le garder dans son état d'origine, sans le dégrader et/ou le perturber, l'autre évoque les usages faits de la nature en tant que « ressource » pour l'Humanité. Conservation et utilisation semblent ainsi être deux facettes d'une même pièce. Toutefois, cette comparaison montre qu'il

existe des différences sur le sens conceptuel que revêt la notion de comportement pro-environnemental. Aussi, il paraît important de s'interroger sur les facteurs qui influencent le comportement pro-environnemental. La littératie environnementale nous informe à ce sujet.

## 2.2 Littératie environnementale

La littératie environnementale, l'un des objectifs majeurs de l'éducation relative à l'environnement (ERE), ne comporte pas de définition universelle tant les difficultés conceptuelles tournant autour de cette notion sont nombreuses (Schmieder, 1977). Roth (1992) soutient que la littératie environnementale n'est pas uniquement liée à des facteurs cognitifs mais également à des aspects psychomoteurs et affectifs. Il s'agit d'un très large concept incluant les connaissances environnementales de l'individu, ses attitudes envers l'environnement mais aussi ses comportements vis-à-vis de l'environnement et ses habilités à résoudre les problèmes environnementaux (Roth, 1992). De façon un peu plus détaillée, Roth (1992) décrit les quatre facteurs essentiels à la littératie environnementale :

- Les connaissances (*knowledges*) sont l'un des facteurs principaux comprenant tous types de connaissances environnementales, des problèmes aux solutions, en passant par les avancées écologiques ou les connaissances sur la nature en général ;
- Les compétences (*skills*) désignent les solutions fournies pour résoudre les problèmes environnementaux ;
- La sensibilité (*sensitivity*) fait référence à la sensibilité de l'individu face aux problèmes environnementaux et à sa considération pour l'élimination de ces problèmes ;
- Le comportement (*behaviour*) comprend l'implication et l'engagement de l'individu dans les solutions aux problèmes environnementaux.

Pour que la littératie environnementale soit opérationnalisable, Disinger et Roth (1992a) estiment qu'elle doit être définie en termes de comportements observables. En outre, les connaissances sont désignées comme une condition préalable nécessaire à l'adoption de comportements responsables (Disinger & Roth, 1992a ; Schultz, 2002a).

## 2.3 Connaissances et comportement responsable

L'adoption de nouveaux modes de comportements a été discutée lors de la conférence de Tbilissi et proposée dans sa recommandation n°2 comme l'un des principes directeurs de l'ERE (UNESCO, 1978). L'objectif est de faire acquérir des comportements environnementaux responsables aux citoyens.

A l'origine, un modèle linéaire de changement de comportement (voir annexe 1) comportant les variables *connaissances*, *attitude* et *action* a été proposé sous la forme du modèle *connaissance-attitude/conscience-comportement* (Ramsey & Rickson, 1976). Néanmoins, ce modèle a très vite montré ses limites, ce qui a conduit les chercheurs à pousser leurs investigations. Par la suite, Hines et al. (1987) ont proposé leur modèle du comportement environnemental responsable (voir annexe 2). Ce dernier tient davantage compte des différents facteurs influençant le comportement comme les facteurs liés à la personnalité, les facteurs situationnels, les compétences ou l'intention d'agir. Cette dernière variable s'avère être un déterminant important du comportement environnemental responsable.

Pourtant, la relation entre *connaissances* et *comportement pro-environnemental* fait controverse. En effet, il y a des recherches qui démontrent un lien entre les connaissances et le comportement alors que d'autres études parlent d'une relation faible, voire d'aucune relation. D'ailleurs, Kaiser et Fuhrer (2003) dressent le bilan de plusieurs résultats de recherches montrant que les connaissances n'ont pas d'influence significative sur le comportement. Cependant, selon ces mêmes auteurs, certains résultats peuvent avoir sous-estimé plusieurs facteurs. D'une part, il doit y avoir convergence des différentes dimensions des connaissances afin de favoriser le comportement pro-environnemental (Kaiser & Fuhrer, 2003). D'autre part, la non-maitrise de certains facteurs situationnels limite l'impact des connaissances sur le comportement (Emanuel & Adams, 2011 ; Kaiser & Fuhrer, 2003).

## 2.4 Connaissances environnementales

Le modèle tridimensionnel des connaissances de Kaiser et Frick (2002, voir annexe 3) suggère que la masse de connaissances indifférenciées n'est pas une mesure suffisante que pour engendrer des comportements pro-environnementaux, mais que la convergence des différentes formes de connaissances favorise le comportement pro-

environnemental. Aussi, Frick et al. (2004) ont comparé cette structure tridimensionnelle des connaissances à une structure unidimensionnelle des connaissances en utilisant le modèle MRCML (Multidimensional Random Coefficient Multinomial Logit). Les résultats de cette étude montrent que la répartition des connaissances en trois dimensions est significativement meilleure que la structure unidimensionnelle.

#### **2.4.1 Trois dimensions aux connaissances environnementales**

Kaiser et Frick (2002) ont développé un modèle de mesure des connaissances différenciant trois formes de connaissances environnementales : les connaissances de système (*system knowledge*), les connaissances liées à l'action (*action-related knowledge*) et les connaissances d'efficacité (*effectiveness knowledge*). Ce modèle ajoute donc une dimension supplémentaire aux connaissances déclaratives et procédurales chères aux psychologues. Si les connaissances de système peuvent être considérées comme des connaissances déclaratives et que les connaissances liées à l'action sont associées aux connaissances procédurales, Kaiser et Frick (2002) introduisent les connaissances d'efficacité. Ce modèle, qui considère les connaissances comme une condition nécessaire à l'adoption d'un comportement par un individu, analyse les interactions entre ces différentes formes de connaissances ainsi que leurs influences respectives sur les comportements écologiques.

Les connaissances de système (*system knowledge*), initialement appelées connaissances déclaratives par Kaiser et Fuhrer (2003), permettent la compréhension des structures et des fonctions de base d'un écosystème ou l'acquisition de connaissances sur les problèmes environnementaux. Ces connaissances de système, acquises traditionnellement dans le cadre scolaire, sont considérées comme des savoirs factuels (Braun & Dierkes, 2019 ; Fremerey & Bogner, 2014 ; Frick et al., 2004 ; Kaiser & Fuhrer, 2003 ; Liefländer et al., 2015 ; Maurer & Bogner, 2020 ; Roczen et al., 2014). Ils ne donnent aucune indication sur les actions à mener pour préserver l'environnement, ni sur la manière d'évaluer ces actions. Si les connaissances de système peuvent faire prendre conscience d'un problème environnemental, elles sont pourtant insuffisantes prises isolément pour changer les modèles de comportements (Schultz, 2002a). Néanmoins, les connaissances de système ont le potentiel de pouvoir

développer les deux autres types de connaissances : les connaissances liées à l'action et les connaissances d'efficacité (Monroe, 2003).

Les connaissances liées à l'action (*action-related knowledge*), en premier lieu appelées connaissances procédurales par Kaiser et Fuhrer (2003), développent les savoirs relatifs aux solutions à mettre en œuvre afin de préserver l'environnement, ainsi que la façon de les exécuter. Il s'agit davantage d'un savoir-faire permettant de déterminer une liste d'actions possibles. A titre d'exemple, un individu qui désire réduire sa consommation énergétique peut décider d'isoler son toit, de placer des vitrages plus performants ou d'installer une ventilation avec échangeur de chaleur. Selon Kaiser et Fuhrer (2003), bien que ces connaissances soient utiles pour amener à un changement comportemental en faveur de l'environnement, elles ne permettent pas de déterminer l'action prioritaire la plus efficace à mettre en œuvre.

Les connaissances d'efficacité (*effectiveness knowledge*) communiquent une information davantage orientée vers le *comment-faire*. Alors que les connaissances liées à l'action permettent de lister les actions possibles, les connaissances d'efficacité permettent d'apprécier l'efficacité d'une action en évaluant sa pertinence directe ou indirecte. Sur base de l'exemple ci-dessus, un individu peut connaître une liste d'actions à mettre en place pour réduire sa consommation énergétique, ce qui correspond aux connaissances liées à l'action. Les connaissances d'efficacité permettent à un individu d'effectuer un choix parmi les actions à sa portée. Pour ce faire, les comportementaux sont guidés par un choix rationnel utilisant un ratio coût-bénéfice de l'action afin d'optimiser les bénéfices de l'action en diminuant le coût du comportement (Stern & Gardner, 1981, as cited in Kaiser & Fuhrer, 2003). Le choix ainsi opéré permet de prendre la décision la plus efficace, ce qui requière des connaissances à la fois déclaratives et procédurales.

Cela étant, partir du principe que toute connaissance est bonne à prendre serait une erreur, car tout savoir ne constitue pas un élément essentiel à l'adoption d'un comportement environnemental responsable. À titre d'exemple, connaître les proportions d'eau douce et d'eau salée à la surface de la Terre est certes intéressant, mais ces données chiffrées ne constituent pas une connaissance de système appropriée au développement de connaissances liées à l'action ou d'efficacité, même si ce genre

de savoir peut probablement contribuer à conscientiser à la rareté des ressources en eau douce. Par conséquent, le choix des connaissances à développer semble important afin d'orienter et de guider les professionnels du métier (formateurs, enseignants, animateurs...) sur la meilleure manière d'éduquer et de former les étudiants à la préservation de l'environnement.

Cela étant, outre ces trois dimensions de connaissances environnementales, le modèle de Kaiser et Frick (2002) présente également une quatrième dimension des connaissances : les connaissances sociales. Elles correspondent à l'un des déterminants du comportement pro-environnemental. Ces connaissances permettent de savoir ce que d'autres personnes font et ce qu'elles évitent de faire. En outre, il est important pour un individu d'être conscient de ses propres attentes vis-à-vis des autres pour éviter de culpabiliser mais aussi pour éviter les sanctions sociales.

#### **2.4.2 Interrelations entre les trois dimensions des connaissances environnementales**

Le modèle de Kaiser et Frick (2002) suggère l'existence d'interrelations entre les trois dimensions des connaissances environnementales. Les connaissances de système prédiraient à la fois les connaissances liées à l'action et les connaissances d'efficacité alors que les connaissances liées à l'action prédiraient les connaissances d'efficacité. Afin de tester cette interrelation, Frick et al. (2004) ont évalué leurs modèles d'équations structurelles en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance grâce à l'application *LISREL8*. Cette recherche transversale a été menée en Suisse sur 2736 personnes choisies aléatoirement ( $M_{\text{âge}}=45.6$  ;  $SD_{\text{âge}}=16.6$ ). Les résultats montrent que 18% de la variance des connaissances d'efficacité est prédite conjointement par les connaissances liées à l'action ( $\beta=0.25$  ;  $p<0.001$ ) et les connaissances de système ( $\beta=0.23$  ;  $p<0.001$ ). De plus, les connaissances de système prises isolément prédisent 29% de la variance des connaissances liées à l'action ( $\beta=0.54$  ;  $p<0.001$ ). Cependant, les connaissances de système ne prédisent pas le comportement pro-environnemental ( $\beta=0.00$  ;  $p>0.05$ ) alors que la puissance statistique du test était supérieure à 0.99. En revanche, les connaissances liées à l'action ( $\beta=0.18$  ;  $p<0.001$ ) et les connaissances d'efficacité ( $\beta=0.12$  ;  $p<0.001$ ) déterminent ensemble 6% de la variance du comportement de conservation.

Cette interrelation entre les trois dimensions des connaissances environnementales a également été testée dans la recherche transversale de Roczen et al. (2014). Avec un échantillon de 1907 individus ( $M_{\text{âge}}=13.7$  ;  $SD_{\text{âge}}=1.15$ ), les résultats de cette recherche montrent que 7% de la variance des connaissances d'efficacité est expliquée conjointement par les connaissances de système ( $\beta=0.18$  ;  $p<0.01$ ), les connaissances liées à l'action ( $\beta=0.09$  ;  $p<0.05$ ) et l'attitude envers la nature ( $\beta=0.09$  ;  $p<0.01$ ). Ces résultats sont moins prononcés que ceux de Frick et al. (2004) alors qu'il y a une variable supplémentaire : l'attitude envers la nature. Selon Roczen et al. (2014), cela pourrait s'expliquer par l'âge des participants, ces derniers ayant moins de connaissances sur les problèmes environnementaux, sur le fonctionnement des écosystèmes ou encore sur les actions et l'efficacité des actions environnementales à mettre en œuvre. D'après Roczen et al. (2014), cela correspond à un effet plancher. Par ailleurs, les connaissances de système détermineraient 30% de la variance des connaissances liées à l'action ( $\beta=0.54$  ;  $p<0.01$ ), ce qui semble conforter les résultats de l'étude de Frick et al. (2004). Néanmoins, l'étude de Roczen et al. (2014) est en proie à une limite qui a pu affecter les résultats et leur interprétation : le temps court de la récolte des données de 45 minutes a pu avoir pour conséquence de devoir gérer un certain nombre de données manquantes.

D'autres recherches se sont aussi penchées sur cette interrelation. Maurer et Bogner (2020) confirment l'existence de corrélations significatives entre les trois dimensions des connaissances grâce à un modèle d'équation structurelle (SEM) ainsi qu'une corrélation entre les connaissances environnementales et le comportement écologique ( $r=0.37$  ;  $p<0.001$ ). Fremerey et Bogner (2014) valident également ces interrelations et précisent qu'elles s'intensifient du pré-test au post-test. En revanche, Braun et Dierkes (2019) n'ont trouvé aucune relation significative entre les connaissances de système et les connaissances d'efficacité.

### **2.4.3 Niveau des connaissances**

De nombreuses recherches se sont intéressées au niveau des connaissances environnementales d'élèves de l'enseignement primaire ou secondaire. Mais malgré nos recherches, nous avons trouvé peu d'études sur le sujet en Belgique. Cela laisse supposer qu'il y a un manque d'évaluation des connaissances environnementales dans notre pays.

Boeve-de Pauw et Van Petegem (2016) ont mené une recherche auprès de 101 écoles flamandes, en tenant compte du niveau de certification de chaque établissement : groupe contrôle (non certifiée), groupe logo 1 (1<sup>e</sup> niveau), groupe logo 2 (2<sup>e</sup> niveau), groupe logo 3 (3<sup>e</sup> niveau), groupe « green flag » (4<sup>e</sup> et dernier niveau). Le questionnaire, composé de 11 items de connaissances, portait entre autres sur les thématiques de l'énergie, du réchauffement climatique et de la pollution atmosphérique. Les résultats descriptifs de cette étude menée sur 2152 étudiants montrent que plus le niveau de certification d'une école est avancé, plus le niveau des connaissances des élèves est important. Selon une régression multiniveau menée par Boeve-de Pauw et Van Petegem (2016), 17% de la variance des connaissances théoriques (connaissances de système) ainsi que près de 9,5% de la variance des connaissances appliquées (connaissances liées à l'action et d'efficacité) seraient dues à l'école. Ces résultats pourraient être expliqués par l'apport du projet mis en place par l'établissement scolaire. Néanmoins, cette étude ne donne aucune indication sur le niveau initial des élèves. Dès lors, nous avons poussé nos investigations sur des recherches hors de nos frontières.

Roczen et al. (2014) ont évalué les connaissances environnementales de 1907 étudiants d'un âge moyen de 14 ans ( $M=13.72$  ;  $SD=1.15$ ) provenant de sept écoles secondaires allemandes. Le questionnaire de cette étude transversale comportait entre autres 90 questions à choix multiples sur les trois dimensions des connaissances environnementales. Celles-ci portaient sur diverses thématiques (pollution atmosphérique, recyclage, énergie, etc.). Les résultats de cette étude montrent qu'un élève moyen répond correctement à 12 items sur 38 pour les connaissances de système ( $M=31,6\%$ ), à sept items sur 23 pour les connaissances liées à l'action ( $M=30,4\%$ ) et à neuf items sur 29 pour les connaissances d'efficacité ( $M=31,0\%$ ). Dans l'ensemble, ces résultats sont plus faibles que ce que Roczen et al. (2014) attendaient, ce qui laisse penser que les étudiants ont des lacunes en matière de connaissances environnementales.

Une autre recherche semble établir le même constat. Liefländer et Bogner (2016), dans un dispositif longitudinal, ont évalués 133 élèves ( $M_{\text{âge}}=9.8$  ;  $SD_{\text{âge}}=0.5$ ) de 4<sup>e</sup> primaire dans un module appelé « Water in Life ». Ce programme s'est déroulé sur quatre jours en Allemagne, soit 24 heures de guidance. Le pré-test incluait 21 questions de

connaissances : sept sur chaque dimension. Les résultats du pré-test montrent qu'un élève moyen obtient un score de 35,1% pour les connaissances de système, de 37% pour les connaissances liées à l'action et de 36,4% pour les connaissances d'efficacité. Vu les résultats, ces élèves auraient des lacunes sur les connaissances liées à l'eau.

En matière de biodiversité, la tendance ne semble guère différente. Dans une recherche longitudinale, Schneiderhan-Opel et Bogner (2020) ont mesuré les connaissances initiales de 205 élèves ( $M_{\text{âge}}=15.3$  ;  $SD_{\text{âge}}=0.64$ ). Le formulaire était composé de 25 questions à choix multiples. Une question portait sur la définition de la biodiversité. Les 24 autres questions faisaient référence à des sous-concepts liés à la biodiversité. Les résultats du pré-test montrent qu'en moyenne, un étudiant répond à 11.48 questions, soit un résultat de 45,9%.

En matière de biodiversité, l'identification des espèces revêt également un caractère important comme source de connaissances environnementales. Une étude réalisée par Härtel et al. (2023) estime que 28% de la variance des connaissances de système est expliquée par les connaissances en matière d'identification. Cette recherche, menée sur 103 étudiants allemands de 2<sup>e</sup> secondaire, montre que les étudiants connaissent peu les espèces vertébrées (50.15% en moyenne) et encore moins les espèces invertébrées (36.7% en moyenne). En outre, Almeida et al. (2020) ont mené une recherche transversale auprès 420 enfants espagnols et portugais de 6<sup>e</sup> primaire sur leur connaissances de la faune ibérique et africaine. Les résultats montrent globalement que les enfants reconnaissent moins bien les espèces de leur région que les espèces exotiques. Selon Almeida et al. (2020), ce manque de connaissances sur la faune des écosystèmes proches est un problème pour la conservation des écosystèmes.

Cette partie nous a permis de faire le point sur quelques recherches impliquant le niveau des connaissances environnementales d'étudiants dans l'enseignement primaire et secondaire. D'une part, il semble y avoir un manque d'évaluation des interventions en ERE pour la Belgique. D'autre part, les résultats en matière de connaissances environnementales semblent indiquer des lacunes de la part de certains élèves européens. Pourtant, ces connaissances environnementales sont essentielles.

## 2.5 Intérêt des connaissances

Selon l'UNESCO (1978), l'éducation devrait se centrer sur la compréhension des divers facteurs biologiques, physiques et socio-économiques en interaction avec l'environnement. Parallèlement à ces objectifs, le développement de connaissances cognitives permettrait, selon Cortese (2003, as cited in Arnon et al., 2015), de familiariser les élèves avec les faits, les moyens et les ressources nécessaires à l'adoption d'un mode de vie plus durable. Aussi, cette familiarisation devrait permettre de distinguer les faits des croyances, développant ainsi l'esprit critique de l'apprenant.

Les faits, issus de savoirs scientifiques, sont cruciaux pour combattre les idées fausses (Gibert, 2020), ces dernières étant susceptibles d'engendrer des confusions conceptuelles sur le fonctionnement de l'environnement. Cardak (2009) s'est intéressé aux conceptions liées au cycle naturel de l'eau de 156 étudiants âgés de 20 à 26 ans ( $M=21.1$ ) d'une faculté des sciences. D'après cette recherche qualitative menée au travers de la réalisation de dessins et d'entretiens individuels, un quart des étudiants auraient des conceptions fausses sur le cycle naturel de l'eau. L'explication avancée par cette recherche est que ces étudiants ne comprendraient pas le cycle comme une structure systémique formant un ensemble, mais comme une série de connaissances juxtaposées.

Par ailleurs, des conceptions fausses existeraient également en matière de biodiversité. Ericson et al. (2022) ont mené une étude transversale sur 286 étudiants âgés de 18 à 29 ans ( $M=20.32$ ,  $SD=2.09$ ) et choisis aléatoirement. Ces chercheurs découvrent des résultats qui posent question. Ainsi, 90% des élèves optent pour la plantation d'espèces invasives dans un écosystème. Pourtant, l'introduction d'espèces invasives est l'une des principales causes de l'extinction des écosystèmes. Ensuite, 69% des étudiants pensent qu'il est acceptable d'utiliser abondamment des variétés végétales sans les remplacer car elles sont présentes en grande quantité. Enfin, 45% des étudiants ne seraient pas dérangés de jeter des plastiques dans les plans d'eau car cela ne diminue pas la biodiversité.

Les résultats de ces deux études sont d'autant plus interpellant qu'ils proviennent d'étudiants de l'enseignement supérieur. De plus, le cycle de l'eau et le fonctionnement des écosystèmes sont des matières déjà abordées dans l'enseignement

primaire et secondaire. Dans l'ensemble, cela interroge sur la manière dont les connaissances environnementales sont abordées dans le cadre scolaire.

Afin de comprendre les origines des conceptions fausses, Yeh et al. (2017) ont mené une recherche mixte comprenant des entretiens semi-directifs afin de créer une carte logique conceptuelle. Celle-ci avait pour objectif d'identifier les idées fausses en matière d'énergie et de les analyser. Bien que cette problématique soit différente de celles que nous investiguons, elle permet d'avoir un éclairage sur l'origine des conceptions fausses. Selon les résultats de cette recherche, six facteurs mèneraient aux conceptions fausses, dont les erreurs de logique, les erreurs provenant de l'enseignement ou encore le manque de connaissances. Par conséquent, l'acquisition de connaissances basées sur des faits et la qualité de l'enseignement apparaissent comme des enjeux importants à la compréhension des mécanismes à l'œuvre dans la nature et à la résolution des problèmes environnementaux.

Cela étant, pour Kaiser et al. (2008), il ne suffirait pas de connaître la théorie, mais il faudrait que les connaissances amènent les habilités nécessaires permettant d'atteindre des objectifs dans la vie réelle. Gibert (2020) appuie cet argument en précisant que l'acquisition de connaissances environnementales permettrait de développer et de renforcer des compétences indispensables à l'adoption de comportements favorables à l'environnement. Afin de mieux cerner le concept de compétence, Kaya et Elster (2019) ont mené une étude mixte auprès de 45 experts du milieu de l'éducation relative à l'environnement. Cette recherche avait notamment pour objectif de convenir du sens que revêt le terme *compétence* et des concepts qui lui sont liés dans la littérature environnementale. Les résultats montrent un consensus de plus de 95% des experts estimant que les connaissances sont considérées comme l'un des éléments permettant de développer des compétences. Parmi ces connaissances, il y aurait d'une part les connaissances et la compréhension des problèmes environnementaux, d'autre part, les connaissances sur l'environnement en lien avec le développement durable.

En outre, Kaiser et al. (2008) ont proposé un modèle de compétences pro-environnementales tenant compte à la fois des trois dimensions des connaissances environnementales et de l'attitude envers la nature (voir annexe 4). Les connaissances formeraient la base intellectuelle du modèle alors que l'attitude envers la nature

représenterait la motivation de l'individu à adopter des comportements écologiques. Ce modèle de compétences se base sur les aptitudes spécifiques à l'écologie. Le comportement écologique général d'un individu se fonderait ainsi sur les comportements d'un individu (degré d'adoption d'un mode de vie écologique) et non sur les effets de ces derniers.

Un autre avantage des connaissances sur l'environnement est qu'elles permettraient d'avoir une meilleure *connexion à la nature*. Cheng et Monroe (2012) ont mené une étude empirique longitudinale auprès de 5500 étudiants de 4<sup>e</sup> primaire. Ces derniers, issus d'écoles publics de Brevard aux États-Unis, ont participé au programme « Lagoon Quest ». Les résultats montrent l'influence des connaissances sur la *connexion à la nature* ( $\beta=0.12$  ;  $p<0.05$ ) également appelée *attitude affective envers la nature*. Les connaissances environnementales permettraient ainsi d'être mieux connectés à la nature.

Cette partie a permis de faire le point sur l'importance et l'utilité des connaissances environnementales dans l'éducation des apprenants. Néanmoins, elle interroge sur la manière de sélectionner et d'aborder les savoirs. En effet, pour un professionnel du métier de l'éducation, le choix des connaissances à transmettre est important, le but étant d'apporter les outils essentiels à l'analyse des sciences naturelles. Considérant que la préservation de l'environnement présuppose une compréhension des mécanismes et des cycles à l'œuvre dans la nature, les connaissances environnementales constituent une partie du socle des savoirs indispensables à la compréhension du monde physique dans lequel nous vivons. Dans cette optique, les connaissances environnementales prennent du sens car, plutôt que de remplir un apprenant comme un vase, il convient de s'interroger sur la pertinence des savoirs essentiels à transmettre afin d'améliorer et d'optimiser l'acquisition de connaissances susceptibles d'œuvrer efficacement à la préservation de l'environnement.

## 2.6 Connaissances et connexion avec la nature

Pour Kaiser et al. (2008), la combinaison des connaissances et de la connexion à la nature servirait de moteur au comportement écologique d'un individu. Dans leur modèle de compétence pro-environnemental, ces chercheurs présentent les trois dimensions des connaissances environnementales comme une base intellectuelle. Ils évoquent également que la connexion avec la nature (*connectedness with nature*) puisse représenter la motivation de l'individu à adopter des comportements écologiques. En outre, les connaissances et la connexion à la nature agiraient de façon interdépendantes. D'une part, davantage de connaissances sur l'environnement pourrait augmenter le sentiment de connexion avec la nature, d'autre part, davantage de connexion avec la nature pourrait donner envie d'en apprendre plus et donc d'améliorer les connaissances.

Mais il existe différentes échelles permettant de mesurer la connexion avec la nature. Schultz (2002b) a proposé le concept d'inclusion de la nature en soi (*Inclusion of Nature in Self*) comme une échelle permettant d'évaluer la connexion perçue avec la nature. Cette échelle reflète la dimension cognitive de la connexion avec la nature. Plus précisément, une personne qui se définit comme faisant partie de la nature a une image de soi qui se chevauche largement avec sa représentation cognitive de la nature. En d'autres termes, pour Schultz (2002b), la relation humain-nature est conditionnée par la vision que l'humain a de la nature. Si l'on considère en faire partie, on peut se sentir responsable de sa protection. A l'opposé, un sentiment de déconnexion vis-à-vis de la nature ne donne de valeur à cette dernière que pour les bénéfices qu'elle permet d'obtenir. Selon Schultz (2002b), ce comportement est influencé par notre *scope of justice*, c'est-à-dire notre portée de la justice. Plus précisément, l'application de considérations morales est déterminée par la portée que nous accordons aux personnes et aux objets qui nous entourent. Un individu connecté à la nature développe un sens morale qui le pousse à la préserver alors que dans le cas contraire, ces considérations morales peuvent être inexistantes.

Plusieurs recherches se sont intéressées à la fois aux trois dimensions des connaissances environnementales et à l'inclusion de la nature en soi (*Inclusion of Nature in Self*). Kosta et al. (2022) ont mené une recherche longitudinale auprès de 283 élèves ( $M_{\text{âge}}=11.41$  ;  $SD_{\text{âge}}=0.72$ ) de l'enseignement primaire. L'intervention d'un

jour a eu lieu à Athènes (Grèce). Les résultats montrent que les connaissances et la connexion avec la nature sont significativement plus élevés après l'intervention. La connexion avec la nature est même restée stable un mois après l'intervention. Les auteurs de cette recherche mettent également en évidence l'effet d'une précédente participation des élèves à un programme d'activités en ERE, contrairement à ceux n'y ayant jamais participé. Selon Kosta et al. (2022), la répétition des programmes en ERE augmenterait les connaissances des élèves et renforcerait la connexion avec la nature. Mais vu que l'échelle de la connexion à la nature est une mesure perçue, il faut prendre en considération le biais de désirabilité sociale.

Une autre étude transversale de Otto et Pensini (2017) s'est intéressée aux connaissances environnementales, à la connexion avec la nature et aux comportements écologiques. L'échantillon était composé de 255 élèves berlinois de 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> primaires. Cette intervention en ERE est basée sur un apprentissage direct avec la nature (faune, flore, écosystème et contact avec la nature). Selon ces chercheurs, il serait important de favoriser les connaissances environnementales et la connexion avec la nature comme des antécédents complémentaires du comportement écologique. Les résultats montrent, d'une part l'influence de l'intervention en pleine nature sur les connaissances environnementales ( $\beta=0.26$  ;  $p<0.01$ ) et sur la connexion avec la nature ( $\beta=0.29$  ;  $p<0.01$ ), d'autre part, les effets des connaissances environnementales ( $\beta=0.13$  ;  $p<0.05$ ) et de la connexion avec la nature ( $\beta=0.83$  ;  $p<0.01$ ) sur le comportement écologique. La connexion à la nature expliquerait ainsi 69% de la variance des comportements écologiques alors que les connaissances n'en expliqueraient que 2%. En outre, les connaissances environnementales et la connexion avec la nature seraient faiblement corrélés ( $r=0.13$  ;  $p<0.05$ ).

De même, Roczen et al. (2014) avait déjà trouvé un résultat similaire. Leur recherche apporte toutefois une précision sur cette corrélation. Il y aurait plus spécifiquement un lien significatif entre la connexion avec la nature et les connaissances de système ( $r=0.14$ ). Néanmoins, cette recherche utilise une échelle de la connexion avec la nature différente de l'échelle d'inclusion de la nature en soi de Schultz (2002b). Cela étant, nous avons trouvé peu de recherches utilisant à la fois les trois dimensions des connaissances environnementales et l'échelle d'inclusion de la nature en soi.

Cette partie nous a permis de mettre en évidence l'influence de l'intervention en ERE sur la connexion à la nature et les connaissances environnementales ainsi que l'influence respective de ces deux variables sur le comportement écologique. Aussi, nous constatons que les connaissances environnementales influencent peu le comportement écologique alors que la connexion avec la nature semble en être un déterminant important.

Les connaissances environnementales apparaissent ainsi comme une variable influençant peu les comportements. Pourtant, une méta-analyse de Bamberg et Moser (2007) souligne le rôle important des connaissances comme déterminant indirect du comportement pro-environnemental. Les connaissances semblent ainsi rester un facteur dont il faut tenir compte.

## **2.7 Les connaissances environnementales et les autres facteurs**

L'influence distale des connaissances sur le comportement serait médiée par des facteurs plus proches affectant le comportement écologique (Kaiser & Fuhrer, 2003). Cela pourrait expliquer la faible ampleur de l'influence directe des connaissances environnementales sur le comportement pro-environnemental d'un individu, voire l'absence d'influence. Dès lors, cette partie présente quelques facteurs qui, liés ou en interaction avec les connaissances environnementales, sont susceptibles d'influencer le comportement pro-environnemental.

### **2.7.1 Les attitudes**

Nombreuses sont les études qui ont tenté de comprendre le lien existant entre connaissances, attitudes et comportements. L'hypothèse souvent avancée est que plus les connaissances d'un individu sont importantes, plus les attitudes sont favorables à l'environnement, plus les comportements sont pro-environnementaux. Pourtant, les résultats de DeChano (2006) montrent que la corrélation entre les connaissances et les attitudes est proche de zéro. En effet, cette recherche, effectuée sur des étudiants de 17 à 19 ans, a mis en évidence des connaissances relativement faibles alors que les attitudes étaient plutôt favorables. A l'opposé, plusieurs auteurs démontrent un lien significatif entre les connaissances et les attitudes. Les résultats d'une étude transversale menée sur 423 étudiants ( $M_{\text{âge}}=14.99$  ;  $SD_{\text{âge}}=0.81$ ) par Choe et al. (2019) mettent en évidence un lien significatif et modéré entre les connaissances des

participants et leurs attitudes ( $r=0.302$  ;  $p<0.01$ ). Une autre recherche, menée par Michalos et al. (2011) sur un échantillon de 1442 répondants ( $M_{\text{âge}} = 15.6$  ;  $n = 1440$  ; 2 questionnaires sans réponse) établit également une corrélation positive entre connaissances et attitudes ( $r=0.62$  ;  $p<0.0001$ ) ainsi qu'entre attitudes et comportements ( $r=0.44$  ;  $p<0.0001$ ).

En revanche, Baierl et al. (2022) établissent un constat différent dans le projet « Earthkeepers » mené lors d'une étude longitudinale. Les résultats montrent une relation significative entre attitudes et connaissances lors du pré-test ( $r=0.189$ ) comme lors du post-test ( $r=0.391$ ). Cette corrélation significative plus forte après l'intervention semble indiquer que les scores de connaissances et d'attitudes convergent. L'application d'une régression multiple a ainsi mis en lumière l'influence du score de connaissances de départ ( $\beta=0.455$  ;  $p<0.001$ ) et des attitudes ( $\beta=0.114$  ;  $p<0.05$ ) comme étant des prédicteurs du score de connaissances après l'intervention.

En outre, le lien entre connaissances environnementales et attitudes a également été testé en utilisant une échelle comprenant deux dimensions des attitudes (2-MEV) : les attitudes de préservation et les attitudes d'utilisation. Liefländer et Bogner (2016) ont poursuivi une étude longitudinale auprès de 133 étudiants dans le cadre du programme « Water in Life ». Les résultats montrent que le score des connaissances de système est significativement et négativement corrélé au score d'utilisation au post-test avec un effet moyen ( $r= -0.49$ ). Le coefficient de détermination permet ainsi de révéler 24% de variance commune entre les connaissances de système et les attitudes d'utilisation. Cette corrélation entre connaissances de système et attitudes d'utilisation est toujours présente au test de rétention ( $r= -0.44$ ). De plus, Liefländer et Bogner (2016) ont calculé la différence de force dans les corrélations entre les connaissances environnementales et les deux dimensions des attitudes (préservation et utilisation). Une relation significative s'intensifie avec le temps : les connaissances de système avec les attitudes d'utilisation (à court et à long terme). Néanmoins, Liefländer et Bogner (2016) estiment qu'il n'est pas possible d'inférer de relation causale entre les deux dimensions des attitudes et les connaissances environnementales.

### 2.7.2 L'intention d'agir

Dans le modèle de Kaiser et Fuhrer (2003), l'influence distale des connaissances environnementales sur les intentions serait médiée par des facteurs plus proches : les attitudes et les connaissances sociales (voir annexe 3). Ces chercheurs expliquent la difficulté de corrélérer les connaissances environnementales aux comportements pro-environnementaux, ainsi que l'importance de la variance que pourraient partager les connaissances et les intentions vis-à-vis des comportements. Les connaissances environnementales et les intentions pourraient ainsi exercer une réelle influence sur les comportements, même si les intentions seraient le prédicteur le plus significatif des comportements. Néanmoins, Kaiser et Fuhrer (2003) ne fournissent aucun résultat empirique pour ce modèle.

Selon une méta-analyse de Hines et al. (1987), la corrélation corrigée de l'intention d'agir et du comportement pro-environnemental serait modérée ( $r=0.49$  ;  $SD=0.130$ ). Cela signifie qu'un individu ayant davantage l'intention d'agir pour l'environnement s'engagerait plus facilement dans ce comportement pro-environnemental.

### 2.7.3 Le genre

Dans la recherche, nous pouvons constater que la différence de genre, comme variable biologique, ne fait pas consensus quant à son influence sur les connaissances environnementales. Schlegel et al. (2015) ainsi que Baierl et al. (2022) ne trouvent aucune différence significative due à la différence de genre. De même, Bogner et Wiseman (2004), bien que les scores en connaissances environnementales des garçons soient inférieurs à ceux des filles, ne trouvent pas d'effet significatif dans leur analyse de variance comparant le genre à la différence de connaissances entre le post-test et le pré-test. Néanmoins, d'autres études mettent en évidence des différences significatives dues à la différence de genre.

Certains résultats montrent de meilleures connaissances chez les garçons. C'est par exemple le cas pour Almeida et al. (2020) lorsqu'il s'agit de nommer des animaux de la faune indigène, Arcury et Christianson (1993) à propos de connaissances environnementales plus générales et Choe et al. (2019) sur un questionnaire comportant des items liés à l'énergie, à l'eau, à la pollution, aux animaux, au recyclage ainsi que sur des questions d'ordre général.

A l'opposé, d'autres études mettent en avant de meilleures connaissances chez les filles. Selon Aydin et al. (2022), les connaissances sur les écosystèmes, la biodiversité et les problèmes environnementaux diffèrent significativement en fonction du genre, les filles ayant de meilleurs résultats que les garçons. De même, selon Al-Rabaani et Al-Shuili (2020), les filles montrent significativement plus de connaissances environnementales sur des thématiques variées (écosystème, eau, air, climat, énergie, forêt, désertification, catastrophes naturelles, déchets, développement durable) que les garçons. Pour Ericson et al. (2022), les filles ont significativement plus de connaissances en matière de biodiversité que les garçons.

En revanche, Setiawan et al. (2023) sont plus nuancés. Selon ces auteurs, les filles ont significativement davantage de connaissances en matière de biodiversité que les garçons, mais ces derniers ont significativement plus de connaissances en matière de gestion des déchets. En outre, selon ces mêmes auteurs, il n'y a pas de différence significative due à la différence de genre concernant le réchauffement climatique et la pollution.

#### **2.7.4 Le statut socio-économique**

Arcury et Christianson (1993) mettent en évidence l'impact des revenus et du niveau d'éducation comme facteurs influençant positivement les connaissances environnementales globales de l'individu. En revanche, Boeve-de Pauw et Petegem (2011) ont trouvé des résultats contrastés quant à l'influence du statut socio-économique sur les connaissances environnementales. Après avoir scindé l'échelle PISA utilisée en trois sous-composantes (capital économique, capital culturel et ressources éducatives), ces chercheurs ont mis en évidence un effet positif et significatif uniquement des ressources éducatives sur les connaissances environnementales.

#### **2.7.5 L'effet-école**

D'après les résultats de Boeve-de Pauw et Petegem (2011), dans une régression multiniveau utilisant les connaissances environnementales comme constante, le coefficient de corrélation intra-classe (CCI) du modèle vide est de 13,4%. Il y aurait donc un effet de l'école sur les connaissances environnementales des élèves. Néanmoins, dans le modèle 3, la valeur du CCI n'est plus que de 10,1% avec l'ajout

de plusieurs variables indépendantes. Cela signifie que 10,1% de la variance des connaissances environnementales reste due à l'effet-école, mais aussi que 89,9% de la variance provient d'autres facteurs. Mais outre cette étude réalisée en Communauté flamande, il nous semble qu'il existe un manque d'études des impacts de l'effet-école sur les connaissances environnementales.

## 2.8 Influence des interventions en ERE

En matière d'ERE, il existe de nombreux dispositifs contribuant à améliorer la littératie environnementale des participants. Mais vu la diversité des programmes proposés, il peut être difficile d'en apprécier l'efficacité et, le cas échéant, d'avoir un point de vue éclairé sur les approches ou les méthodes les plus appropriées afin d'obtenir des résultats significatifs grâce à l'intervention.

Au travers d'une revue de la littérature, Stern et al. (2013) ont analysé différents programmes d'intervention en ERE afin d'identifier les méthodes d'apprentissage pouvant être assimilées à des bonnes pratiques pour les jeunes de 18 ans et moins. D'après l'examen de cette revue de la littérature, il semble que certains éléments soient susceptibles d'améliorer positivement les résultats des interventions en ERE. La participation active des participants (*active engagement*) et leur engagement dans l'expérimentation de problèmes environnementaux de la vie réelle (*experiential engagement in real-world environmental problems*) semblent être bénéfiques dans une intervention, plus particulièrement pour les programmes en immersion dans la nature. C'est particulièrement le cas pour les apprentissages dans lesquels les apprenants sont impliqués dans la résolution de problèmes (*issue-based*), dans un projet (*project-based*) ou dans la réalisation d'une enquête (*investigation-focused*) basée sur des modules en lien avec la nature du monde réel (*real-world nature settings*). Il semble également que l'autonomie (*empowerment*) et l'apprentissage centré sur l'apprenant (*student-centered learning*) dans le but de développer des compétences et le sentiment d'efficacité personnelle, soient des facteurs importants à prendre en compte dans une intervention, de même que l'approche holistique. Enfin, selon Stern et al. (2013), de nombreux auteurs mettent aussi en avant l'efficacité de l'engagement social au travers du travail coopératif ou encore de l'engagement de l'enseignant.

### 2.8.1 Interventions impliquant des connaissances environnementales

De nombreuses interventions en ERE se concentrent, entre autres, sur l'acquisition de connaissances environnementales. Dans une recherche menée par Liefländer et al. (2015), l'intervention s'est déroulée « outdoor » et « indoor » pendant quatre jours sur la thématique de l'eau. Pour minimiser la variable enseignant, les chercheurs n'ont fait appel qu'à un seul instructeur. L'échantillon du groupe expérimental était composé de 190 étudiants ( $M_{\text{âge}}=10.4$  ;  $SD_{\text{âge}}=1.1$ ) de classes issues de 4<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> primaires. Le groupe contrôle comptait seulement 38 élèves ( $M_{\text{âge}}=11.0$  ;  $SD_{\text{âge}}=1.23$ ), une partie de 4<sup>e</sup> primaire, l'autre de 6<sup>e</sup> primaire. Les 21 items portant sur les trois dimensions des connaissances n'étaient pas spécifiques au programme de l'intervention. Les résultats du groupe expérimental montrent une augmentation significative des connaissances environnementales pour toutes les dimensions entre pré-test et post-test, avec un gain plus prononcé pour les connaissances de système, suivi par les connaissances liées à l'action. Il n'y a eu aucune perte significative de connaissances entre post-test et test de rétention. En ce qui concerne le groupe contrôle, il n'y a eu aucun changement significatif entre les trois temps de mesure. D'ailleurs, aucune instruction sur le sujet de l'intervention n'avait été communiquée au groupe contrôle.

Dans une autre recherche longitudinale réalisée en Bavière (Allemagne), Bissinger et Bogner (2018) ont développé un module d'une journée au jardin botanique. Cette intervention a été menée sur un groupe expérimental composé de classes de 4<sup>e</sup> secondaire provenant de 12 écoles ( $N=283$  ;  $M_{\text{âge}}=15.8$  ;  $SD_{\text{âge}}=1.5$ ). Le groupe contrôle, constitué d'une classe de 4<sup>e</sup> secondaire ( $N=28$  ;  $M_{\text{âge}}=16.2$  ;  $SD=0.6$ ), n'a pas pris part aux activités. Les résultats de cette recherche portant entre autres sur les trois dimensions des connaissances (13 items au total) montrent une augmentation générale significative des connaissances entre le pré-test et le post-test ainsi qu'entre le pré-test et le test de rétention. Néanmoins, une analyse plus détaillée révèle une augmentation significative des connaissances de système entre le pré-test et le post-test, suivi d'une baisse significative entre le post-test et le test de rétention. En revanche, il y a une augmentation significative des connaissances liées à l'action et d'efficacité. En ce qui concerne le groupe contrôle, il n'y a pas eu de changement significatif dans aucune des dimensions des connaissances. Deux limites peuvent néanmoins être formulées. La première concerne la taille des échantillons : le nombre restreint d'individus du groupe

contrôle en comparaison au groupe expérimental. La seconde provient du peu d'items permettant d'évaluer les trois dimensions des connaissances environnementales.

Une critique peut être formulée sur ces deux recherches. Bien qu'elles montrent une évolution positive et significative au niveau des connaissances environnementales, aucune information n'a été donnée sur un quelconque programme suivi par le groupe contrôle. Aussi, serait-il intéressant de comparer une intervention dans laquelle le groupe contrôle puisse également travailler la thématique développée dans l'intervention, même si c'est de façon plus scolaire.

Braun et Dierkes (2019) ont mis en place une intervention d'une journée dans laquelle deux cohortes expérimentales impliquaient des élèves de l'enseignement secondaire d'Allemagne (N=112) et de Singapour (N=102). Ces groupes expérimentaux ont participé à des activités « outdoor » dans un centre éducatif abordant la thématique des écosystèmes (forestiers et d'eau douce). Durant l'intervention, deux groupes contrôles, l'un en Allemagne (N=92), l'autre à Singapour (N=90), ont assisté à des cours scolaires couvrant les mêmes sujets. Les résultats montrent que les deux groupes expérimentaux ont significativement ( $p < 0.001$ ) augmenté leurs connaissances environnementales dans les trois dimensions, avec une performance moins marquée pour les connaissances de système ( $\%_{\text{sys}} = +11.06$  ;  $\%_{\text{act}} = +16.12$  ;  $\%_{\text{eff}} = +28.97$ ). En revanche, il n'y a pas eu de changement significatif pour les groupes contrôles correspondants. Néanmoins, cette étude ne donne aucune information sur la manière dont les groupes contrôles ont abordé la matière.

Il serait également intéressant de savoir si les interventions en ERE peuvent être efficaces en classe. Le projet GAIA (*Green Awareness in Action*) a été réalisée dans le cadre scolaire par Maurer et al. (2020) à Athènes (Grèce). Cette intervention visait à mettre les élèves en relation avec des problématiques du quotidien. Elle portait plus spécifiquement sur la consommation et l'efficacité énergétique. Les séquences de cours se sont données pendant 10 semaines pour un total de 19 heures de cours. L'échantillon était composé de 132 élèves de 6<sup>e</sup> primaire ( $M_{\text{âge}} = 11.03$  ;  $SD_{\text{âge}} = 0.23$  ; 53.4% filles). Les résultats montrent une augmentation significative des connaissances liées à l'action ainsi que des connaissances d'efficacité. En revanche, les connaissances de système ont baissé de façon significative. L'explication avancée par

les auteurs de cette recherche est que cette baisse pourrait être attribuée au faible niveau des connaissances préalables de base en matière de connaissances de systèmes. En outre, cette recherche transversale ne permet de comparaison avec une groupe contrôle même si l'intervention semble montrer que l'ERE peut également amener une évolution positive et significative des connaissances environnementales en classe.

L'éducation à l'environnement peut aussi être menée dans des programmes extrascolaires. Borchers et al. (2014) ont mené une étude sur le programme Club P.A.N. (*Peoples, Animals and Nature*) ayant lieu en dehors de l'horaire scolaire dans le parc national *Tai* en Côte d'Ivoire. Ce programme comporte 10 unités traitant de concepts écologiques de base (biodiversité, facteurs biotiques, habitat...). L'échantillon est composé de 1244 participants volontaires répartis en 12 groupes en fonction du genre (fille ou garçon), du niveau scolaire (5<sup>e</sup> ou 6<sup>e</sup> primaire) et de la durée de participation au programme (0, 1 ou 2 ans). Les résultats montrent que les 8 groupes ayant participé un ou deux ans à l'intervention (filles et garçons confondus de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> primaires) ont tous augmenté de façon significative leurs connaissances environnementales. Parmi les quatre groupes n'ayant pas participé à l'activité, seul un groupe de filles de 5<sup>e</sup> primaire a montré une augmentation significative de leurs résultats. Une des spécificités de ce programme est la célébration du *jour des parents*. L'objectif de cette journée est aussi de permettre aux enfants de transmettre ce qu'ils ont appris à un plus large public.

Ces recherches montrent dans l'ensemble que les interventions en ERE amènent des progressions significatives en matière de connaissances environnementales. Mais les différences entre les dispositifs mis en place rendent les comparaisons difficiles. En effet, ces dispositifs diffèrent les uns des autres en plusieurs points : les caractéristiques du programme, les activités proposées, le lieu, la durée, le thème et les ressources employées.

Les programmes liés à l'ERE diffèrent dans leurs caractéristiques. Les modules peuvent être centrés sur l'apprenant (Bissinger & Bogner, 2018 ; Borchers et al., 2014 ; Braun & Dierkes, 2019 ; Fremerey & Bogner, 2014 ; Liefländer et al., 2015 ; Liefländer & Bogner, 2016), proposer une expérience holistique (Baierl et al., 2022), offrir une approche expérientielle (Borchers et al., 2014 ; Fremerey & Bogner, 2014),

développer l'autonomie des apprenants (Bissinger & Bogner, 2018) ou favoriser une approche coopérative (Braun & Dierkes, 2019 ; Liefländer et al., 2015). D'après Sturm et Bogner (2010, as cited in Fremerey & Bogner, 2014), l'apprentissage coopératif développe particulièrement les compétences sociales des apprenants. D'ailleurs, certains programmes privilégient l'influence sociale tout en couvrant de nombreux aspects cognitifs et affectifs (Liefländer et al., 2015 ; Liefländer & Bogner, 2016).

En outre, les interventions diffèrent sur le choix des activités d'ERE proposées. Elles peuvent avoir recours à l'apprentissage par le jeu ou les jeux de rôle (Borchers et al., 2014 ; Liefländer & Bogner, 2016 ; Maurer et al., 2020), à des ateliers d'apprentissage pratique ou « *hands-on* » (Bissinger & Bogner, 2018 ; Braun & Dierkes, 2019 ; Liefländer & Bogner, 2016), à la mise en place de projets de groupe (Borchers & al., 2014 ; Liefländer et al., 2015 ; Setiawan et al., 2023), à des expériences pratiques basées sur l'enquête (Baierl et al., 2022 ; Bissinger & Bogner, 2018), à l'utilisation des sens et des perceptions (Baierl et al., 2022 ; Braun & Dierkes, 2019 ; Liefländer & Bogner, 2016), ou encore à des activités artistiques comme le théâtre (Borchers et al., 2014).

Concernant le temps et le lieu de l'intervention, Baierl et al. (2022), estiment que les interventions de courte durée dans les salles de classe traditionnelle semblent avoir peu d'impact sur le changement pro-environnemental à long terme. Pour cette raison, ces chercheurs pensent que des programmes intensifs à l'extérieur seraient plus attractifs. Du point de vue du temps, Fremerey et Bogner (2014) préconisent des temps d'interventions courts car ils sont plus en phase avec l'horaire scolaire, compte tenu du fait que les enseignants n'emmènent habituellement pas leur classe plus d'une journée en dehors de l'école sur une année scolaire. Ce faisant, plusieurs recherches semblent privilégier les interventions d'une journée « outdoor », même si une partie se fait dans un centre éducatif (Bissinger & Bogner, 2018 ; Braun & Dierkes, 2019 ; Fremerey & Bogner, 2014). D'autres interventions privilégient la semaine en « outdoor » et/ou « indoor » (Baierl et al., 2022 ; Liefländer et al., 2015 ; Liefländer & Bogner, 2016). Cela étant, certaines interventions d'une durée d'une semaine à trois mois se déroulent en classe ou dans l'enceinte scolaire (Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020 ; Maurer et al., 2020 ; Setiawan et al., 2023). Les interventions peuvent également se dérouler sur le long terme. C'est le cas pour la recherche de Borchers et

al. (2014) dont le programme extrascolaire « outdoor » a duré deux ans, à raison d'une journée par semaine.

Les thèmes abordés et les ressources employées sont également fort diversifiés. De manière générale, ces thématiques concernent l'eau (Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020 ; Fremerey & Bogner, 2014 ; Liefländer et al., 2015 ; Liefländer & Bogner, 2016 ; Setiawan et al., 2023), les écosystèmes (Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020 ; Bissinger & Bogner, 2018 ; Borchers et al., 2014 ; Braun & Dierkes, 2019 ; Setiawan et al., 2023), le climat (Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020 ; Bissinger & Bogner, 2018 ; Setiawan et al., 2023), l'énergie (Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020 ; Baierl et al., 2022 ; Maurer et al., 2020), les déchets (Baierl et al., 2022 ; Setiawan et al., 2023), et l'air (Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020). En outre, les programmes d'intervention nécessitent également des ressources (spatiales, matérielles, humaines, financières...) indispensables à la réussite du projet.

### **2.8.2 Les écoles durables ou *eco-schools* (auparavant *agenda 21 scolaire*)**

Les écoles durables, présentes dans approximativement 50 pays avec plus de 30000 écoles impliquées (Boeve-de Pauw & Van Petegem, 2011), contribuent aux objectifs du programme de développement durable à l'horizon 2030 (United Nations, 2015). Dès lors qu'elles sont inscrites dans une démarche de labellisation, ces écoles ont plusieurs objectifs. Elles doivent tendre vers davantage de durabilité dans l'environnement et dans le bien-être au sein de l'établissement scolaire, mettre en place des projets en lien avec le développement durable et impliquer les élèves et les enseignants dans des projets liés à la durabilité.

En Belgique, cette labellisation, ou certification, peut être attribuée par une ONG ou par une instance gouvernementale. Mais pour l'obtenir, l'école doit travailler sa qualité d'ErE en prêtant attention à différents critères : l'interdisciplinarité, une approche compréhensive tenant compte de la complexité des problèmes environnementaux, des activités défendant la pluralité des opinions en tenant compte des besoins des générations à venir, mais aussi un rôle actif dans la prise de décision démocratique afin de connecter les problèmes environnementaux locaux réels aux problématiques globales, tout en tenant compte des aspects cognitifs, émotionnels et esthétiques (Boeve-de Pauw & Van Petegem, 2011).

Cette partie a permis de montrer que les interventions en ERE semblent dans l'ensemble améliorer les connaissances environnementales des apprenants. Elle fait aussi le point sur la diversité des thèmes abordées, des activités proposées et des méthodes employées dans l'ERE. Les interventions apportant les meilleurs résultats semblent avoir un point commun : des modules d'apprentissage centrés sur l'apprenant. Ce dernier peut aussi être amené à coopérer avec ses pairs et à travailler en toute autonomie sans intervention d'un adulte. Les activités peuvent prendre la forme de jeux, d'ateliers, de projets, d'enquêtes ou encore mettre les sens en éveil. En outre, l'ERE peut se faire dans le milieu scolaire (programme en pleine nature, dans un centre éducatif ou en classe) mais aussi lors d'activités extrascolaires. L'ERE peut également être mise en place dans le cadre d'un projet de l'établissement scolaire comme c'est le cas pour les *écoles durables*. Le temps dédié à l'intervention diffère également, pouvant aller d'une journée à deux ans. Enfin, chaque intervention nécessite du matériel pédagogique qui diffère en fonction du thème abordé et des méthodes d'apprentissage envisagées.

## 2.9 Objectif de la recherche

L'objectif principal de l'ERE est d'améliorer la littératie environnementale. Pourtant, les programmes proposant des activités en ERE dans le monde ont un point commun : un manque d'évaluation de leur efficacité (Carleton-Hug & Hug, 2010 ; Disinger & Roth, 1992b). La littérature portant sur l'évaluation des dispositifs d'ERE en Belgique, plus précisément en Fédération Wallonie-Bruxelles, est ténue. Dès lors, il nous semble important d'apporter des indicateurs clairs aux organisations actives en ERE afin de leur permettre d'évaluer, et le cas échéant, d'améliorer leurs projets éducatifs.

Les facteurs influençant les comportements pro-environnementaux d'un individu sont nombreux mais comprennent les connaissances environnementales. Celles-ci comptent trois dimensions interconnectées les unes aux autres, à savoir les connaissances de système, les connaissances liées à l'action et les connaissances d'efficacité. Néanmoins, les connaissances de système n'influencent pas les comportements écologiques d'un individu (Frick et al., 2004). Par ailleurs, elles sont les plus distales des connaissances environnementales par rapport aux comportements écologiques. Pourtant, ces connaissances de système constitueraient selon Frick et al.

(2004) un socle des savoirs indispensables à la construction des deux autres types de connaissances.

En outre, d'autres facteurs peuvent avoir un lien avec les connaissances environnementales. C'est le cas par exemple de la connexion avec la nature, des attitudes, de l'intention d'agir, de la différence de genre, du statut socio-économique ou encore de l'effet-école.

Notre objectif principal de recherche vise à *déterminer les effets d'activités menées en éducation relative à l'environnement (ERE) sur les connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau d'élèves de l'enseignement primaire belge, principalement en Fédération Wallonie-Bruxelles*. Ainsi, notre recherche se focalise prioritairement sur des élèves de 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> primaires. Une partie de ces élèves a participé à l'un des trois projets : 1. *Classe d'eau*, 2. *Osons l'école du Dehors* ou 3. *Design for Change* (groupes expérimentaux). L'autre partie n'y a pas pris part (groupe contrôle).

Plus précisément, ce travail vise à évaluer le niveau des connaissances de système des élèves du primaire en matière de biodiversité et d'eau. En effet, vu le manque d'évaluation dans le domaine en Belgique francophone, il est important de vérifier ce niveau de connaissances afin de se rendre compte des thématiques à aborder pour améliorer les connaissances environnementales des élèves.

En outre, ce travail devrait permettre d'avoir un point de vue supplémentaire sur le lien existant entre le genre et l'acquisition de connaissances. Alors que la littérature sur le sujet semble controversée, nous aimerions amener une modeste contribution sur le sujet.

Par ailleurs, ce travail vise à tester un modèle prédictif des comportements écologiques basé sur le modèle de compétence pro-environnementale incluant les trois dimensions des connaissances environnementales. Ce modèle, relativement récent, semble peu utilisé dans le domaine de la recherche. Pour cette raison, nous aimerions tester certaines relations de ce modèle.

Enfin, ce travail tente de vérifier l'efficacité des interventions en ERE de trois projets menés en Belgique francophone. Le cas échéant, les résultats de notre analyse pourraient amener des pistes d'amélioration aux concepteurs de ces projets en matière

de connaissances environnementales, et plus spécifiquement pour les connaissances de système.

#### QUESTIONS ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Sur base de l'objectif précédemment défini, nos questions sont les suivantes :

*1) Quel est le niveau des connaissances de système des élèves ?*

Nous supposons que le niveau initial des connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau soient faibles. Cette hypothèse se base sur deux constatations. Premièrement, même si aucune étude belge ne semble donner d'indication sur ce niveau, plusieurs études européennes montrent des niveaux de connaissances de système plutôt faibles (Liefländer & Bogner, 2016 ; Roczen et al., 2014). Deuxièmement, bien que l'eau et la biodiversité soient des matières abordées dès l'enseignement primaire, plusieurs études montrent qu'il persiste des conceptions fausses sur ces sujets pour des étudiants de l'enseignement supérieur (Ericson et al., 2022 ; Yeh et al., 2017), ce qui montre qu'il y a des lacunes en matière de connaissances environnementales.

*2) Les connaissances de système des élèves sont-elles liées à leur genre ?*

Nous pensons que le genre est associé aux connaissances. En effet, même si quelques auteurs ne trouvent pas de lien significatif (Bogner & Wiseman, 2004 ; Schlegel et al., 2015), davantage de recherches montrent des différences significatives liées au genre (Almeida et al., 2018 ; Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020 ; Arcury & Christianson, 1993 ; Aydin et al., 2022 ; Choe et al., 2019 ; Ericson et al., 2022 ; Setiawan et al., 2023).

Dans le cadre de notre étude, il convient de différencier les connaissances liées à la biodiversité de celles liées à l'eau. En ce qui concerne la biodiversité, plusieurs recherches montrent que les filles ont davantage de connaissances que les garçons (Aydin et al., 2022 ; Ericson et al., 2022 ; Setiawan et al., 2023). En revanche, en ce qui concerne les connaissances sur l'eau, les résultats se contredisent. Pour Al-Rabaani et Al-Shuili (2020), ce sont les filles qui ont significativement davantage de connaissances que les garçons, alors que pour Choe et al. (2019) c'est l'inverse.

3) *Les connaissances de système et la connexion avec la nature prédisent-elles l'évolution des comportements écologiques des élèves ?*

Nous supposons que les connaissances environnementales et la connexion à la nature prédisent l'évolution des comportements écologiques (Otto & Pensini, 2017). Néanmoins, les connaissances de système étant les connaissances les plus distales des comportements, elles ne devraient pas prédire les comportements (Frick et al., 2004), contrairement à la connexion à la nature qui prédiraient une grande part de la variance des comportements écologiques (Otto & Pensini, 2017).

4) *La participation à un projet d'ERE a-t-elle une influence sur l'évolution des connaissances de système des élèves ?*

Nous supposons que les élèves ayant participé à un projet d'ERE (groupe expérimental) augmenteront davantage leurs connaissances de système que les élèves n'y ayant pas participé (groupe contrôle). Nous basons cette supposition sur les résultats de plusieurs recherches. Bien que Maurer et al. (2020) constatent une diminution des connaissances de système au post-test, plusieurs recherches montrent une augmentation significative des connaissances de système à la suite de l'intervention (Bissinger & Bogner, 2018 ; Braun & Dierkes, 2019 ; Fremerey & Bogner, 2014 ; Liefländer et al., 2015).

## 3. Choix de la méthode de recherche

### 3.1 Contexte et design de recherche

Ce mémoire est le fruit de la collaboration entre divers acteurs, six mémorants, quatre ASBL et le promoteur de ce mémoire. Ces acteurs ont pour objectif d'évaluer les effets des projets d'éducation relative à l'environnement (ERE) mis en place par les ASBL pour des élèves de la troisième à la sixième primaire. Grâce au soutien du *Réseau IDée*, nous avons été mis en relation avec trois ASBL proposant des projets en lien avec l'ERE : *Classe d'eau* organisé par *Good Planet*, *Osons l'Ecole du Dehors* organisé par *La Leçon Verte* et *Design for Change* organisé par *Learn to Be*.

Nous avons opté pour un dispositif de recherche longitudinal (mesures de pré-test et de post-test), ce qui permet de mesurer une progression (une différence). En effet, il ne suffit pas d'effectuer une mesure des variables d'intérêt sur chacun des groupes à un moment précis. Pour effectuer une mesure exacte dans une intervention, il est nécessaire de déterminer la progression de chaque groupe (*méthode des doubles différences*). Pour ce faire, une mesure des variables d'intérêt doit être effectuée à un temps initial ( $T_0$ ) ainsi qu'à un temps final ( $T_1$ ). La différence entre ces deux mesures ( $T_1 - T_0$ ) permet de déterminer une progression. Notre intervention comprend un pré-test ( $T_0$ ) qui a eu lieu dans le courant des mois de novembre et décembre 2023 ainsi qu'un post-test ( $T_1$ ) entre avril et juin 2024. Dans la mesure du possible, nous avons attendu que les projets soient finis avant d'administrer le post-test.

### 3.2 Echantillon

La majorité des élèves évoluent de la 4<sup>e</sup> année primaire (P4) à la 6<sup>e</sup> année primaire (P6), avec quelques élèves de 3<sup>e</sup> année primaire (P3). Au total, 635 élèves ont accepté de participer à notre enquête. Le questionnaire destiné aux élèves (cf. annexe 5) est composé d'une page introductive détaillant l'objectif de la recherche ainsi qu'une question demandant à l'élève s'il est d'accord, ou pas, de participer à l'enquête. La participation s'est donc faite sur base volontaire.

Dans l'ensemble, seulement 539 élèves étaient présents aux deux temps de mesure, ces derniers constituant ainsi la base de données utilisées pour les analyses. Au  $T_0$ , 50 élèves étaient absents sur l'ensemble des participants. Au  $T_1$ , 46 élèves n'ont pas répondu au questionnaire. Le tableau 1 donne davantage d'informations.

**Tableau 1** : Informations démographiques (N = 539)

Temps de mesure	Genre	N (M <sub>âge</sub> ; SD <sub>âge</sub> )	%
Pré-test (T <sub>0</sub> )	Fille	<b>281</b> (10.27 ; 0.052)	52.1
	Garçon	<b>250</b> (10.25 ; 0.055)	46.4
	Autre et sans réponse	<b>8</b> (9.71 ; 0.36)	1.5
Post-test (T <sub>1</sub> )	Fille	<b>277</b> (10.76 ; 0.058)	51.4
	Garçon	<b>251</b> (10.72 ; 0.061)	46.6
	Autre et sans réponse	<b>11</b> (11.50 ; 0.619)	2.0
TOTAL (M <sub>âge</sub> au T <sub>1</sub> ; SD <sub>âge</sub> au T <sub>1</sub> )		<b>539</b> (10.25 ; 0.87)	100

Le groupe contrôle (ou témoin) comporte 225 élèves (41.74%) répartis en 12 classes. Le groupe traitement est composé de 314 élèves (58,26%), répartis dans 17 classes. Les élèves du groupe traitement ont participé à un des trois projets et sont répartis comme suit : 114 élèves (36.31%) répartis dans 6 classes pour le projet *Osons l'Ecole du Dehors*, 76 élèves (24.20%) répartis dans 4 classes pour le projet *Classe d'eau* et 124 élèves répartis dans 7 classes (39.49%) pour le projet *Design for Change*.

Le choix de l'âge des participants est justifié par la complexité et la longueur du questionnaire à compléter. En effet, nous avons décidé au préalable de ne travailler qu'avec les élèves de minimum 4<sup>e</sup> primaire pour assurer la compréhension des questions posées. Cependant, une aide à la lecture a toujours été proposée à toutes les classes. Cela dit, elle a principalement été mise en place pour les élèves de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années du primaire afin qu'ils puissent terminer la complétion du questionnaire dans le temps imparti. L'enquête concernait tout élève acceptant d'y participer. D'ailleurs, les mémorants ont mis en place tout aménagement raisonnable nécessaire du questionnaire pour que chaque élève puisse prendre part à l'enquête. En outre, tous les questionnaires ont un taux de complétion minimum de 30%. De ce fait, nous n'avons exclu que les individus n'ayant pas participé qu'à l'un des deux temps de mesures ou aux deux temps de mesure, soit 15.12 % de l'échantillon initial.

### 3.3 Présentation des projets d'ErE

Ce projet a été possible grâce au soutien et à la collaboration de l'ASBL *Réseau IDée* (Information et Diffusion en éducation à l'environnement). Cette association tend à représenter les acteurs du secteur œuvrant au sein de l'ErE vis-à-vis de diverses instances du pouvoir public. Elle a pour objectifs, d'une part, de favoriser les partages d'expériences dans le but de faire évoluer les réflexions en matière d'ErE, d'autre part, de conseiller, d'accompagner et de mettre à disposition des centres de documentations pour l'instauration d'activités en ErE. En outre, cette ASBL offre des outils de formation et d'éducation aux professionnels du monde éducatif mais également aux citoyens.

Le *Réseau IDée* nous a mis en relation avec trois ASBL actives dans le champ de l'ErE : *Good Planet*, *La Leçon Verte* et *Learn to Be*. Ces ASBL œuvrent dans des thématiques qui leurs sont propres. Ci-après, nous ne décrivons que les projets concernés par la présente recherche.

#### Classe d'eau

Le projet *Classe d'eau*, développé par l'ASBL *Good Planet* en collaboration avec Bruxelles Environnement, est en lien avec l'un des 17 objectifs de Développement Durable des Nations Unies : Eau propre et assainissement (United Nations, 2015). Les objectifs de ce projet sont multiples : Faire prendre conscience aux élèves de leur participation citoyenne afin de les amener à devenir des « hydro-citoyens » ; Former les enseignants afin qu'ils puissent délivrer en toute autonomie les ateliers développés sur le thème de l'eau ; Favoriser une approche participative des enseignants ; Accompagner l'école sur des changements structurels liés à l'eau. Le projet, en accord avec les référentiels pédagogiques scolaires à l'œuvre en Fédération Wallonie-Bruxelles, a été conçu pour des classes de 5<sup>e</sup> et de 6<sup>e</sup> primaires. Il vise à développer une réflexion pertinente autour de l'eau, sur sa gestion, sur le lien entre l'eau et la vie, le corps, dans le contexte scolaire, géographique et social. Par ailleurs, il est important de préciser que ce projet récemment développé ne concerne que les classes de 5<sup>e</sup> primaire pour l'année 2023-2024.

Les objectifs plus spécifiques au programme développé en 5<sup>e</sup> année consistent à prendre conscience de la répartition de l'eau dans le monde et de l'importance de cette ressource dans le monde du vivant. Ils visent plus précisément à différencier les usages de l'eau, à sensibiliser au gaspillage, à expliquer le cycle naturel de l'eau en le différenciant du cycle domestique de l'eau. Le programme veille à expliquer l'origine de l'eau du robinet et le chemin des eaux usées ainsi que globalement à faire prendre conscience des enjeux environnementaux et de l'eau autour de nous. Dans une démarche participative, les élèves de 5<sup>e</sup> primaire sont invités à effectuer une recherche de terrain au sein de l'école afin d'établir un état des lieux en matière de gestion de l'eau. Cette approche expérientielle a pour but d'amener les élèves à s'engager dans la résolution de problèmes environnementaux de la vie réelle. En outre, les futurs élèves de 6<sup>e</sup> primaire auront, en tant qu'hydro-citoyens, la tâche de former et d'informer les plus jeunes élèves aux défis liés à l'eau.

Les activités proposées aux élèves se déroulent en trois ateliers de 120 minutes. Durant le premier atelier, les élèves apprennent ce qu'est l'eau, son utilité, sa provenance, ses bienfaits et ses impacts. C'est un atelier dédié à une compréhension globale de l'eau et à ses usages. Durant le second atelier, les élèves en apprennent davantage sur le gaspillage et la pollution de l'eau. En outre, ils participent à un test de connaissances. L'intervenant aborde aussi des questions plus pratiques sur l'eau à l'école et présente le pluviomètre. Lors du troisième atelier, les jeunes réalisent des mesures avec le pluviomètre et étudient différents matériaux de surface de l'école (afin de calculer un *coefficient de ruissellement*). Ils analysent également des situations de sécheresse ou d'inondation et finissent l'atelier en formulant des recommandations pour leur école.

Concrètement, les différents ateliers de sensibilisation amènent les élèves à se poser en tant qu'acteurs de terrain. Leur compréhension des problématiques de l'eau autour d'eux et dans leur école doit les amener à réfléchir à des solutions concrètes à mettre en place en formulant les demandes auprès de la direction de l'école. Ainsi, le projet *Classe d'eau* a déjà permis quelques réalisations dans des éditions passées du projet en Communauté flamande (AquaFlanders, s. d.) : enlèvement des pavés pour permettre une meilleure infiltration de l'eau et végétalisation, installation d'un récolteur d'eau de pluie, utilisation de l'eau de pluie pour les chasses d'eau, prévention contre les effets d'éventuelles inondations ou sécheresses, installation de toitures ou de façades

végétales, mise en place d'un potager aquaponique, etc. Ces réalisations ne concernent pas encore les classes que nous avons étudiées puisque le projet n'a démarré que cette année auprès des élèves de 5<sup>e</sup> primaire.

Le projet *Classe d'eau* envisage également la formation des enseignants de l'école afin de les outiller pour les rendre autonomes et leur permettre d'intégrer les ateliers et les diverses animations dans leurs cours. L'objectif est ainsi de pérenniser le projet dans l'école en donnant l'occasion aux enseignants de bénéficier de formations complémentaires afin de parfaire leurs connaissances sur l'eau.

Le projet ambitionne également de rayonner dans tout le quartier en impliquant les élèves dans la sensibilisation des citoyens. A l'échelle du quartier, différentes actions ont déjà été mises en place en Communauté flamande : faire de la publicité pour installer des citernes d'eau de pluie, réaliser des demandes pour la construction de puits d'infiltration ou de bassin d'orage dans les zones fortement pavées, demander l'installation d'égouts séparés, etc. (Good Planet ASBL, s.d.).

#### Osons l'Ecole du Dehors

Le projet *Osons l'Ecole du Dehors* est développé par l'ASBL *La Leçon Verte*, soutenue par la Région Wallonne ainsi que la coopérative belge Cera. Il a pour objectif d'inciter chacun à accorder plus d'importance à la nature dans son quotidien en proposant des animations en lien direct avec elle. Ce projet, destiné aux écoles primaires, consiste à utiliser la nature comme terrain d'apprentissage au travers d'animations et d'activités pédagogiques variées, en extérieur. Le programme comporte 10 animations interactives de 3 heures en nature (1 sortie par mois de septembre à juin) avec les élèves. Il prévoit aussi 3 concertations entre l'animateur et l'enseignant afin d'adapter le contenu des animations avec la matière vue en classe, et d'obtenir leur retour sur les animations précédentes. Il inclut aussi un accompagnement et des ressources pour les enseignants, tout au long de l'année. Pour mener à bien ce projet, une participation active de ces derniers est attendue.

Plus précisément, *Osons l'Ecole du Dehors* vise à reconnecter les enfants au monde naturel en les encourageant à toucher, sentir, voir, écouter et expérimenter de nouvelles sensations au contact de la nature. Ce dessein est la conséquence d'un constat fait par

l'ASBL : les enfants manquent de contact avec la nature, passent moins de temps dehors, y compris dans le cadre scolaire. En prenant le contrepied, *Osons l'Ecole du Dehors* veut améliorer le bien-être des élèves et leurs habilités physiques (psychomotricité, endurance, ...), mentales (développement des capacités créatives et attentionnelles, réduction de l'anxiété et de l'hyperactivité, ...) et sociales (gestion et expression des besoins, des émotions et développement de facultés de coopération). Pour ce faire, l'association travaille lors de chaque sortie sur le développement de la psychomotricité globale et fine, de l'approche sensorielle, du langage verbal et non verbal, du langage écrit, sur le développement socio-affectif, corporel et intellectuel (La Leçon Verte ASBL, s.d.).

L'année scolaire 2023-2024, le projet se concentrait sur la classification du vivant et aborde ainsi les arbres, les insectes, les oiseaux, etc. Les animations en extérieur commencent par une introduction au thème du jour et par une activité ludique pour (re)découvrir une famille du vivant. Ensuite, les matières plus classiques (mathématiques, français, sciences...) sont intégrées dans l'animation par l'enseignant, toujours en lien avec le thème du jour. Ainsi, les enfants doivent, par exemple, résoudre des problèmes de mathématiques liés au thème, réaliser des productions écrites sur le sujet, ou encore observer et explorer la nature environnante pour concrétiser leurs acquis sur le terrain.

A titre d'illustration du projet *Osons l'Ecole du Dehors*, nous décrivons ici une animation observée par deux mémorants, fin mai 2024. L'entièreté de l'activité s'est déroulée en nature. Le thème abordé était la classification des invertébrés. L'animation a commencé par une introduction au thème des invertébrés par l'animatrice. Celle-ci a ensuite évalué les connaissances des enfants sur les invertébrés sous formes d'échanges interactifs, puis de jeu de reconnaissance à l'aveugle. Elle s'est assurée de compléter les informations fournies par les élèves, voire de les rectifier quand cela s'avérait nécessaire. Dans un deuxième temps, les enfants ont été invités à collecter des invertébrés vivants des différentes familles discutées auparavant, en prenant soin de ne pas les blesser et de respecter la nature environnante. Chaque enfant a ainsi pu dessiner en détails l'animal trouvé en l'observant attentivement (voir photo en annexe 6). Après la pause, c'est l'enseignante qui a pris la direction de l'animation. Afin de lier le programme scolaire au contenu de l'animation, elle a proposé des exercices de

mathématiques et de français en lien avec les invertébrés. L'animation s'est terminée par une conclusion de l'animatrice du projet et les élèves sont retournés en classe.

### Design for Change

Le projet (ou plutôt le mouvement) *Design for Change*, proposé par l'ASBL *Learn to Be*, a été fondé en Inde par Kiran Bir Sethi, une graphiste indienne qui y a ouvert son école. L'objectif principal de ce projet vise le développement des compétences émotionnelles de l'enfant pour soutenir ses apprentissages scolaires. Ce projet est soutenu par la Wallonie et la Fédération Wallonie-Bruxelles est principalement financée par Pierre Moorkens (*Learn to Be, s.d.*), un entrepreneur spécialisé dans les neurosciences, qui souhaite se mettre au service de la société et des entreprises (*Moorkens, s.d.*). L'inscription au projet est gratuite mais demande de répondre à un appel d'offre.

Le programme *Design for Change* vise à rendre les enfants du primaire acteurs du changement, en favorisant une approche multidisciplinaire centrée sur l'humain. Les enfants sont activement impliqués dans un projet qui mobilise leur motivation et leur cohésion. Ce dernier doit être en lien avec l'un des 17 objectifs du Développement Durable des Nations Unies (*United Nations, 2015*).

La mise en place du projet est divisée en quatre étapes : Ressentir, Imaginer, Agir et Partager. L'étape « Ressentir » consiste à explorer l'environnement afin d'identifier un problème. Cette étape peut d'abord être réfléchi de manière individuelle pour ensuite être débattue lors d'une séance collective réunissant tous les élèves et leur professeur. Une fois cette démarche terminée, les élèves sont amenés à enquêter sur le problème choisi et à réaliser un résumé de ce qu'ils ont appris. Afin de mener l'enquête, les élèves sont invités à lister des lieux à visiter et des personnes à interroger mais aussi à préparer des questionnaires et à prendre des rendez-vous. Cette première étape permet aux élèves de comprendre un problème en profondeur du point de vue des personnes concernées.

L'étape « Imaginer » consiste à faire émerger le plus d'idées possibles et à imaginer une solution à leur situation-problème. Pour cela, les élèves définissent des critères de choix et sélectionnent une idée pertinente et réalisable. L'enseignant propose un

brainstorming où toutes les idées sont les bienvenues. Cette étape met l'emphase sur l'importance d'éviter tout jugement et de laisser libre cours à la réflexion.

L'étape « Agir » consiste à tester les hypothèses discutées précédemment, à préparer le passage à l'action et à se mettre à l'œuvre. Lors de cette étape, les enfants vont confronter leurs attentes et leurs connaissances à la réalité. Une fois qu'une idée de solution a été choisie, les élèves vont réfléchir à comment cette idée pourra prendre forme. Ils vont donc mettre en place un prototype qui va servir de base aux échanges et à la communication sur le projet. Celui-ci peut se concrétiser par un dessin, une maquette, une présentation, etc. Bien que le passage à l'action des élèves soit fortement encouragé par le dispositif, la qualité de la réalisation finale n'est pas l'objectif premier de la démarche. En effet, le projet *Design for Change* vise prioritairement l'engagement des élèves ainsi que la possibilité de pouvoir exprimer ses émotions et sa créativité.

La dernière étape « Partager » consiste à analyser les résultats, à réfléchir à l'expérience vécue, à réaliser une restitution du projet et à organiser ou à participer à un évènement de restitution. Pour cette étape il est donc important de documenter le projet tout le long de son déroulement. Les élèves sont aussi invités à célébrer leur succès et à partager leur histoire.

Le dispositif repose nécessairement sur les quatre étapes développées ci-dessus mais peut être modulé en fonction du temps que l'enseignant souhaite investir dans le projet. Les enseignants sont invités à suivre un cours avant la mise en place du projet et à assister à des séances de suivi et d'échanges entre pairs en cours d'année. Les enseignants ayant suivi le cours d'initiation reçoivent également une boîte à outils afin de les aider à mettre en place chacune des étapes du projet dans leurs classes. Cette dernière est composée de plusieurs fiches. Elles comprennent notamment une aide à la mise en place des quatre étapes, des informations sur le droit à l'image ou une mise en contexte théorique de la démarche proposée. Des formateurs du projet *Design for Change* sont également à la disposition des enseignants pour un suivi plus personnalisé. Les thèmes abordés par chaque classe dans le cadre du projet sont : la consommation (et production) responsable, le bien-être animal, la Terre, la pollution et la création d'une « tiny forest », la mise en place d'une radio verte à l'école.

### 3.4 Procédure de passation

Avant de procéder aux passations, nous avons transmis aux enseignants une lettre (voir annexe 7) expliquant les objectifs de notre recherche ainsi que le déroulement et les conditions de passation du questionnaire.

La passation s'est déroulée en classe, en présence d'au moins un mémorant. La plupart des questionnaires ont été soumis en version papier. Pour les élèves à besoins spécifiques, le questionnaire a été complété sur tablette. Le même questionnaire *élève* a été utilisé pour les deux temps de mesure, sans aucune modification ni inversion d'items. En ce qui concerne le questionnaire *enseignant*, il a été rempli une seule fois lors du post-test.

La page introductive du questionnaire détaille l'objectif de la recherche dans des termes accessibles aux élèves, à savoir que l'étude cherche à découvrir ce que les élèves pensent de la nature. Elle a été lue à l'ensemble des classes. Son but était de marquer le caractère confidentiel, anonyme, libre et personnel des réponses des élèves, ainsi que de leur permettre de donner leur accord ou non à participer. Il y était également indiqué que l'élève pouvait arrêter la complétion du questionnaire à tout moment. Afin de préserver l'anonymat, un code unique était attribué à chaque élève. Avant d'entamer le questionnaire un point de vocabulaire indiquait aux élèves quelle signification était donné au mot « environnement ». Il a également été demandé aux élèves de ne pas communiquer entre eux durant la passation. De plus amples informations se trouvent dans le guide de passation (voir annexe 8). Celui-ci est inspiré de Farnada (2023).

Selon le niveau des classes, le mémorant lisait les questions au fur et à mesure, afin de progresser ensemble dans la complétion du questionnaire et de s'assurer de la bonne compréhension des élèves. Cela était particulièrement utile pour les élèves de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> primaires. Le rôle des mémorants était aussi d'éclairer les élèves en cas de questions. Selon les classes, les instituteurs étaient présents ou non mais ne pouvaient intervenir que pour appeler au calme, pas vis-à-vis du questionnaire. La passation a en moyenne duré une période de cours, soit environ 50 minutes. Ensuite, les mémorants se chargeaient de récupérer les questionnaires en évitant que les professeurs ne puissent

lire leur contenu et remerciaient les élèves et leur instituteur pour leur collaboration. Lors du post-test, les conditions de passation sont restées les mêmes.

### 3.5 Construction des questionnaires et outils de mesure

#### 3.5.1 Collaboration entre mémorants

La construction des questionnaires est le fruit d'une collaboration impliquant six mémorants, le promoteur, le *Réseau IDée* ainsi que les trois ASBL participantes (*Good Planet*, *La Leçon Verte* et *Learn to Be*). Un travail de plusieurs mois, avec de multiples concertations, a permis la validation des questionnaires par l'ensemble des collaborateurs. Les révisions nous ont permis d'ajuster nos items aux contenus abordés par les associations, aux questions de recherche des mémorants, mais aussi de les adapter au mieux à notre échantillon cible, par exemple pour la formulation ou la longueur des items. Avant d'être totalement finalisé, nous avons testé le questionnaire auprès de quelques enfants, aussi d'âge primaire mais n'étant pas repris dans notre échantillon final, pour nous assurer qu'il était compréhensible et réalisable en 50 minutes. En outre, nous avons aussi fait attention à ce que les items du questionnaire présentant une négation soient essentiellement écrits de façon affirmative en étant codé inverse (*reverse coded*) afin de ne pas influencer les élèves. De plus, nous avons porté une attention particulière au nombre d'items de chaque échelle, lorsque cela était possible étant donné que la mesure de la cohérence interne (alpha de Cronbach) est sensible pour les variables mesurant moins de dix items (Pallant, 2016).

#### QUESTIONNAIRE ÉLÈVE

Les échelles détaillées sont majoritairement des adaptations et/ou des traductions d'outils issus de la littérature scientifique. Mis à part pour la partie concernant plus spécifiquement ce mémoire, à savoir les connaissances de système, les références sont précisées à titre indicatif mais ne sont pas exhaustives. Pour de plus amples informations sur ces outils, le lecteur peut se référer aux travaux des autres mémorants.

L'ensemble du questionnaire est constitué d'échelles mesurant différentes variables dont 10 questions sur les connaissances de système relatives à la biodiversité (Choe et al., 2020 ; Ericson et al., 2022 ; Hashimoto-Martell et al., 2012) et 10 questions sur les

connaissances de système relatives à l'eau (Fremerey & Bogner, 2014 ; Roczen et al., 2014 ; Spinola, 2015). Le détail de ces échelles est développé plus loin.

Une autre échelle mesure les comportements écologiques (14 items) tels que le soin pour les animaux ou les plantes, le transport pour aller à l'école, l'utilisation de l'eau ou la lumière, etc. Ces items reflètent trois dimensions des comportements pro-environnementaux : privés, sociaux et civiques. Cette échelle est inspirée et adaptée des travaux de différents auteurs (Davreux, 2023 ; Kaiser et al., 2007 ; Larson et al., 2015 ; Mateer et al., 2022). L'échelle des comportements écologiques comporte 14 items, dont deux inversés. Chaque item dispose de cinq options de réponse en fonction de la fréquence d'occurrence, de « jamais » à « très souvent ».

Nous avons également utilisé un item adapté des travaux de Kleespies et al. (2021) pour mesurer la connexion à la nature. Parmi les réponses possibles, l'élève doit sélectionner une des cinq paires de cercles proposés en fonction du degré de superposition des cercles (de « pas du tout connecté » à « totalement connecté »). Pour terminer, le questionnaire contient un item permettant d'obtenir des informations sur le genre de l'élève (fille, garçon, autre).

### **3.5.2 Détail des échelles de connaissances**

Le questionnaire dispose de deux séries de 10 questions relatives aux connaissances de système, l'une aborde la biodiversité, l'autre l'eau. Des options de réponse sont données sous forme d'un questionnaire à choix multiples (QCM), dichotomique ou multichotomique (3 ou 4 options de réponse). Chaque question comporte une seule réponse correcte. Toutefois, le répondant a la possibilité de cocher la case « je ne sais pas ». Cette alternative permet de diminuer le risque de répondre au hasard. La forme de QCM, outre le fait qu'elle se prête bien aux connaissances, est motivé, d'un côté par la réduction de la part de l'erreur dans la cotation des items, d'un autre côté par le temps court de la passation (une heure de cours).

Nous avons fait le choix de poser des questions sur des connaissances objectives. Celles-ci sont le reflet des connaissances réelles d'un individu, contrairement aux connaissances subjectives qui font références aux croyances qu'a un individu de ses propres connaissances (Carlson et al., 2009). Les questions sur la biodiversité sont principalement des productions personnelles (dont la production des leurres), parfois

inspirées de Choe et al. (2019), de Ericson et al. (2022) ainsi que de Hashimoto-Martell et al. (2012). Le tableau 2 présente les 10 items de cette échelle.

**Tableau 2** : Dix items de connaissances de système (SYS) sur la biodiversité

Nom	Amorce → Réponse (X) et leurres (□)
SYS1	<p>Selon toi, la biodiversité c'est avoir ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Beaucoup de champs en agriculture biologique.</li> <li><input type="checkbox"/> Une alimentation variée.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Beaucoup d'espèces animales et végétales différentes dans un milieu.</li> <li><input type="checkbox"/> Beaucoup de magasins de fruits et légumes près de chez soi.</li> </ul>
SYS2	<p>Dans cette chaîne alimentaire, si on élimine la population des musaraignes, on pourra observer...</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR     A[Herbe] -- Est mangé par --&gt; B[Criquet]     B -- Est mangé par --&gt; C[<del>Musaraigne</del>]     C -- Est mangé par --&gt; D[Chat sauvage]             </pre> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Moins de criquets et plus d'herbe.</li> <li><input type="checkbox"/> Plus de criquets et plus d'herbe.</li> <li><input type="checkbox"/> Moins de criquets et plus de chats sauvages.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Plus de criquets et moins de chats sauvages.</li> </ul>
SYS3	<p>Un insecte pollinisateur est un insecte qui...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pond des œufs dans le pollen.</li> <li><input type="checkbox"/> Mange le pollen des fleurs.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Transporte le pollen d'une fleur à l'autre.</li> <li><input type="checkbox"/> Détruit le pollen.</li> </ul>
SYS4	<p>Le nectar des fleurs est important car ce nectar...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Nourrit de nombreux insectes.</li> <li><input type="checkbox"/> Repousse les pucerons.</li> <li><input type="checkbox"/> Fait grandir plus vite la plante.</li> </ul>
SYS5	<p>Il est utile pour la nature que des gens amènent des plantes et des animaux qui viennent d'autres continents en Belgique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vrai.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Faux.</li> </ul>
SYS6	<p>Une plante mellifère est importante car elle produit beaucoup...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> De miel.</li> <li><input type="checkbox"/> De fruits.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> De nectar.</li> <li><input type="checkbox"/> De fleurs.</li> </ul>
SYS7	<p>Les zones humides sont importantes car...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ce sont des sources d'eau potable.</li> <li><input type="checkbox"/> Ce sont des lacs sur lesquels les grands bateaux peuvent naviguer.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Ce sont des points d'eau qui abritent beaucoup d'êtres vivants.</li> <li><input type="checkbox"/> Ce sont des barrages qui permettent la production d'électricité.</li> </ul>

SYS8	Lorsqu'on retrouve beaucoup de petites bêtes différentes (larves, crustacés, mollusques) dans une mare, cela signifie que ... <input type="checkbox"/> Les prédateurs sont absents de la mare. <input checked="" type="checkbox"/> La qualité de l'eau de la mare est bonne. <input type="checkbox"/> La température de l'eau est agréable pour se baigner. <input type="checkbox"/> L'eau de la mare est polluée.
SYS9	Une espèce invasive est une espèce qui... <input type="checkbox"/> S'enfonce dans la terre pour s'abriter. <input type="checkbox"/> Part et qui revient en fonction des saisons. <input checked="" type="checkbox"/> Prend la place d'autres espèces. <input type="checkbox"/> Vit en groupe.
SYS10	L'insecte qui transporte le plus de pollen de fleur en fleur est... <input type="checkbox"/> Le papillon. <input checked="" type="checkbox"/> L'abeille. <input type="checkbox"/> La guêpe. <input type="checkbox"/> Le bourdon.

Les questions relatives à l'eau sont aussi globalement des productions personnelles, certains légèrement adaptées ou inspirées de Fremerey et Bogner (2014), de Roczen et al. (2014) et/ou de Spinola (2015). Le tableau 3 présente les 10 items sur l'eau.

**Tableau 3** : Dix items de connaissances de système (SYS) sur l'eau

<b>Nom</b>	<b>Amorce</b> <b>→ Réponse (X) et leurres (□)</b>
SYS1	A Bruxelles et en Wallonie, l'eau du robinet vient en grande partie... <input type="checkbox"/> De la mer. <input type="checkbox"/> Des rivières. <input type="checkbox"/> De l'eau de pluie. <input checked="" type="checkbox"/> Des nappes d'eau souterraine.
SYS2	L'eau des égouts va jusqu'à... <input type="checkbox"/> Une rivière, un fleuve ou la mer. <input type="checkbox"/> Un bassin pour mélanger l'eau des égouts à de l'eau claire. <input checked="" type="checkbox"/> Une usine pour nettoyer l'eau avant de la rejeter dans un cours d'eau. <input type="checkbox"/> Une usine pour rendre l'eau pure avant de la mettre en bouteille.
SYS3	La substance qui ne doit pas se trouver en trop grande quantité dans l'eau potable est... <input type="checkbox"/> Le fer. <input type="checkbox"/> Le magnésium. <input checked="" type="checkbox"/> Le nitrate. <input type="checkbox"/> Le calcium.
SYS4	Chaque fois que je tire la chasse, j'utilise environ... <input type="checkbox"/> 3 litres d'eau. <input checked="" type="checkbox"/> 10 litres d'eau. <input type="checkbox"/> 25 litres d'eau. <input type="checkbox"/> 40 litres d'eau.

SYS5	A la maison, ma famille et moi utilisons le plus d'eau pour... <input type="checkbox"/> Laver les vêtements. <input checked="" type="checkbox"/> Se laver et se brosser les dents. <input type="checkbox"/> Cuisiner. <input type="checkbox"/> Faire la vaisselle.
SYS6	Une eau claire et transparente n'est pas polluée par des produits dangereux. <input type="checkbox"/> Vrai. <input checked="" type="checkbox"/> Faux.
SYS7	Sur la Terre, il y a peu d'eau douce (non salée) pour tous les êtres vivants qui y vivent. <input checked="" type="checkbox"/> Vrai. <input type="checkbox"/> Faux.
SYS8	Pour être en bonne santé, un être humain doit boire environ... <input type="checkbox"/> Un verre d'eau par jour. <input type="checkbox"/> 0,5 litre d'eau par jour. <input checked="" type="checkbox"/> 1,5 litre d'eau par jour. <input type="checkbox"/> 3 litres d'eau par jour.
SYS9	Un Belge utilise en moyenne (pour sa lessive, sa vaisselle, se laver, aller aux toilettes, nettoyer sa maison, cuisiner et boire...) : <input type="checkbox"/> 20 litres d'eau par jour. <input type="checkbox"/> 50 litres d'eau par jour. <input checked="" type="checkbox"/> 120 litres d'eau par jour. <input type="checkbox"/> 260 litres d'eau par jour.
SYS10	Utiliser de l'eau potable n'est vraiment indispensable que pour ... <input type="checkbox"/> Laver les vêtements. <input type="checkbox"/> Arroser les plantes. <input checked="" type="checkbox"/> Cuisiner. <input type="checkbox"/> Se laver.

La production des questions sur la biodiversité et sur l'eau a été réalisée en tenant compte du socle de compétences en éveil scientifique (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2013). Ce socle donne des précisions sur la thématique de la biodiversité : les relations êtres vivants/milieu. En revanche, il ne donne aucune indication sur la consommation de l'eau au quotidien.

Cela étant, nos recherches nous ont également amené à développer d'autres outils qui n'ont pas été incorporés au questionnaire final. En effet, nous nous sommes inspirés de divers auteurs pour construire une échelle de la fréquence des expériences directs à la nature (voir annexe 9) ainsi que plusieurs questionnaires : connaissances liées à l'identification d'espèces animales et végétales (voir annexe 10), connaissances liées à l'action sur l'eau (voir annexe 11), connaissances liées à l'action sur la biodiversité (voir annexe 12) et connaissances d'efficacité sur l'eau et la biodiversité (voir annexe

13). Cette mise en relation entre les trois dimensions des connaissances environnementales nous a, entre autres, permis de mieux en appréhender les contours.

### **3.5.3 Méthodes d'analyse en fonction des échelles**

L'encodage des données a été réalisé avec Excel. Concernant les réponses sur les connaissances de système, nous avons encodé : 0 pour une réponse « je ne sais pas », pour une absence de réponse, pour une réponse erronée ou pour plusieurs réponses cochées ; 1 pour la réponse correcte.

L'analyse a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS v.29.0.1.0. Notre analyse utilise la somme des scores pour chaque échelle des connaissances, l'une sur l'eau, l'autre sur la biodiversité. Compte tenu que chacune de ces échelles comportent 10 items, un score de 10 est le maximum atteignable. A propos des comportements écologiques, la somme des scores des 14 items est de minimum 14 et de maximum 70. Concernant le score de l'item de la connexion avec la nature, le minimum est de 1 et le maximum, 5.

Notre traitement des données envisage :

- 1) *Une analyse descriptive des niveaux de connaissances en matière d'eau et de biodiversité.*
- 2) *Un T-test indépendant pour vérifier que les connaissances de système des élèves sont liées à leur genre.*
- 3) *Une régression multiple pour tester la prédiction des connaissances de système et de la connexion avec la nature sur l'évolution des comportements écologiques des élèves.*
- 4) *Une ANOVA à mesures répétées pour déterminer si l'intervention d'un projet à une influence sur l'acquisition de connaissances en matière d'eau ou de biodiversité.*

## 4. Analyses et résultats de la recherche

Toutes les sorties SPSS sont disponibles en annexes.

### Analyse de la question 1 : Quel est le niveau des connaissances de système des élèves ?

Les résultats des analyses factorielles exploratoires en composantes principales de l'échelle des connaissances de système relatives à la biodiversité indiquent que les indices Kaiser-Meyer-Olkin sont moyens à bons ( $KMO_{T_0} = 0.759$  ;  $KMO_{T_1} = 0.813$ ) et que le test de sphéricité de Bartlett est significatif ( $p < 0.001$ ) pour les deux temps de mesure. Ces conditions permettent l'application de l'analyse en composantes principales.

Le questionnaire relatif à la biodiversité ( $T_0$ ) serait bidimensionnel. En effet, l'analyse factorielle montre l'existence de deux composantes : la première avec 7 items, la seconde avec 3 items (voir tableau 4).

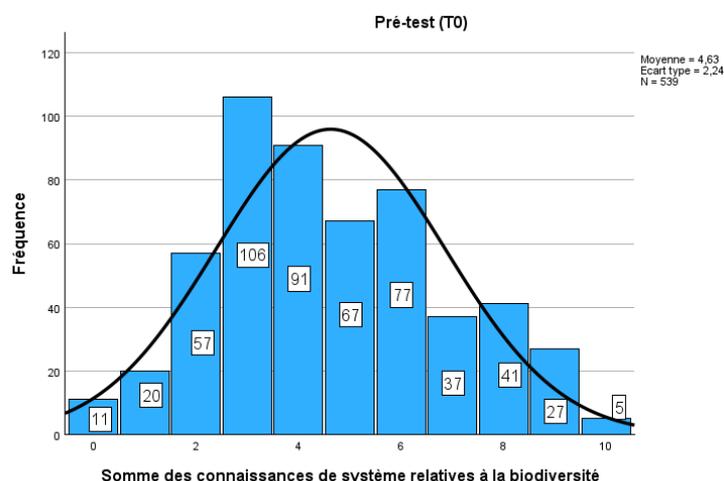
**Tableau 4** : Composantes des connaissances de système relatives à la biodiversité d'après l'analyse factorielle exploratoire au  $T_0$  (N = 539)

Questions	Composante 1	Composante 2	Objet de l'item
<b>Biodiversité</b>			
SYS7	0.630		Importance des zones humides
SYS9	0.624		Danger des espèces invasives
SYS1	0.603		Définition : Biodiversité
SYS3	0.581		Rôle du pollinisateur
SYS8	0.500		Identification de la qualité de l'eau
SYS2	0.477		Fonctionnement chaîne alimentaire
SYS5	0.457		Non-utilité des espèces exotiques
SYS10		-0.712	Identification du pollinisateur le plus important
SYS4		0.710	Rôle du nectar
SYS6		0.339	Utilité plantes mellifères

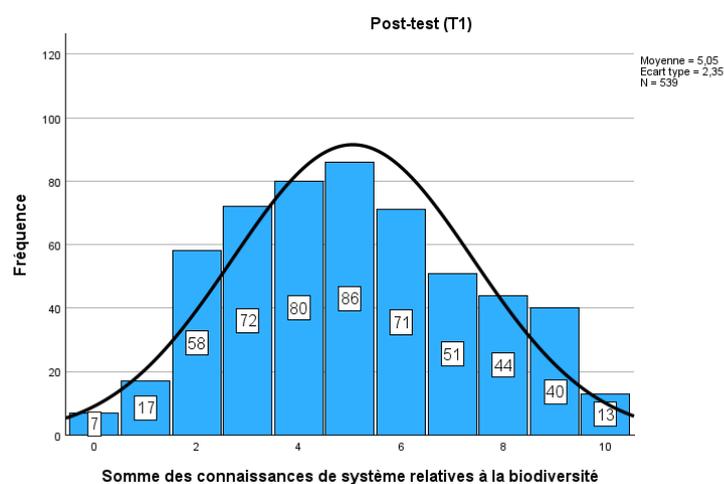
L'analyse factorielle du post-test indique des résultats similaires, à l'exception de la présence d'une troisième composante principalement constituée des items de la deuxième composante. D'un point de vue qualitatif, les 7 items de la première composante semblent former un ensemble cohérent dans les deux temps de mesure.

Concernant la distribution des données, les histogrammes des connaissances de système relatives à la biodiversité suggèrent visuellement une répartition normale des

données autour de la moyenne pour les deux temps de mesure (voir figures 1 et 2). D'ailleurs, les mesures d'asymétrie et d'aplatissement montrent également une répartition normale des données autour de la moyenne pour les deux temps de mesure (voir tableau 5).



**Fig. 1** : Histogrammes des connaissances de système relatives à la biodiversité au pré-test (N = 539)

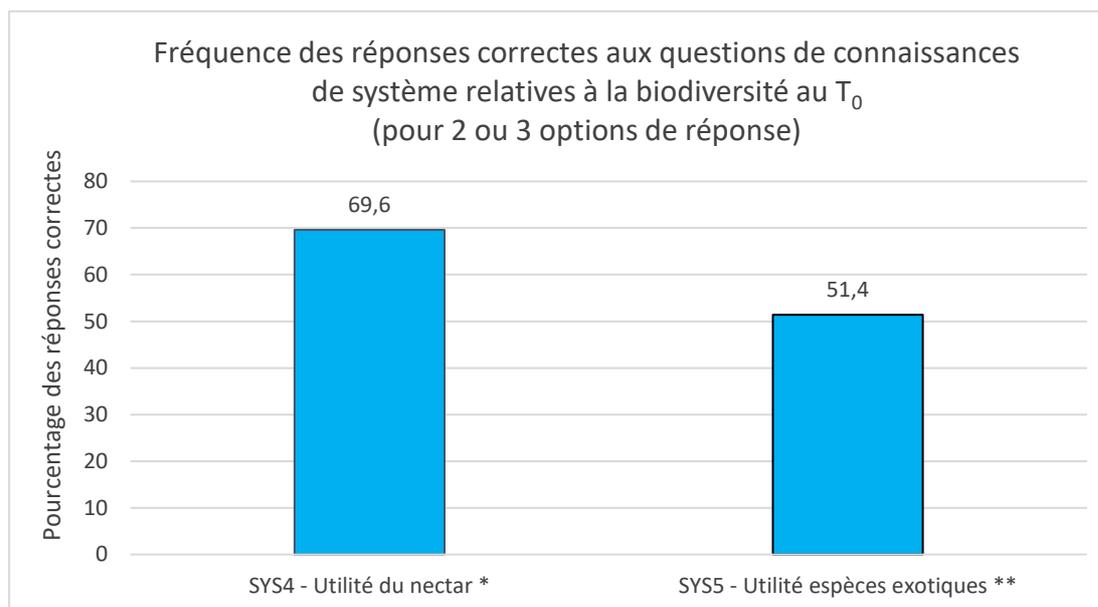


**Fig. 2** : Histogrammes des connaissances de système relatives à la biodiversité au post-test (N = 539)

Dans notre échantillon, le niveau initial moyen des connaissances de système relatives à la biodiversité est légèrement inférieur à la moitié du score maximal ( $M_{T0} = 4.6/10$ ). De ce fait, nous pensons que les résultats sont faibles. En outre, la médiane du pré-test est de 4. Cela signifie que 50 % des élèves ont obtenu un score inférieur ou égal à 4/10 alors que 50 % des autres élèves ont atteint un score supérieur ou égal à 4/10. Lors du post-test, la médiane est de 5/10.

**Tableau 5** : Analyses descriptives des connaissances de système relatives à la biodiversité aux deux temps de mesure (N = 539)

QCM biodiversité	N	M	SD	Asymétrie	Aplatissement	Médiane	Max	Min
Connaissances de système au T <sub>0</sub>	539	4.63	2.24	0.29	-0.57	4	0	10
Connaissances de système au T <sub>1</sub>	539	5.05	2.35	0.17	-0.73	5	0	10



\* question multichotomique (3 options de réponse)

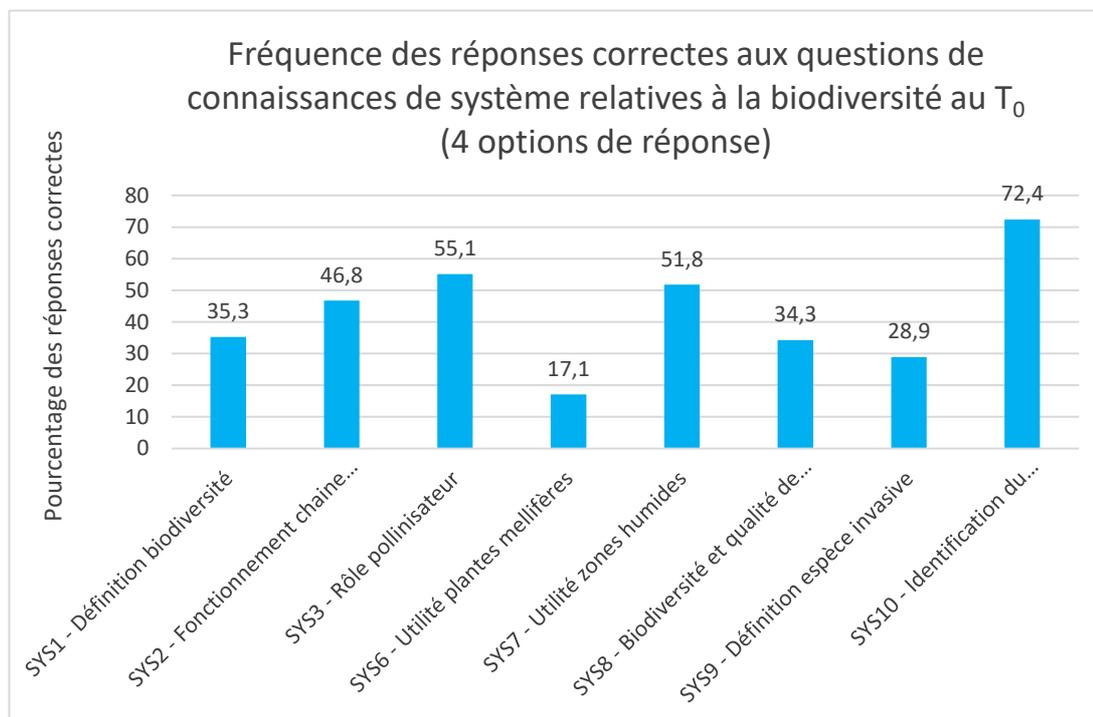
\*\* question dichotomique

**Fig. 3** : Graphique en bâtons de la fréquence des réponses correctes aux questions de connaissances de système relatives à la biodiversité au T<sub>0</sub> (N = 539)

Nous pouvons également examiner la fréquence des réponses correctes aux questions de connaissances de système relatives à la biodiversité tout en tenant compte du nombre d'options de réponse proposées. Cela permet d'avoir un éclairage sur les questions les mieux ou les moins bien maîtrisées par les élèves.

La figure 3 permet de comparer le taux de réussite de l'unique question multichotomique à trois options de réponses avec la seule question dichotomique. Bien que comportant trois options de réponse, l'item SYS4 portant sur l'utilité du nectar a été correctement répondu par environ 70% des élèves. A l'opposé, la question dichotomique SYS5 traitant du risque d'amener des espèces exotiques dans notre pays semble ne pas être une connaissance maîtrisée par les élèves. En effet, avec un peu

plus de 51% de réponses correctes pour 2 options de réponse, nous pourrions penser que ce résultat est le fruit du hasard.



**Fig. 4** : Graphique en bâtons de la fréquence des réponses correctes aux questions de connaissances de système relatives à la biodiversité au T<sub>0</sub> (N = 539)

La figure 4 met en avant les résultats obtenus pour les questions multichotomiques à quatre options de réponse. L'item SYS10 sur l'identification du pollinisateur le plus important obtient près de trois quart de bonnes réponses. Il semble que cela soit le sujet le mieux maîtrisé par les élèves. Néanmoins, seul deux autres items ont un taux de réponses correctes supérieur à 50% : SYS3 sur le rôle de l'insecte pollinisateur dans la nature et SYS7 sur l'utilité des zones humides dans l'environnement. En revanche, plusieurs items ont des taux de réponses correctes très faibles. C'est le cas de l'item SYS6 sur l'utilité des plantes mellifères ou de l'item SYS9 qui porte sur le sens que revêt le terme « espèce invasive ».

Le tableau 6 donne davantage de précisions sur l'ensemble du questionnaire relatif à la biodiversité. Nous observons en rouge les questions dont les taux de réponses correctes peuvent être considérés comme très faibles. Dans l'ensemble, les sujets les moins bien maîtrisés portent sur la définition de la biodiversité, sur le risque lié aux espèces exotiques, sur l'utilité des plantes mellifères, sur l'identification d'une bonne qualité de l'eau et sur l'impact des espèces invasives.

**Tableau 6** : Fréquence des réponses aux questions de connaissances de système relatives à la biodiversité au T<sub>0</sub>.

Questions biodiversité	Nombre d'options de réponse	N	Bonne réponse	%	Mauvaise réponse ou pas de réponse	%
<b>SYS1</b>	4	539	190	<b>35.6</b>	349	64.7
SYS2	4	539	252	46.8	287	53.2
SYS3	4	539	297	55.1	242	44.9
SYS4	<b>3</b>	539	375	69.6	164	30.4
<b>SYS5</b>	<b>2</b>	539	277	<b>51.4</b>	262	48.6
<b>SYS6</b>	4	539	92	<b>17.1</b>	447	82.9
SYS7	4	539	279	51.8	260	48.2
<b>SYS8</b>	4	539	185	<b>34.3</b>	354	65.7
<b>SYS9</b>	4	539	156	<b>28.9</b>	383	71.1
SYS10	4	539	390	72.4	149	27.6

Concernant les échelles de connaissances de système relatives à l'eau, les résultats des analyses factorielles exploratoires en composantes principales montrent des indices Kaiser-Meyer-Olkin pauvres ( $KMO_{T_0} = 0.612$  ;  $KMO_{T_1} = 0.657$ ) alors que le test de sphéricité de Bartlett est significatif ( $p < 0.001$ ) pour les deux temps de mesure. Ces conditions permettent néanmoins l'application de l'analyse en composantes principales.

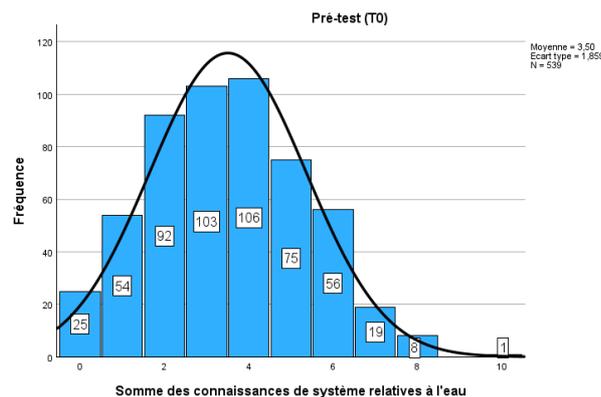
**Tableau 7** : Composantes des connaissances de système relatives à l'eau d'après l'analyse factorielle exploratoire au T<sub>1</sub> (N = 539)

Questions Eau	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Objet de l'item
SYS1	0.582	0.310		Provenance de l'eau du robinet (circuit)
SYS2	0.505		-0.484	Assainissement (circuit)
SYS4	0.496		-0.415	Utilisation de l'eau (quantité)
SYS7	0.455	-0.416	0.310	Proportion d'eau douce (perception)
SYS6	0.353			Polluant de l'eau (perception/santé)
SYS8	0.379	-0.515		Consommation quotidienne (santé)
SYS9	0.452	-0.460		Utilisation de l'eau (quantité)
SYS3	0.380	0.416		Polluant de l'eau potable (santé)
SYS10	0.330	0.360		Utilisation de l'eau (santé)
SYS5			0.698	Utilisation de l'eau (secteur)

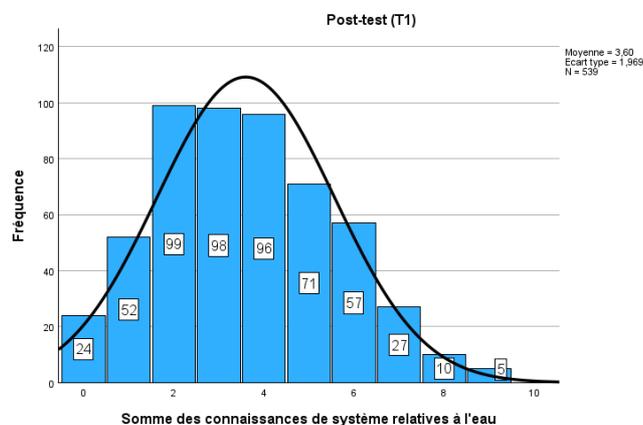
Le questionnaire relatif à l'eau serait composé de 3 composantes comme illustré dans le tableau 7. Pourtant, les résultats de cette analyse ne permettent pas de placer chaque item dans une composante distincte. En effet, la plupart des items pourraient correspondre à plusieurs composantes. Cela étant, notre analyse qualitative suggère

plusieurs rubriques dans cette thématique de l'eau : le circuit de l'eau anthropique, notre perception de l'eau dans l'environnement, la consommation d'eau à la maison ou l'eau et la santé.

Les histogrammes des connaissances de système relatives à l'eau semblent montrer une répartition normale des données. Néanmoins, cette distribution semble être légèrement plus positive que celle des connaissances de système relatives à la biodiversité (voir figures 5 et 6). Cela étant, les mesures d'asymétrie et d'aplatissement montrent qu'il s'agit d'une répartition normale des données autour de la moyenne pour les deux temps de mesure (voir tableau 8). En outre, ce tableau montre une médiane à 3/10 pour les deux temps de mesure ainsi qu'un niveau initial moyen des connaissances de système relatives à l'eau relativement inférieur à la moitié du score maximal ( $M_{T0} = 3.5/10$ ). Les scores obtenus aux questions relatives à l'eau sont donc plus faibles que ceux obtenus pour la biodiversité.



**Fig. 5** : Histogrammes des connaissances de système relatives à l'eau au pré-test (N = 539)

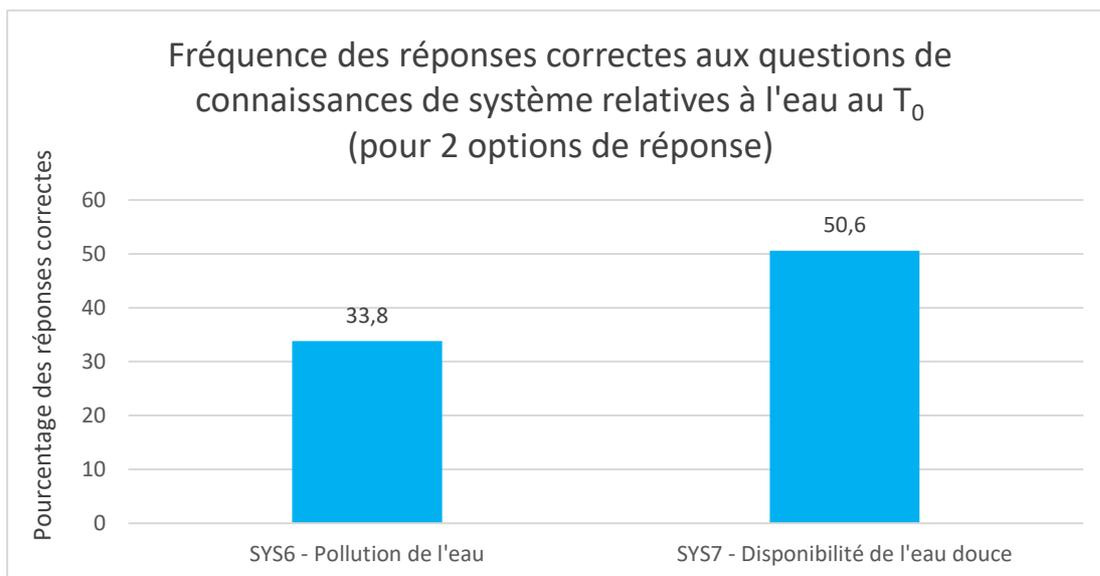


**Fig. 6** : Histogrammes des connaissances de système relatives à l'eau au post-test (N = 539)

**Tableau 8** : Analyses descriptives des connaissances de système relatives à l'eau aux deux temps de mesure (N = 539)

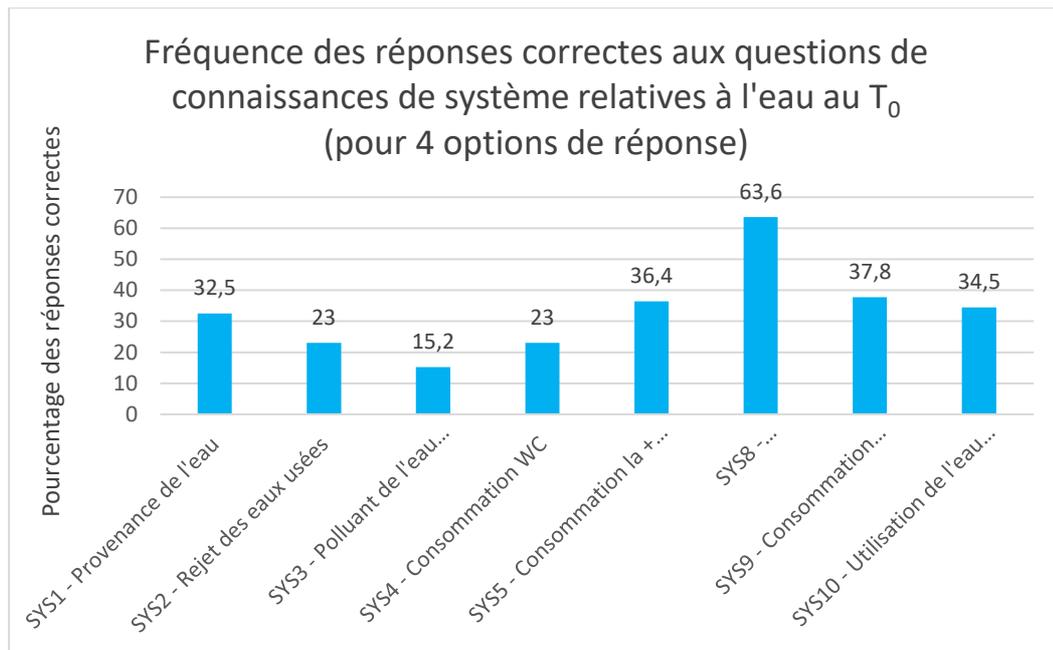
QCM eau	N	M	SD	Asymétrie	Aplatissement	Médiane	Max	Min
Connaissances de système au T <sub>0</sub>	539	3.50	1.86	0.20	-0.37	3	0	10
Connaissances de système au T <sub>1</sub>	539	3.60	1.97	0.30	-0.41	3	0	9

Afin d'avoir un éclairage sur les questions les mieux ou les moins bien maîtrisées, nous pouvons examiner la fréquence des réponses correctes aux questions de connaissances de système relatives à l'eau tout en tenant compte du nombre d'options de réponse proposées.



**Fig. 7** : Graphique en bâtons de la fréquence des réponses correctes aux questions dichotomiques de connaissances de système relatives à l'eau au T<sub>0</sub> (N = 539)

La figure 7 montre des résultats faibles pour les deux questions dichotomiques. L'item SYS6 est le moins bien réalisé. La question posée demande de se positionner sur le fait qu'une eau claire et transparente n'est pas polluée par des produits dangereux. Pourtant, près de deux tiers des élèves pensent que la clarté et la transparence de l'eau indique qu'elle n'est pas polluée. Concernant l'item SYS7 traitant de la disponibilité de l'eau douce à la surface de la terre, seul un élève sur deux a répondu correctement.



**Fig. 8 :** Graphique en bâtons de la fréquence des réponses correctes aux questions multichotomiques de connaissances de système relatives à l'eau au T<sub>0</sub> (N = 539)

Après observation des taux de réussite aux questions multichotomiques à quatre options de réponse de la figure 8, nous constatons des résultats faibles à mitigés pour l'ensemble des items à l'exception de la question SYS8. Celle-ci traite de la consommation journalière d'eau nécessaire à une bonne hydratation. Près de deux tiers des élèves y ont bien répondu. Néanmoins, tous les autres items montrent des résultats qui interpellent, en particulier la question SYS3 demandant d'identifier un polluant de l'eau. Le tableau 9 donne davantage d'informations sur les taux de réussite de chaque question de connaissances de système relatives à l'eau.

**Tableau 9 :** Fréquence des réponses aux questions de connaissances de système relatives à l'eau au T<sub>0</sub>

Questions eau	Nombre d'options de réponse	N	Bonne réponse	%	Mauvaise réponse ou pas de réponse	%
<b>SYS1</b>	4	539	175	<b>32.5</b>	364	67.5
<b>SYS2</b>	4	539	124	<b>23.0</b>	415	77.0
<b>SYS3</b>	4	539	82	<b>15.2</b>	457	84.8
<b>SYS4</b>	4	539	124	<b>23.0</b>	415	77.0
<b>SYS5</b>	4	539	196	<b>36.4</b>	343	63.6
<b>SYS6</b>	2	539	182	<b>33.8</b>	357	66.2
<b>SYS7</b>	2	539	273	<b>50.6</b>	266	49.4
SYS8	4	539	343	63.6	196	36.4
<b>SYS9</b>	4	539	204	<b>37.8</b>	335	62.2
<b>SYS10</b>	4	539	186	<b>34.5</b>	353	65.5

Dans l'ensemble, les niveaux de connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau semblent faibles pour les élèves belges francophones. Toutefois, comme il y a des classes de différentes années, il convient de réaliser une analyse multivariée afin de vérifier si les scores de connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau des élèves sont liés à leur niveau d'étude. Pour réaliser cette analyse, nous avons intégré les 15 élèves de 3<sup>e</sup> primaire au groupe des élèves de 4<sup>e</sup> primaire de l'échantillon.

Le tableau 10 suggère que plus le niveau de classe augmente, plus la moyenne des scores aux connaissances de système est élevée, que cela soit pour les connaissances de système relatives à la biodiversité ou à l'eau. Cependant, une analyse inférentielle est nécessaire pour déterminer si ces différences sont significatives.

**Tableau 10** : Analyses descriptives des connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau en fonction du niveau de classe des élèves (N = 539)

		Niveau de classe	N	M	SD
Scores aux connaissances de système relatives à la <b>biodiversité</b>		P4	94	3.93	2.04
		P5	219	4.64	2.29
		P6	226	4.90	2.22
		<b>TOTAL</b>	<b>539</b>	<b>4.63</b>	<b>2.24</b>
Scores aux connaissances de système relatives à <b>l'eau</b>		P4	94	3.23	1.87
		P5	219	3.43	1.72
		P6	226	3.69	1.97
		<b>TOTAL</b>	<b>539</b>	<b>3.50</b>	<b>1.86</b>

Les résultats montrent qu'il existe une différence significative entre les groupes concernant les scores aux connaissances de système. Le test des effets intersujets donne des précisions. Il y a un lien significatif entre le niveau de classe et les connaissances de système relatives à la biodiversité ( $F_{(2,536)}=6.455$ ,  $p<0.01$ ,  $\eta^2=0.024$ ) mais aucun lien significatif entre le niveau de classe et les connaissances de système relatives à l'eau ( $F_{(2,536)}=2.239$ ,  $p=0.108$ ).

**Tableau 11** : Différences significatives entre groupes issues du test post hoc de Tukey (N = 539)

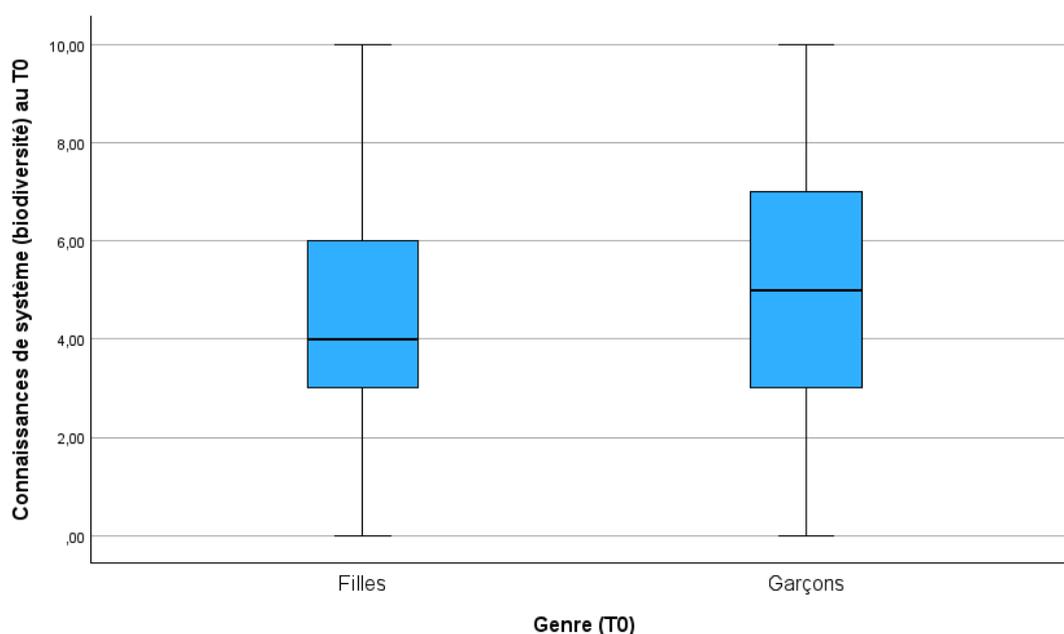
Groupe (I)	Groupe (J)	Différence de moyenne (I - J)	Erreur standard	Sig.
4 <sup>e</sup> primaire	5 <sup>e</sup> primaire	-0.714	0.27	0.025
4 <sup>e</sup> primaire	6 <sup>e</sup> primaire	-0.977	0.27	0.001

Le tableau 11 du test post hoc de Tukey suggère plusieurs différences significatives entre les groupes pour les connaissances de système relatives à la biodiversité. Les élèves de 5<sup>e</sup> primaire (N=219 ; M=4.64) et ceux de 6<sup>e</sup> primaire (N=226 ; M=4.90) ont significativement plus de connaissances de système relatives à la biodiversité que les élèves de 4<sup>e</sup> primaire (N=94 ; M=3.93).

En conclusion, les données récoltées sur un échantillon de 539 élèves ont permis de montrer que les scores des connaissances de système relatives à l'eau ne diffèrent pas significativement en fonction du niveau de classe ( $F_{(2,536)}=2.239$ ,  $p=0.108$ ). Par contre, les scores des connaissances de système relatives à la biodiversité diffèrent significativement en fonction du niveau de classe ( $F_{(2,536)}=6.455$ ,  $p<0.01$ ,  $\eta^2=0.024$ ). Plus précisément, les scores aux connaissances de système relatives à la biodiversité des élèves de 4<sup>e</sup> primaire (M=3.93 ; SD=2.04) sont significativement plus faibles que les scores des élèves de 5<sup>e</sup> primaire (M=4.64 ; SD=2.29) ou de 6<sup>e</sup> primaire (M=4.90 ; SD=2.22).

### Analyse de la question 2 : Les connaissances de système des élèves sont-elles liées à leur genre ?

Le figure 9 nous donne des indications sur les scores moyens des connaissances de système relatives à la biodiversité pour les filles et les garçons.



**Fig. 9 :** Boîtes à moustaches des connaissances de système relatives à la biodiversité en fonction du genre (N = 531)

La médiane des filles est de 4/10 alors que celle des garçons est de 5/10. Nous constatons également que 50% des garçons ont un score compris entre 3/10 et 7/10 alors que 50% des filles ont un score se situant entre 3/10 et 6/10. Les 25% des garçons et des filles ayant les scores les plus faibles ont un résultat compris entre 0/10 et 3/10. Les 25% des garçons avec les meilleurs scores ont un résultat compris entre 7/10 et 10/10 alors que les 25% des filles avec les meilleurs scores ont un résultat se situant entre 6/10 et 10/10. La boîte à moustaches des garçons est bien symétrique. En revanche, la boîte à moustache des filles est légèrement décalée vers la gauche (asymétrie positive).

Le test de Levene suggère que les variances des connaissances de système relatives à la biodiversité ( $T_0$ ) ne sont pas significativement différentes entre les deux groupes ( $F=3.34$  ;  $p=0.068$ ). Le T-test indépendant met en évidence une différence significative entre les moyennes de ces deux groupes (voir tableau 12).

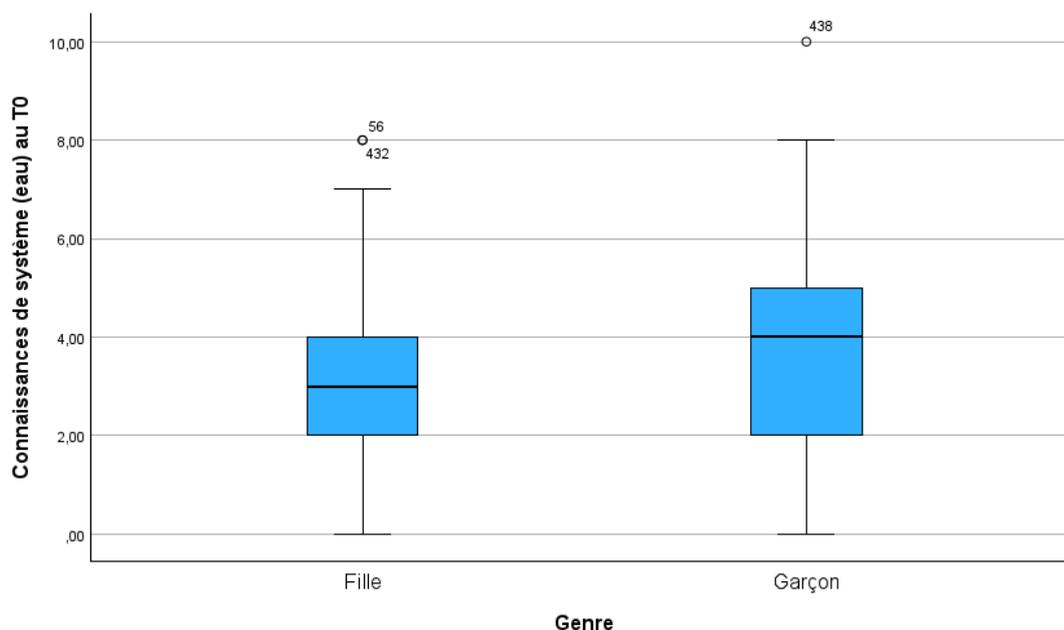
**Tableau 12** : Analyses descriptives des connaissances de système relatives à la biodiversité en fonction du genre (N = 531)

QCM biodiversité	Genre	N	%	M	SD
Connaissances de système relatives à la biodiversité au $T_0$	Fille	281	52.9	4.24	2.1
	Garçon	250	47.1	4.98	2.3

Les données récoltées sur un échantillon de 531 élèves ont permis de montrer que la moyenne des scores de connaissances de système relatives à la biodiversité (au  $T_0$ ) chez les garçons ( $M=4.98$ ,  $SD=2.3$ ) est significativement différente de celle des filles ( $M=4.24$ ,  $SD=2.1$ ,  $t_{(529)} = -3.891$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.0278$ ). La taille de l'effet suggère que 2,78% de la variance du score en connaissances de système relatives à la biodiversité du pré-test est liée au genre.

Les scores moyens des connaissances de système relatives à l'eau pour les filles et les garçons sont présentés par la figure 10. L'analyse descriptive indique que les filles ont un score médian de 3/10 alors que celui des garçons est de 4/10. 50% des garçons ont un score compris entre 2/10 et 5/10 alors que 50% des filles ont un score se situant entre 2/10 et 4/10. Les 25% des garçons et des filles avec les scores les plus faibles ont un résultat compris entre 0/10 et 2/10. Les 25% des garçons avec les meilleurs scores

ont un résultat compris entre 5/10 et 8/10 alors que les 25% des filles avec les meilleurs scores ont un résultat se situant entre 4/10 et 7/10. Le groupe des filles compte deux *outliers* (n°56 et n°432) avec un score de 8/10. Le groupe des garçons possède un *outlier* (n°438) avec un score de 10/10.



**Fig. 10 :** Boîtes à moustaches des connaissances de système relatives à l'eau en fonction du genre (N = 531)

Le test de Levene montre que les variances ne sont pas significativement différentes entre les deux groupes ( $F=3.6$  ;  $p=0.058$ ). Le T-test indépendant met en évidence une différence significative entre les moyennes de ces deux groupes (voir tableau 13).

**Tableau 13 :** Analyses descriptives des connaissances de système relatives à l'eau en fonction du genre (N = 531)

QCM eau	Genre	N	%	M	SD
Connaissances de système relatives à l'eau au T <sub>0</sub>	Fille	281	52.9	3.21	1.73
	Garçon	250	47.1	3.82	1.93

Les données récoltées sur un échantillon de 531 élèves ont permis de montrer que la moyenne des scores de connaissances de système relatives à l'eau (au T<sub>0</sub>) chez les garçons (M=3.82, SD=1.93) est significativement différente de celle des filles (M=3.21, SD=1.73,  $t_{(529)} = -3.859$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.0274$ ). La taille de l'effet suggère que 2.74% de la variance du score de connaissances de système relatives à l'eau au pré-test est liée au genre.

Cela étant, il semble utile de réaliser une analyse multivariée avec les scores moyens des connaissances de système relatives à la biodiversité ou à l'eau comme variables dépendantes afin de vérifier si les différences de genre sont présentes de façon cohérente entre les niveaux de classe. Le tableau 14 donne des informations descriptives sur le sujet.

**Tableau 14** : Analyses descriptives des connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau en fonction du niveau de classe des élèves (N = 531)

	Niveau de classe	Genre	N	M	SD
Scores aux connaissances de système relatives à la biodiversité	P4	F	47	3.55	1.78
		G	43	4.05	2.15
	P5	F	114	4.32	2.18
		G	104	4.98	2.36
	P6	F	120	4.43	2.09
		G	103	5.37	2.19
	<b>TOTAL</b>	<b>F</b>	<b>281</b>	<b>4.24</b>	<b>2.10</b>
		<b>G</b>	<b>250</b>	<b>4.98</b>	<b>2.29</b>
Scores aux connaissances de système relatives à l'eau	P4	F	47	3.00	1.79
		G	43	3.37	2.00
	P5	F	114	3.31	1.60
		G	104	3.60	1.82
	P6	F	120	3.19	1.83
		G	103	4.23	1.95
	<b>TOTAL</b>	<b>F</b>	<b>281</b>	<b>3.21</b>	<b>1.73</b>
		<b>G</b>	<b>250</b>	<b>3.82</b>	<b>1.93</b>

L'analyse inférentielle que les scores moyens des connaissances de système sont significativement liés au niveau de classe ou au genre. En ce qui concerne le niveau de classe, les effets intersujets confirment les résultats d'analyse de la première question de recherche ; d'une part, les scores moyens des connaissances de système relatives à la biodiversité ( $T_0$ ) diffèrent significativement en fonction du niveau de classe ( $F_{(2,525)}=8.275$ ,  $p<0.001$ ), d'autre part, les scores moyens des connaissances de système relatives à l'eau ( $T_0$ ) ne diffèrent pas significativement en fonction du niveau de classe ( $F_{(2,525)}=2.910$ ,  $p=0.055$ ). Concernant le genre, l'analyse multivariée confirme les résultats des T-tests précédents ; les scores moyens des connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau du pré-test sont significativement liés à la différence de genre de l'élève.

De plus, l'analyse multivariée indique qu'il n'y a pas d'effet d'interaction entre le niveau de classe et la différence de genre sur les connaissances de système relatives à la biodiversité ( $F_{(2,525)}=0.431$ ,  $p=0.65$ ) ou à l'eau ( $F_{(2,525)}=2.599$ ,  $p=0.075$ ). Cela signifie que le lien entre la différence de genre et les connaissances de système ne diffère pas significativement selon le niveau de classe des élèves.

En conclusion, les données récoltées sur un échantillon de 531 élèves ont permis de montrer que la moyenne des scores de connaissances de système relatives à la biodiversité (au  $T_0$ ) chez les garçons ( $M=4.98$ ,  $SD=2.3$ ) est significativement différente de celle des filles ( $M=4.24$ ,  $SD=2.1$ ,  $t_{(529)}=-3.891$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.0278$ ). La taille de l'effet suggère que 2,78% de la variance du score en connaissances de système relatives à la biodiversité est liée à la différence de genre. En outre, les données récoltées sur un échantillon de 531 élèves ont permis de montrer que la moyenne des scores de connaissances de système relatives à l'eau (au  $T_0$ ) chez les garçons ( $M=3.82$ ,  $SD=1.93$ ) est significativement différente de celle des filles ( $M=3.21$ ,  $SD=1.73$ ,  $t_{(529)}=-3.859$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.0274$ ). La taille de l'effet suggère que 2.74% de la variance du score de connaissances de système relatives à l'eau est liée à la différence de genre. Enfin, les résultats d'analyse indiquent qu'il n'y a pas d'effet d'interaction ; l'effet de la différence de genre sur les connaissances de système relatives à la biodiversité ne diffère pas en fonction du niveau de classe ( $F_{(2,525)}=0.431$ ,  $p=0.65$ ) ou à l'eau ( $F_{(2,525)}=2.599$ ,  $p=0.075$ ).

### **Analyse de la question 3 : Les connaissances de système et la connexion avec la nature influencent-elles les comportements écologiques des élèves ?**

Nous avons procédé à une régression hiérarchique (par blocs) tenant compte des comportements écologiques au  $T_1$  (variable dépendante), du niveau de classe et du genre (variables de contrôle). Les comportements écologiques au  $T_0$ , la connexion avec la nature au  $T_0$  et les connaissances de système relatives à la biodiversité au  $T_0$  ainsi que celles relatives à l'eau au  $T_0$  sont les variables indépendantes.

Les résultats de la régression multiple basée sur une hypothèse prédictive montrent que le 5<sup>e</sup> modèle est celui qui explique significativement le plus de variance des comportements écologiques au  $T_1$  ( $R^2_{\text{ajusté}}=0.587$ ). En outre, le récapitulatif des modèles indique que le 3<sup>e</sup> modèle introduisant le genre n'est pas significatif ( $p=0.45$ ), tout comme le 6<sup>e</sup> modèle incorporant les connaissances de système relatives à l'eau

( $p=0.48$ ). Cela signifie que ces deux variables n'influencent pas les comportements écologiques au  $T_1$ .

Le 5<sup>e</sup> modèle suggère ainsi que 58,7% de la variance des comportements écologiques au  $T_1$  sont expliqués par la combinaison de la connexion avec la nature ( $T_0$ ), les connaissances de système relatives à la biodiversité ( $T_0$ ), les comportements écologiques ( $T_0$ ) et le niveau de classe (pour la 6<sup>e</sup> primaire). Les résultats montrent également que deux coefficients (en rouge sur la droite de régression de l'échantillon du tableau 15) ne peuvent pas être inférés à la population : le terme constant ( $p=0.151$ ) et le niveau de classe pour la 5<sup>e</sup> primaire ( $p=0.254$ ).

**Tableau 15** : Droite de régression de l'hypothèse prédictive pour l'échantillon (N = 468)

**Droite de régression de l'échantillon**

$$Y = \mathbf{0.116} + 0.634 * CE_{T_0} + \mathbf{(-0.1 * NC5)} + (-0.334 * NC6) + 0.111 * CN_{T_0} + 0.106 * SYSbio_{T_0}$$

**CE<sub>T0</sub>** : comportements écologiques T0

**CN<sub>T0</sub>** : Connexion avec la nature T0

**SYSbio<sub>T0</sub>** : Connaissances de système relatives à la biodiversité

**NC5** : Niveau de classe pour la 5<sup>e</sup> primaire

**NC6** : Niveau de classe pour la 6<sup>e</sup> primaire

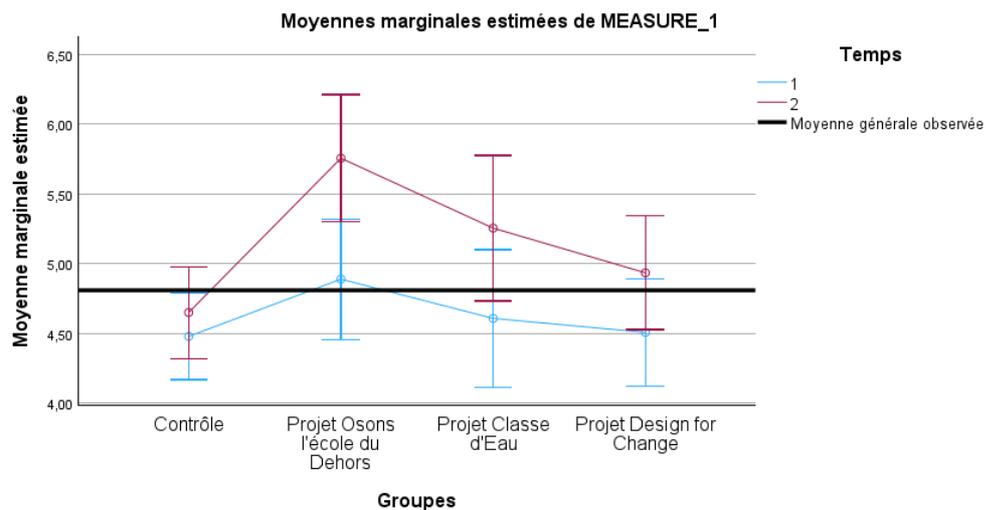
Les données récoltées sur un échantillon de 468 élèves montrent que les comportements écologiques au  $T_1$  sont positivement prédits par les comportements écologiques au  $T_0$  ( $\beta=0.634$  ;  $p<0.001$  ;  $r_{partielle}=0.632$ ), par la connexion avec la nature au  $T_0$  ( $\beta=0.111$  ;  $p<0.01$  ;  $r_{partielle}=0.141$ ), par les connaissances de système relatives à la biodiversité au  $T_0$  ( $\beta=0.106$  ;  $p<0.01$  ;  $r_{partielle}=0.157$ ), tout en contrôlant le niveau de classe pour les élèves de 6<sup>e</sup> primaire ( $\beta= -0.334$  ;  $p<0.001$  ;  $r_{partielle}= -0.171$ ). Ce modèle prédirait 58,7% des comportements écologiques.

**Analyse de la question 4 : La participation à un projet d'ERE a-t-elle une influence sur l'évolution des connaissances de système des élèves ?**

Une ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur les connaissances de système relatives à la biodiversité. Les résultats descriptifs donnent l'impression que les scores moyens pour ces connaissances ont augmenté dans plusieurs groupes entre le pré-test et le post-test (voir tableau 16). La figure 11 montre visuellement ces résultats.

**Tableau 16** : Analyses descriptives des connaissances de système relatives à la biodiversité en fonction des groupes et des temps de mesure sans tenir compte des covariables (N = 531)

Groupes	Temps de mesure	N	M	SD	Asymétrie	Aplatissement
Contrôle	Conn. Sys. Bio. T <sub>0</sub>	222	4.70	2.22	0.24	-0.67
	Conn. Sys. Bio. T <sub>1</sub>	222	4.84	2.33	0.13	-0.52
Projet Osons l'école du Dehors	Conn. Sys. Bio. T <sub>0</sub>	109	4.66	2.29	0.22	-0.66
	Conn. Sys. Bio. T <sub>1</sub>	109	5.57	2.40	-0.08	-0.95
Projet Classe d'Eau	Conn. Sys. Bio. T <sub>0</sub>	76	4.45	2.38	0.15	-0.51
	Conn. Sys. Bio. T <sub>1</sub>	76	5.12	2.36	0.25	-0.49
Projet Design for Change	Conn. Sys. Bio. T <sub>0</sub>	124	4.40	2.06	0.61	-0.22
	Conn. Sys. Bio. T <sub>1</sub>	124	4.85	2.25	0.49	-0.75
TOTAL	Conn. Sys. Bio. T <sub>0</sub>	531	4.59	2.22	0.29	-0.58
	Conn. Sys. Bio. T <sub>1</sub>	531	5.03	2.34	0.18	-0.71



Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25

Barres d'erreur : Intervalle de confiance à 95 %

**Fig. 11** : Graphique en barres brisées avec intervalle de confiance des connaissances de système relatives à la biodiversité en fonction des groupes pour les deux temps de mesure, en contrôlant le niveau de classe et le genre des élèves (N = 531)

Notre modèle tient compte de deux covariables : le niveau de classe des élèves et leur genre. Le test des effets intersujets montre un lien significatif entre le niveau de classe et le score moyen des connaissances de système relatives à la biodiversité des élèves ( $F_{(1,525)}=14.087$  ;  $p<0.001$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.026$ ). De même, il y a un lien significatif entre le

genre des élèves et leur score moyen en connaissances de système relatives à la biodiversité ( $F_{(1,525)}=16.532$  ;  $p<0.001$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.031$ ).

L'analyse inférentielle indique aussi que les scores moyens de connaissances de système en matière de biodiversité diffèrent significativement entre les groupes ( $F_{(3,525)}=2.894$  ;  $p<0.05$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.016$ ). L'effet du temps est également significatif et indique une augmentation globale du niveau de connaissances de système entre les deux temps de mesures ( $F_{(1,525)}=9.806$  ;  $p<0.01$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.018$ ). En outre, l'effet du temps sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité diffère significativement en fonction du groupe d'intervention ( $F_{(3,525)}=2.694$  ;  $p<0.05$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.015$ ).

Le test post hoc suggère que la moyenne marginale estimée du groupe *contrôle* ( $M=4.564$ ) est significativement différente de celle du projet *Osons l'école du Dehors* ( $M=5.323$  ;  $p<0.05$ ). Il n'y a aucune autre différence significative due à l'intervention.

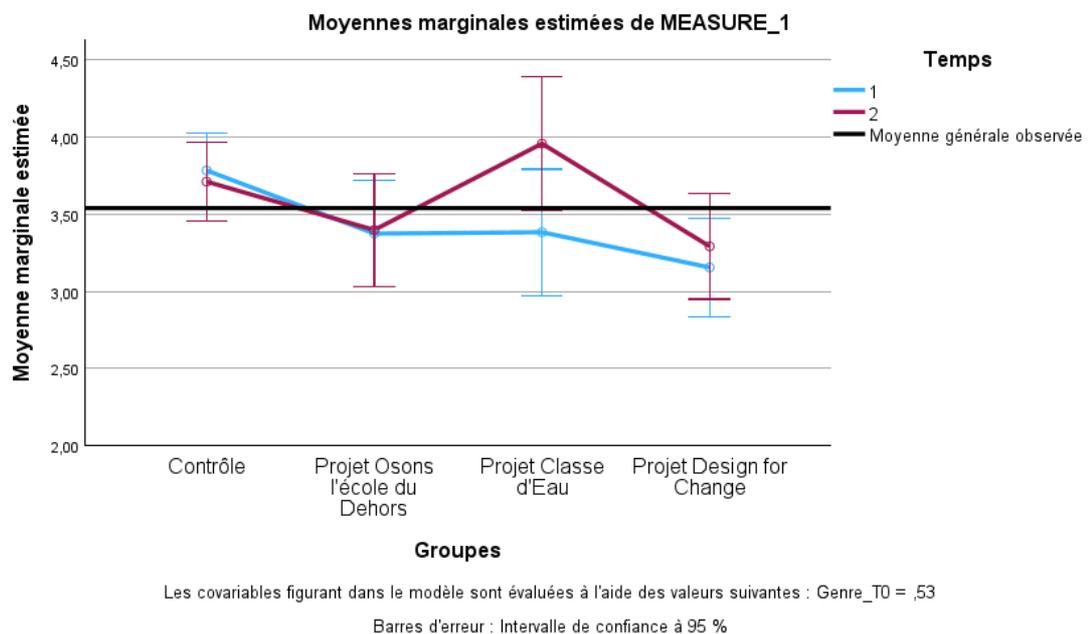
En somme, les données récoltées sur un échantillon de 531 individus ont permis de montrer l'influence significative due à la participation au projet *Osons l'école du Dehors* par rapport au groupe *contrôle* sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité chez les élèves, en contrôlant le niveau de classe ainsi que le genre des élèves ( $F_{(3,525)}=2.694$  ;  $p<0.05$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.015$ ).

Une seconde ANOVA à mesures répétées a été réalisée sur les connaissances de système relatives à l'eau. Les données descriptives du tableau 17 suggèrent que les scores moyens pour ces connaissances ont progressé pour certains groupes. La figure 12 montre graphiquement ces résultats.

Une première analyse a permis de montrer que le niveau de classe n'avait aucun lien avec les connaissances de système relatives à l'eau. Notre modèle ne tient donc compte que d'une seule covariable : le genre des élèves. Le test des effets intersujets montre un lien significatif entre le genre des élèves et leur score moyen en connaissances de système relatives à l'eau ( $F_{(1,526)}=16.532$  ;  $p<0.001$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.026$ ).

**Tableau 17** : Analyses descriptives des connaissances de système relatives à l'eau en fonction des groupes et des temps de mesure sans tenir compte de la covariable « genre » (N = 531)

Groupes	Temps de mesure	N	M	SD	Asymétrie	Aplatissement
Contrôle	Conn. Sys. Eau T <sub>0</sub>	222	3.77	1.89	0.19	-0.18
	Conn. Sys. Eau T <sub>1</sub>	222	3.70	2.03	0.41	-0.30
Projet Osons l'école du Dehors	Conn. Sys. Eau T <sub>0</sub>	109	3.41	1.88	0.26	-0.75
	Conn. Sys. Eau T <sub>1</sub>	109	3.42	1.95	0.21	-0.46
Projet Classe d'Eau	Conn. Sys. Eau T <sub>0</sub>	76	3.37	1.71	0.09	-0.50
	Conn. Sys. Eau T <sub>1</sub>	76	3.95	2.01	0.02	-0.46
Projet Design for Change	Conn. Sys. Eau T <sub>0</sub>	124	3.15	1.80	0.18	-0.39
	Conn. Sys. Eau T <sub>1</sub>	124	3.29	1.72	0.26	-0.63
TOTAL	Conn. Sys. Eau T <sub>0</sub>	531	3.50	1.85	0.20	-0.37
	Conn. Sys. Eau T <sub>1</sub>	531	3.58	1.95	0.31	-0.37



**Fig. 12** : Graphique en barres brisées avec intervalle de confiance des connaissances de système relatives à l'eau en fonction du groupe, en contrôlant le genre des élèves (N = 531)

En outre, l'analyse inférentielle indique aussi que les scores moyens de connaissances de système relatives à l'eau diffèrent significativement entre les groupes ( $F_{(3,526)}=3.460$  ;  $p<0.05$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.019$ ). Par contre, l'effet du temps n'est pas significatif, ce qui indique qu'il n'y a pas d'évolution globale du niveau de

connaissances de système relatives à l'eau entre les deux temps de mesures ( $F_{(1,526)}=0.105$  ;  $p=0.75$ ). De plus, l'effet du temps sur l'évolution des connaissances de système relatives à l'eau ne diffère pas significativement en fonction du groupe d'intervention ( $F_{(3,526)}=1.964$  ;  $p=0.118$ ).

Le test post hoc suggère que la moyenne marginale estimée du groupe *contrôle* ( $M=3.747$ ) est significativement différente de celle du projet *Osons l'école du Dehors* ( $M=3.223$  ;  $p<0.05$ ). Il n'y a aucune autre différence significative entre les groupes.

En somme, les données récoltées sur un échantillon de 531 individus n'ont pas permis de montrer d'influence significative due à l'intervention sur les scores moyens de connaissances de système relatives à l'eau ( $F_{(3,526)}=1.964$  ;  $p=0.118$ )

En conclusion, les données récoltées sur un échantillon de 531 individus ont permis de montrer une influence significative due à l'intervention du projet *Osons l'école du Dehors* par rapport au groupe *contrôle* sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité chez les élèves ( $F_{(3,525)}=2.694$  ;  $p<0.05$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.015$ ). La taille de l'effet montre que 1.5% de la variance du score de connaissances de système relatives à la biodiversité est liée à l'intervention. Cependant, notre recherche n'a pas permis de mettre en évidence d'influence significative due à l'intervention sur les scores moyens de connaissances de système relatives à l'eau ( $F_{(3,526)}=1.964$  ;  $p=0.118$ ).

## 5. Discussion

La présente recherche s'intéresse aux connaissances environnementales et plus particulièrement aux connaissances de système. Notre objectif principal consiste à *déterminer les effets d'activités menées en éducation relative à l'environnement (ERE) sur les connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau d'élèves de l'enseignement primaire belge, principalement en Fédération Wallonie-Bruxelles*. De façon plus détaillée, nous avons procédé à quatre analyses : 1. Déterminer le niveau des connaissances de système des élèves ; 2. Vérifier l'existence d'un lien entre les connaissances de système et le genre des élèves ; 3. Tester l'influence des connaissances de système et de la connexion avec la nature sur les comportements écologiques ; 4. Évaluer l'influence de la participation à un projet d'ERE sur l'évolution des connaissances de système des élèves.

La discussion est composée de trois parties. Premièrement, elle met en perspective les différents résultats de la recherche par rapport à la littérature scientifique. Deuxièmement, elle aborde les limites de l'étude. Troisièmement, elle développe des perspectives pour de futures recherches ainsi que pour les ASBL actives en ERE.

### 5.1 Résultats

#### *Le niveau des connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau des élèves francophones*

Notre première question de recherche tente d'établir un constat sur le niveau des connaissances de système des élèves francophones. Notre recherche, menée sur 539 élèves issus de 29 classes, a permis de mesurer le niveau des connaissances de système en matière de biodiversité et d'eau.

En matière de biodiversité, le score moyen initial de notre échantillon est de 4.63/10, ce qui est légèrement inférieur à la moitié du score maximal. De ce fait, nous estimons que les résultats sont faibles. Parmi les sujets les mieux maîtrisés, nous retrouvons des connaissances liées à l'utilité du nectar pour la pollinisation (SYS4) ou encore à l'identification du pollinisateur le plus important dans notre environnement (SYS10). Par ailleurs, les résultats de notre analyse vont dans le sens de la recherche de Schneiderhan-Opel et Bogner (2020) qui obtiennent un score similaire (45,9%) avec un QCM de 25 items proposé à 205 élèves de 15 ans.

En outre, les connaissances de système relatives à la biodiversité de notre questionnaire semblent être des matières vues dans le cadre scolaire. En effet, considérant que le score moyen des élèves de 5<sup>e</sup>/6<sup>e</sup> primaire est significativement plus élevé que celui des élèves de 4<sup>e</sup> primaire, cela suggère que la thématique de la biodiversité soit abordée entre la 4<sup>e</sup> primaire et la 5<sup>e</sup> primaire. Ainsi, notre questionnaire serait davantage adapté à des élèves de 5<sup>e</sup> primaire.

Par ailleurs, les résultats de l'analyse factorielle exploratoire indiquent que 7 items puissent constituer une même dimension. Aussi, cela pourrait constituer une base de travail pour construire une échelle plus complète mesurant les connaissances de système relatives à la biodiversité.

Concernant la thématique de l'eau, nous avons été surpris des résultats des élèves. Leur niveau moyen est de 3.5/10, soit un score moyen encore plus faible que pour les connaissances relatives à la biodiversité. Les aspects les moins bien maîtrisés par les élèves sont nombreux, dont l'identification d'un polluant de l'eau parmi trois sels minéraux (SYS3) ou la croyance selon laquelle une eau claire et transparente n'est pas polluée (SYS6). Le seul constat positif réside dans la bonne connaissance de la quantité d'eau minimale journalière à consommer pour être en bonne santé (SYS8). Pourtant, les résultats de notre recherche concordent avec l'étude de Liefländer et Bogner (2016) qui obtiennent un résultat de 35,1% dans le module « Water in Life » poursuivi par 133 élèves de 4<sup>e</sup> primaire.

Les connaissances de système relatives à l'eau de notre questionnaire semblent insuffisamment abordées avec les élèves ; le score moyen est très faible quel que soit le niveau scolaire. Pourtant, le questionnaire aborde des matières vues dès la 3<sup>e</sup> primaire d'après le référentiel de sciences (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022), comme le cycle de l'eau anthropique (2 items) ou la notion d'eau potable (1 item). En outre, l'une des compétences développée à partir de la 3<sup>e</sup> primaire est de « [mettre] en évidence des impacts de notre mode de vie sur la gestion de l'eau et [d'énoncer] des gestes et des actions permettant de préserver les ressources en eau ». Cela implique de développer des connaissances de système sur l'utilisation de l'eau domestique. Pourtant, les élèves semblent peu informés sur le sujet.

Par ailleurs, les résultats de l'analyse exploratoire sont mitigés ; trois à quatre dimensions de connaissances de système relatives à l'eau pourraient être présentes pour seulement 10 items. Aussi, cette échelle doit-elle être revue afin de ne mesurer qu'un seul et même objectif écologique.

### [Le lien entre les connaissances de systèmes des élèves et leur genre](#)

Notre deuxième question de recherche tente de vérifier l'existence d'un lien entre les connaissances de système des élèves et leur différence de genre. Notre recherche, menée sur 531 élèves, a permis de comparer le niveau des connaissances de système en matière de biodiversité et d'eau entre les garçons et les filles.

A propos des connaissances sur la biodiversité, notre recherche montre une différence significative entre la moyenne des garçons ( $M=4.98/10$ ) et celle des filles ( $M=4.24/10$ ). Pourtant, ces résultats sont en contradiction avec notre revue de la littérature. En effet, plusieurs études montrent que les filles ont significativement davantage de connaissances en matière de biodiversité que les garçons (Al-Rabaani & Al-Shuili, 2020 ; Aydin et al., 2022 ; Ericson et al., 2022 ; Setiawan et al., 2023). Malgré cela, la taille de l'effet de notre recherche ( $\eta^2=0.0278$ ) se situe dans l'intervalle des effets trouvés dans la littérature, soit  $\eta^2=0.01$  pour Aydin et al. (2022) et  $\eta^2=0.036$  pour Al-Rabaani et Al-Shuili (2020).

Le constat est le même pour les connaissances de système relatives à l'eau. La moyenne des scores des garçons ( $M=3.82/10$ ) serait significativement meilleure que celle des filles ( $M=3.21/10$ ). Ce résultat va dans le sens de la recherche de Choe et al. (2019) mais va à l'encontre de celle de Al-Rabaani et Al-Shuili (2020). Toutefois, notre taille d'effet ( $\eta^2=0.0274$ ) reste dans l'intervalle des recherches de Choe et al. (2019) avec  $\eta^2=0.0254$  et Al-Rabaani et Al-Shuili (2020) avec  $\eta^2=0.036$ .

Ces résultats montrent combien l'influence de la différence de genre sur les connaissances environnementales reste au centre des débats. De plus, le lien entre la différence de genre et les connaissances de système ne diffère pas selon le niveau de classe, ce qui signifie que les effets de la différence de genre sont présents de façon cohérente entre les niveaux de classe. Selon Gambro et Switzky (1999), le biais dû au genre est une piste qui pourrait expliquer la raison pour laquelle les garçons ont de meilleurs connaissances environnementales que les filles. En effet, pour Sadker et

Sadker (1994, as cited in Gambro & Switzky, 1999), dans le cadre scolaire, les garçons reçoivent davantage d'attention et de feedbacks de leurs enseignants, ce qui aurait un impact positif sur leurs connaissances.

### L'influence des connaissances de système et de la connexion avec la nature sur les comportements écologiques

Notre troisième question de recherche teste l'influence des connaissances de système et de la connexion avec la nature sur les comportements écologiques des élèves. Le caractère longitudinal de nos analyses permet de tenir compte du niveau initial des comportements des élèves. La force de notre étude réside ainsi dans le fait d'établir un lien prédictif dans le temps.

Les résultats de notre analyse, menée sur 468 élèves, suggèrent que le meilleur prédicteur des comportements des élèves sont leurs comportements passés ( $\beta=0.634$  ;  $p<0.001$  ;  $r_{partielle}=0.632$ ). La méta-analyse de Ouellette et Wood (1998) indique que les comportements passés sont significativement liés aux comportements futurs ( $r=0.39$  ;  $p<0.001$ ). Bien que ces résultats soient basés sur un petit échantillon ( $N=16$ ), Ouellette et Wood (1998) donnent des précisions permettant de comprendre l'écart entre nos résultats et ceux de la méta-analyse. Selon ces chercheurs, les comportements futurs seraient également significativement liés aux intentions ( $r=0.54$  ;  $p<0.001$ ), aux attitudes ( $r=0.33$  ;  $p<0.001$ ), aux normes subjectives ( $r=0.23$  ;  $p<0.001$ ) ainsi qu'au contrôle perçu ( $r= -0.21$  ;  $p<0.001$ ).

En outre, nous constatons une absence de corrélation entre la connexion avec la nature et les connaissances de système (relatives à la biodiversité ou à l'eau) alors que la recherche de Roczen et al. (2014) suggère une corrélation positive entre ces deux variables ( $r=0.14$ ). Notre recherche trouve aussi un effet entre la connexion avec la nature et les comportements écologiques bien inférieur ( $\beta=0.111$ ) à celui de Roczen et al. (2014) qui obtient  $\beta = 0.54$ . Enfin, dans l'étude de Roczen et al. (2014), les connaissances de système n'ont aucun impact sur les comportements alors que notre recherche trouve un impact positif des connaissances de système relatives à la biodiversité sur les comportements écologiques ( $\beta = 0.106$ ).

Ces différences de résultats peuvent principalement être expliquées par la différence de dispositif mis en œuvre. Alors que notre régression prédictive se base sur des

données longitudinales, les résultats d'analyse de Roczen et al. (2014) proviennent d'un traitement transversal. En outre, notre modèle ne tient pas compte des trois dimensions des connaissances environnementales. En effet, les connaissances liées à l'action ainsi que celles d'efficacité étaient absentes de notre questionnaire.

Enfin, le lien significatif entre connaissances de système relatives à la biodiversité et comportements écologiques peut être expliqué en tenant compte de la recherche de Diaz-Sieffer et al. (2015). Ces derniers suggèrent que les connaissances de système puissent ne pas être aussi distales du comportement pro-environnemental que le suggèrent Frick et al. (2004), à la condition de décomposer l'échelle des connaissances de système en deux sous-échelles : les connaissances de système liées à l'environnement géographique (*geography-environment system knowledge*) les connaissances de système liées à l'environnement humain (*human-environment system knowledge*). Les connaissances de système liées à l'environnement géographique font référence à la façon dont les écosystèmes fonctionnent alors que les connaissances de système liées à l'environnement humain traitent des problèmes environnementaux engendrés par l'activité anthropique. Les résultats de la recherche de Diaz-Sieffer et al. (2015) suggèrent un lien significatif entre les connaissances de système liées à l'environnement humain avec les comportements pro-environnementaux ( $r=0.25$  ;  $p<0.001$  ;  $N=946$ ).

#### [L'influence de la participation à un projet d'ERE sur l'évolution des connaissances de système \(biodiversité et eau\)](#)

Notre quatrième question de recherche tente d'évaluer l'influence de la participation à un projet d'ERE sur l'évolution des connaissances de système des élèves, d'une part pour les connaissances relatives à la biodiversité, d'autre part pour celles liées à l'eau.

Nos résultats suggèrent qu'il y a une influence significative du projet *Osons l'école du Dehors* ( $M_{T1}=5.57/10$  ;  $SD_{T1}=2.40$ ) sur l'évolution du score moyen des connaissances de système relatives à la biodiversité par rapport au groupe *contrôle* ( $M_{T1}=4.84/10$  ;  $SD_{T1}=2.33$ ), tout en contrôlant le niveau de classe ainsi que la différence de genre des élèves ( $F_{(3,525)}=2.694$  ;  $p<0.05$  ;  $\eta^2_{partiel}=0.015$ ). Cela suggère que les élèves du projet *Osons l'école du Dehors* ont bénéficié d'un projet éducatif améliorant significativement leurs connaissances de système relatives à la biodiversité par rapport au groupe *contrôle*. Vu qu'il n'y a aucune autre différence significative liée à

l'évolution des connaissances, nous pouvons supposer que l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité se prête davantage à un projet comme *Osons l'Ecole du Dehors*.

En revanche, notre recherche n'a pas permis de montrer une quelconque influence de l'intervention sur l'évolution des connaissances de système relatives à l'eau, même en contrôlant l'effet de la différence de genre des élèves ( $F_{(3,526)}=1.964$  ;  $p=0.118$ ). Considérant la thématique abordée, nous espérions pourtant que le projet *Classe d'eau* ( $M_{T1}=3.95/10$  ;  $ET_{T1}=2.01$ ) se distingue des autres groupes : *Osons l'école du Dehors* ( $M_{T1}=3.42/10$  ;  $ET_{T1}=1.95$ ), *Design for Change* ( $M_{T1}=3.29/10$  ;  $ET_{T1}=1.72$ ), groupe *contrôle* ( $M_{T1}=3.70/10$  ;  $ET_{T1}=2.03$ ). Même si d'un point de vue descriptif les résultats du projet *Classe d'eau* semblent montrer l'évolution la plus importante (voir tableau 17), cette dernière reste non significativement différente des autres groupes. Aussi, notre étude diffère des résultats obtenus dans d'autres recherches (Liefländer et al., 2015 ; Liefländer & Bogner, 2016).

Ce manque apparent d'évolution des scores moyens de connaissances de système relatives à l'eau peut être le résultat du fait que nous ayons posé des questions subjectives. Par exemple, l'affirmation : « Sur la Terre, il y a peu d'eau douce pour tous les êtres vivants... » peut être interprétée en fonction du sens donné à l'adverbe « peu ». Un autre problème réside peut-être dans le fait que certains gestes sont le résultat de l'observation des aînés. Par exemple, un élève qui voit régulièrement un adulte utiliser de l'eau potable pour remplir l'arrosoir peut penser que celle-ci est nécessaire pour les plantes. Cette conception fautive de l'utilisation de l'eau résulte ainsi d'un apprentissage social. Enfin, il est possible que nous ayons posé des questions qui n'étaient pas pertinentes pour les élèves et/ou pour lesquelles ils ne voyaient pas de lien avec les circonstances de leur vie.

En outre, ces résultats montrent qu'il existe une marge de progression sur les connaissances de système, d'autant plus sur la thématique de l'eau. Si la faiblesse générale des scores peut être expliquée par le jeune âge des participants, ces résultats montrent surtout l'importance de poursuivre les projets d'ERE afin, entre autres, d'améliorer les connaissances environnementales des jeunes (et des moins jeunes).

## 5.2 Limites

Concernant le dispositif quasi-expérimental, il limite la capacité de contrôle des tierces variables, ce qui peut compliquer l'inférence causale. Selon Jones (2000, p.207), dans « *un plan à groupe contrôle non traité avec pré-test et post-test* », une différence de mesures des variables d'intérêt entre le groupe contrôle et le groupe expérimental ne signifie pas que les effets puissent nécessairement être imputés à l'intervention. En effet, il faut garder à l'esprit que dans une expérimentation sociale, comme c'est le cas en éducation, de nombreux facteurs peuvent influencer le déroulement de l'expérience. Nous devons donc toujours veiller à tenir compte des explications alternatives possibles lors de l'obtention d'un effet. Dans notre recherche, nous avons tenté de tenir compte de la différence de genre et du niveau de classe pour répondre à nos questions de recherche. Pourtant, de nombreux autres facteurs n'ont pas été contrôlés, comme les indicateurs socioéconomiques ou socioculturels, la motivation de l'enseignant, le fait d'avoir le même intervenant en ErE, et bien d'autres.

Jones (2000) précise qu'il existe de nombreuses menaces à la validité interne. L'une de ces limites concerne la sélection des groupes (groupes non équivalents). Notre recherche base ses conclusions sur un groupe de 539 élèves : trois groupes/projets expérimentaux et un groupe contrôle, soit quatre groupes de tailles différentes.

Une deuxième limite concerne l'attrition. Dans notre recherche, l'échantillon est composé de 539 élèves (N=640 élèves ; 5 absents aux deux temps de mesures ; 96 présents à un seul des temps de mesure). Le taux d'attrition de notre recherche est de 15,8%. Dans notre cas, nous avons préféré exclure les individus comportant des données manquantes. Pourtant, il existe diverses manières de traiter les données manquantes, comme l'ajout de la valeur moyenne que prend une variable dans l'échantillon ou encore l'utilisation de la dernière valeur rapportée par l'individu pour la donnée manquante (Hascoët & Lima, 2022). Néanmoins, selon Cole (2008), vu que ces méthodes engendrent beaucoup de problèmes, il est préférable d'utiliser des techniques davantage fiables comme les approches par *Maximum de Vraisemblance* ou les *Imputations Multiples*.

La désirabilité sociale est une troisième limite à la validité interne car elle peut avoir exercé une influence sur les échelles de comportements écologiques ou de connexion

avec la nature. En effet, certains élèves peuvent avoir voulu se montrer sous un jour favorable, ce qui peut fausser les résultats.

Une dernière limite à la validité interne est celle de l'examen. En ne changeant pas le questionnaire (ordre des items par exemple), cela peut exercer une influence sur la manière dont les élèves répondent aux questions. L'effet test-retest ne doit donc pas être négligé. En effet, le souvenir du pré-test peut amener un élève à modifier ses réponses pour diverses raisons, comme l'envie de mettre en évidence les changements ou par simple souci de cohérence (Bressoux, 2010).

Une limite à la validité externe provient de la représentativité de l'échantillon. Dans notre étude, nous avons accepté tout groupe désirant participer à notre enquête. Néanmoins, les groupes ainsi formés peuvent ne pas être représentatifs de la population. Il devient alors difficile de généraliser et d'extrapoler les résultats de la recherche. Une manière de remédier à ce problème consiste à effectuer une répartition aléatoire des individus, mais étant donné les caractéristiques de l'étude envisagée, la répartition aléatoire n'est pas envisageable. Il doit donc y avoir appariement, ou « *matching* » entre un groupe « traitement » et un groupe « témoin », ce qui consiste à faire correspondre deux groupes afin qu'ils soient comparables autant que possible à l'exception des variables d'intérêt. Une erreur d'appariement conduirait au biais d'appariement (*matching bias*). Pour l'éviter, nous devrions porter une attention particulière aux caractéristiques initiales des groupes à appairer afin de permettre leur comparabilité. Cela demande de récolter de nombreuses informations (âge, genre, origine sociale, établissement scolaire, enseignant...) afin de faire correspondre les membres du groupe intervention aux membres du groupe témoin. Bien qu'il n'y ait pas randomisation, l'appariement permet la correction du biais de sélection engendré par des variables comme l'origine sociale, l'âge, le genre, etc. Ces variables sont observables. Pour effectuer cette correction, le chercheur doit correctement associer à chaque élève traité, un élève témoin aux caractéristiques semblables. Ainsi, selon Albadea et Giret (2022), il sera possible de calculer un *score de propension* permettant la réelle comparabilité des groupes témoin et traitement. En revanche, si les déterminants du biais de sélection sont inobservables, Albadea et Giret (2022) suggèrent de les corriger à l'aide de la *méthode des doubles différences*, de la *méthode des variables instrumentales* ou des *régressions par discontinuité*.

Concernant les passations, nous avons, dans la mesure du possible, attendu que les projets soient finis avant d'administrer le post-test. Néanmoins, cela n'a pas toujours été possible. Aussi, cela peut constituer un biais potentiel. En revanche, vu que l'intervention s'est déroulée directement dans le milieu naturel, cela devrait assurer une validité écologique forte.

### 5.3 Perspectives

#### Pour de prochaines recherches

Le questionnaire a été testé avant le pré-test sur quelques élèves afin de vérifier, d'une part la compréhension des différents items et, d'autre part, le temps de complétion du questionnaire. Aucune analyse préalable n'a été réalisée sur les différentes échelles utilisées. Les analyses factorielles exploratoires effectuées sur les échelles de connaissances de système ayant révélé l'existence de plusieurs dimensions, il serait intéressant de retravailler ces items au sein d'un groupe pluridisciplinaire. L'objectif de la démarche serait l'obtention de deux échelles unidimensionnelles, l'une sur la biodiversité, l'autre sur l'eau. Le public cible pourrait être les élèves de 5<sup>e</sup> primaire. Une fois cette tâche menée à bien, il pourrait être envisagé d'utiliser un modèle de Rasch afin de tester la difficulté des différents items afin de créer une échelle des connaissances de système aux bonnes qualités psychométriques. Toutefois, vu que les trois dimensions des connaissances environnementales sont en interrelation, il conviendrait de simultanément construire deux échelles supplémentaires pour chaque thématique : les connaissances liées à l'action et les connaissances d'efficacité. Pour déterminer la meilleure manière d'améliorer les connaissances correspondant aux trois dimensions des connaissances environnementales, Liefländer et al. (2015) suggèrent de tester diverses méthodes didactiques, comme la classe puzzle, les groupes collaboratifs ou l'apprentissage par ateliers.

Bien que notre étude se soit focalisée sur les connaissances de système, nous nous interrogeons sur les liens existant entre les deux autres dimensions et les variables que nous avons investiguées. Les connaissances liées à l'action et d'efficacité entretiennent-elles le même lien avec le niveau de classe ou la différence de genre des élèves que les connaissances de système ? De même, quels seraient les résultats de notre modèle prédictif de comportements écologiques en tenant compte des trois dimensions des connaissances environnementales ? Enfin, l'influence de la

participation à un projet d'ERE serait-elle différente en tenant compte des trois dimensions de ces connaissances environnementales ? En outre, nous aimerions investiguer les deux sous-concepts des connaissances de système de Diaz-Siefer et al. (2015) et tester les liens qu'ils entretiennent avec d'autres variables, dont les comportements écologiques.

#### Pour les projets en ERE en Belgique francophone

Concernant les projets dans le champs de l'ERE, il nous semble que trois propositions peuvent orienter la conception des projets éducatifs qui favorisent l'acquisition de connaissances environnementales chez les élèves.

D'abord, lors de l'élaboration d'un projet, il importe de prévoir l'intégration des trois dimensions des connaissances environnementales car elles permettent d'obtenir des informations importantes sur l'efficacité d'un projet (Liefländer et al., 2015). L'intervention pourrait ainsi commencer par des connaissances de système (par exemple : des faits sur la biodiversité et les problèmes locaux et globaux qui y sont liés). Ensuite, il serait possible d'introduire les connaissances liées à l'action, puis celles d'efficacité. Ces connaissances devraient permettre de proposer des actions auxquelles les élèves pourraient prendre part ainsi que d'aborder l'efficacité des actions envisagées. Mais l'aspect primordial est d'avoir des connaissances qui convergent vers un objectif écologique car, selon Kaiser et Fuhrer (2003), ce n'est pas la quantité des connaissances qui importe mais la force de convergence de ces connaissances. D'après ces mêmes auteurs, s'il manque un type de connaissances ou que ces connaissances divergent de l'objectif, les individus n'agiront pas suffisamment de façon écologique.

Ensuite, il convient de favoriser des approches et des méthodes considérées comme efficaces en ERE. Celles-ci ont généralement un point commun : l'utilisation de modules centrés sur l'apprenant (Stern et al., 2013).

Les projets en ErE peuvent outiller les enseignants dans la mise en place autonome du projet et/ou les impliquer dans sa réalisation. L'aide destinée aux enseignants permet d'assurer la qualité pédagogique de l'intervention et de favoriser l'amélioration de leurs pratiques (Borchers et al., 2014). Pour le projet *Classe d'Eau*, la formation semble être un élément essentiel afin de délivrer en toute autonomie les ateliers

développés sur le thème de l'eau. L'autre élément important réside dans l'implication de l'enseignant comme guide pour les élèves (Baierl et al., 2022). Le projet *Osons l'école du Dehors* semble faire participer l'enseignant en l'invitant à mener la moitié de la journée d'animation sur le thème du jour. Concernant le projet *Design for Change*, il semble impliquer les enseignants en leur fournissant des séances de suivi et d'échanges tout en leur fournissant une boîte à outils afin de les aider à mettre en place chacune des étapes du projet dans leurs classes. Néanmoins, ce dispositif dépend de l'investissement de l'enseignant, et donc du temps qu'il consacre au projet.

L'implication des parents est aussi une occasion pour les enfants de montrer ce qu'ils ont appris, par exemple par le *jour des parents* (Borchers et al., 2014). Cette manière de faire est une opportunité pour faire passer des messages à un plus large public. En effet, si les élèves sont davantage cultivés, ils pourraient être susceptibles d'influencer leurs parents.

Les projets devraient également tenir compte du temps d'intervention. Plusieurs recherches (Bissinger & Bogner, 2018 ; Braun & Dierkes, 2019 ; Fremerey & Bogner, 2014) préfèrent des temps d'intervention courts (une seule journée) afin d'être en phase avec l'horaire scolaire. Selon Fremerey et Bogner (2014), les enseignants n'emmèneraient habituellement pas leur classe plus d'une journée en dehors de l'école sur une année scolaire. Pourtant, les différents projets se déroulent sur plusieurs journées : 10 pour *Osons l'Ecole du Dehors*, 4 pour la *Classe d'Eau* et un nombre indéfini pour *Design for Change* en fonction de l'implication de l'enseignant.

Enfin, le développement d'un projet d'éducation relative à l'environnement devrait systématiquement comporter des opérations d'évaluation basée sur des critères objectifs, ceci afin de pouvoir juger de l'efficacité du projet. L'efficacité permet de vérifier si l'effet attendu est effectivement observé sur le terrain (Roegiers, 2007). Le cas échéant, cette évaluation doit également permettre d'identifier les actions correctives à appliquer afin d'obtenir les effets attendus sur le terrain.

## 6. Conclusion

Dans cette étude, nous avons voulu déterminer les effets d'activités menées en éducation relative à l'environnement sur les connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau d'élèves de l'enseignement primaire, principalement en Fédération Wallonie-Bruxelles. Pour y parvenir, nous voulions : déterminer le niveau moyen des connaissances de système des élèves sur ces thématiques, vérifier l'existence d'un lien entre les connaissances de système et la différence de genre des élèves, tester l'influence des connaissances de système et de la connexion avec la nature sur les comportements écologiques ainsi qu'évaluer l'influence de la participation à un projet d'ERE sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité ou à l'eau des élèves.

Les résultats d'analyse montrent d'abord que le niveau moyen des connaissances de système relatives à la biodiversité est faible mais qu'il diffère en fonction du niveau de classe des élèves. En revanche, sur la thématique de l'eau, le niveau moyen est encore plus faible mais ne diffère pas selon le niveau de classe. En outre, ces scores moyens diffèrent en fonction de la différence de genre. En effet, ces scores sont plus élevés pour les garçons que pour les filles mais les différences de scores sont présentes de façon cohérente entre les niveaux de classe. Ensuite, concernant notre modèle prédictif, les résultats montrent que le meilleur prédicteur des comportements d'un élève correspond à ses comportements passés. En outre, la connexion avec la nature et les connaissances de système relatives à la biodiversité sont deux autres prédicteurs, bien que moins importants. Enfin, concernant l'efficacité de l'intervention des projets, les résultats indiquent une influence du projet *Osons l'école du Dehors* par rapport au groupe *contrôle* sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité. En revanche, notre recherche n'a trouvé aucune influence due à l'intervention sur l'évolution des connaissances de système relatives à l'eau.

Pour de futures recherches, nous aimerions poursuivre le développement des deux échelles de connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau. En outre, nous aimerions également développer les deux autres dimensions de ces connaissances en gardant à l'esprit l'objectif écologique. Enfin, nous pourrions investiguer les deux sous-concepts des connaissances de système.

## Bibliographie

- Albanea, I., & Giret, J.-F.** (2022). Chapitre 7. Méthodes quantitatives et problématique de l'évaluation. Apports de méthodes expérimentales et quasi-expérimentales. In B. Albero & J. Thievenaz (Eds.), *Enquêter dans les métiers de l'humain. Traité de méthodologie de la recherche en sciences de l'éducation et de la formation. Tome II* (pp. 517-529). Editions Raison et Passions.
- Almeida, A., García Fernández, B., & Strecht-Ribeiro, O.** (2020). Children's knowledge and contact with native fauna : A comparative study between Portugal and Spain. *Journal of Biological Education*, 54(1), 17-32.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1538017>
- Al-Rabaani, A., & Al-Shuili, A.** (2020) Environmental Knowledge, Attitudes, and Behavior among Omani Past-Basic Education Students. *European Journal of Social Sciences*, 60(1), 29-38.  
[https://www.europeanjournalofsocialsciences.com/issues/PDF/EJSS\\_60\\_1\\_03.pdf](https://www.europeanjournalofsocialsciences.com/issues/PDF/EJSS_60_1_03.pdf)
- Arcury, T. A., & Christianson, E. H.** (1993). Rural-urban differences in environmental knowledge and actions. *The Journal of Environmental Education*, 25(1), 19-25.  
<https://doi.org/10.1080/00958964.1993.9941940>
- AquaFlanders.** (s. d.). *Eerste lichting waterambassadeurs studeert af*. Consulté 10 juillet 2024.  
<https://www.aquaflanders.be/actualiteit/eerste-lichting-waterambassadeurs-studeert-af>
- Arnon, S., Orion, N., & Carmi, N.** (2015). Environmental literacy components and their promotion by institutions of higher education : An Israeli case study. *Environmental Education Research*, 21(7), 1029-1055. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.966656>
- Axelrod, L. J., & Lehman, D. R.** (1993). Responding to environmental concerns: What factors guide individual action? *Journal of Environmental Psychology*, 13(2), 149-159.  
[https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80147-1](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80147-1)
- Aydin, E., Selvi, M., İnce Aka, E., & Sarıkaya, M.** (2022). Determining Secondary School Students' Knowledge Levels on Ecosystem, Biodiversity, and Environmental Problems. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 17(3), 82-101.  
<https://doi.org/10.29329/epasr.2022.461.4>
- Baierl, T.-M., Johnson, B., & Bogner, F. X.** (2022). Informal Earth Education : Significant Shifts for Environmental Attitude and Knowledge. *Frontiers in Psychology*, 13, 819899.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.819899>
- Bamberg, S., & Möser, G.** (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera : A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.002>
- Bissinger, K., & Bogner, F. X.** (2018). Environmental literacy in practice : Education on tropical rainforests and climate change. *Environment, Development and Sustainability*, 20(5), 2079-2094.  
<https://doi.org/10.1007/s10668-017-9978-9>
- Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P.** (2016). Eco-school evaluation beyond labels : The impact of environmental policy, didactics and nature at school on student outcomes. *Environmental Education Research*, 24(9), 1250-1267.  
<https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1307327>
- Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P.** (2011). The Effect of Flemish Eco-Schools on Student Environmental Knowledge, Attitudes, and Affect. *International Journal of Science Education*, 33(11), 1513-1538.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.540725>

- Bogner, F. X., & Wiseman, M.** (2004). Outdoor Ecology Education and Pupils' Environmental Perception in Preservation and Utilization. *Science Education International*, 15, 27-48. [https://www.icasonline.net/sei/15-01-2004/15-01-2004-27\\_48.pdf](https://www.icasonline.net/sei/15-01-2004/15-01-2004-27_48.pdf)
- Bogner, F. X., & Wiseman, M.** (2006). Adolescents' attitudes towards nature and environment : Quantifying the 2-MEV model. *The Environmentalist*, 26(4), 247-254. <https://doi.org/10.1007/s10669-006-8660-9>
- Bonnefoy, B., Weiss, K., & Moser, G.** (2010). Chapitre 4. Les modèles de la psychologie pour l'étude des comportements dans le cadre du développement durable. In K. Weiss & F. Girandola (Eds.), *Psychologie et développement durable* (pp. 71-93). Editions In Press.
- Borchers, C., Boesch, C., Riedel, J., Guilhaux, H., Ouattara, D., & Randler, C.** (2014). Environmental Education in Côte d'Ivoire/West Africa : Extra-Curricular Primary School Teaching Shows Positive Impact on Environmental Knowledge and Attitudes. *International Journal of Science Education, Part B*, 4(3), 240-259. <https://doi.org/10.1080/21548455.2013.803632>
- Braun, T., & Dierkes, P.** (2019). Evaluating Three Dimensions of Environmental Knowledge and Their Impact on Behaviour. *Research in Science Education*, 49(5), 1347-1365. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9658-7>
- Bressoux, P.** (2010). *Modélisation statistique appliquée aux sciences sociales*. De Boeck.
- Cardak, O.** (2009) Science Students' Misconceptions of the Water Cycle According to their Drawings. *Journal of Applied Sciences*, 9(5), 865-873. <https://doi.org/10.3923/jas.2009.865.873>
- Carleton-Hug, A., & Hug, J. W.** (2010). Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs. *Evaluation and Program Planning*, 33(2), 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.07.005>
- Carlson, J. P., Vincent, L. H., Hardesty, D. M., & Bearden, W. O.** (2009). Objective and Subjective Knowledge Relationships : A Quantitative Analysis of Consumer Research Findings. *Journal of Consumer Research*, 35(5), 864-876. <https://doi.org/10.1086/593688>
- Cheng, J. C.-H., & Monroe, M. C.** (2012). Connection to Nature : Children's Affective Attitude Toward Nature. *Environment and Behavior*, 44(1), 31-49. <https://doi.org/10.1177/0013916510385082>
- Choe, J.-H., Kim, C.-H., & Ri, G.-H.** (2019). An investigation on the environmental knowledge and attitudes of senior middle school students in the Democratic People's Republic of Korea. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 29(2), 146-162. <https://doi.org/10.1080/10382046.2019.1678276>
- Cole, J. C.** (2008). How to deal with missing data. In J. W. Osborn (Ed.), *Best practices in quantitative methods* (pp. 214-238). SAGE publications.
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P., & Skuce, A.** (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, 8(2), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>
- Davreux, Z.** (2023). *Prédiction des comportements pro-environnementaux à l'école primaire en Belgique francophone : Analyse des effets de facteurs psychosociaux* [UCLouvain]. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:43496>
- DeChano, L. M.** (2006). A Multi-Country Examination of the Relationship Between Environmental Knowledge and Attitudes. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 15(1), 15-28. <https://doi.org/10.2167/irgee/184.0>

- Diaz, S., Farglone, J., Chapin III, F.S., & Tilman, D.** (2006). Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. *Plos Biology*, 4(8), 1300-1305.  
<https://journals.plos.org/plosbiology/article/file?id=10.1371/journal.pbio.0040277&type=printable>
- Díaz-Siefer, P., Neaman, A., Salgado, E., Celis-Diez, J., & Otto, S.** (2015). Human-Environment System Knowledge : A Correlate of Pro-Environmental Behavior. *Sustainability*, 7(11), 15510-15526. <https://doi.org/10.3390/su71115510>
- Disinger, J.F., & Roth, C.E.** (1992a). *Environmental Literacy*. Eric.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED351201.pdf>
- Disinger, J.F., & Roth, C.E.** (1992b). Environmental Education research news. *The Environmentalist*, 12, 165-168.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02277231>
- Eisler, A. D., Eisler, H., & Yoshida, M.** (2003). Perception of human ecology : Cross-cultural and gender comparisons. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 89-101.
- Emanuel, R., & Adams, J. N.** (2011). College students' perceptions of campus sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 12(1), 79-92.  
<https://doi.org/10.1108/14676371111098320>
- Ericson E., C., T. Facun, M. C., Rb J., G., G. Lingon, M., Kristina M., L., Michelle M., L., Karl Benz G., M., Lesel R., S., & Mark John A., S.** (2022). Knowledge and Perspective of Students Towards Biodiversity and its Conservation and Protection. *Asian Journal of University Education*, 18(1), 118.  
<https://doi.org/10.24191/ajue.v18i1.17178>
- Farnada, L.** (2023). *L'éducation relative à l'environnement : Les connaissances liées à l'action*. Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université catholique de Louvain. Prom. Galand, Benoit. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:42862>
- Faruhana, A., Asnika, I.N., & Zohir, A.M.** (2022). An Exploration into Direct Nature Experiences (DNE) and Biodiversity Knowledge amongst Island Children. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 660-683.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1360545.pdf>
- Fédération Wallonie–Bruxelles.** (2013). Les socles de compétences - éveil – initiation scientifique (D/2013/9208/55). Consultable en ligne sur [http://enseignement.be/index.php?page=24737&navi=295&rank\\_page=24737](http://enseignement.be/index.php?page=24737&navi=295&rank_page=24737)
- Fédération Wallonie–Bruxelles.** (2022). Référentiel de sciences – tronc commun. Consultable en ligne sur <http://www.enseignement.be/index.php?page=28597&navi=4920>
- Fremerey, C., & Bogner, F.** (2014). Learning about Drinking Water : How Important are the Three Dimensions of Knowledge that Can Change Individual Behavior? *Education Sciences*, 4(4), 213-228. <https://doi.org/10.3390/educsci4040213>
- Franson, M.** (2008). The Impact of Classroom Exposure to sustainability, Course Content, and Ecological Footprint Analysis on Student Attitudes and Projected Behaviors. [Thèse de doctorat, Auburn University]  
<http://hdl.handle.net/10415/1551>
- Frick, J., Kaiser, F.G., & Wilson, M.** (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: exploring prevalence and structure in representative sample. *Personality and Individual Differences*, 37, 1597-1613.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2004.02.015>
- Gambro, J. S., & Switzky, H. N.** (1999). Variables associated with American high school students' knowledge of environmental issues related to energy and pollution. *The Journal of Environmental Education*, 30, 15-22. <https://doi.org/10.1080/00958969909601866>

- Gibert, A.-F.** (2020). Éduquer à l'urgence climatique. *Dossier de veille de l'Institut français de l'éducation (IFÉ)*, 133, 1-44.  
<http://veille-et-analyses.ens-lyon.fr/DA-Veille/133-mars-2020.pdf>
- Good Planet ASBL.** (s.d.). *Classe d'eau. Formation à l'hydro-citoyenneté*. Consulté 21 juin 2024.  
<https://www.classesdeau.be/>
- Härtel, T., Randler, C., & Baur, A.** (2023). Using Species Knowledge to Promote Pro-Environmental Attitudes? The Association among Species Knowledge, Environmental System Knowledge and Attitude towards the Environment in Secondary School Students. *Animals*, 13(6), 972. <https://doi.org/10.3390/ani13060972>
- Hascoët, M. & Lima, L.** (2022). Chapitre 6. L'étude longitudinale à dominante quantitative et les apports du qualitatif. In B. Albero & J. Thievenaz (Eds.), *Enquêter dans les métiers de l'humain. Traité de méthodologie de la recherche en sciences de l'éducation et de la formation. Tome 1* (pp. 417-428). Éditions Raisons et Passions.
- Hashimoto-Martell, E., McNeill, K., & Hoffman, E.** (2012). Connecting urban Youth with their environment : The impact of an urban ecology course on student content knowledge, environmental attitudes and responsible behaviors. *Research in Science Education*, 42, 1007-1026.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-011-9233-6>
- Hines, J. M., Hungerford, H. R., & Tomera, A. N.** (1987). Analysis and Synthesis of Research on Responsible Environmental Behavior: A Meta-Analysis. *The Journal of Environmental Education*, 18(2), 1-8.  
<https://doi.org/10.1080/00958964.1987.9943482>
- IPCC.** (2023). *Synthesis report of the IPCC sixth assessment report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.  
[https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf)
- Jones, R.A.** (2000). *Méthodes de recherche en sciences humaines*. De Boeck Université.
- Kaiser, F. G., & Frick, J.** (2002). Entwicklung eines Messinstrumentes zur Erfassung von Umweltwissen auf der Basis des MRCML-Modells. *Diagnostica*, 48(4), 181-189.  
<https://doi.org/10.1026//0012-1924.48.4.181>
- Kaiser, F. G., & Fuhrer, U.** (2003). Ecological Behavior's Dependency on Different Forms of Knowledge. *Applied Psychology: an International Review*, 52(4), 598-613.  
<https://dx.doi.org/10.1111/1464-0597.00153>
- Kaiser, F. G., Oerke, B., & Bogner, F. X.** (2007). Behavior-based environmental attitude : Development of an instrument for adolescents. *Journal of Environmental Psychology*, 27(3), 242-251. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.06.004>
- Kaiser, F. G., Roczen, N., & Bogner, F. X.** (2008). Competence formation in environmental education: advancing ecology-specific rather than general abilities. *Umweltpsychologie*, 12(2), 56-70.
- Kaya, V., & Elster, D.** (2019). A Critical Consideration of Environmental Literacy : Concepts, Contexts, and Competencies. *Sustainability*, 11(6), 1581.  
<https://doi.org/10.3390/su11061581>
- Kleespies, M. W., Braun, T., Dierkes, P. W., & Wenzel, V.** (2021). Measuring Connection to Nature—A Illustrated Extension of the Inclusion of Nature in Self Scale. *Sustainability*, 13(4), 1761. <https://doi.org/10.3390/su13041761>
- Kollmuss, A., & Agyeman, J.** (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.  
<https://dx.doi.org/10.1080/13504620220145401>

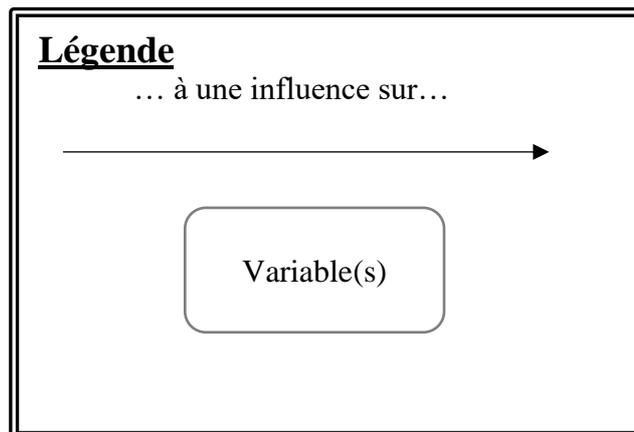
- Kosta, A. D., Keramitsoglou, K. M., & Tsagarakis, K. P.** (2022). Exploring the Effect of Environmental Programs on Primary School Pupils' Knowledge and Connectedness Toward Nature. *SAGE Open*, 12(4), 1-11. <https://doi.org/10.1177/21582440221140288>
- La Leçon Verte ASBL.** (s.d.). *Osons l'Ecole du Dehors !* Consulté le 22 juin 2024. <https://www.leconverte.org/ecoles/primaires/ecole-du-dehors/>
- Larson, L. R., Stedman, R. C., Cooper, C. B., & Decker, D. J.** (2015). Understanding the multi-dimensional structure of pro-environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 43, 112-124. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.06.004>
- Learn to Be ASBL.** (s.d.). *Design for change.* Consulté le 24 juin 2024. <https://learntobe.be/design-for-change-belgium/>
- Liefländer, A. K., & Bogner, F. X.** (2016). Educational impact on the relationship of environmental knowledge and attitudes. *Environmental Education Research*, 24(4), 611-624. <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1188265>
- Liefländer, A. K., Bogner, F. X., Kibbe, A., & Kaiser, F. G.** (2015). Evaluating Environmental Knowledge Dimension Convergence to Assess Educational Programme Effectiveness. *International Journal of Science Education*, 37(4), 684-702. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1010628>
- Mateer, T., Melton, T., Miller, Z., Lawhon, B., Agans, J., & Taff, D.** (2022). A multi-dimensional measure of pro- environmental behavior for use across populations with varying levels of environmental involvement in the United States. *PLoS ONE*, 17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274083>
- Maurer, M., & Bogner, F. X.** (2020). Modelling environmental literacy with environmental knowledge, values and (reported) behaviour. *Studies in Educational Evaluation*, 65, 100863. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100863>
- Maurer, M., Koulouris, P., & Bogner, F. X.** (2020). Green Awareness in Action—How Energy Conservation Action Forces on Environmental Knowledge, Values and Behaviour in Adolescents' School Life. *Sustainability*, 12(3), 955. <https://doi.org/10.3390/su12030955>
- Michalos, A. C., Creech, H., Swayze, N., Maurine Kahlke, P., Buckler, C., & Rempel, K.** (2011). Measuring Knowledge, Attitudes and Behaviours Concerning Sustainable Development among Tenth Grade Students in Manitoba. *Social Indicators Research*, 106(2), 213-238. <https://doi.org/10.1007/s11205-011-9809-6>
- Monroe, M.C.** (2003). Two Avenues for Encouraging Conservation Behaviors. *Human Ecology Review*, 10(2), 113-125. <https://www.jstor.org/stable/24706961>
- Moorkens, P.** (s.d.). *Agir en conscience : une utopie possible ?*. Consulté le 24 juin 2024. <https://www.pierre-moorkens.com/bio/>
- Osborne, J., & Dillon, J.** (2008). *Science education in Europe : Critical reflections*. The nuffield Foundation.
- Otto, S., & Pensini, P.** (2017). Nature-based environmental education of children : Environmental knowledge and connectedness to nature, together, are related to ecological behaviour. *Global Environmental Change*, 47, 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.009>
- Ouellette, J. A., & Wood, W.** (1998). Habit and intention in everyday life: The multiple processes by which past behavior predicts future behavior. *Psychological Bulletin*, 124(1), 54-74. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.1.54>
- Pallant, J.** (2016). *SPSS Survival Manual website*. Open University Press.

- Ramsey, C. E., & Rickson, R. E.** (1976). Environmental Knowledge and Attitudes. *The Journal of Environmental Education*, 8(1), 10-18. <https://doi.org/10.1080/00958964.1976.9941552>
- Roczen, N., Kaiser, F. G., Bogner, F. X., & Wilson, M.** (2014). A Competence Model for Environmental Education. *Environment and Behavior*, 46(8), 972-992. <https://doi.org/10.1177/0013916513492416>
- Roegiers, X.** (2007). *Analyser une action d'éducation ou de formation*. Editions de Boeck.
- Roth, C.E.** (1992). *Environmental Literacy: Its Roots, Evolution and Directions in the 1990s*. Eric. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED348235.pdf>
- Roth, C.E.** (1968). *Curriculum Overview for Developing Environmentally Literate Citizens*. Eric. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED032982.pdf>
- Schlegel, J., Breuer, G., & Rupf, R.** (2015). Local Insects as Flagship Species to Promote Nature Conservation? A Survey among Primary School Children on Their Attitudes toward Invertebrates. *Anthrozoös*, 28(2), 229-245. <https://doi.org/10.1080/08927936.2015.11435399>
- Schneiderhan-Opel, J., & Bogner, F. X.** (2020). The Relation between Knowledge Acquisition and Environmental Values within the Scope of a Biodiversity Learning Module. *Sustainability*, 12(5), 2036. <https://doi.org/10.3390/su12052036>
- Schultz, P.W.** (2002a) Knowledge, Information, and Household Recycling: Examining the Knowledge-Deficit Model of Behavior Change. In T. Dietz & P.C. Stern (Eds.), *New Tools for Environmental Protection : Education, Information and Voluntary Measures* (pp.67-82). National Academy Press. <http://www.nap.edu/catalog/10401.html>
- Schultz, P. W.** (2002b). Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In P. Schmuck & P. W. Schultz (Eds.), *The psychology of sustainable development* (pp. 61-78). Kluwer. [https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-0995-0\\_4](https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-0995-0_4)
- Setiawan, H., Kusnadi, K., Surtikanti, H. K., & Riandi, R.** (2023). Gender differences and the correlation of environmental knowledge with sustainability awareness after ESD-PjBL implementation. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 371-386. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.26049>
- Spinola, H.** (2015) Environmental literacy comparison between students taught in Eco-schools and ordinary schools in the Madeira Island region of Portugal. *Science Education International*, 26(3), 392-413. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1074869.pdf>
- Soga, M., Gaston, K.J., Yamaura, Y, Kurisu, K., & Hanaki, K.** (2016). Both direct and vicarious experiences of nature affect children's willingness to conserve biodiversity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(6), 529. <https://dx.doi.org/10.3390/ijerph13060529>
- Stern, M. J., Powell, R. B., & Hill, D.** (2013). Environmental education program evaluation in the new millennium: What do we measure and what have we learned? *Environmental Education Research*, 20(5), 581-611. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.838749>
- Stevenson, R.B.** (2007). Schooling and environmental education: Contradictions in purpose and practice. *Environmental Education Research*, 13(2), 139-153. <https://dx.doi.org/10.1080/13504620701295726>
- UNESCO.** (1978). *Intergovernmental conference on environmental education organized by UNESCO in co-operation with UNEP. Tbilisi (USSR). 14-26 October 1977. Final Report*. UNESCO. <https://www.gdrc.org/uem/ee/Tbilisi-Declaration.pdf>

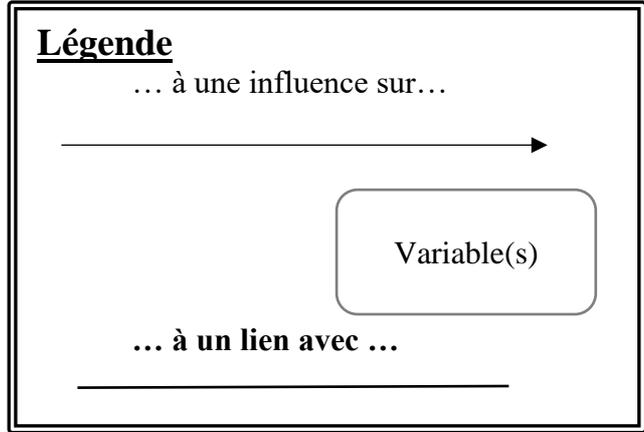
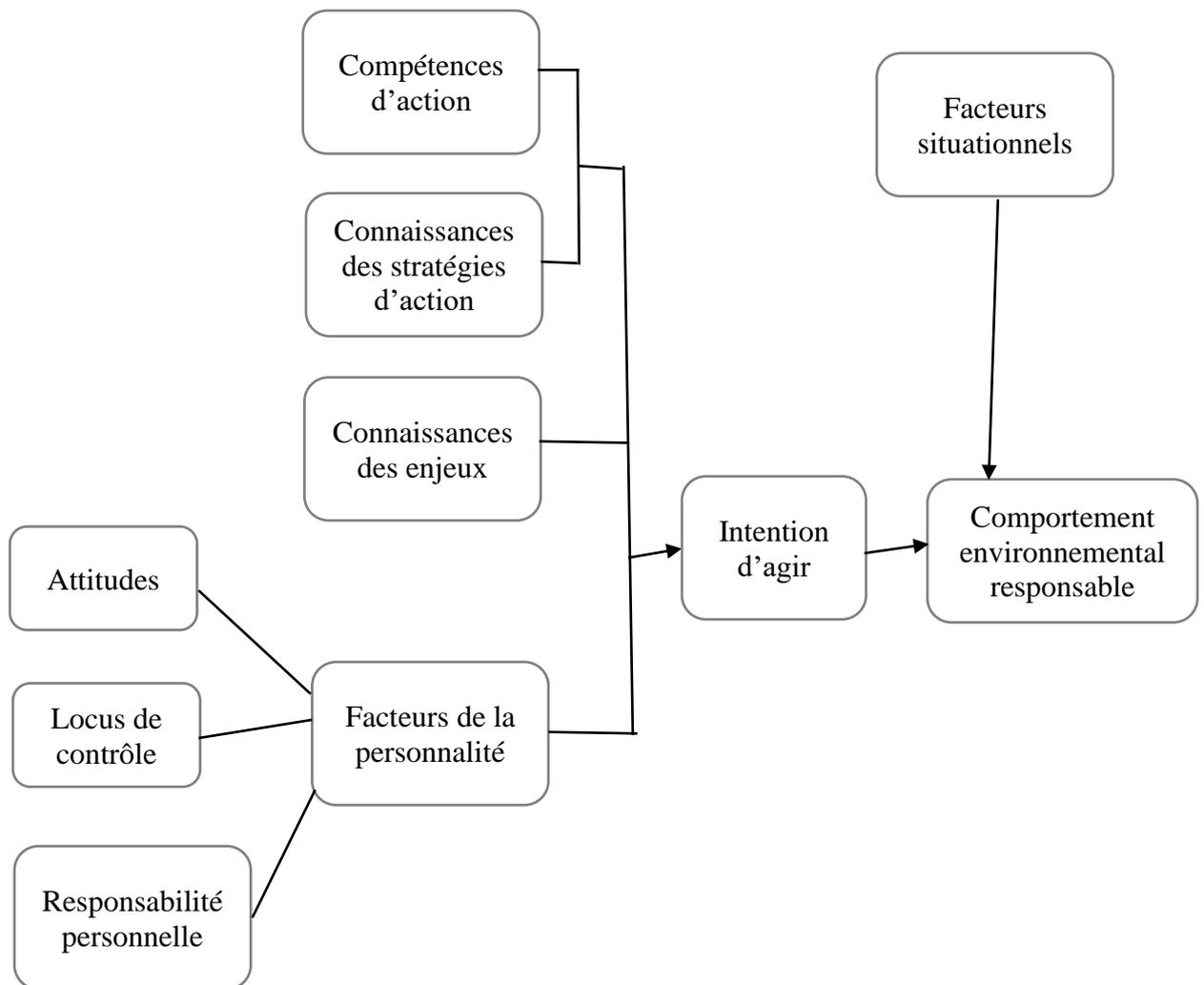
- United Nations.** (2015, septembre). *Transformer notre monde : le Programme de développement durable à l'horizon 2030*, New York, Résolution adoptée par l'Assemblée générale le 25 septembre 2015.  
[https://www.unfpa.org/sites/default/files/resource-pdf/Resolution\\_A\\_RES\\_70\\_1\\_FR.pdf](https://www.unfpa.org/sites/default/files/resource-pdf/Resolution_A_RES_70_1_FR.pdf)
- United Nations.** (2012, mai). *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 16 June 1972*. Audiovisual Library of International Law.  
<https://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>
- United Nations.** (1992, juin). *Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement*.  
<https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/56/PDF/N9283656.pdf>
- United Nations.** (1972, juin). *Conférence des Nations Unies sur l'environnement, du 5 au 16 juin 1972, Stockholm*. <https://www.un.org/fr/conferences/environnement/stockholm1972>
- Wiseman, M., & Bogner, F. X.** (2003). A higher-order model of ecological values and its relationship to personality. *Personality and Individual Differences*, 34(5), 783-794.  
[https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00071-5)
- Yeh, S.-C., Huang, J.-Y., & Yu, H.-C.** (2017). Analysis of Energy Literacy and Misconceptions of Junior High Students in Taiwan. *Sustainability*, 9(3), 423.  
<https://doi.org/10.3390/su9030423>

## Annexes

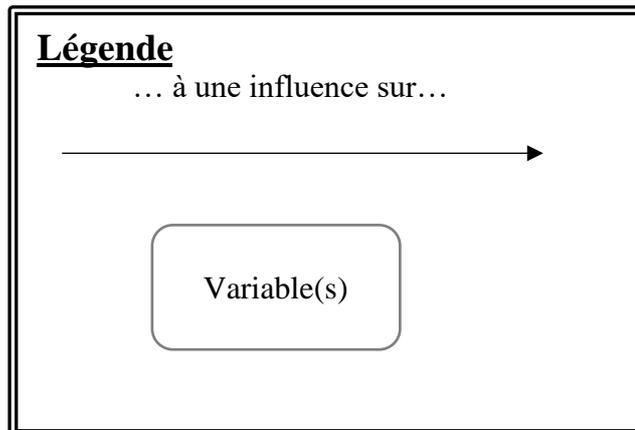
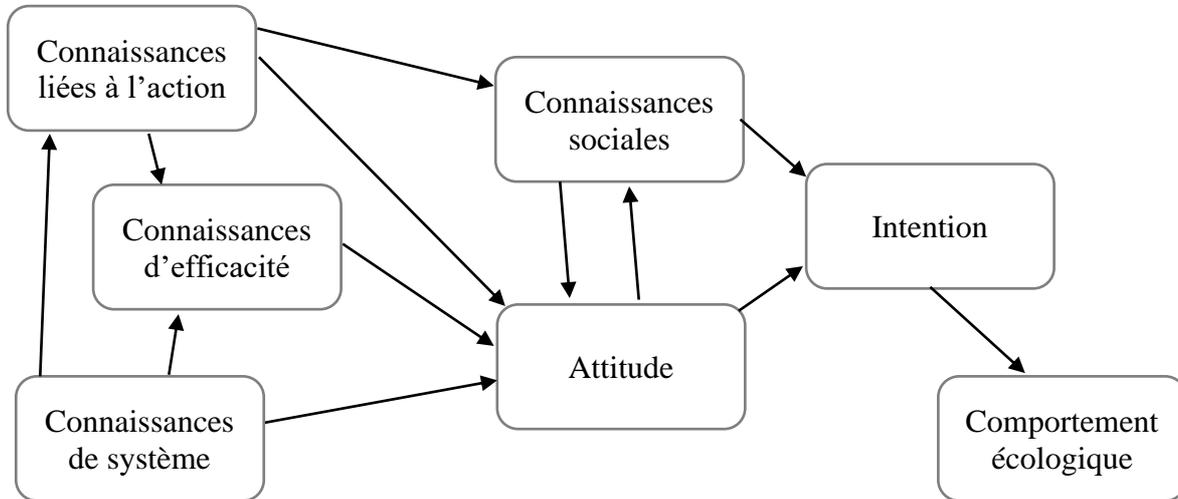
### Annexe 1 : Modèle connaissance-attitude/conscience-comportement (Ramsey & Rickson, 1977)



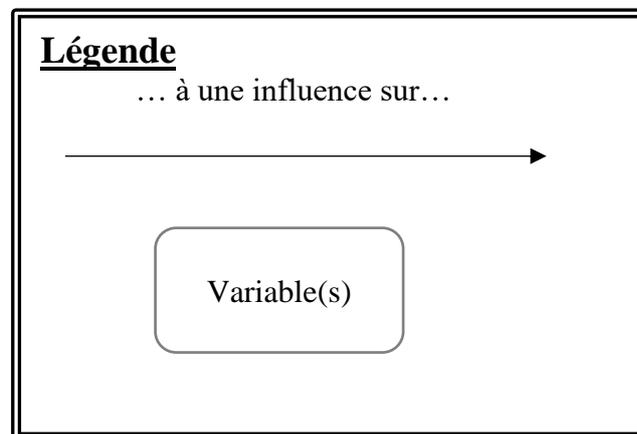
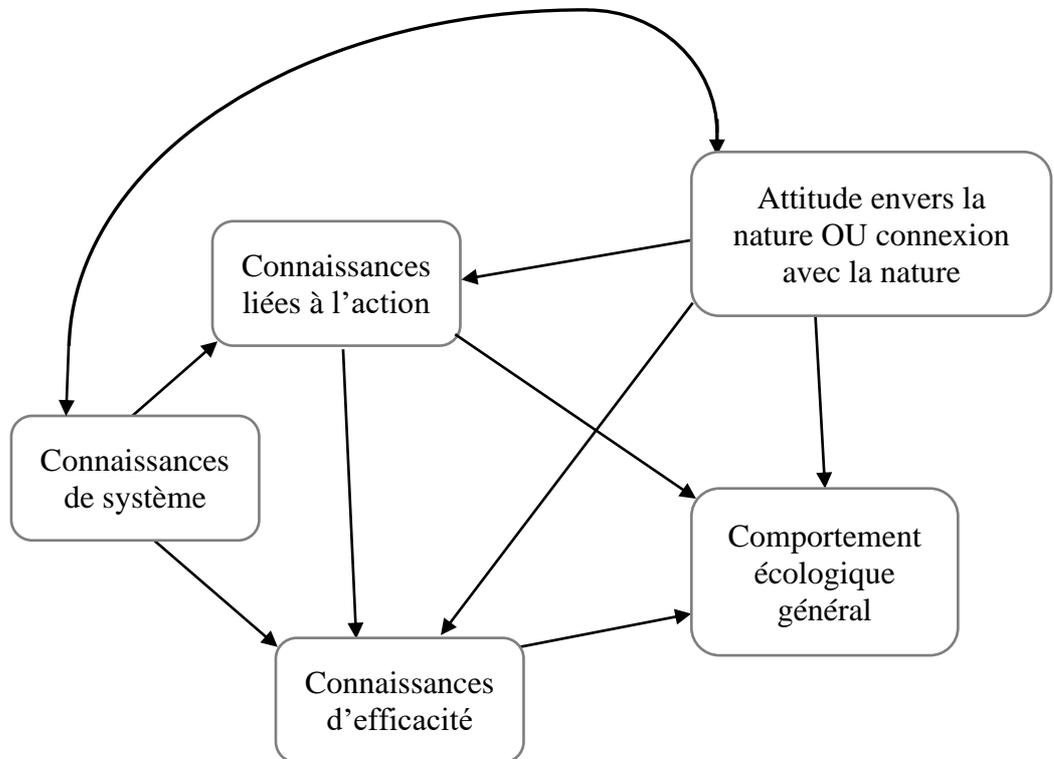
**Annexe 2 : Modèle du comportement environnemental responsable de  
Hines, Hungerford & Tomera (1987)**



**Annexe 3 : Modèle de l'influence distale des connaissances sur le comportement médié par des facteurs proches affectant le comportement (Kaiser & Fuhrer, 2003)**



**Annexe 4 : Modèle de compétence pro-environnementale fondé sur des preuves (Kaiser et al., 2008, as cited in Roczen et al., 2013)**



## Annexe 5 : Questionnaire à l'attention des élèves

Bonjour,

Pour notre travail à l'université, nous aimerions savoir ce que les enfants de ta classe pensent de la nature. Nous avons besoin de ton aide pour effectuer ce travail. Tu es libre de participer ou de ne pas participer.

Si tu participes, tu peux aussi t'arrêter de répondre quand tu veux.

Mais tu dois savoir une chose. Personne ne saura ce que tu as répondu car il n'y a pas ton nom sur la feuille. Nous te promettons que tout ce que tu écris ne sera jamais dit à d'autres personnes que nous.

Es-tu d'accord de participer à notre enquête ? **COCHE** la case qui te convient.

- Je suis d'accord de participer.
- Je ne suis pas d'accord de participer.

ECRIS les 2 premières lettres de ton prénom : ..... Exemple : Marie → MA

ECRIS les 2 premières lettres de ton nom de famille : ..... Exemple : Dubois → DU

ECRIS ton jour de naissance : ..... Exemple : 08 avril 2013 → 08



Merci !

Andy, Boris, Manon, Matthieu, Valentin, Victoria

réseau  
idée



La Leson verte  
asbl

Learn to Be

UCLouvain



Lorsqu'on parle **d'environnement**, on pense à la nature, aux animaux, à l'eau, à la biodiversité, aux problèmes liés à la pollution, etc.

**Pourquoi pourrais-tu participer à une action comme ...**

- × un ramassage de déchets,
- × un comptage d'animaux dans la nature,
- × la construction d'un hôtel à insectes,
- × une journée zéro déchet,
- × une journée gros pull...

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui te convient.

	Pas du tout d' accord	Pas d' accord	Ni d' accord ni pas d' accord	D' accord	Tout à fait d' accord
<b>Je participerais...</b>					
1. Car cela me ferait plaisir de découvrir une nouvelle manière d'agir pour l'environnement.					
2. Parce que j'ai choisi de le faire, c'est important pour moi.					
3. Parce que je me sentirais coupable si on ne faisait rien pour l'environnement.					
4. Je ne participerais pas, parce que je ne vois pas en quoi mes efforts amélioreraient la situation environnementale.					
5. Parce que prendre soin de l'environnement, c'est comme prendre soin de moi.					
6. Car cela me ferait plaisir d'améliorer la qualité de l'environnement.					
7. Pour que les autres me soient reconnaissants.					
8. Parce que je serais gêné de ne rien faire pour préserver l'environnement.					
9. Je ne participerais pas, j'ai vraiment l'impression de perdre mon temps en faisant des choses pour l'environnement.					
10. Parce que je pense que je regretterais de ne pas faire quelque chose pour l'environnement.					
11. Car j'aime vraiment m'investir pour l'environnement.					

**Pourquoi pourrais-tu participer à une action comme ...**

- × un ramassage de déchets,
- × un comptage d'animaux dans la nature,
- × la construction d'un hôtel à insectes,
- × une journée zéro déchet,
- × une journée gros pull...

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui te convient.

	<i>Pas du tout d' accord</i>	<i>Pas d' accord</i>	<i>Ni d' accord ni pas d' accord</i>	<i>D' accord</i>	<i>Tout à fait d' accord</i>
<b>Je participerais...</b>					
12. Parce que je veux aider à créer un meilleur environnement.					
13. Parce que cela dérangerait les autres si je ne le faisais pas.					
14. Parce qu'il est logique d'améliorer l'environnement.					
15. Parce que mes amis insistent pour que je le fasse.					
16. Je ne participerais pas, c'est inutile, la situation ne s'améliore simplement pas.					
17. Parce que je pense que ce serait une bonne idée de faire quelque chose pour l'environnement.					
18. Parce que prendre soin de l'environnement est quelque chose qui est naturel pour moi.					

**Quand je serai grand ...**

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui te convient.

	<i>Pas du tout d' accord</i>	<i>Pas d' accord</i>	<i>Ni d' accord ni pas d' accord</i>	<i>D' accord</i>	<i>Tout à fait d' accord</i>
19. J'aurai une piscine dans mon jardin					
20. Je m'engagerai dans un projet pour préserver la nature					
21. Je mangerai peu de viande					
22. Je récolterai l'eau de pluie pour l'utiliser chez moi.					
23. J'apprendrai à mes enfants à prendre soin de la nature					
24. J'essayerai d'acheter des affaires d'occasion/ de seconde main (vêtements, appareils électroniques, meubles...)					
25. Je partirai souvent en voyage en avion.					

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui te convient.

	<i>Pas du tout d' accord</i>	<i>Pas d' accord</i>	<i>Ni d' accord ni pas d' accord</i>	<i>D' accord</i>	<i>Tout à fait d' accord</i>
26. Je me soucie du bien-être des personnes qui m'entourent. Il est important pour moi de pouvoir les aider.					
27. Je suis fidèle à mes amis.					
28. Je suis attentif aux besoins des autres.					
29. Je pardonne aux gens qui m'ont blessé : j'essaie de voir ce qui est bon en eux et de ne pas leur en vouloir.					
30. Je pense que tout le monde doit être traité de la même manière, même les gens que je ne connais pas.					
31. J'écoute les autres même quand ils ne sont pas d'accord avec moi. J'essaie de les comprendre.					
32. Je trouve important de prendre soin de la nature, de protéger l'environnement.					
33. J'aimerais être riche et le montrer avec des objets de luxe.					
34. J'aime être celui qui dirige, qui prend les décisions.					
35. J'aime que tout le monde m'écoute quand je parle.					
36. Je trouve important de partager ma collation avec un camarade qui n'en a pas.					
37. Je trouve important de ramasser les déchets dans la cour, même si ce ne sont pas les miens.					
38. J'ai besoin d'être meilleur que les autres.					

## 10 questions sur la nature

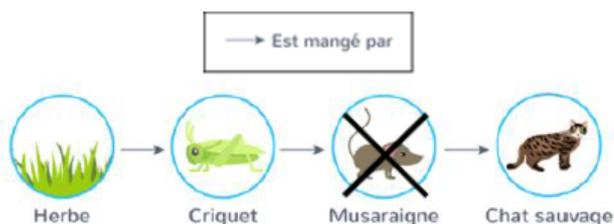


Pour chaque proposition, **COCHE** une réponse.  
Il y a une seule réponse correcte.

39. Selon toi, la biodiversité c'est avoir ...

- Beaucoup de champs en agriculture biologique.
- Une alimentation variée.
- Beaucoup d'espèces animales et végétales différentes dans un milieu.
- Beaucoup de magasins de fruits et légumes près de chez soi.
- Je ne sais pas.

40. Dans cette chaîne alimentaire, si on élimine la population des musaraignes, on pourra observer...



- Moins de criquets et plus d'herbe.
- Plus de criquets et plus d'herbe.
- Moins de criquets et plus de chats sauvages.
- Plus de criquets et moins de chats sauvages.
- Je ne sais pas.

41. Un insecte pollinisateur est un insecte qui...

- Pond des œufs dans le pollen.
- Mange le pollen des fleurs.
- Transporte le pollen d'une fleur à l'autre.
- Détruit le pollen.
- Je ne sais pas.

42. Le nectar des fleurs est important car ce nectar...

- nourrit de nombreux insectes.
- Repousse les pucerons.
- Fait grandir plus vite la plante.
- Je ne sais pas.

- 43.** Il est utile pour la nature que des gens amènent des plantes et des animaux qui viennent d'autres continents en Belgique.
- Vrai.
  - Faux.
  - Je ne sais pas.
- 

- 44.** Une plante mellifère est importante car elle produit beaucoup...
- De miel.
  - De fruits.
  - De nectar.
  - De fleurs.
  - Je ne sais pas.
- 

- 45.** Les zones humides sont importantes car...
- Ce sont des sources d'eau potable.
  - Ce sont des lacs sur lesquels les grands bateaux peuvent naviguer.
  - Ce sont des points d'eau qui abritent beaucoup d'êtres vivants.
  - Ce sont des barrages qui permettent la production d'électricité.
  - Je ne sais pas.
- 

- 46.** Lorsqu'on retrouve beaucoup de petites bêtes différentes (larves, crustacés, mollusques) dans une mare, cela signifie que ...
- Les prédateurs sont absents de la mare.
  - La qualité de l'eau de la mare est bonne.
  - La température de l'eau est agréable pour se baigner.
  - L'eau de la mare est polluée.
  - Je ne sais pas.
- 

- 47.** Une espèce invasive est une espèce qui...
- S'enfonce dans la terre pour s'abriter.
  - Part et qui revient en fonction des saisons.
  - Prend la place d'autres espèces.
  - Vit en groupe.
  - Je ne sais pas.
- 

- 48.** L'insecte qui transporte le plus de pollen de fleur en fleur est...
- Le papillon.
  - L'abeille.
  - La guêpe.
  - Le bourdon.
  - Je ne sais pas.

### D'habitude, combien de fois fais-tu les choses suivantes ?

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui te convient.

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
49. Je fais très attention à ne pas gaspiller d'eau.					
50. J'éteins la lumière quand je quitte une pièce.					
51. Je vais à l'école à pied, à vélo ou en transports en commun.					
52. J'utilise une gourde.					
53. Je recycle en triant mes déchets.					
54. Je demande à mes parents pour manger de la viande.					
55. Je demande à mes parents de m'acheter des nouvelles choses (nouveaux vêtements, jeux, matériels)					
56. J'encourage mes camarades à adopter un comportement plus respectueux de la nature.					
57. Je prends soin des plantes (éviter de les cueillir ou d'arracher des branches, les arroser...).					
58. Je prends soin des animaux et des insectes (leur construire un abri, les nourrir, éviter de les écraser...).					
59. Je prends l'initiative de parler avec ma famille ou mes amis des problèmes environnementaux (réchauffement climatique, disparition d'espèces animales, pollutions, protection de l'environnement...).					
60. Je me porte volontaire pour participer aux projets liés à la protection de la nature (à l'école ou en dehors).					
61. Lorsque je peux donner mon avis, je choisis l'option la plus respectueuse de l'environnement.					
62. Je travaille avec d'autres personnes pour protéger l'environnement (famille, camarades, mouvement de jeunesse, voisins du quartier).					

**Lorsque je pense à ce que les humains font à la nature ...**

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui te convient le mieux.

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
63. Je me sens en colère, révolté					
64. Je m'ennuie					
65. Je suis confiant, optimiste					
66. Je me sens stressé, anxieux					
67. Je me sens joyeux, amusé					
68. Je suis attentif, concentré					
69. Je me sens gêné, mal à l'aise					
70. Je me sens triste, déprimé					
71. Je suis découragé, démoralisé					

**Combien de fois penses-tu que tes camarades de classe font les choses suivantes ? (Même si tu ne sais pas, réponds ce qui te paraît le plus juste.)**

Pour chaque proposition, **COCHE** la bonne réponse.

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
72. Ils font attention à ne pas gaspiller d'eau.					
73. Mes camarades de classe trient leurs déchets.					
74. Mes camarades de classe font attention à la nature et aux différents animaux qui y vivent.					
75. Mes camarades de classe parlent de l'environnement.					
76. Mes camarades de classe font attention à ne pas gaspiller d'électricité (éteindre la lumière en sortant d'une pièce...).					
77. Mes camarades de classe achètent souvent de nouvelles choses (jeux, vêtements...).					
78. Mes camarades de classe pensent que je dois faire attention à ne pas gaspiller d'eau.					
79. Mes camarades de classe pensent que je dois trier mes déchets.					
80. Mes camarades de classe pensent que je dois faire attention à la nature et aux différents animaux qui y vivent.					
81. Mes camarades de classe pensent que je dois faire attention à ne pas gaspiller d'électricité (éteindre la lumière...).					
82. Mes camarades de classe me poussent à acheter souvent de nouvelles choses (jeux, vêtements...).					
83. Mes camarades de classe pensent qu'il faut que je parle de l'environnement.					

## 10 questions sur l'eau



Pour chaque proposition, **COCHE** une réponse.

Il y a **une seule réponse correcte**.

84. A Bruxelles et en Wallonie, l'eau du robinet vient en grande partie...

- De la mer.
  - Des rivières.
  - De l'eau de pluie.
  - Des nappes d'eau souterraine.
  - Je ne sais pas.
- 

85. L'eau des égouts va jusqu'à...

- Une rivière, un fleuve ou la mer.
  - Un bassin pour mélanger l'eau des égouts à de l'eau claire.
  - Une usine pour nettoyer l'eau avant de la rejeter dans un cours d'eau.
  - Une usine pour rendre l'eau pure avant de la mettre en bouteille.
  - Je ne sais pas.
- 

86. La substance qui ne doit pas se trouver en trop grande quantité dans l'eau potable est...

- Le fer.
  - Le magnésium.
  - Le nitrate.
  - Le calcium.
  - Je ne sais pas.
- 

87. Chaque fois que je tire la chasse, j'utilise environ...

- 3 litres d'eau.
  - 10 litres d'eau.
  - 25 litres d'eau.
  - 40 litres d'eau.
  - Je ne sais pas.
- 

88. A la maison, ma famille et moi utilisons le plus d'eau pour...

- Laver les vêtements.
- Se laver et se brosser les dents.
- Cuisiner.
- Faire la vaisselle.
- Je ne sais pas.

**89.** Une eau claire et transparente n'est pas polluée par des produits dangereux.

- Vrai.
  - Faux.
  - Je ne sais pas.
- 

**90.** Sur la Terre, il y a peu d'eau douce (non salée) pour tous les êtres vivants qui y vivent.

- Vrai.
  - Faux.
  - Je ne sais pas.
- 

**91.** Pour être en bonne santé, un être humain doit boire environ...

- Un verre d'eau par jour.
  - 0,5 litre d'eau par jour.
  - 1,5 litre d'eau par jour.
  - 3 litres d'eau par jour.
  - Je ne sais pas.
- 

**92.** Un Belge utilise en moyenne (pour sa lessive, sa vaisselle, se laver, aller aux toilettes, nettoyer sa maison, cuisiner et boire...) :

- 20 litres d'eau par jour.
  - 50 litres d'eau par jour.
  - 120 litres d'eau par jour.
  - 260 litres d'eau par jour.
  - Je ne sais pas.
- 

**93.** Utiliser de l'eau potable n'est vraiment indispensable que pour ...

- Laver les vêtements.
- Arroser les plantes.
- Cuisiner.
- Se laver.
- Je ne sais pas.

**Chez toi, combien y a-t-il de ces objets ?**

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui te convient.

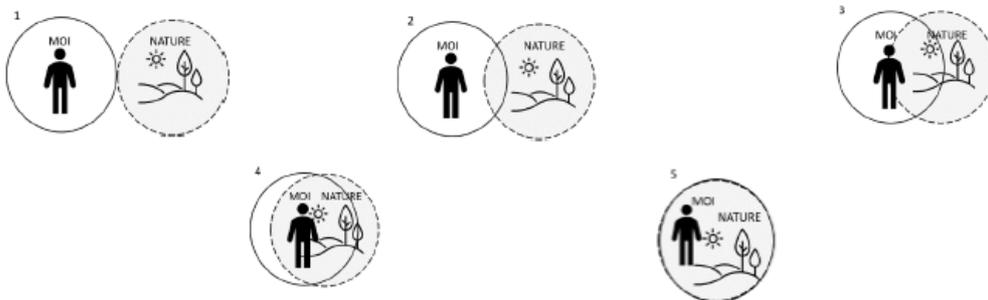
	Zéro	Un	Deux	Trois ou plus
94. Smartphone				
95. Ordinateur (fixe ou portable)				
96. Console de jeu				
97. Instrument de musique				
98. Voiture				
99. Une pièce avec une baignoire ou une douche				

**100. Combien de personnes vivent chez moi (moi y compris) ?**

ECRIS le nombre exact sur les pointillés : .....

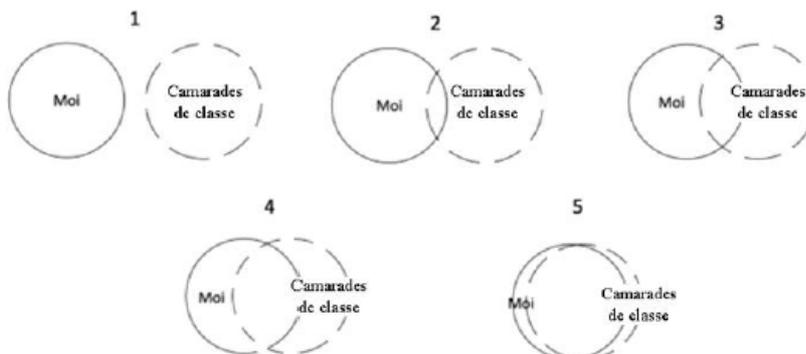
**101. A quel point te sens-tu connecté à la nature ?**

ENTOURE la paire de cercle qui montre le mieux ton lien avec la nature.



**102. A quel point te sens-tu connecté à tes camarades de classe ?**

ENTOURE la paire de cercle qui montre le mieux ton lien avec tes camarades.



**103. Combien de livres ai-je chez moi (sans compter les magazines) ?**

**COCHE** la case la plus exacte.

<input type="checkbox"/> Pas de livre ou très peu de livres (de 0 à 10 livres) 	<input type="checkbox"/> Assez de livres pour remplir une étagère (de 11 à 25 livres) 
<input type="checkbox"/> Assez de livres pour remplir une bibliothèque (de 26 à 100 livres) 	<input type="checkbox"/> Assez de livres pour remplir deux bibliothèques (de 101 à 200 livres) 
<input type="checkbox"/> Assez de livres pour remplir trois ou plus de trois bibliothèques (plus de 200 livres) 	

**A propos de toi...**

Pour chaque proposition, **COCHE** la case qui convient.

**104.** Je suis :

- une fille       un garçon       autre

**105.** Mon âge :

- 8 ans ou moins       9 ans       10 ans       11 ans  
 12 ans       13 ans       14 ans ou plus

**106.** Ai-je déjà doublé ?

- jamais       une fois       deux fois ou plus

Annexe 6 : Photo des réalisations d'élèves du projet *Osons l'Ecole du Dehors*



## Annexe 7 : Lettre à l'attention des directions et des enseignants des écoles

Madame, Monsieur,

Votre école, et plus particulièrement votre classe, participe à un projet ayant pour objectif l'éducation à l'environnement. La cohorte 2023-2024 de mémorants de l'*Université Catholique de Louvain* collabore avec le *Réseau Idée*, partenaire des ASBL « *Good Planet* », « *La Leçon Verte* » et « *Learn to Be* ».

Notre objectif est de mesurer les effets relatifs à l'éducation à l'environnement chez les enfants. Pour cela, nous souhaitons faire passer un questionnaire à vos élèves ; une première fois courant novembre-décembre et une seconde à la fin de l'année scolaire (dates exactes à convenir entre les différentes parties). Plus concrètement, la passation sera chapeauté par l'un des mémorants et ne devrait pas durer plus d'une heure. Afin que les conditions de passation soient les plus semblables d'une école à l'autre, nous vous demanderons d'éviter d'interagir avec vos élèves au moment de la passation.

Les élèves ne seront pas les seuls contributeurs à notre recherche. Nous solliciterons aussi votre participation lors de la deuxième récolte de données. Vous aurez bien entendu l'occasion d'avoir un retour sur les résultats, une fois les analyses effectuées.

Nous restons à votre disposition pour tout complément d'information et nous réjouissons à l'idée de partager cette expérience ensemble.

Andy Jenniges ([andy.jenniges@student.uclouvain.be](mailto:andy.jenniges@student.uclouvain.be) ; +32 498 356837),

Boris Vaessen ([boris.vaessen@student.uclouvain.be](mailto:boris.vaessen@student.uclouvain.be) ; +32 498 610496),

Manon Cahuzac ([manon.cahuzac@student.uclouvain.be](mailto:manon.cahuzac@student.uclouvain.be) ; +32 471 660816),

Matthieu America ([matthieu.america@student.uclouvain.be](mailto:matthieu.america@student.uclouvain.be) ; +32 492 787204),

Valentin Nortier ([valentin.nortier@student.uclouvain.be](mailto:valentin.nortier@student.uclouvain.be) ; +32 470 576865),

Victoria Delepierre ([victoria.delepierre@student.uclouvain.be](mailto:victoria.delepierre@student.uclouvain.be) ; +32 495 220710).

réseau  
idée



La Leçon Verte  
asbl

Learn to Be

 UCLouvain

Madame, Monsieur,

Votre école, et plus particulièrement votre classe, a été sélectionnée pour participer à une étude ayant pour objectif l'éducation à l'environnement. La cohorte 2023-2024 de mémorants de l'*Université Catholique de Louvain* collabore avec le *Réseau Idée*.

Notre objectif est de mesurer les effets relatifs à l'éducation à l'environnement chez les enfants. Pour cela, nous souhaitons faire passer un questionnaire à vos élèves ; une première fois courant novembre-décembre et une seconde à la fin de l'année scolaire (dates exactes à convenir entre les différentes parties). Plus concrètement, la passation sera chapeauté par l'un des mémorants et ne devrait pas durer plus d'une heure. Afin que les conditions de passation soient les plus semblables d'une école à l'autre, nous vous demanderons d'éviter d'interagir avec vos élèves au moment de la passation.

Les élèves ne seront pas les seuls contributeurs à notre recherche. Nous solliciterons aussi votre participation lors de la deuxième récolte de données. Vous aurez bien entendu l'occasion d'avoir un retour sur les résultats, une fois les analyses effectuées.

Nous restons à votre disposition pour tout complément d'information et nous réjouissons à l'idée de partager cette expérience ensemble.

Andy Jenniges ([andy.jenniges@student.uclouvain.be](mailto:andy.jenniges@student.uclouvain.be) ; +32 498 356837),

Boris Vaessen ([boris.vaessen@student.uclouvain.be](mailto:boris.vaessen@student.uclouvain.be) ; +32 498 610496),

Manon Cahuzac ([manon.cahuzac@student.uclouvain.be](mailto:manon.cahuzac@student.uclouvain.be) ; +32 471 660816),

Matthieu America ([matthieu.america@student.uclouvain.be](mailto:matthieu.america@student.uclouvain.be) ; +32 492 787204),

Valentin Nortier ([valentin.nortier@student.uclouvain.be](mailto:valentin.nortier@student.uclouvain.be) ; +32 470 576865),

Victoria Delepierre ([victoria.delepierre@student.uclouvain.be](mailto:victoria.delepierre@student.uclouvain.be) ; +32 495 220710).



## Annexe 8 : Guide de passation

### Guide de passation pour le questionnaire « élèves » - cohorte 2023-2024

Ce document est inspiré du guide de passation de la cohorte 2022-2023 (Farnada, 2023).

#### Les indispensables au préalable

- **DISPOSER** de l'horaire de la journée de l'école (récréation, temps de midi...).
- **IDENTIFIER** le bâtiment de cours (spécialement pour les grandes infrastructures scolaires ou pour les établissements divisés sur plusieurs implantations).
- **PRÉVOIR** des crayons et des gommes en suffisance (une vingtaine environ).
- **INDIQUER**, sur la farde ou sur l'enveloppe contenant les questionnaires, les données suivantes :
  - Identifiant de l'école
  - Identifiant de la classe
  - Date de passation
  - Heure de passation
- **Étudier** le guide de passation (et se préparer des fiches récapitulatives pour ne rien oublier)

#### Vérification auprès de l'enseignant

- **VÉRIFIER** si l'enseignant(e) connaît bien la raison de notre présence.
- **VÉRIFIER** auprès de l'enseignant(e) le niveau de lecture des élèves de la classe.
- Dans tous les cas, **PROPOSER** de lire les questions à voix haute.
- **DEMANDER** à l'enseignant(e) de ne pas passer entre les bancs et de ne s'occuper des relances attentionnelles qu'à distance.

#### Entrée dans la classe

- **REGARDER** l'ensemble des élèves de la classe. Ne pas se focaliser sur quelques élèves.
- **SE PRÉSENTER** et présenter le sujet :
  - **S'ANNONCER** : « Bonjour » ... « Prénom et nom »  
« Étudiant dans une université à Louvain-la-Neuve (Brabant Wallon en Belgique). »
- L'intérêt de se présenter comme étudiant est de se mettre sur un pied d'égalité avec les élèves. **PRÉSENTER** le questionnaire :
  - **PRÉCISER** l'objectif  
« Je travaille avec d'autres étudiants sur...  
« On aimerait connaître...
  - **EXPLIQUER** le mode opératoire  
« Le questionnaire est composé de questions à choix multiples, il suffit de cocher la case que vous estimez être la meilleure...
  - **INDIQUER** l'utilité du crayon et de la gomme  
« Il faut faire une croix pour choisir une réponse »  
« On peut gommer si l'on s'est trompé et mettre une croix ailleurs »
  - **EXPLIQUER** qu'il vaut mieux ne pas faire de rature  
??? Comment gérer les ratures ou le manque de crayons ???

- **EXPLIQUER** l'anonymat et l'importance de l'honnêteté
  - « Nous avons besoin de votre avis PERSONNEL ou A VOUS. »
  - « Personne ne saura ce que vous avez répondu. »
  - « Votre enseignant(e) ne connaîtra jamais vos réponses. »
  - « Ce n'est pas un test ou une évaluation. »
  - « Tout ce que vous écrirez ne sera JAMAIS dit ! À personne ! »
  - « On a besoin de votre avis personnel. »
  - « On a besoin que vous soyez sincère. »
  - « Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse. »
  - « C'est juste ce que vous pensez qui compte. »
- **EXPLIQUER** que personne n'est obligé de participer.
  - « Vous n'êtes pas obligé de participer. »
- **PRÉCISER** que nous sommes disponibles pour toute question.
  - « Si vous ne comprenez pas quelque chose appelez-moi. »
- **PRÉCISER** que si un doute persiste pour une question, il est préférable de ne pas répondre.
  - « Si vous ne savez vraiment pas quoi répondre pour une question, il vaut mieux ne rien mettre. »
- **PRÉCISER** qu'il ne sert à rien de bâcler.
  - « Ne vous précipitez pas pour répondre, votre enseignant(e) a prévu ce temps pour que vous puissiez répondre. »

#### Points d'attention durant la passation

- **LIRE** les questions à voix haute pour toutes les classes (en fonction du niveau des élèves)
- **S'ASSURER** que l'enseignant reste dans un coin de la classe

#### Fin de la passation et reprise des questionnaires

- **SURVEILLER**  
Ne laisser aucune occasion à l'enseignant(e) de lire le questionnaire d'un élève. Il nous incombe de les ramasser personnellement et de les rassembler directement dans la farde ou l'enveloppe.
- **PARTIR et REMERCIER**  
Remercier l'enseignant(e) ainsi que les élèves (ne pas regarder un élève en particulier). Il ne faut pas oublier qu'il y aura un post-test, *ce qu'on peut leur annoncer*. Après le post-test, souhaiter une bonne continuation.  
Offrir un petit chocolat/bonbon aux élèves pour les remercier.

## Annexe 9 : Adaptation d'une échelle de mesure de la fréquence des expériences directes avec la nature

Concernant la mesure de la fréquence des expériences directes avec la nature, nous disposons de deux échelles. L'une provient de **Faruhana et al. 2022** qui propose un ensemble de 3 items sur une échelle de Likert à 4 points avec un coefficient alpha de Cronbach de 0.52 considéré comme pauvre. L'autre émane de **Collado et al. (2014)** et est composé de 4 items sur une échelle de Likert à 5 points avec un coefficient alpha de Cronbach de 0.68, ce qui est questionnable. Cependant, selon **Pallant (2016)**, lorsque le nombre d'items est peu important, il est courant de trouver des valeurs faibles pour la cohérence interne d'une variable (par exemple 0,5). Dans ce cas, il conviendrait de calculer la *corrélacion entre items* (**Pallant, 2016**), ce qui revient à voir dans quelle mesure la moyenne de chaque item est liée aux moyennes des autres items. **Briggs et Cheek (1986, as cited in Pallant 2016)**, estime que la corrélation entre les items devrait être de 0,2 à 0,4.

### ❖ NOTRE ADAPTATION de **Faruhana et al. (2022)** et de **Collado et al. (2014)** :

Les réponses sont données avec une échelle de Likert à 4 points : 0 = jamais, 1 = moins d'une fois par mois, 2 = au moins une ou plusieurs fois par mois, 3 = presque tous les jours

#### Combien de fois fais-tu les choses suivantes ?

	0	1	2	3
1. <b>Je me promène dans des milieux naturels.</b>  Exemples : dans une forêt, une prairie, un parc, un jardin, la long d'une rivière, d'un lac, d'un étang...				
2. <b>Je m'intéresse aux plantes dans la nature</b> (toucher ou observer une plante).  Exemples : cueillir une fleur, observer un arbre ou un nénuphar...				
3. <b>Je m'intéresse aux animaux dans la nature</b> (observer, toucher ou caresser un animal).  Exemples : écureuil, grenouille, poisson, insecte...				
4. <b>J'écoute les bruits de la nature.</b>  Exemples : les criquets, l'eau qui coule, les oiseaux, les vagues...				
5. <b>Je récolte des trésors dans la nature.</b>  Exemples : cailloux, galets, coquillages, châtaignes, marrons, fruits, glands, champignons...				

## Annexe 10 : Adaptation de deux questionnaires portant sur l'identification d'espèces indigènes

Notre intérêt pour les connaissances de système nous a amené à travailler un questionnaire portant sur l'identification d'espèces indigènes en Fédération Wallonie-Bruxelles, qu'elles soient animales ou végétales, en nous inspirant de **Faruhana et al. (2022)** ainsi que de **Almeida et al. (2018)**.

Pour adapter notre questionnaire, nous avons éliminé des travaux susmentionnés les espèces non représentées en Fédération Wallonie-Bruxelles, principalement des espèces exotiques ou liées à la mer, pour ne garder que les espèces en gras dans le tableau ci-dessous. Pour compléter le tableau, nous nous sommes basé sur les constatations de Faruhana et al. (2022) selon lesquelles les animaux sont mieux identifiés que les végétaux, le végétal le mieux identifié selon ces chercheurs étant l'arbre à pain (espèce exotique) avec 59,7% de bonnes réponses. Nous avons donc convenu de compléter la colonne intitulée : « moyennement difficile » avec des espèces végétales.

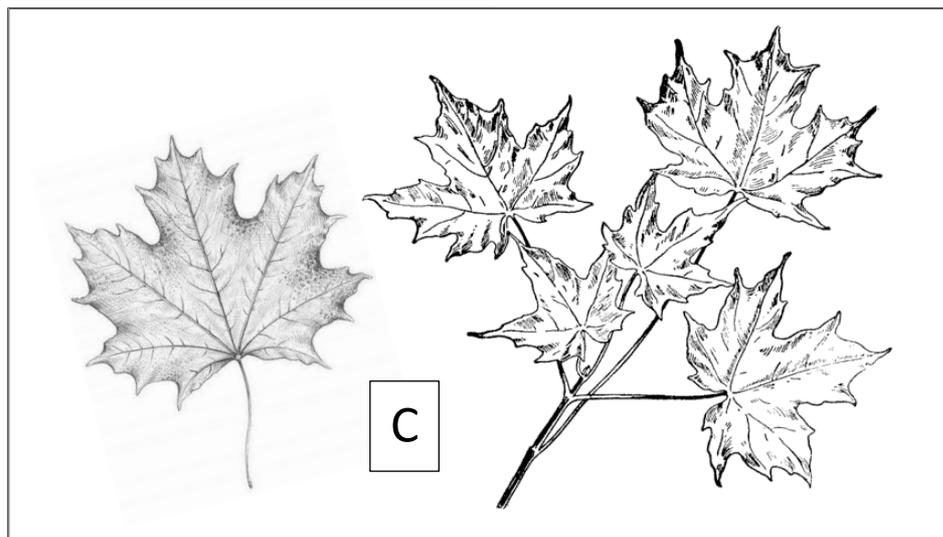
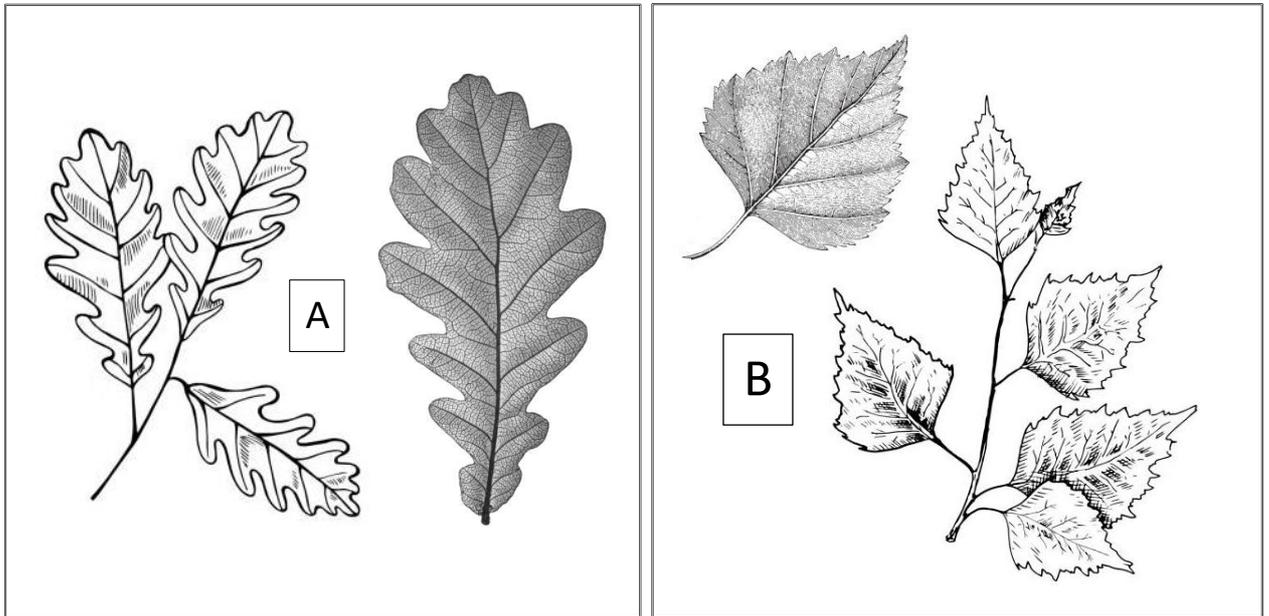
- p = pourcentage de bonnes réponses dans **Faruhana et al. (2022)** ainsi que de **Almeida et al. (2018)**

<b>Facile</b> (p de 75 à 100%)	<b>Moyennement facile</b> (p de 74 à 50 %)	<b>Moyennement difficile</b> (p de 49 à 25 %)	<b>Difficile</b> (p de 24 à 0 %)
<b>Chauve-souris</b> p=97.0 (Faruhana et al., 2022)	<b>Têtard</b> p=67.8 (Faruhana et al., 2022)	<i>Chêne</i>	<b>Guêpe</b> p=18.2 (Faruhana et al., 2022)
<b>Libellule</b> p=90.9 (Faruhana et al., 2022)	<b>Ver de terre OU lombric</b> p=52.0 (Faruhana et al., 2022)	<i>Bouleau</i>	<b>Abeille</b> p=13.1 (Faruhana et al., 2022)
<b>Sanglier</b> p 77.7 à 83.9 (Almeida et al., 2018)	<b>Sauterelle</b> p=53.4 (Faruhana et al., 2022)	<i>Érable</i>	<b>Blaireau</b> p=7.3 à 7.9 (Almeida et al., 2018)
		<i>Houx</i>	

Cependant, vu que la recherche de Faruhana et al. (2022) a eu lieu au Maldives et que celle de Almeida et al. (2018) s'est déroulée dans la péninsule ibérique, les résultats que l'on pourrait obtenir avec ce questionnaire pourrait être complètement différent des deux autres études. En effet, notre ébauche de questionnaire ne tient ni compte de la répartition de l'espèce, ni de sa représentativité.

**Exemples de questions d'identification :**

1. Les trois photos représentent des arbres feuillus de notre région.  
**ASSOCIE** chaque arbre à son nom présent dans la liste.



L'arbre A correspond à .....

L'arbre B correspond à .....

L'arbre C correspond à .....

**Liste des choix  
d'arbres**

- Un chêne
- Un châtaignier
- Un hêtre
- Un érable
- Un bouleau

2. L'animal sur la photo de droite est...

- Un putois
- Un raton laveur
- Un blaireau
- Une belette



3. **Regarde** la photo de l'animal suivant et **réponds** à la question.



Quel est le nom de l'animal sur cette photo ?

.....

4. L'animal sur la photo de droite est ...

- Un frelon
- Une guêpe
- Une abeille
- Un bourdon



5. **Regarde** la photo de l'animal suivant et **réponds** à la question.



Quel est le nom de l'animal sur la photo de gauche ?

.....

6. Quel est le nom de l'animal sur la photo de droite ?

.....



7. Quel est le nom de l'animal sur la photo de gauche ?

.....



8. Quel est le nom du végétal sur la photo de droite ?

.....



9. Quel est le nom de l'animal aquatique sur cette photo de gauche ?

.....

10. Quel est le nom de l'animal sur la photo de droite ?

.....



11. Quel est le nom de l'animal sur la photo de gauche ?

.....

## Annexe 11 : Essai de questions sur les connaissances liées à l'action à propos de l'eau

Pour chaque proposition, **COCHE** les deux meilleures actions.  
Il y a deux réponses correctes pour chaque proposition.

1. Pour désherber le trottoir, il vaut mieux...
  - Utiliser du sel ou un autre produit pour faire mourir les mauvaises herbes.
  - Utiliser des outils pour enlever les mauvaises herbes à la main.
  - Utiliser de l'eau bouillante pour tuer les mauvaises herbes.
  
2. En été, il est préférable d'arroser les plantes...
  - Tôt le matin
  - Entre 11 heures et 14 heures
  - Le soir
  
3. Pour économiser l'eau, il est possible de...
  - Réutiliser l'eau qui sert à rincer les légumes pour arroser les plantes.
  - Récupérer l'eau de pluie pour cuire des aliments.
  - Récupérer l'eau de pluie pour arroser le jardin.
  
4. Pour protéger les nappes d'eau souterraine/nappes phréatiques, il est préférable de laver un vélo...
  - Sur le trottoir près d'une bouche d'égout, avec un seau d'eau savonneuse.
  - Dans le jardin, avec un seau d'eau savonneuse.
  - Sur le trottoir ou dans le jardin mais uniquement avec de l'eau claire (sans savon ou autre produit).
  
5. Pendant qu'on se brosse les dents, il est préférable de ...
  - Faire couler lentement le robinet pendant le brossage afin de garder un évier propre et de pouvoir se rincer la bouche.
  - Fermer le robinet et d'utiliser un gobelet d'eau pour se rincer la bouche et rincer l'évier.
  - Fermer le robinet et de se rincer la bouche directement au robinet une fois que les dents sont propres.
  
6. Pour économiser l'eau, il est préférable...
  - De tirer la chasse une fois sur deux lorsqu'on ne fait que pipi.
  - De boire moins d'eau pour aller moins aux toilettes.
  - D'utiliser la petite chasse d'eau plutôt que la grande chasse d'eau.
  
7. En période de grande sécheresse, il vaut mieux...
  - Se rafraichir en faisant des batailles avec le tuyau d'arrosage.
  - Eviter de remplir la piscine et se mettre à l'ombre.
  - Se mouiller avec des pistolets à eau.

8. Quand il faut laver la gourde, il est préférable d'utiliser le reste de l'eau de la gourde pour...
- Rincer l'évier.
  - Arroser les plantes.
  - Remplir le bol d'eau du chien.
9. Economiser l'eau potable du robinet est important pour...
- Éviter de polluer inutilement l'eau.
  - Partager l'eau avec tout le monde.
  - Garder des réserves pour plus tard.

## Annexe 12 : Essai de questions sur les connaissances liées à l'action à propos de la biodiversité

Pour chaque proposition, **COCHE** les deux meilleures actions.

Il y a **deux réponses correctes** pour chaque proposition.

1. Pour faire attention à la nature, je peux ...
  - Éviter de tondre trop souvent.
  - Planter des fleurs exotiques (qui viennent d'autres pays).
  - Installer un abri pour les insectes de nos régions.
  
2. Pour faire attention à la nature, il vaut mieux ...
  - Laisser pousser les mauvaises herbes sur les bords du jardin.
  - Enlever les tas de branches mortes du fond du jardin.
  - Faire un compost.
  
3. Pour aider les oiseaux, c'est mieux de ...
  - Laisser quelques fruits sur les arbres fruitiers après la récolte.
  - Mettre des graines dans une mangeoire pendant l'hiver.
  - Mettre des graines dans une mangeoire toute l'année.
  
4. Même si je fais attention à la nature, je peux cueillir des fleurs pour ...
  - Le cours de sciences.
  - Offrir à une personne que j'aime.
  - Détacher les pétales un par un pour savoir si mon amoureux m'aime (il m'aime, un peu, beaucoup, à la folie, pas du tout...).
  
5. Pour faire attention à la nature, je peux installer ...
  - Un nichoir (maison pour les oiseaux).
  - Une niche (maison pour un animal domestique).
  - Un abri à insectes.
  
6. Pour faire attention à la nature, je peux ...
  - Laisser pousser quelques orties sur les bords du jardin.
  - Enlever les pissenlits qui poussent dans la pelouse.
  - Planter un arbre dans le jardin.
  
7. En automne, si je fais attention à la nature, je peux ...
  - Laisser les feuilles mortes sur la pelouse.
  - Mettre les feuilles mortes dans le compost du jardin.
  - Amener les feuilles mortes au parc à conteneurs grâce à la voiture.

## Annexe 13 : Essai de questions sur les connaissances d'efficacité liées à l'eau

1. Le prix d'un litre d'eau en bouteille par rapport à un litre d'eau du robinet est environ ...
    - Le même
    - 10 fois plus cher
    - **100 fois plus cher**
    - 1000 fois plus cher
- Calcul effectué sur base d'une bouteille de 2 litres à un prix de 50 cents et d'un prix au mètre cube d'environ 3€*
2. Pour économiser l'eau, on peut éviter les aliments qui consomment beaucoup d'eau pour être produits. L'aliment qui consomme le plus d'eau est...
    - La carotte
    - **La viande**
    - Le lait
    - Les céréales
  3. L'activité qui consomme le plus d'eau à la maison est :
    - La lessive
    - **L'hygiène (bains, douches, éviers)**
    - La vaisselle
    - La chasse d'eau du WC
  4. En prenant une douche courte plutôt qu'un bain, il est possible d'économiser...
    - Environ 10 litres d'eau
    - Environ 35 litres d'eau
    - **Environ 100 litres d'eau**
    - Environ 200 litres d'eau
  5. Une grande chasse d'eau consomme environ...
    - 2 litres d'eau
    - 5 litres d'eau
    - **10 litres d'eau**
    - 20 litres d'eau
  6. L'activité qui consomme le moins d'eau à la maison est :
    - La lessive
    - **La cuisine et les boissons**
    - Le nettoyage de la maison
    - La chasse d'eau du WC
  7. Une douche consomme autant d'eau qu'un bain si la douche dure environ...
    - 5 minutes
    - **15 minutes**
    - 25 minutes
    - 35 minutes

**Annexe 14 : Sortie SPSS de la question de recherche 1 (Quel est le niveau des connaissances de système des élèves ?)**

**Connaissances de système relatives à la BIODIVERSITÉ**

**\* Analyse factorielle exploratoire au T<sub>0</sub> – Connaissances de système relatives à la biodiversité**

Analyse en Composantes Principales.

**Matrice de corrélation**

		SYS 1_Q bio_ PRE	SYS 2_Q bio_ PRE	SYS 3_Q bio_ PRE	SYS 4_Q bio_ PRE	SYS 5_Q bio_ PRE	SYS 6_Q bio_ PRE	SYS 7_Q bio_ PRE	SYS 8_Q bio_ PRE	SYS 9_Q bio_ PRE	SYS 10_ Qbio_ _PR E
C or ré l ati on	SYS1_Qbio_ PRE	1,000	,157	,221	,117	,213	,057	,215	,219	,334	,135
	SYS2_Qbio_ PRE	,157	1,000	,240	,030	,130	,059	,242	,090	,214	,030
	SYS3_Qbio_ PRE	,221	,240	1,000	,068	,122	,142	,248	,173	,264	,134
	SYS4_Qbio_ PRE	,117	,030	,068	1,000	,075	,107	,128	,062	,129	-,120
	SYS5_Qbio_ PRE	,213	,130	,122	,075	1,000	,106	,213	,156	,138	,088
	SYS6_Qbio_ PRE	,057	,059	,142	,107	,106	1,000	,083	,108	,113	,005
	SYS7_Qbio_ PRE	,215	,242	,248	,128	,213	,083	1,000	,276	,272	,076
	SYS8_Qbio_ PRE	,219	,090	,173	,062	,156	,108	,276	1,000	,168	,071
	SYS9_Qbio_ PRE	,334	,214	,264	,129	,138	,113	,272	,168	1,000	,083
	SYS10_Qbio_ _PRE	,135	,030	,134	-,120	,088	,005	,076	,071	,083	1,000

**Indice KMO et test de Bartlett**

Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		,759
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-carré approx.	424,667
	ddl	45
	Signification	<,001

### Qualités de représentation

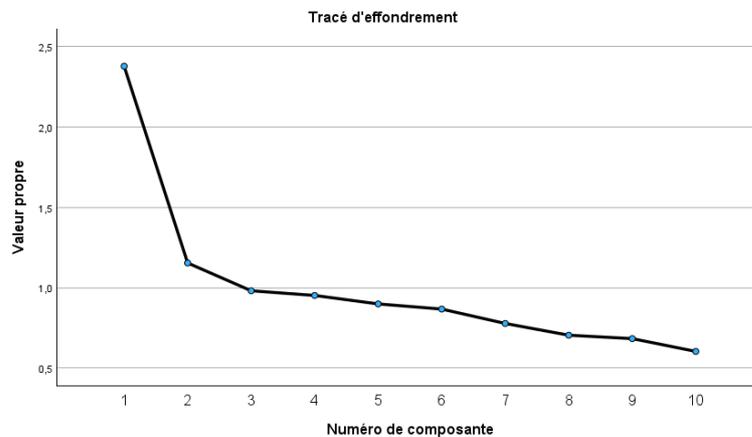
	Initiales	Extraction
SYS1_Qbio_PRE	1,000	,372
SYS2_Qbio_PRE	1,000	,230
SYS3_Qbio_PRE	1,000	,351
SYS4_Qbio_PRE	1,000	,570
SYS5_Qbio_PRE	1,000	,209
SYS6_Qbio_PRE	1,000	,198
SYS7_Qbio_PRE	1,000	,399
SYS8_Qbio_PRE	1,000	,250
SYS9_Qbio_PRE	1,000	,390
SYS10_Qbio_PRE	1,000	,561

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

### Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,378	23,781	23,781	2,378	23,781	23,781
2	1,154	11,539	35,320	1,154	11,539	35,320
3	,981	9,810	45,130			
4	,952	9,518	54,648			
5	,899	8,991	63,639			
6	,867	8,671	72,310			
7	,778	7,776	80,085			
8	,705	7,045	87,130			
9	,683	6,832	93,963			
10	,604	6,037	100,000			

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

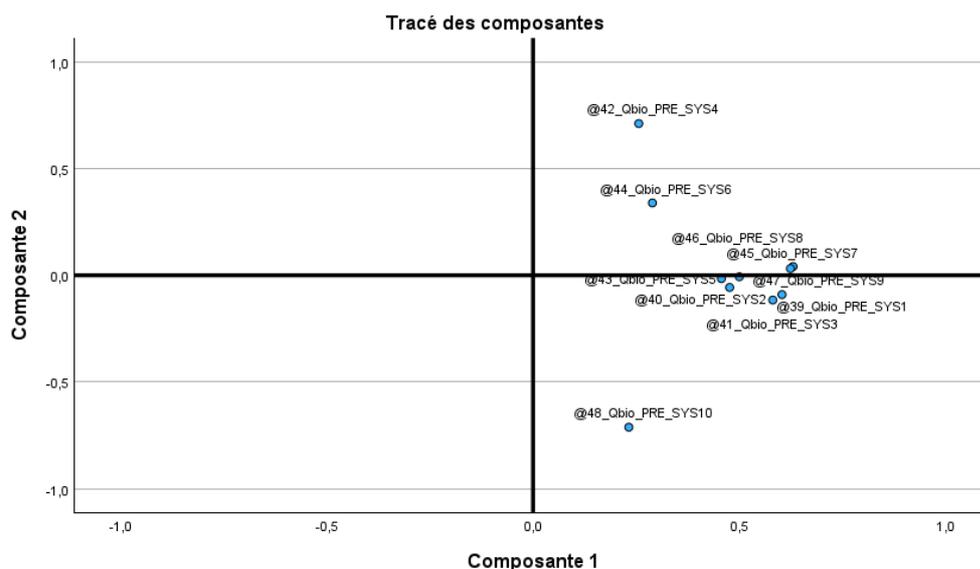


### Matrice des composantes<sup>a</sup>

	Composante	
	1	2
SYS7_Qbio_PRE	,630	
SYS9_Qbio_PRE	,624	
SYS1_Qbio_PRE	,603	
SYS3_Qbio_PRE	,581	
SYS8_Qbio_PRE	,500	
SYS2_Qbio_PRE	,477	
SYS5_Qbio_PRE	,457	
SYS10_Qbio_PRE		-,712
SYS4_Qbio_PRE		,710
SYS6_Qbio_PRE		,339

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

a. 2 composantes extraites.



× **Analyse factorielle exploratoire au T<sub>1</sub> – Connaissances de système relatives à la biodiversité**

Analyse en Composantes Principales.

**Matrice de corrélation**

	SYS 1_Q bio_ POS	SYS 2_Q bio_ POS	SYS 3_Q bio_ POS	SYS 4_Q bio_ POS	SYS 5_Q bio_ POS	SYS 6_Q bio_ POS	SYS 7_Q bio_ POS	SYS 8_Q bio_ POS	SYS 9_Q bio_ POS	SYS 10_ Qbi o_P OS	
C or ré lat io n	SYS1_Qbi o_POS	1,000	,192	,233	,051	,219	,123	,243	,246	,307	,135
	SYS2_Qbi o_POS	,192	1,000	,286	,104	,204	,050	,243	,200	,294	,053
	SYS3_Qbi o_POS	,233	,286	1,000	,059	,234	,089	,301	,248	,285	,100
	SYS4_Qbi o_POS	,051	,104	,059	1,000	,014	,063	,099	,114	,133	,049
	SYS5_Qbi o_POS	,219	,204	,234	,014	1,000	,137	,278	,116	,220	,109
	SYS6_Qbi o_POS	,123	,050	,089	,063	,137	1,000	,111	,096	,147	-,019
	SYS7_Qbi o_POS	,243	,243	,301	,099	,278	,111	1,000	,255	,289	,069
	SYS8_Qbi o_POS	,246	,200	,248	,114	,116	,096	,255	1,000	,227	,068
	SYS9_Qbi o_POS	,307	,294	,285	,133	,220	,147	,289	,227	1,000	,094
	SYS10_Qb io_POS	,135	,053	,100	,049	,109	-,019	,069	,068	,094	1,000

**Indice KMO et test de Bartlett**

Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		,813
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-carré approx.	498,924
	ddl	45
	Signification	<,001

### Qualités de représentation

	Initiales	Extraction
SYS1_Qbio_POS	1,000	,359
SYS2_Qbio_POS	1,000	,324
SYS3_Qbio_POS	1,000	,397
SYS4_Qbio_POS	1,000	,796
SYS5_Qbio_POS	1,000	,452
SYS6_Qbio_POS	1,000	,546
SYS7_Qbio_POS	1,000	,402
SYS8_Qbio_POS	1,000	,334
SYS9_Qbio_POS	1,000	,428
SYS10_Qbio_POS	1,000	,600

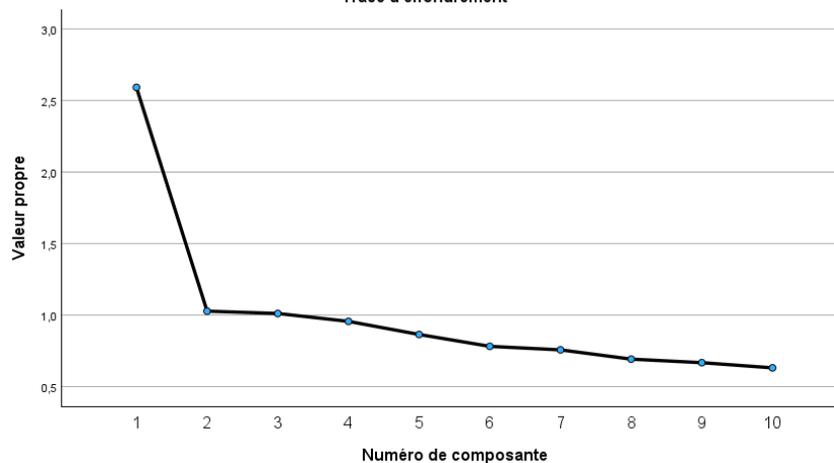
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

### Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,594	25,941	25,941	2,594	25,941	25,941
2	1,030	10,295	36,236	1,030	10,295	36,236
3	1,013	10,132	46,367	1,013	10,132	46,367
4	,958	9,580	55,948			
5	,866	8,663	64,611			
6	,783	7,834	72,445			
7	,759	7,589	80,034			
8	,694	6,941	86,975			
9	,669	6,693	93,668			
10	,633	6,332	100,000			

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

Tracé d'effondrement

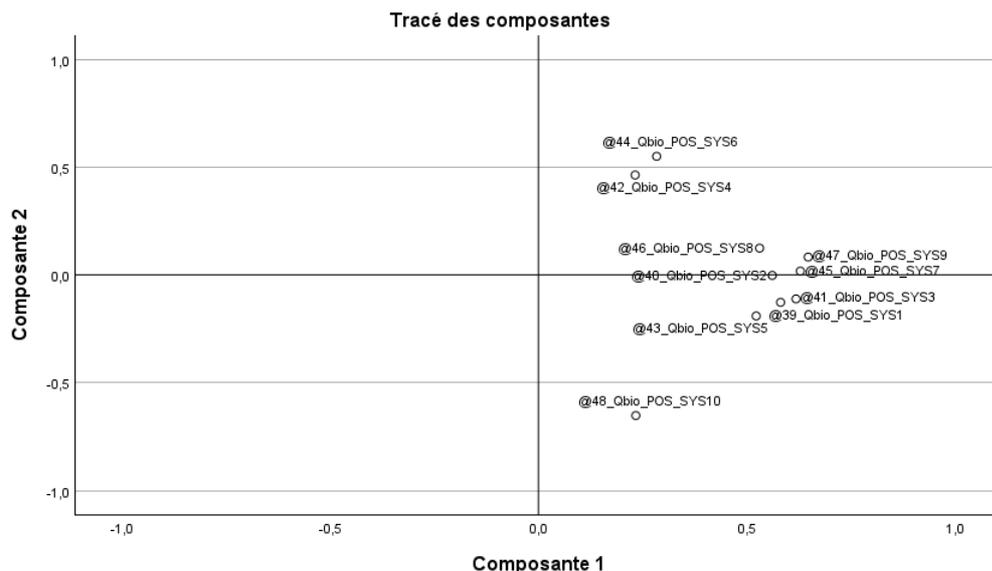


### Matrice des composantes<sup>a</sup>

	Composante		
	1	2	3
SYS9_Qbio_POS	,648		
SYS7_Qbio_POS	,629		
SYS3_Qbio_POS	,618		
SYS1_Qbio_POS	,581		
SYS2_Qbio_POS	,561		
SYS8_Qbio_POS	,531		
SYS5_Qbio_POS	,523		-,378
SYS10_Qbio_POS		-,652	,347
SYS6_Qbio_POS		,550	-,403
SYS4_Qbio_POS		,463	,726

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

a. 3 composantes extraites.



× **Fréquence des bonnes réponses pour chaque question de connaissances de système relatives à la biodiversité au T<sub>0</sub>**

**SYS1bio - Définition biodiversité**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	349	64,7	64,7	64,7
	Réponse correcte	190	35,3	35,3	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS2bio - Fonctionnement chaine alimentaire**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	287	53,2	53,2	53,2
	Réponse correcte	252	46,8	46,8	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS3bio - Rôle pollinisateur**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	242	44,9	44,9	44,9
	Réponse correcte	297	55,1	55,1	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS4bio - Utilité du nectar**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	164	30,4	30,4	30,4
	Réponse correcte	375	69,6	69,6	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS5bio - Utilité espèces exotiques**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	262	48,6	48,6	48,6
	Réponse correcte	277	51,4	51,4	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS6bio - Utilité plantes mellifères**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	447	82,9	82,9	82,9
	Réponse correcte	92	17,1	17,1	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS7bio - Utilité zones humides**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	260	48,2	48,2	48,2
	Réponse correcte	279	51,8	51,8	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS8bio - Biodiversité et qualité de l'eau**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	354	65,7	65,7	65,7
	Réponse correcte	185	34,3	34,3	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS9bio - Définition espèce invasive**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	383	71,1	71,1	71,1
	Réponse correcte	156	28,9	28,9	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS10bio - Identification du pollinisateur le plus important**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	149	27,6	27,6	27,6
	Réponse correcte	390	72,4	72,4	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

## Connaissances de système relatives à l'EAU

### ✖ Analyse factorielle exploratoire au T0 – Connaissances de système relatives à l'eau

Analyse en Composantes Principales.

#### Matrice de corrélation

		SY S1_ Qea u_P RE	SY S2_ Qea u_P RE	SY S3_ Qea u_P RE	SY S4_ Qea u_P RE	SY S5_ Qea u_P RE	SY S6_ Qea u_P RE	SY S7_ Qea u_P RE	SY S8_ Qea u_P RE	SY S9_ Qea u_P RE	SYS 10_ Qea u_P RE
C or ré la ti o n	SYS1_Qe au_PRE	1,000	,129	,148	,101	,011	,150	,106	,079	,186	,122
	SYS2_Qe au_PRE	,129	1,000	,100	-,100	,100	,057	,046	,010	-,045	,039
	SYS3_Qe au_PRE	,148	,100	1,000	,014	,002	,058	,139	,105	,074	,073
	SYS4_Qe au_PRE	,101	-,100	,014	1,000	,100	,029	,072	,028	,137	,076
	SYS5_Qe au_PRE	,011	,100	,002	,100	1,000	-,001	,044	,074	,062	-,005
	SYS6_Qe au_PRE	,150	,057	,058	,029	-,001	1,000	,085	,067	,049	,125
	SYS7_Qe au_PRE	,106	,046	,139	,072	,044	,085	1,000	,126	,020	,069
	SYS8_Qe au_PRE	,079	,010	,105	,028	,074	,067	,126	1,000	,089	,103
	SYS9_Qe au_PRE	,186	-,045	,074	,137	,062	,049	,020	,089	1,000	,150
	SYS10_Q eau_PRE	,122	,039	,073	,076	-,005	,125	,069	,103	,150	1,000

#### Indice KMO et test de Bartlett

Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		,612
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-carré approx.	165,988
	ddl	45
	Signification	<,001

#### Qualités de représentation

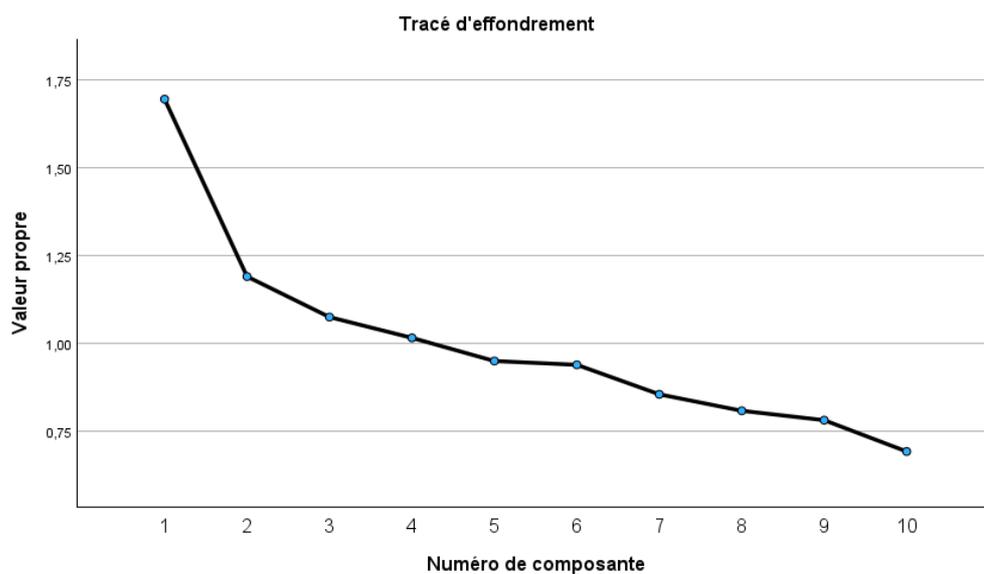
	Initiales	Extraction
SYS1_Qeau_PRE	1,000	,474
SYS2_Qeau_PRE	1,000	,736
SYS3_Qeau_PRE	1,000	,367
SYS4_Qeau_PRE	1,000	,513
SYS5_Qeau_PRE	1,000	,779
SYS6_Qeau_PRE	1,000	,313
SYS7_Qeau_PRE	1,000	,530
SYS8_Qeau_PRE	1,000	,433
SYS9_Qeau_PRE	1,000	,485
SYS10_Qeau_PRE	1,000	,345

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

### Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	1,695	16,954	16,954	1,695	16,954	16,954
2	1,190	11,903	28,857	1,190	11,903	28,857
3	1,075	10,748	39,605	1,075	10,748	39,605
4	1,016	10,156	49,760	1,016	10,156	49,760
5	,950	9,496	59,256			
6	,939	9,388	68,644			
7	,855	8,547	77,192			
8	,808	8,079	85,270			
9	,781	7,811	93,081			
10	,692	6,919	100,000			

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.



### Matrice des composantes<sup>a</sup>

	Composante			
	1	2	3	4
SYS1_Qeau_PRE	,592			
SYS10_Qeau_PRE	,473		-,311	
SYS9_Qeau_PRE	,467	-,451		
SYS3_Qeau_PRE	,446	,317		
SYS6_Qeau_PRE	,406		-,333	
SYS2_Qeau_PRE		,668		,437
SYS4_Qeau_PRE	,313	-,604		
SYS5_Qeau_PRE			,820	
SYS7_Qeau_PRE	,424			-,541
SYS8_Qeau_PRE	,417			-,474

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

a. 4 composantes extraites.

× **Analyse factorielle exploratoire au T<sub>1</sub> – Connaissances de système relatives à l'eau**

Analyse en Composantes Principales.

**Matrice de corrélation**

		SYS1_Q	SYS2_Q	SYS3_Q	SYS4_Q	SYS5_Q	SYS6_Q	SYS7_Q	SYS8_Q	SYS9_Q	SYS10_Q
		eau_POS	OS								
Corrélation	SYS1_Q_eau_POS	1,000	,239	,145	,149	,155	,113	,157	,078	,036	,145
	SYS2_Q_eau_POS	,239	1,000	,124	,173	,010	,097	,029	,081	,121	,081
	SYS3_Q_eau_POS	,145	,124	1,000	,077	,092	,093	,068	-,011	,049	,101
	SYS4_Q_eau_POS	,149	,173	,077	1,000	,009	,102	,111	,119	,166	,045
	SYS5_Q_eau_POS	,155	,010	,092	,009	1,000	,047	,070	,048	,066	,077
	SYS6_Q_eau_POS	,113	,097	,093	,102	,047	1,000	,065	,038	,048	,074
	SYS7_Q_eau_POS	,157	,029	,068	,111	,070	,065	1,000	,172	,197	,021
	SYS8_Q_eau_POS	,078	,081	-,011	,119	,048	,038	,172	1,000	,154	,028
	SYS9_Q_eau_POS	,036	,121	,049	,166	,066	,048	,197	,154	1,000	,065
	SYS10_Q_eau_POS	,145	,081	,101	,045	,077	,074	,021	,028	,065	1,000

**Indice KMO et test de Bartlett**

Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		,657
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-carré approx.	216,765
	ddl	45
	Signification	<,001

**Qualités de représentation**

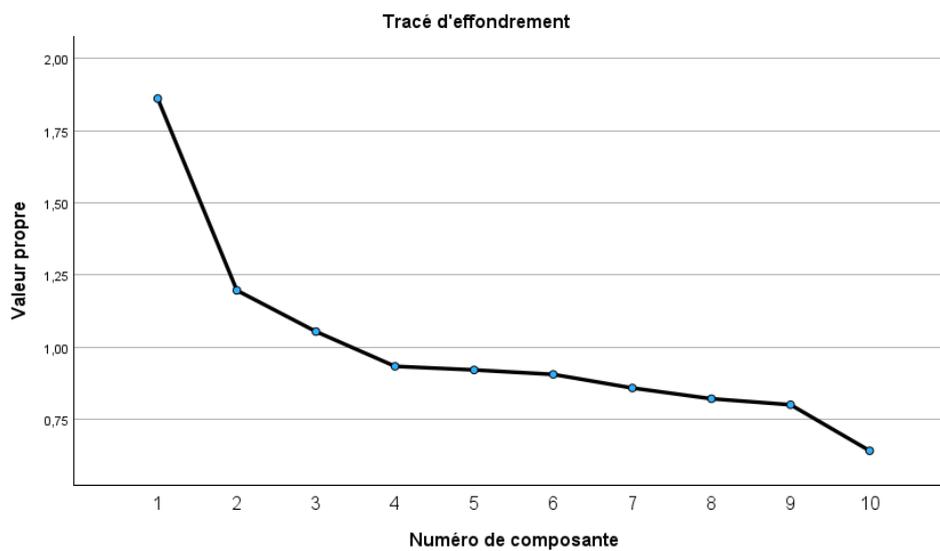
	Initiales	Extraction
SYS1_Q_eau_POS	1,000	,437
SYS2_Q_eau_POS	1,000	,523
SYS3_Q_eau_POS	1,000	,321
SYS4_Q_eau_POS	1,000	,451
SYS5_Q_eau_POS	1,000	,615
SYS6_Q_eau_POS	1,000	,189
SYS7_Q_eau_POS	1,000	,476
SYS8_Q_eau_POS	1,000	,417
SYS9_Q_eau_POS	1,000	,418
SYS10_Q_eau_POS	1,000	,265

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

### Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	1,862	18,616	18,616	1,862	18,616	18,616
2	1,197	11,973	30,589	1,197	11,973	30,589
3	1,055	10,546	41,135	1,055	10,546	41,135
4	,934	9,342	50,477			
5	,922	9,218	59,695			
6	,906	9,062	68,758			
7	,859	8,592	77,350			
8	,822	8,220	85,569			
9	,801	8,012	93,581			
10	,642	6,419	100,000			

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

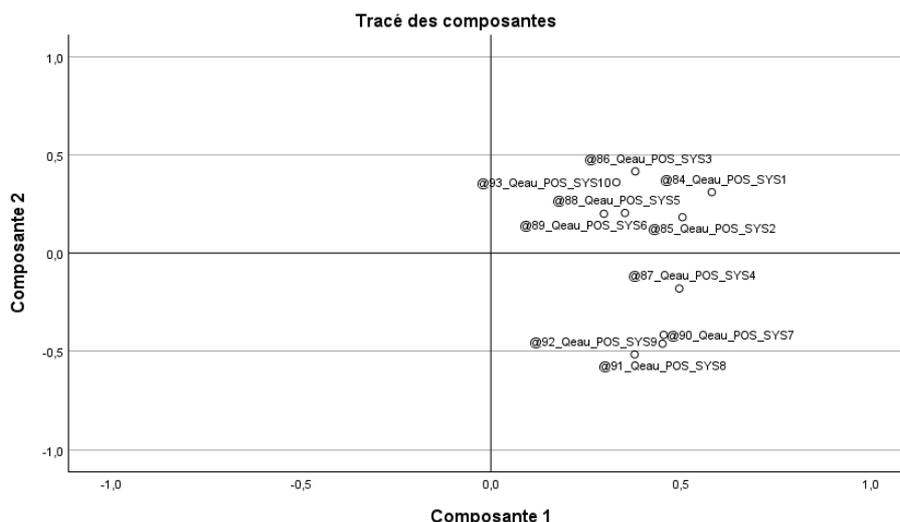


### Matrice des composantes<sup>a</sup>

	Composante		
	1	2	3
SYS1_Qeau_POS	,582	,310	
SYS2_Qeau_POS	,505		-,484
SYS4_Qeau_POS	,496		-,415
SYS7_Qeau_POS	,455	-,416	,310
SYS6_Qeau_POS	,353		
SYS8_Qeau_POS	,379	-,515	
SYS9_Qeau_POS	,452	-,460	
SYS3_Qeau_POS	,380	,416	
SYS10_Qeau_POS	,330	,360	
SYS5_Qeau_POS			,698

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

a. 3 composantes extraites.



× **Fréquence des bonnes réponses pour chaque question de connaissances de système relatives à l'eau au T<sub>0</sub>**

**SYS1eau - Provenance de l'eau**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	364	67,5	67,5	67,5
	Réponse correcte	175	32,5	32,5	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS2eau - Rejet des eaux usées**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	415	77,0	77,0	77,0
	Réponse correcte	124	23,0	23,0	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS3eau - Polluant de l'eau potable**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	457	84,8	84,8	84,8
	Réponse correcte	82	15,2	15,2	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS4eau - Consommation WC**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	415	77,0	77,0	77,0
	Réponse correcte	124	23,0	23,0	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS5eau - Consommation la + importante**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	343	63,6	63,6	63,6
	Réponse correcte	196	36,4	36,4	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS6eau - Pollution de l'eau**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	357	66,2	66,2	66,2
	Réponse correcte	182	33,8	33,8	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS7eau - Disponibilité de l'eau douce**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	266	49,4	49,4	49,4
	Réponse correcte	273	50,6	50,6	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS8eau - Consommation/santé**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	196	36,4	36,4	36,4
	Réponse correcte	343	63,6	63,6	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS9eau - Consommation journalière**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	335	62,2	62,2	62,2
	Réponse correcte	204	37,8	37,8	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

**SYS10eau - Utilisation de l'eau potable**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Réponse incorrecte ou sans réponse	353	65,5	65,5	65,5
	Réponse correcte	186	34,5	34,5	100,0
	Total	539	100,0	100,0	

### Analyse complémentaire

MANOVA sur les scores des connaissances de système relatives à la **BIODIVERSITÉ** ou à l'**EAU** en fonction du niveau de classe

× **Identification du type de variables impliquées dans la question et formulation des hypothèses**

- **Connaissances de système relatives à la biodiversité au T0** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur la biodiversité au pré-test (variable dépendante).
- **Connaissances de système relatives à l'eau au T0** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur l'eau au post-test (variable dépendante).
- **Niveau classe** : Variable qualitative ordinale multichotomique (3 modalités)

**H0** | Le niveau de classe n'a pas d'influence sur le score des connaissances de système relatives à la biodiversité ou à l'eau ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ).

**H1** | Le niveau de classe a une influence sur le score des connaissances de système relatives à la biodiversité ou à l'eau ( $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ ).

× **Exploration descriptive des données en lien avec les hypothèses formulées**

**Facteurs intersujets**

		N
Niveau_classe	4,00	94
	5,00	219
	6,00	226

**Statistiques descriptives**

	Niveau_classe	Moyenne	Ecart type	N
SUM_Qbio_PRE	4,00	3,9255	2,03855	94
	5,00	4,6393	2,28528	219
	6,00	4,9027	2,22097	226
	Total	4,6252	2,23951	539
SUM_Qeau_PRE	4,00	3,2340	1,87471	94
	5,00	3,4338	1,71848	219
	6,00	3,6858	1,96943	226
	Total	3,5046	1,85874	539

× **Validation des hypothèses sous-jacentes associées au test**

**Ok** | Indépendance des erreurs

**Ok** | Normalité de la distribution des variables investiguées

**Ok** | Homogénéité des covariances ( $p > 0.005$ )

**Test de Box de l'égalité des matrices de covariance<sup>a</sup>**

Test de Box	13,379
F	2,215
df1	6
df2	878213,319
Sig.	,039

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice de covariance observée des variables dépendantes est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Niveau\_classe

**Ok** | Homogénéité des variances ( $p > 0.05$ )

**Test d'égalité des variances des erreurs de Levene<sup>a</sup>**

		Statistique de Levene	df1	df2	Sig.
SUM_Qbio_PRE	Basé sur la moyenne	,948	2	536	,388
	Basé sur la médiane	,717	2	536	,488
	Basé sur la médiane avec ddl ajusté	,717	2	518,306	,488
	Basé sur la moyenne tronquée	,945	2	536	,389
SUM_Qeau_PRE	Basé sur la moyenne	1,796	2	536	,167
	Basé sur la médiane	1,637	2	536	,196
	Basé sur la médiane avec ddl ajusté	1,637	2	531,872	,196
	Basé sur la moyenne tronquée	1,827	2	536	,162

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la variance des erreurs de la variable dépendante est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Niveau\_classe

**✗ Réalisation du test statistique et décision d'inférer ou non à la population**

**Tests multivariés<sup>a</sup>**

Effet		Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel
Constante	Trace de Pillai	,824	1254,512 <sup>b</sup>	2,000	535,000	<,001	,824
	Lambda de Wilks	,176	1254,512 <sup>b</sup>	2,000	535,000	<,001	,824
	Trace de Hotelling	4,690	1254,512 <sup>b</sup>	2,000	535,000	<,001	,824
	Plus grande racine de Roy	4,690	1254,512 <sup>b</sup>	2,000	535,000	<,001	,824
Niveau_classe	Trace de Pillai	,026	3,478	4,000	1072,000	,008	,013
	Lambda de Wilks	,974	3,490 <sup>b</sup>	4,000	1070,000	,008	,013
	Trace de Hotelling	,026	3,502	4,000	1068,000	,008	,013
	Plus grande racine de Roy	,025	6,667 <sup>c</sup>	2,000	536,000	,001	,024

a. Plan : Constante + Niveau\_classe

b. Statistique exacte

c. La statistique est une borne supérieure de F qui produit une borne inférieure sur le niveau de signification.

### Tests des effets intersujets

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel
Modèle corrigé	SUM_Qbio_PRE	63,457 <sup>a</sup>	2	31,729	6,455	,002	,024
	SUM_Qeau_PRE	15,403 <sup>b</sup>	2	7,701	2,239	,108	,008
Constante	SUM_Qbio_PRE	9239,886	1	9239,886	1879,651	<,001	,778
	SUM_Qeau_PRE	5461,154	1	5461,154	1587,979	<,001	,748
Niveau_classe	SUM_Qbio_PRE	63,457	2	31,729	6,455	,002	,024
	SUM_Qeau_PRE	15,403	2	7,701	2,239	,108	,008
Erreur	SUM_Qbio_PRE	2634,839	536	4,916			
	SUM_Qeau_PRE	1843,336	536	3,439			
Total	SUM_Qbio_PRE	14229,000	539				
	SUM_Qeau_PRE	8479,000	539				
Total corrigé	SUM_Qbio_PRE	2698,297	538				
	SUM_Qeau_PRE	1858,738	538				

a. R-deux = ,024 (R-deux ajusté = ,020)

b. R-deux = ,008 (R-deux ajusté = ,005)

### Estimations des paramètres

Variable dépendante	Paramètre	B	Erreur standard	t	Sig.	95% Intervalle de confiance		Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>b</sup>
						Borne inférieure	Borne supérieure			
SUM_Qbio_PRE	Constante	4,903	,147	33,242	<,001	4,613	5,192	,673	33,242	1,000
	[Niveau_class e=4,00]	-,977	,272	-3,591	<,001	-1,512	-,443	,023	3,591	,948
	[Niveau_class e=5,00]	-,263	,210	-1,253	,211	-,676	,150	,003	1,253	,240
	[Niveau_class 0 <sup>a</sup> e=6,00]	.	.	.	.	.	.	.	.	.
SUM_Qeau_PRE	Constante	3,686	,123	29,879	<,001	3,444	3,928	,625	29,879	1,000
	[Niveau_class e=4,00]	-,452	,228	-1,985	,048	-,899	-,005	,007	1,985	,509
	[Niveau_class e=5,00]	-,252	,176	-1,433	,152	-,597	,093	,004	1,433	,299
	[Niveau_class 0 <sup>a</sup> e=6,00]	.	.	.	.	.	.	.	.	.

a. Ce paramètre est défini sur 0, car il est redondant.

b. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Moyenne marginale estimée

#### Niveau\_classe

#### Estimations

Variable dépendante	Niveau_classe	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
				Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4,00	3,926	,229	3,476	4,375
	5,00	4,639	,150	4,345	4,934
	6,00	4,903	,147	4,613	5,192
SUM_Qeau_PRE	4,00	3,234	,191	2,858	3,610
	5,00	3,434	,125	3,188	3,680
	6,00	3,686	,123	3,444	3,928

### Comparaisons appariées

Variable dépendante	(I) Niveau_classe	(J) Niveau_classe	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig. <sup>b</sup>	Intervalle de confiance à 95 % pour la différence <sup>b</sup>	
						Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4,00	5,00	-,714*	,273	,028	-1,370	-,057
		6,00	-,977*	,272	,001	-1,631	-,324
	5,00	4,00	,714*	,273	,028	,057	1,370
		6,00	-,263	,210	,632	-,768	,241
	6,00	4,00	,977*	,272	,001	,324	1,631
		5,00	,263	,210	,632	-,241	,768
SUM_Qeau_PRE	4,00	5,00	-,200	,229	1,000	-,749	,349
		6,00	-,452	,228	,143	-,998	,095
	5,00	4,00	,200	,229	1,000	-,349	,749
		6,00	-,252	,176	,457	-,674	,170
	6,00	4,00	,452	,228	,143	-,095	,998
		5,00	,252	,176	,457	-,170	,674

Basées sur les moyennes marginales estimées

\*. La différence moyenne est significative au niveau ,05.

b. Ajustement pour les comparaisons multiples : Bonferroni.

### Tests multivariés

	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel
Trace de Pillai	,026	3,478	4,000	1072,000	,008	,013
Lambda de Wilks	,974	3,490 <sup>a</sup>	4,000	1070,000	,008	,013
Trace de Hotelling	,026	3,502	4,000	1068,000	,008	,013
Plus grande racine de Roy	,025	6,667 <sup>b</sup>	2,000	536,000	,001	,024

Les tests de F permettent de tester l'effet multivarié de Niveau\_classe. Ils s'appuient sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

a. Statistique exacte

b. La statistique est une borne supérieure de F qui produit une borne inférieure sur le niveau de signification.

### Tests univariés

Variable dépendante		Somme des carrés	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel
SUM_Qbio_PRE	Contraste	63,457	2	31,729	6,455	,002	,024
	Erreur	2634,839	536	4,916			
SUM_Qeau_PRE	Contraste	15,403	2	7,701	2,239	,108	,008
	Erreur	1843,336	536	3,439			

Le test de F permet de tester l'effet de Niveau\_classe. Il s'appuie sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

### Tests post hoc

#### Niveau\_classe

Comparaisons multiples :

Différence significative de Tukey

Variable dépendante	(I) Niveau_classe	(J) Niveau_classe	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	95% Intervalle de confiance	
						Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4,00	5,00	-,7137*	,27339	,025	-1,3563	-,0712
		6,00	-,9771*	,27211	,001	-1,6167	-,3376
	5,00	4,00	,7137*	,27339	,025	,0712	1,3563
		6,00	-,2634	,21023	,423	-,7575	,2307
	6,00	4,00	,9771*	,27211	,001	,3376	1,6167
		5,00	,2634	,21023	,423	-,2307	,7575
SUM_Qeau_PRE	4,00	5,00	-,1997	,22867	,657	-,7372	,3377
		6,00	-,4518	,22760	,117	-,9867	,0831
	5,00	4,00	,1997	,22867	,657	-,3377	,7372
		6,00	-,2521	,17584	,324	-,6653	,1612
	6,00	4,00	,4518	,22760	,117	-,0831	,9867
		5,00	,2521	,17584	,324	-,1612	,6653

Calcul basé sur les moyennes observées.  
 Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 3,439.  
 \* . La différence moyenne est significative au niveau ,05.

**Sous-ensembles homogènes :**

**SUM\_Qbio\_PRE**

	Niveau_classe	N	Sous-ensemble	
			1	2
Différence significative de Tukey <sup>a,b,c</sup>	4,00	94	3,9255	
	5,00	219		4,6393
	6,00	226		4,9027
Sig.			1,000	,553

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

Calcul basé sur les moyennes observées.  
 Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 4,916.

- a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 152,833.
- b. Les tailles de groupes ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.
- c. Alpha = ,05.

**SUM\_Qeau\_PRE**

	Niveau_classe	N	Sous-ensemble
			1
Différence significative de Tukey <sup>a,b,c</sup>	4,00	94	3,2340
	5,00	219	3,4338
	6,00	226	3,6858
Sig.			,085

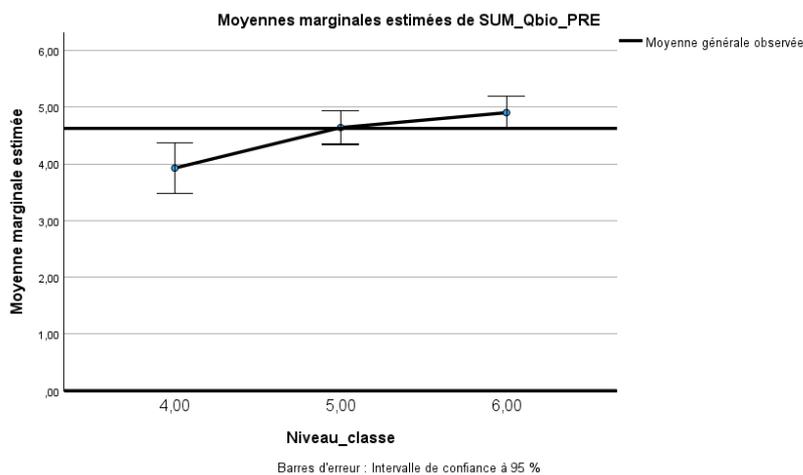
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

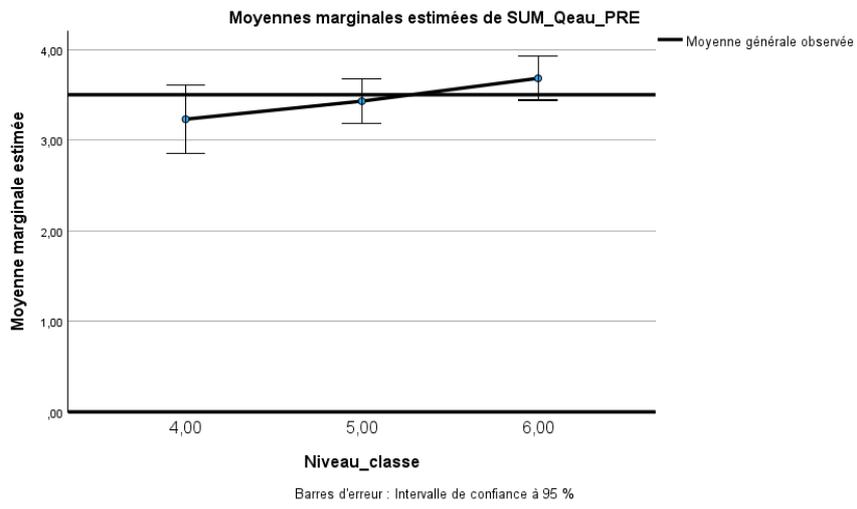
Calcul basé sur les moyennes observées.  
 Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 3,439.

- a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 152,833.
- b. Les tailles de groupes ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.
- c. Alpha = ,05.

**Tracés de profil**

**SUM\_Qbio\_PRE**





**Annexe 15 : Sortie SPSS et développement de la question de recherche 2 (Les connaissances de système des élèves sont-elles liées à leur genre ?)**

<b>Connaissances de système relatives à la BIODIVERSITÉ</b>
---

× **Identification du type de variables impliquées dans la question et formulation des hypothèses**

- **Connaissances de système relatives à la biodiversité au T0** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items du QCM sur la biodiversité au pré-test
- **Genre** : Variable qualitative nominale multichotomique (3 modalités)

**H 0** | Les connaissances de système relatives à la biodiversité entre les garçons et les filles sont équivalentes ( $\mu_1 = \mu_2$ ).

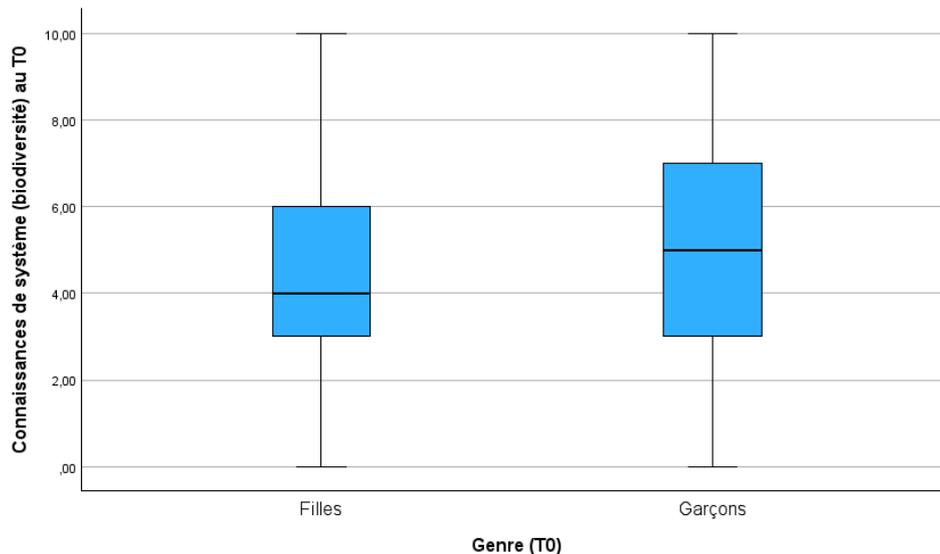
**H 1** | Les connaissances de système relatives à la biodiversité entre les garçons et les filles ne sont pas équivalentes ( $\mu_1 \neq \mu_2$ ).

× **Exploration descriptive des données en lien avec les hypothèses formulées**

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Fille	281	52,1	52,2	52,2
	Garçon	250	46,4	46,5	98,7
	Autre	7	1,3	1,3	100,0
	Total	538	99,8	100,0	
Manquant	Système	1	,2		
<b>Total</b>		<b>539</b>	<b>100,0</b>		

Sept répondants ont opté pour la 3<sup>e</sup> modalité de la variable genre : « autre ».  
 Un individu n'a pas répondu.  
 Nous décidons d'exclure ces 8 individus des analyses afin de pouvoir effectuer un T-test indépendant.

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Fille	281	52,9	52,9	52,9
	Garçon	250	47,1	47,1	100,0
	Total	531	100,0	100,0	



Pour les filles, la médiane est de 4 alors que pour les garçons, elle est de 5. 50% des garçons ont un score compris entre 3/10 et 7/10 alors que 50% des filles ont un score se situant entre 3/10 et 6/10.

Les 25% des garçons et des filles avec les scores les plus faibles ont un résultat compris entre 0/10 et 3/10.

Les 25% des garçons avec les meilleurs scores ont un résultat compris entre 7/10 et 10/10 alors que les 25% des filles avec les meilleurs scores ont un résultat se situant entre 6/10 et 10/10.

La boîte à moustaches des garçons est bien symétrique. En revanche, la boîte à moustache des filles est légèrement décalée vers la gauche (asymétrie positive).

✱ **Validation des hypothèses sous-jacentes associées au test**

**Ok** | **Indépendance des erreurs**

**Ok** | **Normalité de la distribution des variables investiguées**

**Homogénéité des variances**

**Ok** Le **test de Levene** pour l'égalité des variances est supérieur à 0.05 (valeur = .068). Nous ne pouvons donc pas rejeter  $H_0$ , ce qui implique que les variances entre les hommes et les femmes ne sont pas significativement différentes.

**Statistiques de groupe**

	Genre	N	Moyenne	Ecart type	Moyenne d'erreur standard
Connaissances de système (biodiversité) T0	Fille	281	4,2384	2,09679	,12508
	Garçon	250	4,9800	2,29448	,14512

× **Réalisation du test statistique et décision d'inférer ou non à la population**

H1 étant une hypothèse unilatérale, nous utilisons simplement la p-valeur <0.001. Vu que cette valeur est < 0.05, nous avons une différence significative entre les moyennes des garçons et des filles.

**Test des échantillons indépendants**

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test t pour égalité des moyennes							
		F	Sig.	t	df	Signification p unilat.	Signification p bilat.	Différence moyenne	Erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %	
										Inférieur	Supérieur
Connaissances de système (biodiversité) au T0	Hypothèse de variances égales	3,340	,068	-3,891	529	<,001	<,001	-,74157	,19058	-1,11595	-,36718
	Hypothèse de variances inégales			-3,871	507,381	<,001	<,001	-,74157	,19158	-1,11796	-,36517

× **Conclusion rigoureuse et détaillée du test**

Les données récoltées sur un échantillon de 531 élèves a permis de montrer que la moyenne des scores de connaissances de système relatives à la biodiversité (au T0) chez les garçons (M=4.98, SD=2.3) est significativement différente de celle des filles (M=4.24, SD=2.1,  $t_{(529)} = -3.891$ ,  $p < 0.001$ ).

× **Taille de l'effet**

$$\eta^2 = (t^2)/(t^2+df)$$

$$\eta^2 = \frac{t^2}{t^2 + df}$$

$$\eta^2 = \frac{(-3.891)^2}{(-3.891)^2 + 529}$$

$$\eta^2 = 0.0278235$$

$$\eta^2 = 2.78 * 10^{-2}$$

## Connaissances de système relatives à l'EAU

### × Identification du type de variables impliquées dans la question et formulation des hypothèses

- **Connaissances de système (eau au T0)** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 réponses aux QCM
- **Genre** : Variable qualitative nominale multichotomique (3 modalités)

**H 0** | Les connaissances de système relatives à l'eau entre les garçons et les filles sont équivalentes ( $\mu_1 = \mu_2$ ).

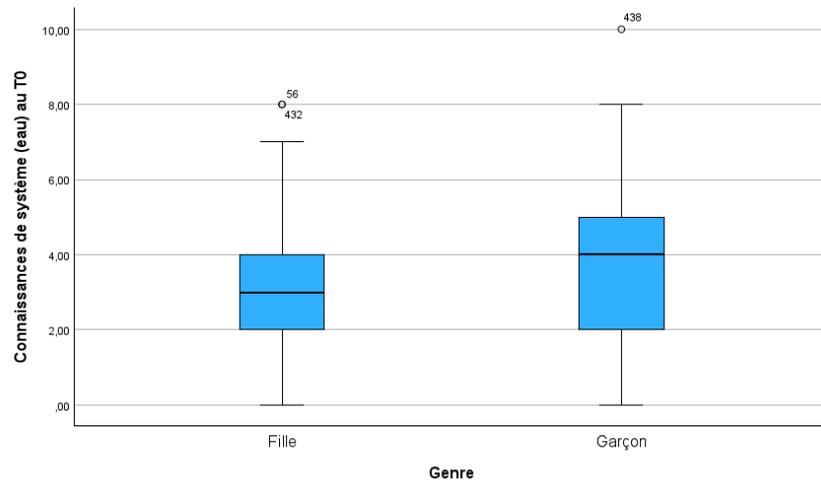
**H 1** | Les connaissances de système relatives à l'eau entre les garçons et les filles ne sont pas équivalentes ( $\mu_1 \neq \mu_2$ ).

### × Exploration descriptive des données en lien avec les hypothèses formulées

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Fille	281	52,1	52,2	52,2
	Garçon	250	46,4	46,5	98,7
	Autre	7	1,3	1,3	100,0
	Total	538	99,8	100,0	
Manquant	Système	1	,2		
Total		539	100,0		

Sept répondants ont opté pour la 3<sup>e</sup> modalité de la variable genre : « autre ».  
 Un individu n'a pas répondu.  
 Nous décidons d'exclure ces 8 individus des analyses afin de pouvoir effectuer un T-test indépendant.

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Fille	281	52,9	52,9	52,9
	Garçon	250	47,1	47,1	100,0
	Total	531	100,0	100,0	



Pour les filles, la médiane est de 3 alors que pour les garçons, elle est de 4. 50% des garçons ont un score compris entre 2/10 et 5/10 alors que 50% des filles ont un score se situant entre 2/10 et 4/10.

Les 25% des garçons et des filles avec les scores les plus faibles ont un résultat compris entre 0/10 et 2/10.

Les 25% des garçons avec les meilleurs scores ont un résultat compris entre 5/10 et 8/10 alors que les 25% des filles avec les meilleurs scores ont un résultat se situant entre 4/10 et 7/10.

Le groupe des filles compte deux *outliers* (n°56 et 432) avec un score de 8/10.

Le groupe des garçons possède un *outlier* (n°438) avec un score de 10/10.

✘ **Validation des hypothèses sous-jacentes associées au test**

**Ok** | **Indépendance des erreurs**

**Ok** | **Normalité de la distribution des variables investiguées**

**Ok** | **Homogénéité des variances**  
 Le **test de Levene** pour l'égalité des variances est supérieur à 0.05 ( $p=0.058$ ). Nous ne pouvons donc pas rejeter  $H_0$ , ce qui implique que les variances entre les hommes et les femmes ne sont pas significativement différentes.

**Statistiques de groupe**

	104_Sex_PRE	N	Moyenne	Ecart type	Moyenne d'erreur standard
Connaissances de système (eau) au T0	Fille	281	3,2064	1,73002	,10320
	Garçon	250	3,8200	1,93353	,12229

**Test des échantillons indépendants**

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test t pour égalité des moyennes							
		F	Sig.	t	df	Signification P unilat.	p bilat.	Différence moyenne	Erreur stand.	Intervalle de confiance de la différence à 95 %	
										Inf.	Sup.
Connaissances de système (eau) au T0	Hypothèse de variances égales	3,596	,058	-3,859	529	<,001	<,001	-,61359	,15898	-,92591	-,30128
	Hypothèse de variances inégales			-3,835	503,067	<,001	<,001	-,61359	,16002	-,92798	-,29921

✘ **Réalisation du test statistique et décision d'inférer ou non à la population**

H<sub>1</sub> étant une hypothèse unilatérale, nous utilisons simplement la p-valeur <0.001. Vu que cette valeur est < 0.05, nous avons une différence significative entre les moyennes des garçons et des filles.

✘ **Conclusion rigoureuse et détaillée du test**

Les données récoltées sur un échantillon de 531 élèves a permis de montrer que la moyenne des scores de connaissances de système relatives à l'eau (au T0) chez les garçons (M=3.82, SD=1.93) est significativement différente de celle des filles (M=3.21, SD=1.73, t<sub>(529)</sub>= -3.859, p<0.001).

✘ **Taille de l'effet**

$$\eta^2 = \frac{t^2}{t^2 + df} \qquad \eta^2 = 0.0273802$$

$$\eta^2 = \frac{(-3.859)^2}{(-3.859)^2 + 529} \qquad \eta^2 = 2.74 \times 10^{-2}$$

### Analyse complémentaire

MANOVA sur le lien entre le genre et les scores des connaissances de système relatives à la **BIODIVERSITÉ** ou à l'**EAU** tout en tenant compte du niveau scolaire

× **Identification du type de variables impliquées dans la question et formulation des hypothèses**

- **Connaissances de système relatives à la biodiversité au T0** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur l'eau au pré-test (variable dépendante).
- **Connaissances de système relatives à l'eau au T0** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur l'eau au post-test (variable dépendante).
- **Genre** : Variable qualitative nominale dichotomique T<sub>0</sub> (après exclusion de 7 « autre » et 1 non-répondant)
- **Niveau de classe** : Variable qualitative ordinale multichotomique (3 modalités)

**H0** | Il n'y a pas d'effet d'interaction entre le genre et le niveau scolaire sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité et/ou à l'eau.

**H1** | Il y a un effet d'interaction entre le genre et le niveau scolaire sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité et/ou à l'eau.

× **Exploration descriptive des données en lien avec les hypothèses formulées**

Modèle linéaire général

Facteurs intersujets

		Libellé de valeur	N
Niveau_classe	4,00	4e primaire	90
	5,00	5e primaire	218
	6,00	6e primaire	223
Genre_T0	1	Filles	281
	2	Garçons	250

### Statistiques descriptives

	Niveau_classe	Genre_T0	Moyenne	Ecart type	N
SUM_Qbio_PRE	4e primaire	Filles	3,5532	1,77921	47
		Garçons	4,0465	2,14868	43
		Total	3,7889	1,96883	90
	5e primaire	Filles	4,3246	2,18399	114
		Garçons	4,9808	2,36471	104
		Total	4,6376	2,29040	218
	6e primaire	Filles	4,4250	2,08904	120
		Garçons	5,3689	2,18726	103
		Total	4,8610	2,18171	223
	Total	Filles	4,2384	2,09679	281
		Garçons	4,9800	2,29448	250
		Total	4,5876	2,22112	531
SUM_Qeau_PRE	4e primaire	Filles	3,0000	1,79371	47
		Garçons	3,3721	2,00028	43
		Total	3,1778	1,89368	90
	5e primaire	Filles	3,3070	1,60269	114
		Garçons	3,5962	1,82496	104
		Total	3,4450	1,71445	218
	6e primaire	Filles	3,1917	1,82557	120
		Garçons	4,2330	1,95139	103
		Total	3,6726	1,95109	223
	Total	Filles	3,2064	1,73002	281
		Garçons	3,8200	1,93353	250
		Total	3,4953	1,85245	531

### × Validation des hypothèses sous-jacentes associées au test

**Ok | Indépendance des erreurs**

**Ok | Normalité de la distribution des variables investiguées**

**Ok | Homogénéité des covariances ( $p > 0.005$ )**

#### Test de Box de l'égalité des matrices de covariance<sup>a</sup>

Test de Box	17,775
F	1,171
df1	15
df2	350850,093
Sig.	,286

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice de covariance observée des variables dépendantes est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Niveau\_classe + Genre\_T0 + Niveau\_classe \* Genre\_T0

**Ok | Homogénéité des variances ( $p > 0.05$ )**

### Test d'égalité des variances des erreurs de Levene<sup>a</sup>

		Statistique de Levene	df1	df2	Sig.
SUM_Qbio_PRE	Basé sur la moyenne	1,517	5	525	,183
	Basé sur la médiane	1,910	5	525	,091
	Basé sur la médiane avec ddl ajusté	1,910	5	515,626	,091
	Basé sur la moyenne tronquée	1,588	5	525	,162
SUM_Qeau_PRE	Basé sur la moyenne	1,092	5	525	,364
	Basé sur la médiane	1,198	5	525	,309
	Basé sur la médiane avec ddl ajusté	1,198	5	520,177	,309
	Basé sur la moyenne tronquée	1,072	5	525	,375

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la variance des erreurs de la variable dépendante est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Niveau\_classe + Genre\_T0 + Niveau\_classe \* Genre\_T0

### \* Réalisation du test statistique et décision d'inférer ou non à la population

#### Tests multivariés<sup>a</sup>

Effet		Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel
Constante	Trace de Pillai	,831	1286,571 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,831
	Lambda de Wilks	,169	1286,571 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,831
	Trace de Hotelling	4,911	1286,571 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,831
	Plus grande racine de Roy	4,911	1286,571 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,831
Niveau_classe	Trace de Pillai	,034	4,487	4,000	1050,000	,001	,017
	Lambda de Wilks	,966	4,511 <sup>b</sup>	4,000	1048,000	,001	,017
	Trace de Hotelling	,035	4,534	4,000	1046,000	,001	,017
	Plus grande racine de Roy	,033	8,670 <sup>c</sup>	2,000	525,000	<,001	,032
Genre_T0	Trace de Pillai	,031	8,264 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,031
	Lambda de Wilks	,969	8,264 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,031
	Trace de Hotelling	,032	8,264 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,031
	Plus grande racine de Roy	,032	8,264 <sup>b</sup>	2,000	524,000	<,001	,031
Niveau_classe * Genre_T0	Trace de Pillai	,010	1,333	4,000	1050,000	,256	,005
	Lambda de Wilks	,990	1,334 <sup>b</sup>	4,000	1048,000	,255	,005
	Trace de Hotelling	,010	1,334	4,000	1046,000	,255	,005
	Plus grande racine de Roy	,010	2,601 <sup>c</sup>	2,000	525,000	,075	,010

a. Plan : Constante + Niveau\_classe + Genre\_T0 + Niveau\_classe \* Genre\_T0

b. Statistique exacte

c. La statistique est une borne supérieure de F qui produit une borne inférieure sur le niveau de signification.

### Tests des effets intersujets

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel
Modèle corrigé	SUM_Qbio_PRE	152,896 <sup>a</sup>	5	30,579	6,521	<,001	,058
	SUM_Qeau_PRE	84,399 <sup>b</sup>	5	16,880	5,110	<,001	,046
Constante	SUM_Qbio_PRE	8804,582	1	8804,582	1877,666	<,001	,781
	SUM_Qeau_PRE	5292,466	1	5292,466	1602,077	<,001	,753
Niveau_classe	SUM_Qbio_PRE	77,607	2	38,804	8,275	<,001	,031
	SUM_Qeau_PRE	19,228	2	9,614	2,910	,055	,011
Genre_T0	SUM_Qbio_PRE	54,131	1	54,131	11,544	<,001	,022
	SUM_Qeau_PRE	35,804	1	35,804	10,838	,001	,020
Niveau_classe * Genre_T0	SUM_Qbio_PRE	4,042	2	2,021	,431	,650	,002
	SUM_Qeau_PRE	17,173	2	8,587	2,599	,075	,010
Erreur	SUM_Qbio_PRE	2461,782	525	4,689			
	SUM_Qeau_PRE	1734,339	525	3,304			
Total	SUM_Qbio_PRE	13790,000	531				
	SUM_Qeau_PRE	8306,000	531				
Total corrigé	SUM_Qbio_PRE	2614,678	530				
	SUM_Qeau_PRE	1818,738	530				

a. R-deux = ,058 (R-deux ajusté = ,050)

b. R-deux = ,046 (R-deux ajusté = ,037)

### Moyenne marginale estimée

#### 1. Moyenne générale

Variable dépendante	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
			Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4,450	,103	4,248	4,652
SUM_Qeau_PRE	3,450	,086	3,281	3,619

#### 2. Niveau\_classe

#### Estimations

Variable dépendante	Niveau_classe	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
				Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4e primaire	3,800	,228	3,351	4,249
	5e primaire	4,653	,147	4,364	4,941
	6e primaire	4,897	,145	4,611	5,183
SUM_Qeau_PRE	4e primaire	3,186	,192	2,809	3,563
	5e primaire	3,452	,123	3,210	3,694
	6e primaire	3,712	,122	3,473	3,952

### Comparaisons appariées

Variable dépendante	(I) Niveau_classe	(J) Niveau_classe	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig. <sup>b</sup>	Intervalle de confiance à 95 % pour la différence <sup>b</sup>	
						Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4e primaire	5e primaire	-,853*	,272	,005	-1,505	-,201
		6e primaire	-1,097*	,271	<,001	-1,748	-,447
	5e primaire	4e primaire	,853*	,272	,005	,201	1,505
		6e primaire	-,244	,207	,713	-,741	,252
	6e primaire	4e primaire	1,097*	,271	<,001	,447	1,748
		5e primaire	,244	,207	,713	-,252	,741
SUM_Qeau_PRE	4e primaire	5e primaire	-,266	,228	,734	-,813	,282
		6e primaire	-,526	,227	,063	-1,072	,020
	5e primaire	4e primaire	,266	,228	,734	-,282	,813
		6e primaire	-,261	,173	,400	-,677	,156
	6e primaire	4e primaire	,526	,227	,063	-,020	1,072
		5e primaire	,261	,173	,400	-,156	,677

Basées sur les moyennes marginales estimées

\*. La différence moyenne est significative au niveau ,05.

b. Ajustement pour les comparaisons multiples : Bonferroni.

### Tests multivariés

	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel
Trace de Pillai	,034	4,487	4,000	1050,000	,001	,017
Lambda de Wilks	,966	4,511 <sup>a</sup>	4,000	1048,000	,001	,017
Trace de Hotelling	,035	4,534	4,000	1046,000	,001	,017
Plus grande racine de Roy	,033	8,670 <sup>b</sup>	2,000	525,000	<,001	,032

Les tests de F permettent de tester l'effet multivarié de Niveau\_classe. Ils s'appuient sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

a. Statistique exacte

b. La statistique est une borne supérieure de F qui produit une borne inférieure sur le niveau de signification.

### Tests univariés

Variable dépendante		Somme des carrés	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel
SUM_Qbio_PRE	Contraste	77,607	2	38,804	8,275	<,001	,031
	Erreur	2461,782	525	4,689			
SUM_Qeau_PRE	Contraste	19,228	2	9,614	2,910	,055	,011
	Erreur	1734,339	525	3,304			

Le test de F permet de tester l'effet de Niveau\_classe. Il s'appuie sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

### 3. Genre\_T0

#### Estimations

Variable dépendante	Genre_T0	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
				Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	Filles	4,101	,141	3,823	4,379
	Garçons	4,799	,149	4,506	5,091
SUM_Qeau_PRE	Filles	3,166	,119	2,933	3,399
	Garçons	3,734	,125	3,488	3,979

## Comparaisons appariées

Variable dépendante	(I) Genre_T0	(J) Genre_T0	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig. <sup>b</sup>	Intervalle de confiance à 95 % pour la différence <sup>b</sup>	
						Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	Filles	Garçons	-,698*	,205	<,001	-1,101	-,294
	Garçons	Filles	,698*	,205	<,001	,294	1,101
SUM_Qeau_PRE	Filles	Garçons	-,568*	,172	,001	-,906	-,229
	Garçons	Filles	,568*	,172	,001	,229	,906

Basées sur les moyennes marginales estimées

\*. La différence moyenne est significative au niveau ,05.

b. Ajustement pour les comparaisons multiples : Bonferroni.

## Tests multivariés

	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel
Trace de Pillai	,031	8,264 <sup>a</sup>	2,000	524,000	<,001	,031
Lambda de Wilks	,969	8,264 <sup>a</sup>	2,000	524,000	<,001	,031
Trace de Hotelling	,032	8,264 <sup>a</sup>	2,000	524,000	<,001	,031
Plus grande racine de Roy	,032	8,264 <sup>a</sup>	2,000	524,000	<,001	,031

Les tests de F permettent de tester l'effet multivarié de Genre\_T0. Ils s'appuient sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

a. Statistique exacte

## Tests univariés

Variable dépendante		Somme des carrés	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel
SUM_Qbio_PRE	Contraste	54,131	1	54,131	11,544	<,001	,022
	Erreur	2461,782	525	4,689			
SUM_Qeau_PRE	Contraste	35,804	1	35,804	10,838	,001	,020
	Erreur	1734,339	525	3,304			

Le test de F permet de tester l'effet de Genre\_T0. Il s'appuie sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

## 4. Niveau\_classe \* Genre\_T0

Variable dépendante	Niveau_classe	Genre_T0	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
					Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4e primaire	Filles	3,553	,316	2,933	4,174
		Garçons	4,047	,330	3,398	4,695
	5e primaire	Filles	4,325	,203	3,926	4,723
		Garçons	4,981	,212	4,564	5,398
	6e primaire	Filles	4,425	,198	4,037	4,813
		Garçons	5,369	,213	4,950	5,788
SUM_Qeau_PRE	4e primaire	Filles	3,000	,265	2,479	3,521
		Garçons	3,372	,277	2,828	3,917
	5e primaire	Filles	3,307	,170	2,973	3,641
		Garçons	3,596	,178	3,246	3,946
	6e primaire	Filles	3,192	,166	2,866	3,518
		Garçons	4,233	,179	3,881	4,585

## Tests post hoc

### Niveau\_classe

#### Comparaisons multiples :

Différence significative de Tukey

Variable dépendante	(I) Niveau_classe	(J) Niveau_classe	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	95% Intervalle de confiance	
						Borne inférieure	Borne supérieure
SUM_Qbio_PRE	4e primaire	5e primaire	-,8487*	,27131	,005	-1,4864	-,2110
		6e primaire	-1,0721*	,27042	<,001	-1,7077	-,4365
	5e primaire	4e primaire	,8487*	,27131	,005	,2110	1,4864
		6e primaire	-,2234	,20625	,525	-,7081	,2614
	6e primaire	4e primaire	1,0721*	,27042	<,001	,4365	1,7077
		5e primaire	,2234	,20625	,525	-,2614	,7081
SUM_Qeau_PRE	4e primaire	5e primaire	-,2672	,22773	,470	-,8024	,2681
		6e primaire	-,4949	,22698	,076	-1,0284	,0386
	5e primaire	4e primaire	,2672	,22773	,470	-,2681	,8024
		6e primaire	-,2277	,17311	,387	-,6346	,1792
	6e primaire	4e primaire	,4949	,22698	,076	-,0386	1,0284
		5e primaire	,2277	,17311	,387	-,1792	,6346

Calcul basé sur les moyennes observées.

Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 3,304.

\*. La différence moyenne est significative au niveau ,05.

#### Sous-ensembles homogènes :

##### SUM\_Qbio\_PRE

Différence significative de Tukey<sup>a,b,c</sup>

Niveau_classe	N	Sous-ensemble	
		1	2
4e primaire	90	3,7889	
5e primaire	218		4,6376
6e primaire	223		4,8610
Sig.		1,000	,647

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

Calcul basé sur les moyennes observées.

Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 4,689.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 148,643.

b. Les tailles de groupes ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.

c. Alpha = ,05.

##### SUM\_Qeau\_PRE

Différence significative de Tukey<sup>a,b,c</sup>

Niveau_classe	N	Sous-ensemble	
		1	2
4e primaire	90	3,1778	
5e primaire	218	3,4450	
6e primaire	223	3,6726	
Sig.		,050	

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

Calcul basé sur les moyennes observées.

Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 3,304.

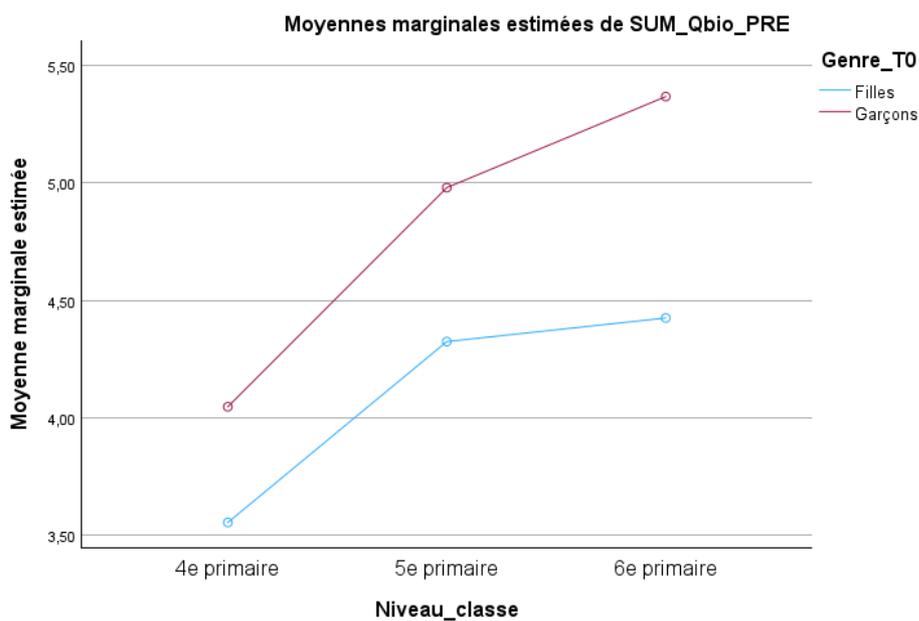
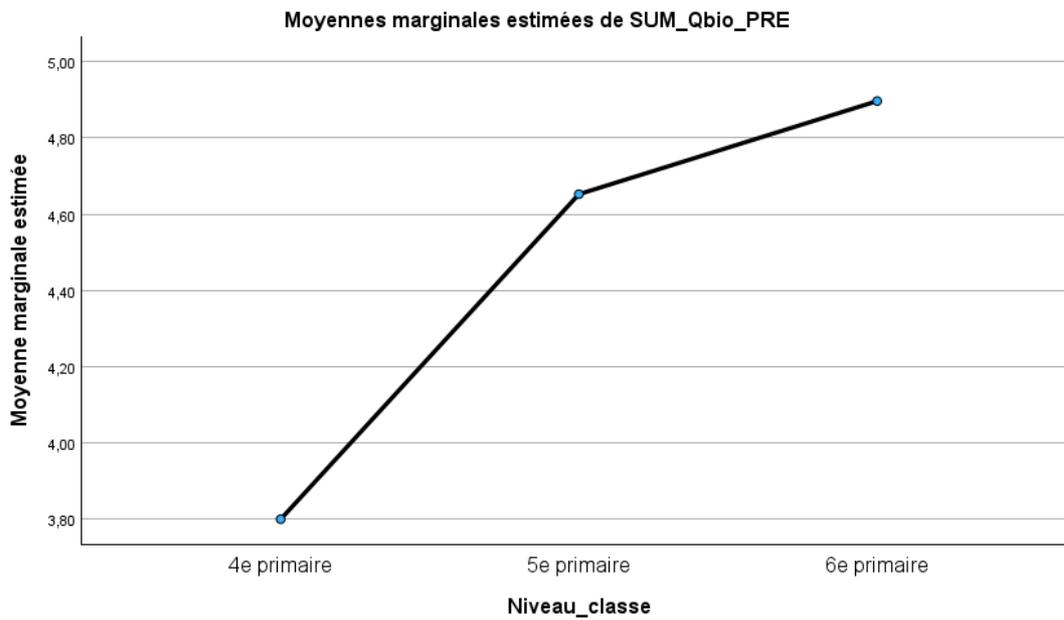
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 148,643.

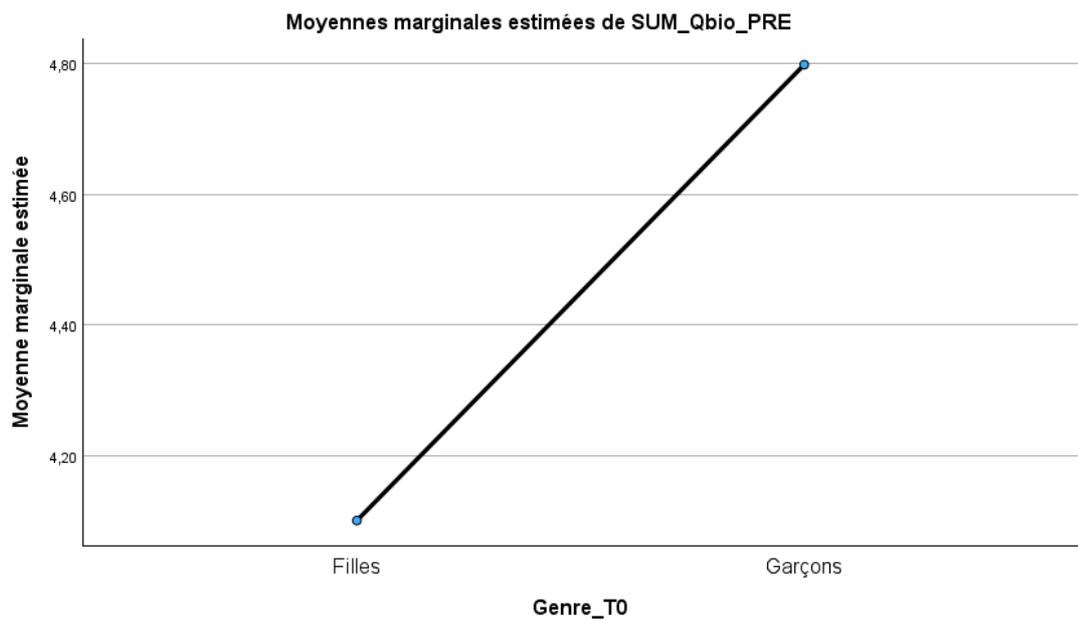
b. Les tailles de groupes ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.

c. Alpha = ,05.

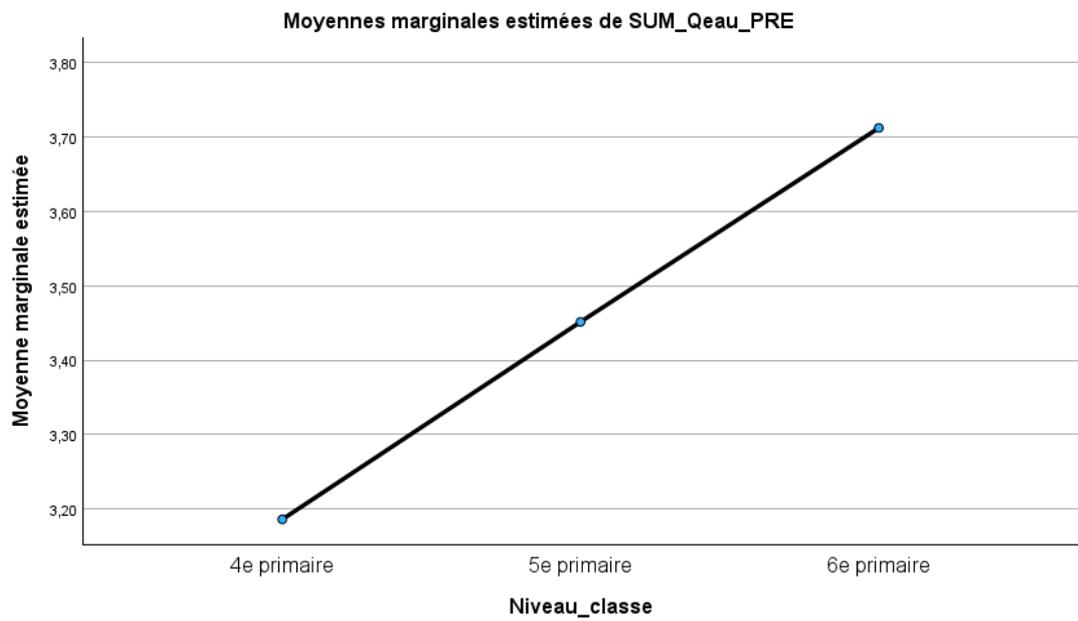
## Tracés de profil

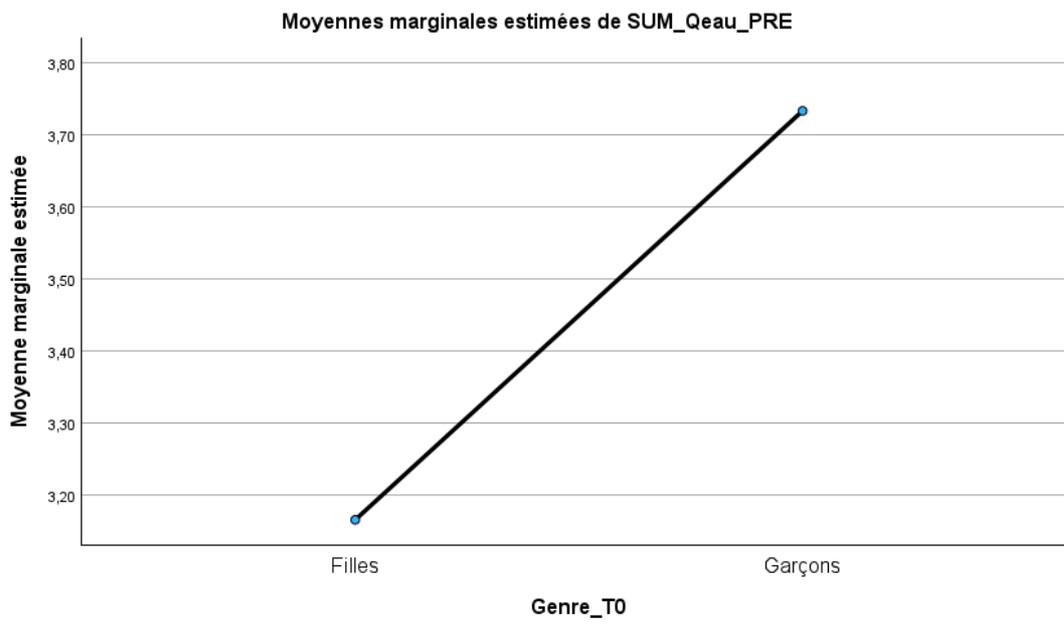
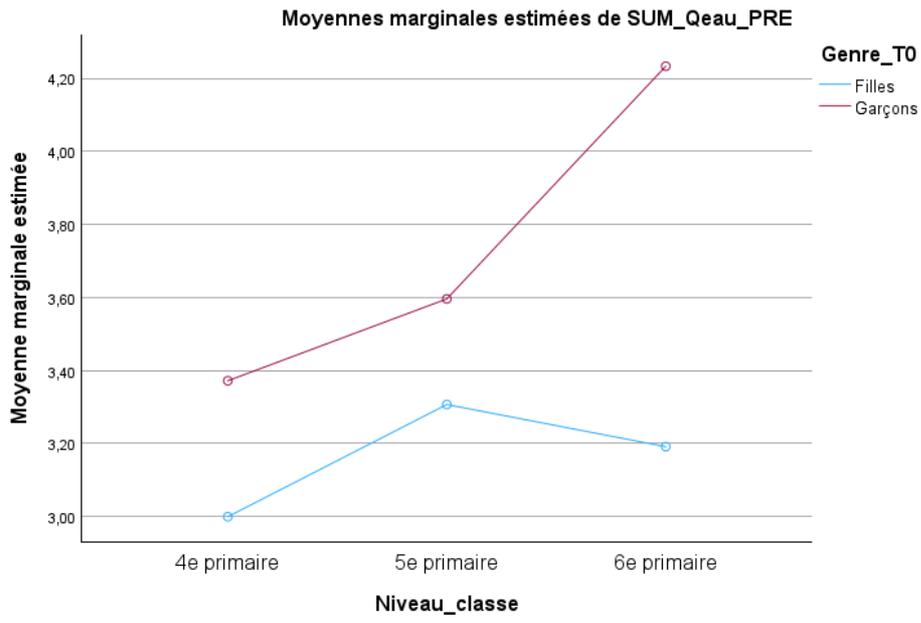
### SUM\_Qbio\_PRE





**SUM\_Qeau\_PRE**





**Annexe 16 : Sortie SPSS et développement de la question de recherche 3 (Les connaissances de système et la connexion avec la nature influencent-elles les comportements écologiques des élèves ?)**

× **Identification du type de variables impliquées dans la question et formulation des hypothèses**

- **Comportements écologiques T<sub>1</sub> (VD)** : Variable quantitative continue obtenue sur base de la somme de 14 échelles de Likert (dont deux inversés) au T<sub>1</sub>.
- **Niveau de classe 5<sup>e</sup> primaire (V<sub>muette</sub> de contrôle)** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de l'appartenance au niveau de classe 5<sup>e</sup> primaire.
- **Niveau de classe 6<sup>e</sup> primaire (V<sub>muette</sub> de contrôle)** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de l'appartenance au niveau de classe 6<sup>e</sup> primaire..
- **Genre (V<sub>muette</sub> de contrôle au T<sub>0</sub>)** : Variable dichotomique (après exclusion de 7 « autre » et 1 non répondant).
- **Comportements écologiques T<sub>0</sub> (VI)** : Variable quantitative continue obtenue sur base de la somme de 14 échelles de Likert (dont deux inversés) au T<sub>0</sub> (variable de contrôle).
- **Connexion avec la nature T<sub>0</sub> (VI)** : Variable quantitative discrète obtenue sur base d'un item à 5 options de réponse au T<sub>0</sub>
- **Connaissances de système relatives à la biodiversité T<sub>0</sub> (VI)** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme du QCM biodiversité
- **Connaissances de système relatives à l'eau T<sub>0</sub> (VI)** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme du QCM eau

Hypothèses formulées

**H0** | Les **comportements écologiques au T<sub>1</sub>** ne sont pas prédits par les **comportements écologiques au T<sub>1</sub>**, par la **connexion avec la nature au T<sub>0</sub>**, par les **connaissances de système relative à la biodiversité T<sub>0</sub>**, par les **connaissances de système relatives à l'eau au T<sub>0</sub>**, tout en contrôlant le niveau de classe en 5<sup>e</sup> primaire, le niveau de classe en 6<sup>e</sup> primaire et le genre. →  $\beta = 0$  ( $\beta_{H0}$ )

**H1** | Les **comportements écologiques au T<sub>1</sub>** sont prédits par les **comportements écologiques au T<sub>1</sub>**, et/ou par la **connexion avec la nature au T<sub>0</sub>**, et/ou par les **connaissances de système relative à la biodiversité T<sub>0</sub>**, et/ou par les **connaissances de système relatives à l'eau au T<sub>0</sub>**, tout en contrôlant et/ou le niveau de classe en 5<sup>e</sup> primaire, et/ou le niveau de classe en 6<sup>e</sup> primaire, et/ou le genre. →  $\beta \neq 0$  ( $\beta_{H1}$ )

✘ **Exploration descriptive des données en lien avec les hypothèses formulées**

**Statistiques descriptives**

	N	Minimu m	Maximu m	Ecart		Asymétrie		Kurtosis	
	Statistiqu es	Statistiqu es	Statistiqu es	Statistiqu es	Statistiqu es	Statistiqu es	Erreur standard	Statistiqu es	Erreur standard
Score Z(Comportements T0)	515	-3,20544	2,39273	,0000000	1,0000000	-,228	,108	-,209	,215
Score Z(Comportements T1)	502	-2,50523	2,57357	,0000000	1,0000000	-,114	,109	-,465	,218
Score Z(Connexion avec la nature T0)	534	-2,02251	1,46142	,0000000	1,0000000	-,153	,106	-,705	,211
Score Z(SUM_Qbio_PRE)	539	-2,06528	2,39997	,0000000	1,0000000	,293	,105	-,567	,210
Score Z(SUM_Qeau_PRE)	539	-1,88549	3,49450	,0000000	1,0000000	,202	,105	-,370	,210
N valide (liste)	468								

**Statistiques descriptives**

	Moyenne	Ecart type	N
Score Z(Comportements T1)	-,0215342	,99530715	468
Score Z(Comportements T0)	-,0062176	1,00478555	468
Dummy_5e=1	,41	,493	468
Dummy_6e=1	,42	,494	468
Genre_T0	,54	,499	468
Score Z(Connexion avec la nature T0)	,0060642	,99489156	468
Score Z(SUM_Qbio_PRE)	,0280428	,99018562	468
Score Z(SUM_Qeau_PRE)	,0078508	,98481967	468

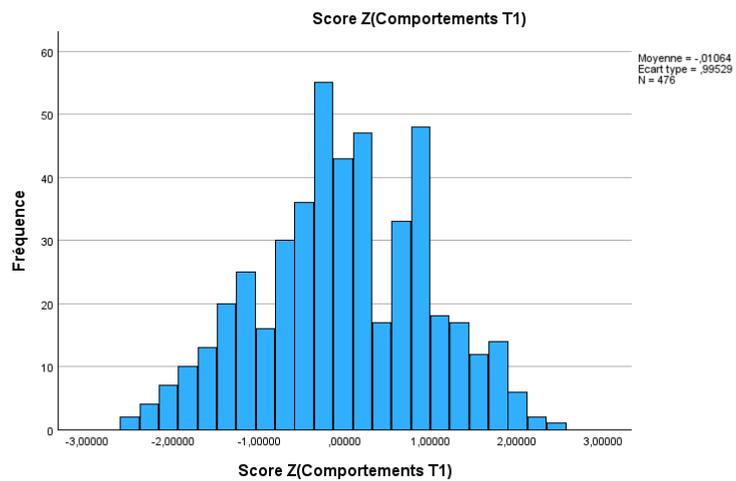
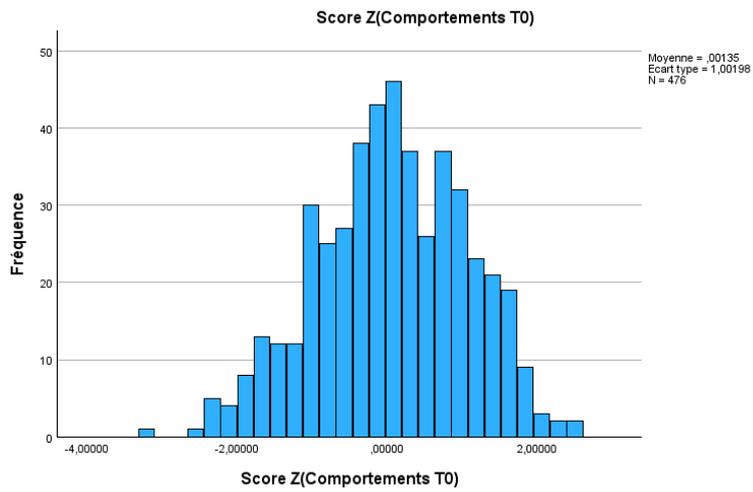
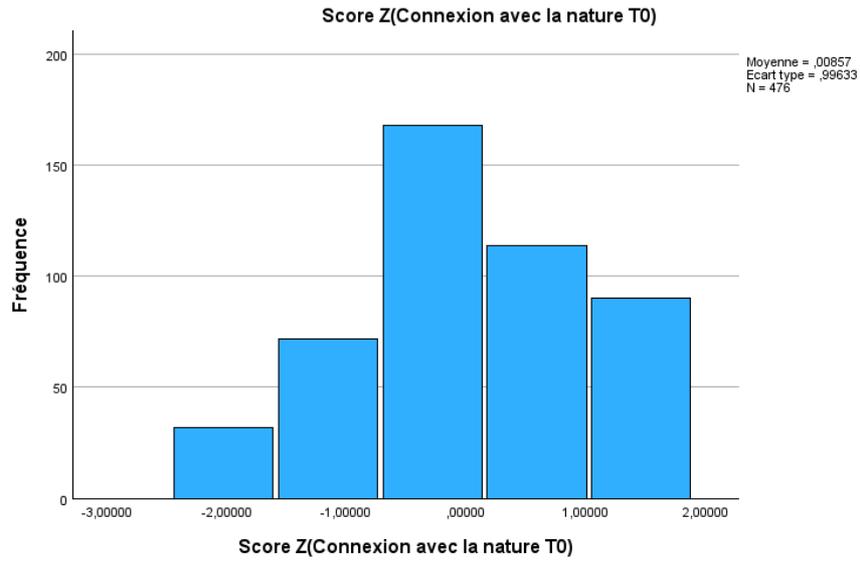
✘ **Validation des hypothèses sous-jacentes associées au test**

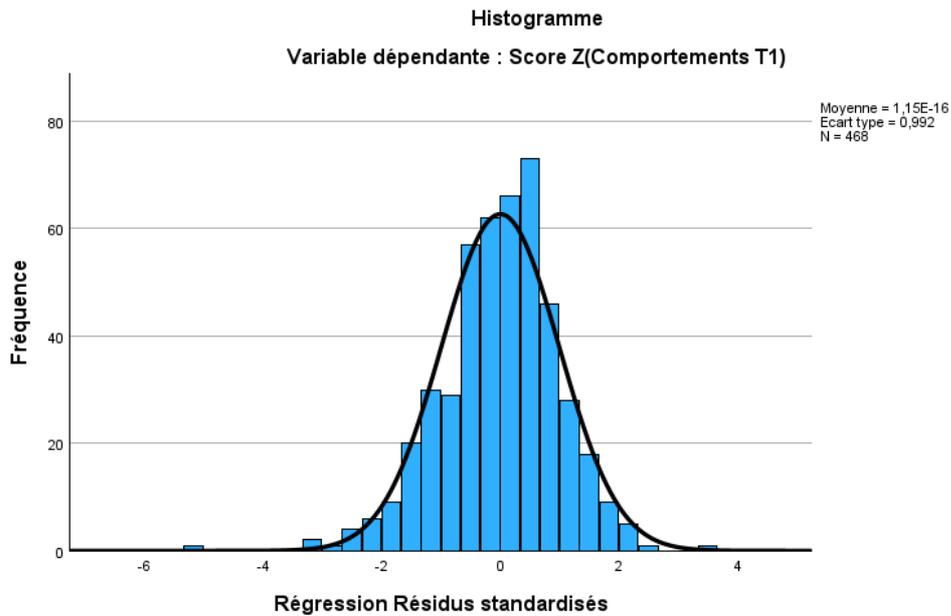
**Ok | Indépendance des erreurs**

**Ok | Normalité de la distribution des variables investiguées**

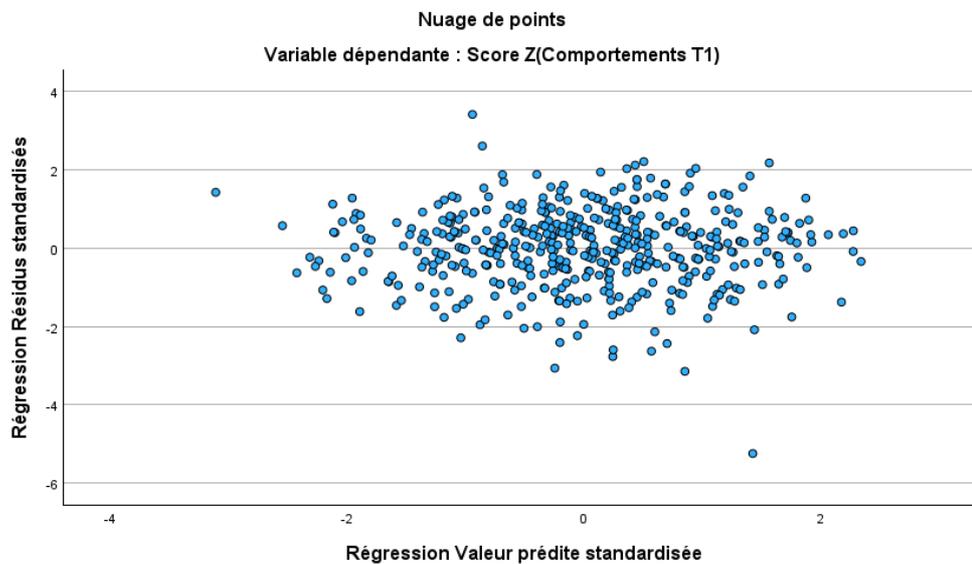
**Statistiques**

	N	Score Z(Connexion avec la nature T0)	Score Z(Comportements T0)	Score Z(Comportements T1)
N	Valide	476	476	476
	Manquant	0	0	0
Moyenne		,0085665	,0013550	-,0106395
Médiane		-,2805414	-,0221668	-,0222577
Écart type		,99632863	1,00197558	,99529110
Asymétrie		-,184	-,176	-,118
Erreur standard d'asymétrie		,112	,112	,112
Kurtosis		-,660	-,303	-,434
Erreur standard d'aplatissement		,223	,223	,223
Minimum		-2,02251	-3,20544	-2,50523
Maximum		1,46142	2,39273	2,57357





**Ok** | **Homoscédasticité**  
Nous devons nous assurer de manière qualitative que 95% des données sont bien comprises entre -2 et 2 sur l'axe des ordonnées.



**Ok** | **Absence de multicollinéarité**  
Nous devons nous assurer que le « Variance Inflation Factor » (VIF) est inférieur à 5.

✘ **Réalisation du test statistique et décision d'inférer ou non à la population**

**Corrélations**

		Score Z(Compor tements T1)	Score Z(Compor tements T0)	Dummy_ 5e=1	Dummy_ 6e=1	Genre_ T0	Score Z(Connex ion avec la nature T0)	Score Z(SUM_ Qbio_PR E)	Score Z(SUM_Q eau_PRE)
Corrélation de Pearson	Score Z(Comportement s T1)	1,000	,747	,168	-,304	,037	,497	,147	,028
	Score Z(Comportement s T0)	,747	1,000	,142	-,251	,022	,552	,100	-,008
	Dummy_5e=1	,168	,142	1,000	-,714	-,025	,054	,032	,001
	Dummy_6e=1	-,304	-,251	-,714	1,000	,018	-,199	,084	,083
	Genre_T0	,037	,022	-,025	,018	1,000	,033	-,192	-,167
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	,497	,552	,054	-,199	,033	1,000	,013	-,049
	Score Z(SUM_Qbio_P RE)	,147	,100	,032	,084	-,192	,013	1,000	,383
	Score Z(SUM_Qeau_P RE)	,028	-,008	,001	,083	-,167	-,049	,383	1,000
Sig. (unilatéral)	Score Z(Comportement s T1)	.	<,001	<,001	<,001	,214	<,001	<,001	,270
	Score Z(Comportement s T0)	,000	.	,001	,000	,320	,000	,016	,431
	Dummy_5e=1	,000	,001	.	,000	,295	,123	,243	,495
	Dummy_6e=1	,000	,000	,000	.	,351	,000	,034	,036
	Genre_T0	,214	,320	,295	,351	.	,239	,000	,000
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	,000	,000	,123	,000	,239	.	,392	,144
	Score Z(SUM_Qbio_P RE)	,001	,016	,243	,034	,000	,392	.	,000
	Score Z(SUM_Qeau_P RE)	,270	,431	,495	,036	,000	,144	,000	.
N	Score Z(Comportement s T1)	468	468	468	468	468	468	468	468
	Score Z(Comportement s T0)	468	468	468	468	468	468	468	468
	Dummy_5e=1	468	468	468	468	468	468	468	468
	Dummy_6e=1	468	468	468	468	468	468	468	468
	Genre_T0	468	468	468	468	468	468	468	468
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	468	468	468	468	468	468	468	468
	Score Z(SUM_Qbio_P RE)	468	468	468	468	468	468	468	468
	Score Z(SUM_Qeau_P RE)	468	468	468	468	468	468	468	468

### Variabes introduites/éliminées<sup>a</sup>

Modèle	Variabes introduites	Variabes éliminées	Méthode
1	Score Z(Comportements T0) <sup>b</sup>	.	Introduire
2	Dummy_5e=1, Dummy_6e=1 <sup>b</sup>	.	Introduire
3	Genre_T0 <sup>b</sup>	.	Introduire
4	Score Z(Connexion avec la nature T0) <sup>b</sup>	.	Introduire
5	Score Z(SUM_Qbio_PRE) <sup>b</sup>	.	Introduire
6	Score Z(SUM_Qeau_PRE) <sup>b</sup>	.	Introduire

a. Variable dépendante : Score Z(Comportements T1)

b. Toutes les variables demandées ont été introduites.

### Récapitulatif des modèles<sup>g</sup>

Modèle R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation	Modifier les statistiques				Sig. de F	Variation de F
				Variation de R-deux	Variation de F	ddl1	ddl2		
1	,747 <sup>a</sup>	,559	,558	,66200094	,559	589,635	1	466	<,001
2	,758 <sup>b</sup>	,574	,571	,65176592	,015	8,375	2	464	<,001
3	,758 <sup>c</sup>	,574	,571	,65206876	,001	,569	1	463	,451
4	,763 <sup>d</sup>	,582	,578	,64667144	,008	8,761	1	462	,003
5	,770 <sup>e</sup>	,593	,587	,63936739	,010	11,616	1	461	<,001
6	,770 <sup>f</sup>	,593	,587	,63971033	,000	,506	1	460	,477

a. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0)

b. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1

c. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0

d. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0)

e. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0), Score Z(SUM\_Qbio\_PRE)

f. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0), Score Z(SUM\_Qbio\_PRE), Score Z(SUM\_Qeau\_PRE)

g. Variable dépendante : Score Z(Comportements T1)

### ANOVA<sup>a</sup>

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1	Régression	258,405	1	258,405	589,635	<,001 <sup>b</sup>
	de Student	204,222	466	,438		
	Total	462,627	467			
2	Régression	265,521	3	88,507	208,350	<,001 <sup>c</sup>
	de Student	197,107	464	,425		
	Total	462,627	467			
3	Régression	265,762	4	66,441	156,260	<,001 <sup>d</sup>
	de Student	196,865	463	,425		
	Total	462,627	467			
4	Régression	269,426	5	53,885	128,855	<,001 <sup>e</sup>
	de Student	193,201	462	,418		
	Total	462,627	467			
5	Régression	274,175	6	45,696	111,783	<,001 <sup>f</sup>
	de Student	188,452	461	,409		
	Total	462,627	467			
6	Régression	274,382	7	39,197	95,783	<,001 <sup>g</sup>
	de Student	188,245	460	,409		
	Total	462,627	467			

a. Variable dépendante : Score Z(Comportements T1)

b. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0)

c. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1

d. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0

e. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0)

f. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0), Score Z(SUM\_Qbio\_PRE)

g. Prédicteurs : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0), Score Z(SUM\_Qbio\_PRE), Score Z(SUM\_Quau\_PRE)

#### Coefficients<sup>a</sup>

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	Intervalle de confiance à 95,0% pour B		Corrélations			Statistiques de colinéarité	
		B	Erreur standard				Borne inférieure	Borne supérieure	Corrélation simple	Partielle	Partielle	Tolérance	VIF
1	(Constante)	-,017	,031		-,553	,580	-,077	,043					
	Score Z(Comportements T0)	,740	,030	,747	24,282	<,001	,680	,800	,747	,747	,747	1,000	1,000
2	(Constante)	,152	,074		2,044	,041	,006	,299					
	Score Z(Comportements T0)	,708	,031	,714	22,784	<,001	,647	,769	,747	,727	,690	,934	1,071
	Dummy_5e=1	-,090	,088	-,045	-1,031	,303	-,262	,082	,168	-,048	-,031	,488	2,048
	Dummy_6e=1	-,315	,089	-,156	-3,526	<,001	-,491	-,140	-,304	-,162	-,107	,467	2,142
3	(Constante)	,127	,082		1,561	,119	-,033	,287					
	Score Z(Comportements T0)	,707	,031	,714	22,746	<,001	,646	,768	,747	,726	,690	,933	1,071
	Dummy_5e=1	-,089	,088	-,044	-1,018	,309	-,261	,083	,168	-,047	-,031	,488	2,049
	Dummy_6e=1	-,316	,089	-,157	-3,528	<,001	-,491	-,140	-,304	-,162	-,107	,467	2,142
	Genre_T0	,046	,061	,023	,754	,451	-,073	,165	,037	,035	,023	,999	1,001
4	(Constante)	,101	,081		1,242	,215	-,059	,261					
	Score Z(Comportements T0)	,650	,036	,657	17,932	<,001	,579	,722	,747	,641	,539	,674	1,484
	Dummy_5e=1	-,059	,087	-,029	-,672	,502	-,231	,113	,168	-,031	-,020	,481	2,077
	Dummy_6e=1	-,279	,090	-,139	-3,122	,002	-,455	-,104	-,304	-,144	-,094	,458	2,183
	Genre_T0	,041	,060	,021	,686	,493	-,077	,159	,037	,032	,021	,998	1,002
5	(Constante)	,116	,081		1,438	,151	-,042	,274					
	Score Z(Comportements T0)	,634	,036	,640	17,527	<,001	,563	,705	,747	,632	,521	,662	1,510
	Dummy_5e=1	-,100	,087	-,049	-1,142	,254	-,271	,072	,168	-,053	-,034	,472	2,117
	Dummy_6e=1	-,334	,090	-,166	-3,718	<,001	-,511	-,158	-,304	-,171	-,111	,443	2,255
	Genre_T0	,082	,061	,041	1,355	,176	-,037	,201	,037	,063	,040	,959	1,043
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	,111	,036	,111	3,068	,002	,040	,181	,497	,141	,091	,681	1,469

	Score Z(SUM_Qbio_PRE)	,106	,031	,106	3,408	<,001	,045	,167	,147	,157	,101	,920	1,087
6	(Constante)	,116	,081		1,438	,151	-,043	,274					
	Score Z(Comportements T0)	,634	,036	,640	17,524	<,001	,563	,706	,747	,633	,521	,662	1,510
	Dummy_5e=1	-,102	,087	-,050	-1,165	,245	-,274	,070	,168	-,054	-,035	,472	2,119
	Dummy_6e=1	-,338	,090	-,168	-3,751	<,001	-,515	-,161	-,304	-,172	-,112	,442	2,263
	Genre_T0	,087	,061	,043	1,421	,156	-,033	,206	,037	,066	,042	,948	1,054
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	,111	,036	,111	3,085	,002	,040	,182	,497	,142	,092	,680	1,470
	Score Z(SUM_Qbio_PRE)	,098	,033	,097	2,941	,003	,032	,163	,147	,136	,087	,807	1,240
	Score Z(SUM_Qeau_PRE)	,023	,033	,023	,711	,477	-,041	,088	,028	,033	,021	,839	1,193

a. Variable dépendante : Score Z(Comportements T1)

#### Variables exclues<sup>a</sup>

Modèle		Bêta In	t	Sig.	Corrélation partielle	Statistiques de colinéarité		
						Tolérance	VIF	Tolérance minimum
1	Dummy_5e=1	,064 <sup>b</sup>	2,053	,041	,095	,980	1,021	,980
	Dummy_6e=1	-,124 <sup>b</sup>	-3,961	<,001	-,181	,937	1,067	,937
	Genre_T0	,020 <sup>b</sup>	,665	,506	,031	1,000	1,000	1,000
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	,122 <sup>b</sup>	3,328	<,001	,153	,695	1,439	,695
	Score Z(SUM_Qbio_PRE)	,074 <sup>b</sup>	2,393	,017	,110	,990	1,010	,990
	Score Z(SUM_Qeau_PRE)	,034 <sup>b</sup>	1,121	,263	,052	1,000	1,000	1,000
2	Genre_T0	,023 <sup>c</sup>	,754	,451	,035	,999	1,001	,467
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	,108 <sup>c</sup>	2,980	,003	,137	,682	1,467	,458
	Score Z(SUM_Qbio_PRE)	,095 <sup>c</sup>	3,090	,002	,142	,958	1,044	,452
3	Score Z(SUM_Qeau_PRE)	,048 <sup>c</sup>	1,575	,116	,073	,985	1,015	,460
	Score Z(Connexion avec la nature T0)	,108 <sup>d</sup>	2,960	,003	,136	,681	1,468	,458
	Score Z(SUM_Qbio_PRE)	,104 <sup>d</sup>	3,311	,001	,152	,920	1,087	,451
4	Score Z(SUM_Qeau_PRE)	,053 <sup>d</sup>	1,728	,085	,080	,957	1,045	,460
	Score Z(SUM_Qbio_PRE)	,106 <sup>e</sup>	3,408	<,001	,157	,920	1,087	,443
5	Score Z(SUM_Qeau_PRE)	,057 <sup>e</sup>	1,845	,066	,086	,956	1,046	,452
	Score Z(SUM_Qeau_PRE)	,023 <sup>f</sup>	,711	,477	,033	,839	1,193	,442

a. Variable dépendante : Score Z(Comportements T1)

b. Prédicteurs dans le modèle : (Constante), Score Z(Comportements T0)

c. Prédicteurs dans le modèle : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1

d. Prédicteurs dans le modèle : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0

e. Prédicteurs dans le modèle : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0)

f. Prédicteurs dans le modèle : (Constante), Score Z(Comportements T0), Dummy\_5e=1, Dummy\_6e=1, Genre\_T0, Score Z(Connexion avec la nature T0), Score Z(SUM\_Qbio\_PRE)

### Diagnostics de colinéarité<sup>a</sup>

Modèle	Dimension	Valeur propre	Index de condition	Proportions de la variance				Genre_T0	Score Z(Connexion avec la nature T0)	Score Z(SUM_Q bio_PRE)	Score Z(SUM_Q eau_PRE)
				(Constante)	Score Z(Comportements T0)	Dummy_5e=1	Dummy_6e=1				
1	1	1,006	1,000	,50	,50						
	2	,994	1,006	,50	,50						
2	1	1,916	1,000	,04	,00	,04	,04				
	2	1,211	1,258	,00	,38	,06	,05				
	3	,788	1,559	,00	,59	,09	,08				
	4	,085	4,744	,96	,03	,81	,83				
3	1	2,550	1,000	,02	,00	,02	,02	,05			
	2	1,212	1,450	,00	,39	,06	,06	,00			
	3	,792	1,794	,00	,58	,11	,07	,00			
	4	,366	2,641	,03	,02	,07	,10	,86			
	5	,080	5,654	,95	,02	,75	,75	,08			
4	1	2,551	1,000	,02	,00	,02	,02	,05	,00		
	2	1,649	1,244	,00	,18	,01	,01	,00	,17		
	3	,915	1,670	,00	,02	,15	,11	,00	,08		
	4	,443	2,400	,00	,79	,00	,01	,00	,71		
	5	,364	2,649	,03	,00	,07	,09	,87	,02		
	6	,078	5,701	,95	,00	,75	,76	,08	,02		
5	1	2,551	1,000	,02	,00	,02	,02	,05	,00	,00	
	2	1,654	1,242	,00	,18	,01	,01	,00	,17	,00	
	3	1,045	1,563	,00	,00	,01	,02	,01	,00	,77	
	4	,905	1,679	,00	,02	,14	,09	,01	,09	,06	
	5	,435	2,421	,00	,78	,01	,00	,01	,72	,02	
	6	,331	2,775	,04	,02	,06	,10	,87	,00	,14	
	7	,078	5,734	,94	,00	,76	,76	,06	,02	,01	
6	1	2,552	1,000	,02	,00	,02	,02	,05	,00	,00	,00
	2	1,656	1,241	,00	,18	,01	,01	,00	,17	,00	,00
	3	1,424	1,339	,00	,00	,00	,00	,01	,00	,28	,28
	4	,913	1,672	,00	,02	,15	,11	,00	,08	,00	,01
	5	,614	2,038	,00	,00	,00	,00	,00	,02	,60	,70
	6	,435	2,423	,00	,78	,01	,00	,01	,71	,03	,00
	7	,329	2,783	,04	,02	,06	,10	,88	,00	,08	,01
	8	,078	5,735	,94	,00	,76	,76	,05	,02	,01	,00

a. Variable dépendante : Score Z(Comportements T1)

### Statistiques des résidus<sup>a</sup>

	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	N
Valeur prédite	-2,4021997	1,7753930	-,0215342	,76651229	468
de Student	-3,35407972	2,18501377	,00000000	,63489782	468
Valeur prédite standard	-3,106	2,344	,000	1,000	468
Résidus standard	-5,243	3,416	,000	,992	468

a. Variable dépendante : Score Z(Comportements T1)

### ✖ Conclusion rigoureuse et détaillée du test

Les données récoltées sur un échantillon de 468 élèves montrent que les comportements écologiques au T<sub>1</sub> sont positivement prédits par les comportements écologiques au T<sub>0</sub> ( $\beta=0.634$  ;  $p<0.001$  ;  $r_{partielle}=0.632$ ), par la connexion avec la nature au T<sub>0</sub> ( $\beta=0.111$  ;  $p<0.01$  ;  $r_{partielle}=0.141$ ), par les connaissances de système relatives à la biodiversité au T<sub>0</sub> ( $\beta=0.098$  ;  $p<0.01$  ;  $r_{partielle}=0.157$ ), tout en contrôlant le niveau de classe pour les élèves de 6<sup>e</sup> primaire ( $\beta= -0.338$  ;  $p<0.001$  ;  $r_{partielle}= -0.171$ ). Ce modèle expliquerait 58,7% des comportements écologiques.

**Annexe 17 : Sortie SPSS et développement de la question de recherche 4** (La participation à un projet d'ERE a-t-elle une influence sur l'évolution des connaissances de système des élèves ?)

Connaissances de système relatives à la **BIODIVERSITÉ**

ANOVA à plan mixte avec 2 covariables

✖ **Identification du type de variables impliquées dans la question et formulation des hypothèses**

- **Connaissances de système relatives à la biodiversité au T0** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur la biodiversité au pré-test.
- **Connaissances de système relatives à la biodiversité au T1** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur la biodiversité au post-test.
- **Groupes** : Variable qualitative nominale multichotomique (4 modalités)
- **Genre T0** : Variable qualitative nominale dichotomique T<sub>0</sub> (après exclusion de 7 « autre » et 1 non-répondant) → 0 = Garçon ; 1 = Fille.
- **Niveau classe Vcentré4** : Variable qualitative ordinale multichotomique (3 modalités) → 0 = 4<sup>e</sup> primaire ; 1 = 5<sup>e</sup> primaire ; 2 = 6<sup>e</sup> primaire.

**Facteurs intersujets**

	Libellé de valeur	N	
Groupes	0	Contrôle	222
	1	Projet Osons l'école du Dehors	109
	2	Projet Classe d'Eau	76
	3	Projet Design for Change	124

**Facteurs intrasujets**

Mesure: MEASURE\_1

Temps

Variable dépendante

1 SUM\_Qbio\_PRE

2 SUM\_Qbio\_POS

**H0**

La participation à un projet d'ERE n'a pas d'influence sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité des élèves ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ ).

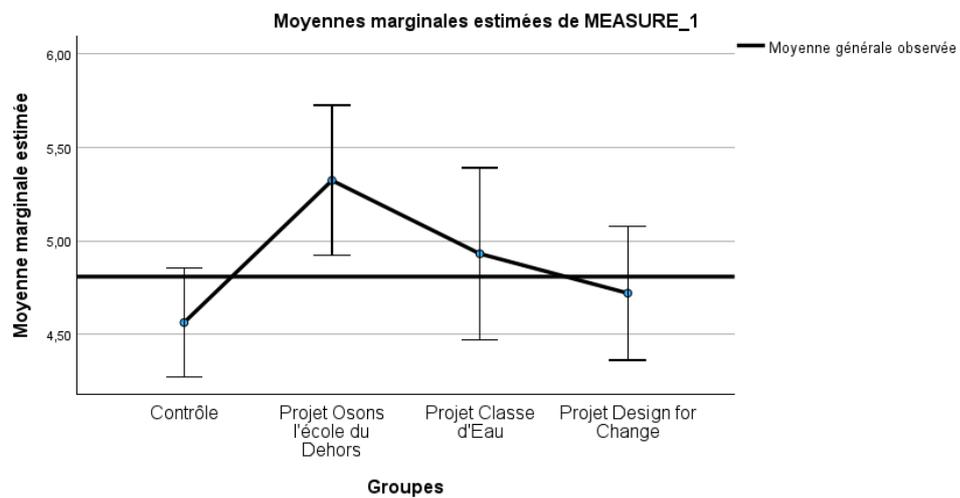
**H1**

La participation à un projet d'ERE a une influence sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité des élèves ( $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ ).

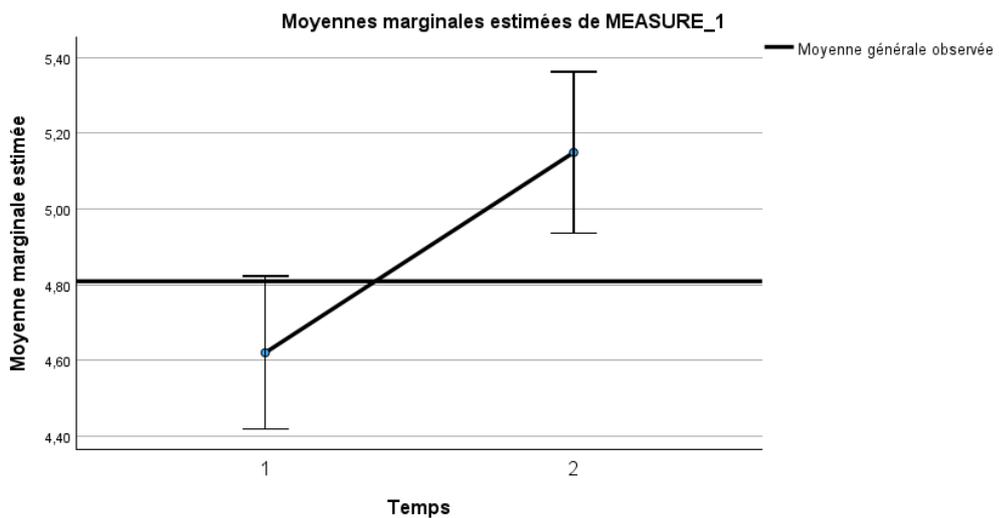
✘ **Exploration descriptive des données en lien avec les hypothèses formulées**

**Statistiques descriptives**

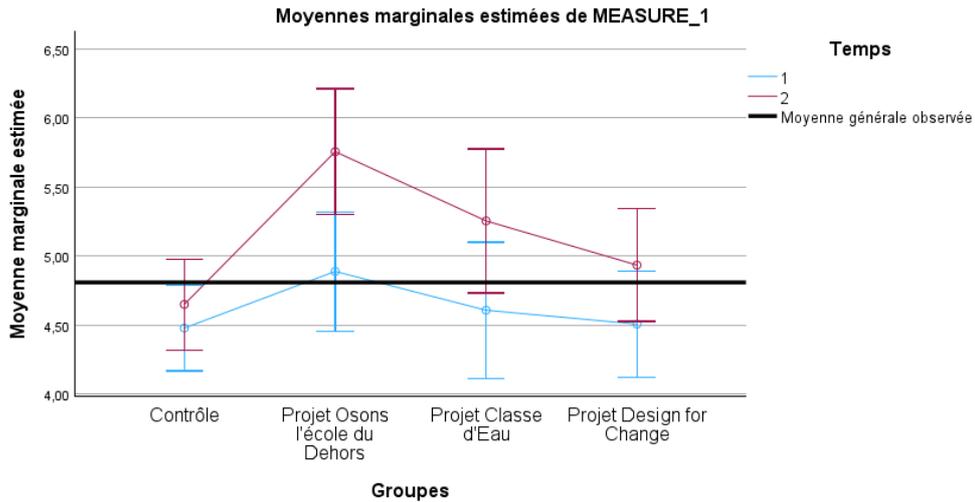
	Groupes	Moyenne	Ecart type	N
SUM_Qbio_PRE	Contrôle	4,7027	2,22326	222
	Projet Osons l'école du Dehors	4,6606	2,28611	109
	Projet Classe d'Eau	4,4474	2,37989	76
	Projet Design for Change	4,4032	2,06370	124
	Total	4,5876	2,22112	531
SUM_Qbio_POS	Contrôle	4,8378	2,33424	222
	Projet Osons l'école du Dehors	5,5688	2,39740	109
	Projet Classe d'Eau	5,1184	2,36061	76
	Projet Design for Change	4,8468	2,25253	124
	Total	5,0301	2,34381	531



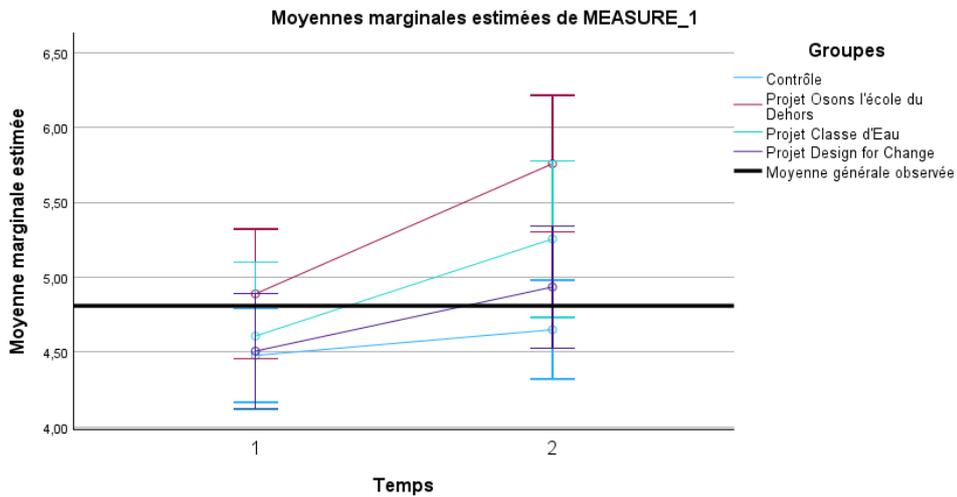
Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25  
Barres d'erreur : Intervalle de confiance à 95 %



Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25  
Barres d'erreur : Intervalle de confiance à 95 %



Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25  
 Barres d'erreur : Intervalle de confiance à 95 %



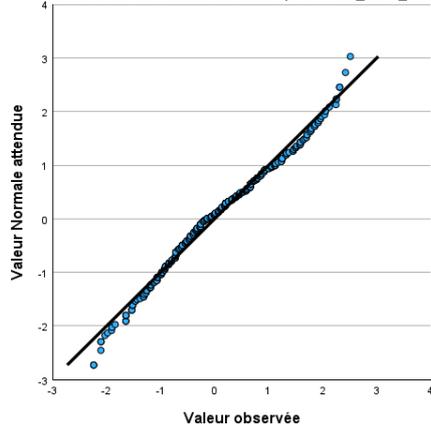
Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25  
 Barres d'erreur : Intervalle de confiance à 95 %

✘ **Validation des hypothèses sous-jacentes associées au test**

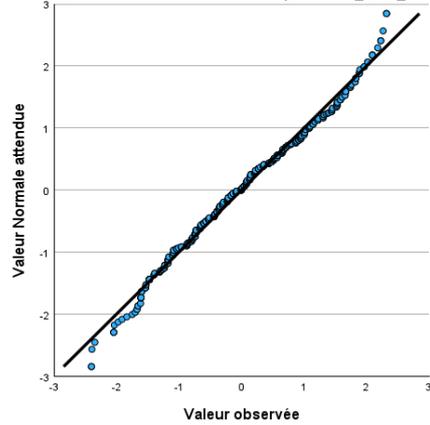
**Ok** | **Indépendance des erreurs**

**Ok** | **Normalité de la distribution des variables investiguées**

Tracé Q-Q Normale de Résidu normalisé pour SUM\_Qbio\_PRE



Tracé Q-Q Normale de Résidu normalisé pour SUM\_Qbio\_POS



Ok

### Homogénéité des covariances

#### Test de Box de l'égalité des matrices de covariance<sup>a</sup>

Test de Box	2,791
F	,308
df1	9
df2	877457,370
Sig.	,973

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice de covariance observée des variables dépendantes est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Niveau\_Classe\_Vcentrée4 + Groupes  
Plan intrasujets : Temps

Ok

### Homogénéité des variances

#### Test d'égalité des variances des erreurs de Levene<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
SUM_Qbio_PRE	1,048	3	527	,371
SUM_Qbio_POS	,251	3	527	,860

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la variance des erreurs de la variable dépendante est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Niveau\_Classe\_Vcentrée4 + Groupes  
Plan intrasujets : Temps

Vu qu'il y a une comparaison entre groupes, nous devons vérifier l'homogénéité des covariances. Le test de Box indique un résultat non significatif ( $p=0.97$ ), nous ne pouvons donc pas rejeter  $H_0$ . Par conséquent, les covariances ne sont donc pas significativement différentes et nous pouvons valider cette hypothèse sous-jacente.

× **Réalisation du test statistique et décision d'inférer ou non à la population**

**Tests multivariés<sup>a</sup>**

Effet		Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>c</sup>
Temps	Trace de Pillai	,018	9,806 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,002	,018	9,806	,878
	Lambda de Wilks	,982	9,806 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,002	,018	9,806	,878
	Trace de Hotelling	,019	9,806 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,002	,018	9,806	,878
	Plus grande racine de Roy	,019	9,806 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,002	,018	9,806	,878
Temps * Genre_T0	Trace de Pillai	,000	,064 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,801	,000	,064	,057
	Lambda de Wilks	1,000	,064 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,801	,000	,064	,057
	Trace de Hotelling	,000	,064 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,801	,000	,064	,057
	Plus grande racine de Roy	,000	,064 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,801	,000	,064	,057
Temps * Niveau_Classe_Vcentrée4	Trace de Pillai	,001	,441 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,507	,001	,441	,102
	Lambda de Wilks	,999	,441 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,507	,001	,441	,102
	Trace de Hotelling	,001	,441 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,507	,001	,441	,102
	Plus grande racine de Roy	,001	,441 <sup>b</sup>	1,000	525,000	,507	,001	,441	,102
Temps * Groupes	Trace de Pillai	,015	2,694 <sup>b</sup>	3,000	525,000	,045	,015	8,083	,656
	Lambda de Wilks	,985	2,694 <sup>b</sup>	3,000	525,000	,045	,015	8,083	,656
	Trace de Hotelling	,015	2,694 <sup>b</sup>	3,000	525,000	,045	,015	8,083	,656
	Plus grande racine de Roy	,015	2,694 <sup>b</sup>	3,000	525,000	,045	,015	8,083	,656

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Niveau\_Classe\_Vcentrée4 + Groupes

Plan intrasujets : Temps

b. Statistique exacte

c. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

**Test de sphéricité de Mauchly<sup>a</sup>**

Mesure: MEASURE\_1

Effet intrasujets	Test W de Mauchly	Khi-carré d'approx	df	Sig.	Epsilon <sup>b</sup> Greenhouse-Geisser	Borne Huynh-Feldt inférieure
Temps	1,000	,000	0	.	1,000	1,000

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice de covariance des erreurs des variables dépendantes orthonormées est proportionnelle à la matrice identité.

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Niveau\_Classe\_Vcentrée4 + Groupes

Plan intrasujets : Temps

b. Permet d'ajuster les degrés de liberté de la moyenne des tests de signification. Les tests corrigés sont affichés dans la table Tests des effets intrasujets.

### Tests des effets intrasujets

Mesure: MEASURE\_1

Source		Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Temps	Hypothèse de sphéricité	18,105	1	18,105	9,806	,002	,018	9,806	,878
	Greenhouse-Geisser	18,105	1,000	18,105	9,806	,002	,018	9,806	,878
	Huynh-Feldt	18,105	1,000	18,105	9,806	,002	,018	9,806	,878
	Borne inférieure	18,105	1,000	18,105	9,806	,002	,018	9,806	,878
Temps * Genre_T0	Hypothèse de sphéricité	,117	1	,117	,064	,801	,000	,064	,057
	Greenhouse-Geisser	,117	1,000	,117	,064	,801	,000	,064	,057
	Huynh-Feldt	,117	1,000	,117	,064	,801	,000	,064	,057
	Borne inférieure	,117	1,000	,117	,064	,801	,000	,064	,057
Temps * Niveau_Classe_Vcentrée4	Hypothèse de sphéricité	,814	1	,814	,441	,507	,001	,441	,102
	Greenhouse-Geisser	,814	1,000	,814	,441	,507	,001	,441	,102
	Huynh-Feldt	,814	1,000	,814	,441	,507	,001	,441	,102
	Borne inférieure	,814	1,000	,814	,441	,507	,001	,441	,102
Temps * Groupes	Hypothèse de sphéricité	14,924	3	4,975	2,694	,045	,015	8,083	,656
	Greenhouse-Geisser	14,924	3,000	4,975	2,694	,045	,015	8,083	,656
	Huynh-Feldt	14,924	3,000	4,975	2,694	,045	,015	8,083	,656
	Borne inférieure	14,924	3,000	4,975	2,694	,045	,015	8,083	,656
Erreur (Temps)	Hypothèse de sphéricité	969,266	525	1,846					
	Greenhouse-Geisser	969,266	525,000	1,846					
	Huynh-Feldt	969,266	525,000	1,846					
	Borne inférieure	969,266	525,000	1,846					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Tests des contrastes intrasujets

Mesure: MEASURE\_1

Source	Temps	Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Temps	Linéaire	18,105	1	18,105	9,806	,002	,018	9,806	,878
Temps * Genre_T0	Linéaire	,117	1	,117	,064	,801	,000	,064	,057
Temps * Niveau_Classe_Vcentrée4	Linéaire	,814	1	,814	,441	,507	,001	,441	,102
Temps * Groupes	Linéaire	14,924	3	4,975	2,694	,045	,015	8,083	,656
Erreur (Temps)	Linéaire	969,266	525	1,846					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Tests des effets intersujets

Mesure: MEASURE\_1

Variable transformée: Moyenne

Source	Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Constante	4027,337	1	4027,337	497,351	<,001	,486	497,351	1,000
Genre_T0	133,868	1	133,868	16,532	<,001	,031	16,532	,982
Niveau_Classe_Vcentrée4	114,074	1	114,074	14,087	<,001	,026	14,087	,963
Groupes	70,306	3	23,435	2,894	,035	,016	8,682	,690
Erreur	4251,224	525	8,098					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Estimations des paramètres

Variable dépendante	Paramètre	B	Erreur standard	t	Sig.	95% Intervalle de confiance		Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>b</sup>
						Borne inférieure	Borne supérieure			
SUM_Qbio_P PRE	Constante	4,183	,273	15,322	<,001	3,646	4,719	,309	15,322	1,000
	Genre_T0	-,734	,189	-3,887	<,001	-1,105	-,363	,028	3,887	,973
	Niveau_Classe_Vcentrée4	,570	,151	3,779	<,001	,274	,866	,026	3,779	,965
	[Groupes=0]	-,029	,259	-,112	,911	-,538	,480	,000	,112	,051
	[Groupes=1]	,382	,288	1,325	,186	-,185	,949	,003	1,325	,262
	[Groupes=2]	,100	,316	,318	,751	-,520	,721	,000	,318	,062
[Groupes=3]	0 <sup>a</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
SUM_Qbio_P POS	Constante	4,699	,289	16,285	<,001	4,132	5,266	,336	16,285	1,000
	Genre_T0	-,692	,200	-3,466	<,001	-1,084	-,300	,022	3,466	,933
	Niveau_Classe_Vcentrée4	,481	,159	3,019	,003	,168	,794	,017	3,019	,854
	[Groupes=0]	-,285	,274	-1,040	,299	-,823	,253	,002	1,040	,180
	[Groupes=1]	,823	,305	2,699	,007	,224	1,422	,014	2,699	,768
	[Groupes=2]	,321	,334	,960	,337	-,335	,977	,002	,960	,160
[Groupes=3]	0 <sup>a</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.

a. Ce paramètre est défini sur 0, car il est redondant.

b. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Moyenne marginale estimée

#### 1. Moyenne générale

Mesure: MEASURE\_1

Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
		Borne inférieure	Borne supérieure
4,885 <sup>a</sup>	,096	4,697	5,072

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25.

## 2. Groupes

### Estimations

Mesure: MEASURE\_1

Groupes	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
			Borne inférieure	Borne supérieure
Contrôle	4,564 <sup>a</sup>	,147	4,274	4,853
Projet Osons l'école du Dehors	5,323 <sup>a</sup>	,204	4,922	5,725
Projet Classe d'Eau	4,931 <sup>a</sup>	,233	4,473	5,390
Projet Design for Change	4,721 <sup>a</sup>	,182	4,362	5,079

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25.

### Comparaisons appariées

Mesure: MEASURE\_1

(I) Groupes	(J) Groupes	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig. <sup>b</sup>	Intervalle de confiance à 95 % pour la différence <sup>b</sup>	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Contrôle	Projet Osons l'école du Dehors	-,759*	,267	,028	-1,468	-,051
	Projet Classe d'Eau	-,367	,283	1,000	-1,118	,383
	Projet Design for Change	-,157	,241	1,000	-,794	,480
Projet Osons l'école du Dehors	Contrôle	,759*	,267	,028	,051	1,468
	Projet Classe d'Eau	,392	,303	1,000	-,410	1,194
	Projet Design for Change	,602	,268	,149	-,107	1,312
Projet Classe d'Eau	Contrôle	,367	,283	1,000	-,383	1,118
	Projet Osons l'école du Dehors	-,392	,303	1,000	-1,194	-,410
	Projet Design for Change	,211	,293	1,000	-,566	,987
Projet Design for Change	Contrôle	,157	,241	1,000	-,480	,794
	Projet Osons l'école du Dehors	-,602	,268	,149	-1,312	-,107
	Projet Classe d'Eau	-,211	,293	1,000	-,987	,566

Basées sur les moyennes marginales estimées

\*. La différence moyenne est significative au niveau ,05.

b. Ajustement pour les comparaisons multiples : Bonferroni.

### Tests univariés

Mesure: MEASURE\_1

	Somme des carrés	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Contraste	35,153	3	11,718	2,894	,035	,016	8,682	,690
Erreur	2125,612	525	4,049					

Le test de F permet de tester l'effet de Groupes. Il s'appuie sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### 3. Temps

#### Estimations

Mesure: MEASURE\_1

Temps	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
			Borne inférieure	Borne supérieure
1	4,620 <sup>a</sup>	,103	4,418	4,822
2	5,149 <sup>a</sup>	,109	4,935	5,363

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25.

#### Comparaisons appariées

Mesure: MEASURE\_1

(I) Temps	(J) Temps	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig. <sup>b</sup>	Intervalle de confiance à 95 % pour la différence <sup>b</sup>	
					Borne inférieure	Borne supérieure
1	2	-,529*	,091	<,001	-,708	-,350
2	1	,529*	,091	<,001	,350	,708

Basées sur les moyennes marginales estimées

\*. La différence moyenne est significative au niveau ,05.

b. Ajustement pour les comparaisons multiples : Bonferroni.

#### Tests multivariés

	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>b</sup>
Trace de Pillai	,060	33,612 <sup>a</sup>	1,000	525,000	<,001	,060	33,612	1,000
Lambda de Wilks	,940	33,612 <sup>a</sup>	1,000	525,000	<,001	,060	33,612	1,000
Trace de Hotelling	,064	33,612 <sup>a</sup>	1,000	525,000	<,001	,060	33,612	1,000
Plus grande racine de Roy	,064	33,612 <sup>a</sup>	1,000	525,000	<,001	,060	33,612	1,000

Les tests de F permettent de tester l'effet multivarié de Temps. Ils s'appuient sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

a. Statistique exacte

b. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### 4. Groupes \* Temps

Mesure: MEASURE\_1

Groupes	Temps	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
				Borne inférieure	Borne supérieure
Contrôle	1	4,478 <sup>a</sup>	,159	4,166	4,790
	2	4,650 <sup>a</sup>	,168	4,320	4,979
Projet Osons l'école du Dehors	1	4,889 <sup>a</sup>	,220	4,456	5,322
	2	5,757 <sup>a</sup>	,233	5,300	6,214
Projet Classe d'Eau	1	4,607 <sup>a</sup>	,251	4,113	5,101
	2	5,255 <sup>a</sup>	,266	4,733	5,777
Projet Design for Change	1	4,507 <sup>a</sup>	,196	4,121	4,893
	2	4,934 <sup>a</sup>	,208	4,527	5,342

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53, Covariable\_NC\_centré4 = 1,25.

### \* Conclusion rigoureuse et détaillée du test

Les données récoltées sur un échantillon de 531 individus ont permis de montrer l'influence significative due à la participation au projet *Osons l'école du Dehors* par rapport au groupe *contrôle* sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité chez les élèves ( $F_{(3,525)}=2.894$  ;  $p<0.05$  ;  $\eta^2_{\text{partiel}}=0.016$ ).

## Connaissances de système relatives à l'EAU

### ✗ Première analyse

#### Tests des contrastes intrasujets

Mesure: MEASURE\_1

Source	Temps	Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Temps	Linéaire	,593	1	,593	,286	,593	,001	,286	,083
Temps * Genre_T0	Linéaire	3,482	1	3,482	1,681	,195	,003	1,681	,253
Temps * Niveau_Classe_Vcentré4	Linéaire	,377	1	,377	,182	,670	,000	,182	,071
Temps * Groupes	Linéaire	10,444	3	3,481	1,681	,170	,010	5,043	,441
Erreur (Temps)	Linéaire	1087,200	525	2,071					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

#### Tests des effets intersujets

Mesure: MEASURE\_1

Variable transformée: Moyenne

Source	Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Constante	2549,034	1	2549,034	513,214	<,001	,494	513,214	1,000
Genre_T0	68,563	1	68,563	13,804	<,001	,026	13,804	,960
Niveau_Classe_Vcentré4	4,145	1	4,145	,835	,361	,002	,835	,149
Groupes	35,942	3	11,981	2,412	,066	,014	7,237	,602
Erreur	2607,573	525	4,967					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

Suppression de la variable « Niveau\_Classe » qui n'a aucun effet significatif.

### ✗ Identification du type de variables impliquées dans la question et formulation des hypothèses

- **Connaissances de système relatives à l'eau au T0** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur l'eau au pré-test.
- **Connaissances de système relatives à l'eau au T1** : Variable quantitative discrète obtenue sur base de la somme de 10 items au QCM sur l'eau au post-test.
- **Groupes** : Variable qualitative nominale multichotomique (4 modalités)
- **Genre T0** : Variable qualitative nominale dichotomique T<sub>0</sub> (après exclusion de 7 « autre » et 1 non-répondant) → 0 = Garçon ; 1 = Fille.
- **Niveau classe Vcentré4** : Variable qualitative ordinale multichotomique (3 modalités) → 0 = 4<sup>e</sup> primaire ; 1 = 5<sup>e</sup> primaire ; 2 = 6<sup>e</sup> primaire.

### Facteurs intrasujets

Mesure: MEASURE_1	
Temps	Variable dépendante
1	SUM_Qeau_PRE
2	SUM_Qeau_POS

### Facteurs intersujets

		Libellé de valeur	N
Groupes	0	Contrôle	222
	1	Projet Osons l'école du Dehors	109
	2	Projet Classe d'Eau	76
	3	Projet Design for Change	124

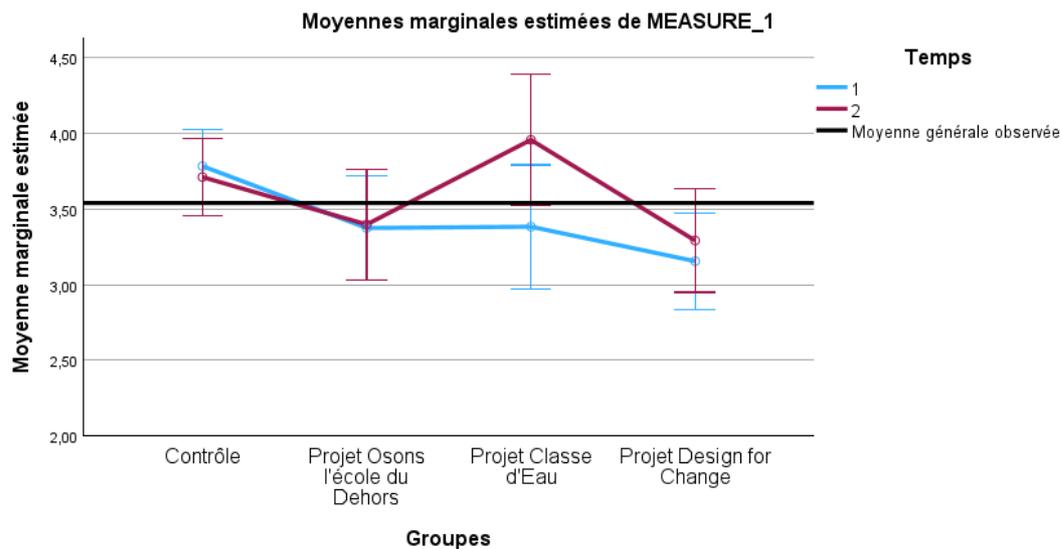
**H0** | La participation à un projet d'ERE n'a pas d'influence sur l'évolution des connaissances de système relatives à l'eau des élèves ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ ).

**H1** | La participation à un projet d'ERE a une influence sur l'évolution des connaissances de système relatives à l'eau des élèves ( $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ ).

### ✗ Exploration descriptive des données en lien avec les hypothèses formulées

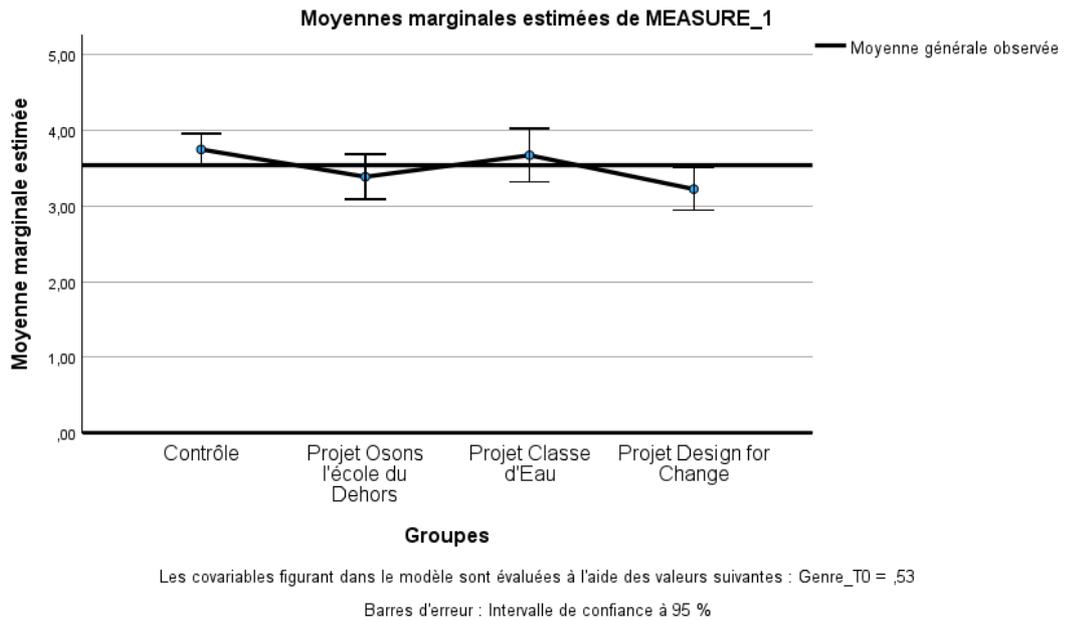
#### Statistiques descriptives

	Groupes	Moyenne	Ecart type	N
SUM_Qeau_PRE	Contrôle	3,7703	1,88503	222
	Projet Osons l'école du Dehors	3,4128	1,87681	109
	Projet Classe d'Eau	3,3684	1,71147	76
	Projet Design for Change	3,1532	1,80354	124
	Total	3,4953	1,85245	531
SUM_Qeau_POS	Contrôle	3,7027	2,02516	222
	Projet Osons l'école du Dehors	3,4220	1,94980	109
	Projet Classe d'Eau	3,9474	2,01259	76
	Projet Design for Change	3,2903	1,72393	124
	Total	3,5838	1,94888	531



Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53

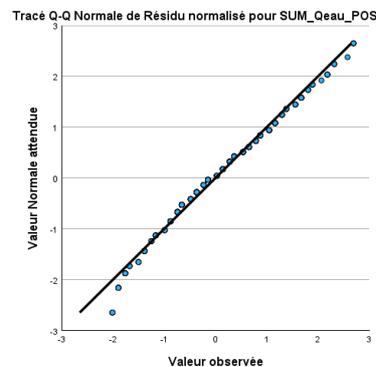
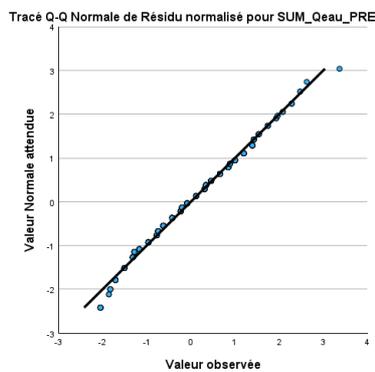
Barres d'erreur : Intervalle de confiance à 95 %



### ✘ Validation des hypothèses sous-jacentes associées au test

**Ok** | **Indépendance des erreurs**

**Ok** | **Normalité de la distribution des variables investiguées**



**Ok** | **Homogénéité des covariances**

#### Test de Box de l'égalité des matrices de covariance<sup>a</sup>

Test de Box	6,027
F	,664
df1	9
df2	877457,370
Sig.	,742

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice de covariance observée des variables dépendantes est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Groupes

Plan intrasujets : Temps

## Ok | Homogénéité des variances

### Test d'égalité des variances des erreurs de Levene<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Sig.
SUM_ Qeau_PRE	,462	3	527	,709
SUM_ Qeau_POS	1,171	3	527	,320

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la variance des erreurs de la variable dépendante est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Groupes

Plan intrasujets : Temps

## Ok | Sphéricité

### Tests multivariés<sup>a</sup>

Effet		Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>c</sup>
Temps	Trace de Pillai	,000	,105 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,746	,000	,105	,062
	Lambda de Wilks	1,000	,105 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,746	,000	,105	,062
	Trace de Hotelling	,000	,105 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,746	,000	,105	,062
	Plus grande racine de Roy	,000	,105 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,746	,000	,105	,062
Temps * Genre_T0	Trace de Pillai	,003	1,697 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,193	,003	1,697	,255
	Lambda de Wilks	,997	1,697 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,193	,003	1,697	,255
	Trace de Hotelling	,003	1,697 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,193	,003	1,697	,255
	Plus grande racine de Roy	,003	1,697 <sup>b</sup>	1,000	526,000	,193	,003	1,697	,255
Temps * Groupes	Trace de Pillai	,011	1,964 <sup>b</sup>	3,000	526,000	,118	,011	5,891	,507
	Lambda de Wilks	,989	1,964 <sup>b</sup>	3,000	526,000	,118	,011	5,891	,507
	Trace de Hotelling	,011	1,964 <sup>b</sup>	3,000	526,000	,118	,011	5,891	,507
	Plus grande racine de Roy	,011	1,964 <sup>b</sup>	3,000	526,000	,118	,011	5,891	,507

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Groupes

Plan intrasujets : Temps

b. Statistique exacte

c. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Test de sphéricité de Mauchly<sup>a</sup>

Mesure: MEASURE\_1

Effet intrasujets	Test W de Mauchly	Khi-carré d'approx	df	Sig.	Epsilon <sup>b</sup> Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Borne inférieure
Temps	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000

Teste l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice de covariance des erreurs des variables dépendantes orthonormées est proportionnelle à la matrice identité.

a. Plan : Constante + Genre\_T0 + Groupes

Plan intrasujets : Temps

b. Permet d'ajuster les degrés de liberté de la moyenne des tests de signification. Les tests corrigés sont affichés dans la table Tests des effets intrasujets.

## ✘ Réalisation du test statistique et décision d'inférer ou non à la population

### Tests des effets intrasujets

Mesure: MEASURE\_1

Source		Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Temps	Hypothèse de sphéricité	,217	1	,217	,105	,746	,000	,105	,062
	Greenhouse-Geisser	,217	1,000	,217	,105	,746	,000	,105	,062
	Huynh-Feldt	,217	1,000	,217	,105	,746	,000	,105	,062
	Borne inférieure	,217	1,000	,217	,105	,746	,000	,105	,062
Temps * Genre_T0	Hypothèse de sphéricité	3,510	1	3,510	1,697	,193	,003	1,697	,255
	Greenhouse-Geisser	3,510	1,000	3,510	1,697	,193	,003	1,697	,255
	Huynh-Feldt	3,510	1,000	3,510	1,697	,193	,003	1,697	,255
	Borne inférieure	3,510	1,000	3,510	1,697	,193	,003	1,697	,255
Temps * Groupes	Hypothèse de sphéricité	12,181	3	4,060	1,964	,118	,011	5,891	,507
	Greenhouse-Geisser	12,181	3,000	4,060	1,964	,118	,011	5,891	,507
	Huynh-Feldt	12,181	3,000	4,060	1,964	,118	,011	5,891	,507
	Borne inférieure	12,181	3,000	4,060	1,964	,118	,011	5,891	,507
Erreur (Temps)	Hypothèse de sphéricité	1087,577	526	2,068					
	Greenhouse-Geisser	1087,577	526,000	2,068					
	Huynh-Feldt	1087,577	526,000	2,068					
	Borne inférieure	1087,577	526,000	2,068					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Tests des contrastes intrasujets

Mesure: MEASURE\_1

Source		Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Temps	Linéaire	,217	1	,217	,105	,746	,000	,105	,062
Temps * Genre_T0	Linéaire	3,510	1	3,510	1,697	,193	,003	1,697	,255
Temps * Groupes	Linéaire	12,181	3	4,060	1,964	,118	,011	5,891	,507
Erreur (Temps)	Linéaire	1087,577	526	2,068					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Tests des effets intersujets

Mesure: MEASURE\_1

Variable transformée: Moyenne

Source	Somme des carrés de Type III	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Constante	6670,483	1	6670,483	1343,435	<,001	,719	1343,435	1,000
Genre_T0	68,977	1	68,977	13,892	<,001	,026	13,892	,961
Groupes	51,539	3	17,180	3,460	,016	,019	10,380	,775
Erreur	2611,718	526	4,965					

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Estimations des paramètres

Variable dépendante	Paramètre	B	Erreur standard	t	Sig.	95% Intervalle de confiance		Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>b</sup>
						Borne inférieure	Borne supérieure			
SUM_Qeau_P RE	Constante	3,487	,183	19,004	<,001	3,127	3,847	,407	19,004	1,000
	Genre_T0	-,627	,158	-3,964	<,001	-,938	-,316	,029	3,964	,977
	[Groupes =0]	,628	,204	3,085	,002	,228	1,028	,018	3,085	,868
	[Groupes =1]	,219	,239	,919	,359	-,249	,688	,002	,919	,151
	[Groupes =2]	,228	,264	,862	,389	-,292	,748	,001	,862	,138
	[Groupes 0 <sup>a</sup> =3]	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	SUM_Qeau_P OS	Constante	3,501	,195	17,920	<,001	3,117	3,885	,379	17,920
	Genre_T0	-,396	,168	-2,353	,019	-,727	-,065	,010	2,353	,651
	[Groupes =0]	,419	,217	1,934	,054	-,007	,845	,007	1,934	,488
	[Groupes =1]	,106	,254	,418	,676	-,393	,605	,000	,418	,070
	[Groupes =2]	,665	,282	2,362	,019	,112	1,218	,010	2,362	,654
	[Groupes 0 <sup>a</sup> =3]	.	.	.	.	.	.	.	.	.

a. Ce paramètre est défini sur 0, car il est redondant.

b. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### Moyenne marginale estimée

#### 1. Moyenne générale

Mesure: MEASURE\_1

Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
		Borne inférieure	Borne supérieure
3,507 <sup>a</sup>	,074	3,362	3,651

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53.

#### 2. Groupes

##### Estimations

Mesure: MEASURE\_1

Groupes	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
			Borne inférieure	Borne supérieure
Contrôle	3,747 <sup>a</sup>	,106	3,539	3,955
Projet Osons l'école du Dehors	3,386 <sup>a</sup>	,151	3,089	3,683
Projet Classe d'Eau	3,670 <sup>a</sup>	,181	3,315	4,025
Projet Design for Change	3,223 <sup>a</sup>	,141	2,945	3,501

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53.

### Comparaisons appariées

Mesure: MEASURE\_1

(I) Groupes	(J) Groupes	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig. <sup>b</sup>	Intervalle de confiance à 95 % pour la différence <sup>b</sup>	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Contrôle	Projet Osons l'école du Dehors	,361	,185	,307	-,128	,850
	Projet Classe d'Eau	,077	,209	1,000	-,478	,632
	Projet Design for Change	,524*	,177	,019	,056	,991
Projet Osons l'école du Dehors	Contrôle	-,361	,185	,307	-,850	,128
	Projet Classe d'Eau	-,284	,236	1,000	-,908	,341
	Projet Design for Change	,163	,207	1,000	-,386	,711
Projet Classe d'Eau	Contrôle	-,077	,209	1,000	-,632	,478
	Projet Osons l'école du Dehors	,284	,236	1,000	-,341	,908
	Projet Design for Change	,447	,230	,314	-,161	1,054
Projet Design for Change	Contrôle	-,524*	,177	,019	-,991	-,056
	Projet Osons l'école du Dehors	-,163	,207	1,000	-,711	,386
	Projet Classe d'Eau	-,447	,230	,314	-1,054	,161

Basées sur les moyennes marginales estimées

\*. La différence moyenne est significative au niveau ,05.

b. Ajustement pour les comparaisons multiples : Bonferroni.

### Tests univariés

Mesure: MEASURE\_1

	Somme des carrés	df	Carré moyen	F	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>a</sup>
Contraste	25,769	3	8,590	3,460	,016	,019	10,380	,775
Erreur	1305,859	526	2,483					

Le test de F permet de tester l'effet de Groupes. Il s'appuie sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

a. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### 3. Temps

#### Estimations

Mesure: MEASURE\_1

Temps	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
			Borne inférieure	Borne supérieure
1	3,424 <sup>a</sup>	,085	3,257	3,591
2	3,589 <sup>a</sup>	,090	3,412	3,767

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53.

### Comparaisons appariées

Mesure: MEASURE\_1

(I) Temps	(J) Temps	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig. <sup>a</sup>	Intervalle de confiance à 95 % pour la différence <sup>a</sup>	
					Borne inférieure	Borne supérieure
1	2	-,165	,095	,082	-,352	,021
2	1	,165	,095	,082	-,021	,352

Basées sur les moyennes marginales estimées

a. Ajustement pour les comparaisons multiples : Bonferroni.

### Tests multivariés

	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Sig.	Eta-carré partiel	Paramètre Paramètre	Puissance observée <sup>b</sup>
Trace de Pillai	,006	3,027 <sup>a</sup>	1,000	526,000	,082	,006	3,027	,412
Lambda de Wilks	,994	3,027 <sup>a</sup>	1,000	526,000	,082	,006	3,027	,412
Trace de Hotelling	,006	3,027 <sup>a</sup>	1,000	526,000	,082	,006	3,027	,412
Plus grande racine de Roy	,006	3,027 <sup>a</sup>	1,000	526,000	,082	,006	3,027	,412

Les tests de F permettent de tester l'effet multivarié de Temps. Ils s'appuient sur les comparaisons appariées (indépendantes) linéaires parmi les moyennes marginales estimées.

a. Statistique exacte

b. Calcul à l'aide d'alpha = ,05

### 4. Groupes \* Temps

Mesure: MEASURE\_1

Groupes	Temps	Moyenne	Erreur standard	95% Intervalle de confiance	
				Borne inférieure	Borne supérieure
Contrôle	1	3,783 <sup>a</sup>	,122	3,544	4,022
	2	3,711 <sup>a</sup>	,130	3,456	3,966
Projet Osons l'école du Dehors	1	3,374 <sup>a</sup>	,174	3,032	3,717
	2	3,398 <sup>a</sup>	,185	3,033	3,762
Projet Classe d'Eau	1	3,383 <sup>a</sup>	,208	2,974	3,792
	2	3,957 <sup>a</sup>	,222	3,521	4,392
Projet Design for Change	1	3,155 <sup>a</sup>	,163	2,835	3,475
	2	3,292 <sup>a</sup>	,174	2,951	3,633

a. Les covariables figurant dans le modèle sont évaluées à l'aide des valeurs suivantes : Genre\_T0 = ,53.



## RÉSUMÉ

La littératie environnementale identifie les connaissances environnementales comme l'une des composantes essentielles de l'éducation relative à l'environnement. L'objectif de cette dernière est de susciter des changements de comportements capables d'œuvrer à l'obtention d'un mode de vie davantage soutenable. Ainsi, promouvoir l'acquisition de connaissances est un levier qui doit permettre de préparer les jeunes élèves à ce futur. Un modèle tenant compte des connaissances environnementales propose d'en distinguer trois dimensions : les connaissances de système, les connaissances liées à l'action et les connaissances d'efficacité (Kaiser & Frick, 2002).

Cette étude investigate les effets de la participation des élèves pour trois projets implantés dans le cadre scolaire : *Osons l'Ecole du Dehors*, *Classe d'Eau*, *Design for Change*. Ces projets ont été poursuivis en Fédération Wallonie-Bruxelles de Belgique avec la collaboration de l'ASBL Réseau IDée (Information et Diffusion en éducation à l'environnement). La collaboration des différents intervenants a permis d'obtenir un échantillon de 539 élèves de la quatrième à la sixième primaire participant à notre enquête dans un dispositif quasi-expérimental et longitudinal (pré-test en 2023 et post-test en 2024).

Les résultats ont permis de répondre à quatre questions de recherche. Une première analyse montre des scores moyens de connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau assez faibles. En outre, les connaissances sur l'eau ne semblent pas liées au niveau scolaire, contrairement aux connaissances relatives à la biodiversité. Une seconde analyse indique que le score moyen des garçons est supérieur à celui des filles et que cette différence de score est présente de façon cohérente entre les niveaux de classe. Une troisième analyse révèle que le meilleur prédicteur des comportements d'un élève correspond à ses comportements passés. Il semble également que la connexion avec la nature et les connaissances de système relatives à la biodiversité soient deux autres prédicteurs des comportements. La dernière analyse s'intéresse à l'efficacité des projets. Les résultats suggèrent une plus grande influence du projet *Osons l'Ecole du Dehors* par rapport au groupe *contrôle* sur l'évolution des connaissances de système relatives à la biodiversité.

Concernant les recherches futures, il conviendrait de poursuivre l'élaboration des échelles de mesure des connaissances de système relatives à la biodiversité et à l'eau en vue de les rendre unidimensionnelles. En outre, il serait intéressant de développer des échelles de mesure pour les connaissances liées à l'action et celles d'efficacité en tenant compte du même objectif écologique. Enfin, nous aimerions investiguer les deux sous-concepts des connaissances de système pour nos deux thématiques (biodiversité et eau) et tester les relations entre ces deux sous-concepts et d'autres variables, dont le comportement écologique.