

MASTER MÉTIERS DE L'ENSEIGNEMENT, DE L'ÉDUCATION, ET DE LA FORMATION

Mention Pratiques et Ingénierie de la Formation

MÉMOIRE DE RECHERCHE

MASTER MEEF Concepteur de
ressources numériques
pédagogiques

Les regards croisés sur l'IA sont-ils un facteur
de motivation pour les étudiants de Sciences
de la Vie et d'Informatique ?

Présenté par MORDASINI-CARIVEN Valérie

Mémoire encadré par

Directrice de mémoire :

Jesel, Nadine, professeur d'Informatique

Membres du jury de soutenance

Hadj-Chérif Sébastien Co-responsable du Master CRN

Jessel Nadine Professeur d'Informatique

Luga Hervé Co-responsable du Master CRN

Soutenu le 11 / 09 / 2024

inspe
TOULOUSE OCCITANIE-PYRÉNÉES

ENSEIGNER
ÉDUQUER
FORMER

inspe.univ-toulouse.fr

TOULOUSE
[SAINT-AGNE • CROIX DE PIERRE • RANGUEIL]
ALBI • AUCH • CAHORS • FOIX
MONTAUBAN • TARBES • RODEZ



PRATIQUES ET INGÉNIERIE DE LA FORMATION

Remerciements

Je souhaite avant tout remercier ma directrice de mémoire, Nadine Jessel, pour son accompagnement et ses conseils précieux tout au long de ce travail.

Merci Laura, mon incroyable tutrice de stage, pour ton dynamisme, ton soutien constant et ta confiance.

Merci également à toute l'équipe pédagogique du Master pour ces deux années enrichissantes qui m'ont ouvert de nouvelles perspectives pour la suite de ma carrière professionnelle. Je n'oublierai pas la maxime de Sébastien : « Rien de tel que le facteur humain ! »

Un grand merci à toute l'équipe de Franck de la DSIUN de l'Institut National Universitaire Champollion, qui m'a accueillie chaleureusement lors de mes deux stages. Merci tout particulièrement à Coralie, Fèriel et Nathalie de m'avoir si naturellement intégrée à votre équipe PUNCh (Pédagogie et Usage du Numérique à Champollion) !

Caroline, Thierry, je tiens à vous remercier sincèrement de m'avoir associé au projet planarIA, qui est à l'origine de ce mémoire. Votre expertise et votre disponibilité ont été précieuses tout au long de cette expérience.

Merci à Jean-Luc Delerue, proviseur de la cité scolaire Bellevue, et plus particulièrement à Nathalie Launay, proviseure adjointe, pour leurs encouragements, soutien et de l'adaptation de mon emploi du temps indispensable à ma réussite dans ce master.

Je n'oublie pas mes camarades de promotion, en particulier Carine et Beverly. Ensemble, nous avons formé notre petite équipe de fourmis, toujours là pour se soutenir, « Step by step ! ». On a partagé de bons moments, que ce soit en réel ou à distance.

Enfin, je remercie de tout cœur ma famille, mon mari et mes enfants, qui m'ont toujours soutenue dans cette aventure de reprise d'études. Un merci tout particulier à mon mari, qui est toujours là pour m'accompagner à chaque nouvelle aventure (et sûrement pas la dernière !).

Résumé

L'intelligence artificielle (IA) suscite un intérêt croissant dans l'enseignement supérieur, notamment en tant qu'outil pédagogique. Ce mémoire explore l'impact de l'IA sur la motivation d'étudiants de licence de Sciences de la Vie (SV) et d'Informatique à l'Institut National Universitaire Champollion. Le projet vise à croiser les compétences des deux licences autour de l'utilisation de l'IA dans des travaux pratiques de neurosciences, où les étudiants en informatique assistent leurs pairs de SV dans l'exploitation d'outils d'IA. L'objectif est d'évaluer si cette collaboration interdisciplinaire renforce la motivation des étudiants en les confrontant à des problématiques concrètes et réelles. Le cadre théorique repose sur les concepts de représentation sociale de l'IA, la motivation en contexte éducatif dans une démarche de pédagogie active. Les résultats préliminaires montrent des indices encourageants d'une hausse de la motivation des étudiants lorsqu'ils collaborent à un projet concret en lien avec l'IA ainsi qu'une évolution de leur perception de cette technologie pour les étudiants de SV. Ce travail contribue à enrichir la réflexion sur l'intégration de l'IA dans les pratiques pédagogiques et ses effets sur l'engagement des étudiants dans leurs apprentissages dans l'enseignement supérieur.

Abstract

Artificial intelligence (AI) is attracting growing interest in higher education, particularly as a teaching aid. This thesis explores the impact of AI on the motivation of students in the Life Sciences and Computer Science bachelor's degrees at the Institut National Universitaire Champollion. The aim is to assess whether this interdisciplinary collaboration enhances student motivation by confronting them with concrete, real-life problems. The theoretical framework is based on the concepts of social representation of AI, motivation in an educational context and an active pedagogical approach. Preliminary results show encouraging evidence of an increase in students' motivation when collaborating on a concrete AI-related project, as well as an evolution in their perception of this technology for life sciences students. This work contributes to enriching the reflection on the integration of AI in pedagogical practices and its effects on students' engagement in their learning in higher education.

Mots-clés

Intelligence artificielle - Motivation - Sciences de la Vie - Informatique - Neurosciences - Interdisciplinarité - Représentation sociale - Pédagogie active - Enseignement supérieur

Key words

Artificial intelligence - Motivation - Life sciences - Computer science - Neuroscience - Interdisciplinarity - Social representation - Active pedagogy - Higher education

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	6
LE CADRE DU PROJET	8
PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	8
PRESENTATION DU PUNCH DE LA DSIUN	9
MISE EN PLACE ET DESCRIPTION DU PROJET	10
UNE SEQUENCE PEDAGOGIQUE TRADITIONNELLE DANS L'UE DE NEUROSCIENCES DE L2 SV	10
INTEGRER L'IA A LA SEQUENCE PEDAGOGIQUE.....	11
LE DEBUT D'UNE COLLABORATION AVEC LA LICENCE INFORMATIQUE	12
L'ANNEE UNIVERSITAIRE 2023-2024 : LE VOLET PEDAGOGIQUE DU PROJET.....	13
ETAT DE L'ART	14
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	14
<i>De quoi parle-t-on ?</i>	14
<i>La représentation sociale de l'IA</i>	15
Définir la notion de représentation sociale	16
La théorie du noyau central.....	17
La représentation de l'IA en milieu scolaire.....	18
La représentation de l'IA en milieu universitaire.....	20
LA PLACE DE L'IA DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR.....	21
<i>Les usages de l'IA dans l'enseignement</i>	21
<i>Intégrer l'IA dans la pédagogie</i>	22
LA MOTIVATION DES ETUDIANTS	22
<i>La difficulté de définir la motivation</i>	22
<i>L'origine biologique de la motivation</i>	23
<i>Distinguer les motivations intrinsèque et extrinsèque</i>	24
<i>Les différentes composantes de la motivation en contexte scolaire</i>	26
<i>Mesurer la motivation</i>	28
<i>Le paradoxe de la motivation en contexte scolaire</i>	29
APPRENTISSAGE AVEC UNE PEDAGOGIE ACTIVE	30
<i>Définir l'apprentissage</i>	30
<i>Définir la pédagogie active</i>	31
L'apprentissage par résolution de problèmes (APP).....	32
La pédagogie du projet (PP).....	33
ETUDE EXPLORATOIRE	34
PROBLEMATIQUE	34
QUESTION DE RECHERCHE.....	35
HYPOTHESES DE TRAVAIL	35
DEMARCHE METHODOLOGIQUE ET ÉLABORATION DES OUTILS	35
ÉLABORATION DE QUESTIONNAIRES.....	35
<i>Questionnaire pour mesurer la motivation</i>	35
<i>Questionnaire pour évaluer la représentation de l'IA</i>	36
AUTRES DONNEES DISPONIBLES	37
RESULTATS ATTENDUS	39
ANALYSE DES RESULTATS	40
QUESTIONNAIRE SUR LA MOTIVATION POUR LA LICENCE SV	40
CARNETS DE TP DES ETUDIANTS DE SV	40

<i>Analyse des carnets de tp</i>	40
<i>Analyse des notes des carnets de TP</i>	41
RENCONTRES ENTRE LES ETUDIANTS DES DEUX LICENCES.....	42
COMPARAISON DES REponses AU QUESTIONNAIRE SUR LA MOTIVATION POUR LA LICENCE INFORMATIQUE	43
<i>Analyse descriptive</i>	43
<i>Analyse inférentielle</i>	43
COMPTEs-RENDUS DES PROJETS D'IA	45
LES REPRESENTATIONS DE L'IA POUR LES ETUDIANTS DE LA LICENCE SV	45
<i>Test d'évocation hiérarchisée</i>	45
Etude du test réalisé en début d'UE de neurosciences	46
Etude du test réalisé en fin d'UE de neurosciences.....	47
Evolution de la perception des étudiants de SV	48
<i>Place de l'IA dans les SV</i>	48
DISCUSSION	50
CONTEXTE DE L'ETUDE	50
CONFRONTATION AUX HYPOTHESES	51
<i>Confrontation à la Première hypothèse</i>	51
<i>Confrontation à la deuxième hypothèse</i>	51
<i>Confrontation à la troisième hypothèse</i>	52
LIMITES DE L'ETUDE	53
PERSPECTIVES	53
CONCLUSION	55
BIBLIOGRAPHIE.....	57
TABLE DES TABLEAUX	59
TABLE DES FIGURES	59
ANNEXES	61

L'intelligence artificielle (IA) est sans doute l'une des innovations technologiques les plus fascinantes et impactantes de notre époque. Son application se diversifie rapidement, couvrant des domaines aussi variés que la santé, l'éducation, les transports et l'industrie. Pour les étudiants, les professionnels et les chercheurs, elle représente une opportunité extraordinaire de repousser les limites de la connaissance, d'automatiser des tâches complexes et d'innover dans des domaines encore inexplorés. C'est dans ce contexte que ce mémoire explore l'utilisation de l'IA dans l'enseignement supérieur, et plus particulièrement dans le cadre d'un projet réunissant les licence Sciences de la Vie (SV) et d'Informatique de l'Institut National Universitaire Champollion (INUC).

L'idée de ce projet est née d'une simple réflexion : "L'IA, c'est cool !" Cette notion, bien que simpliste en apparence, a déclenché une réflexion profonde sur les possibilités qu'offre l'IA en tant qu'outil pédagogique. En tant qu'ingénieur pédagogique dans le cadre de mon stage de Master 2 Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation (MEEF), Concepteur de Ressources Numériques pédagogiques (CRN), j'ai été amenée à collaborer à ce projet. L'idée d'utiliser l'IA comme facteur de motivation pour les étudiants de SV en travaillant en collaboration avec leurs pairs d'Informatique qui avaient ainsi l'occasion de travailler en situation réelle m'a immédiatement intéressée.

Le choix de cette thématique comme sujet de mémoire est ainsi venu naturellement, renforcée par plusieurs réflexions antérieures sur l'intersection entre l'IA et l'éducation. L'IA suscite ainsi un intérêt croissant parmi les enseignants, non seulement comme un sujet de curiosité intellectuelle, mais aussi comme un outil pour améliorer leurs pratiques pédagogiques. Les étudiants, quant à eux, sont de plus en plus nombreux à adopter ces outils basés sur l'IA pour réaliser leurs travaux académiques. Cette évolution soulève donc également des craintes, notamment chez les enseignants qui doivent repenser leurs pratiques d'évaluation, afin de garantir l'authenticité des apprentissages. De plus, le cadre de l'enseignement supérieur se prête bien à l'expérimentation de nouvelles méthodes pédagogiques, où des technologies innovantes comme l'IA peuvent rendre l'apprentissage plus interactif, personnalisé et motivant.

L'émergence de l'IA dans le domaine de l'éducation s'inscrit également dans une volonté plus large de transformer les pratiques pédagogiques pour favoriser l'engagement et la réussite des étudiants pour relever les nouveaux défis du XXI^{ème} siècle. Des travaux montrent qu'un facteur clé de la motivation des étudiants est le lien entre ce qu'ils apprennent et l'application pratique de ces connaissances dans des situations réelles. L'IA, par sa capacité à traiter des données complexes et à générer des prédictions ou des analyses, offre justement cette opportunité dans le cadre de l'UE de neurosciences de la licence SV d'assister les étudiants dans leur démarche expérimentale. Les étudiants d'Informatique dans le cadre de l'UE « Initiation à l'IA » sont des partenaires tout indiqués pour les accompagner à s'emparer d'un outil utilisant l'IA tout en travaillant en situation réelle.

Mon étude s'appuie sur un corpus de recherches qui soulignent le potentiel de l'IA dans l'enseignement supérieur. Cependant, ces recherches se penchent encore peu sur les impacts pédagogiques spécifiques de l'IA. Par ailleurs, l'IA sera également abordée sous l'angle de sa représentation sociale dans l'enseignement supérieur. Il apparaît en effet que, malgré l'évolution de la perception de cette technologie, elle reste encore largement perçue comme une « machine intelligente » aux capacités souvent surévaluées. Une place importante sera faite aux travaux de recherche sur la motivation et ses leviers, au cœur de notre sujet. Nous

aborderons également la pédagogie active, mise en place par les enseignants impliqués dans le projet et son impact sur les apprentissages.

Ces études constituent le fondement théorique sur lequel repose ce projet de recherche, visant à combiner l'IA avec des méthodes pédagogiques innovantes pour stimuler l'apprentissage actif des étudiants et renforcer leur motivation.

La question centrale de cette étude est donc : « Les regards croisés sur l'IA sont-ils un facteur de motivation pour les étudiants des licences Sciences de la Vie et Informatique ? »

Cette problématique repose sur l'hypothèse que l'utilisation d'outils basés sur l'IA, en particulier dans le cadre de travaux pratiques en SV, peut renforcer l'intérêt des étudiants pour des domaines scientifiques parfois perçus comme difficiles ou abstraits. Aborder l'IA à côté de leurs pairs étudiants d'Informatique peut également éveiller une curiosité chez les étudiants de SV, augmentant ainsi leur motivation à s'engager activement dans le processus d'apprentissage. En miroir, le défi pour les étudiants d'Informatique de s'emparer des résultats obtenus par les étudiants de SV présente un aspect des plus stimulants pour s'engager eux-aussi activement dans leur propre processus d'apprentissage. Le cadre pédagogique innovant offert par les enseignants, dont l'IA est un des acteurs clés, doit également réunir les conditions les plus favorables pour l'apprentissage.

Le présent mémoire se structurera autour de plusieurs axes. Nous débuterons par une présentation de la genèse et de l'état actuel du projet. Ensuite, un état de l'art sera dressé sur les différentes thématiques de notre sujet de recherche, en mettant l'accent sur l'intelligence artificielle et sa représentation sociale, ainsi que sur son rôle dans l'enseignement supérieur. Nous pourrions alors formuler des hypothèses de travail qui orienteront la méthodologie et les outils de recherche proposés. Enfin, les résultats seront examinés à la lumière de leur impact sur la motivation des étudiants en SV et en Informatique.

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

L'Institut National Universitaire Champollion est un Établissement Public à Caractère Scientifique Culturel et Professionnel depuis 2002. Cependant, il a ouvert dès 1991 comme antenne des universités toulousaines.

Aujourd'hui, l'INUC accueille plus de 4000 étudiants, 44 enseignants, 76 enseignants chercheurs dans 6 groupes de recherche et 120 personnels administratifs. L'INUC propose plus de 30 formations de la licence au master ainsi qu'un diplôme d'ingénieur dans 6 domaines d'études sur 3 campus (Albi, Castres et Rodez).

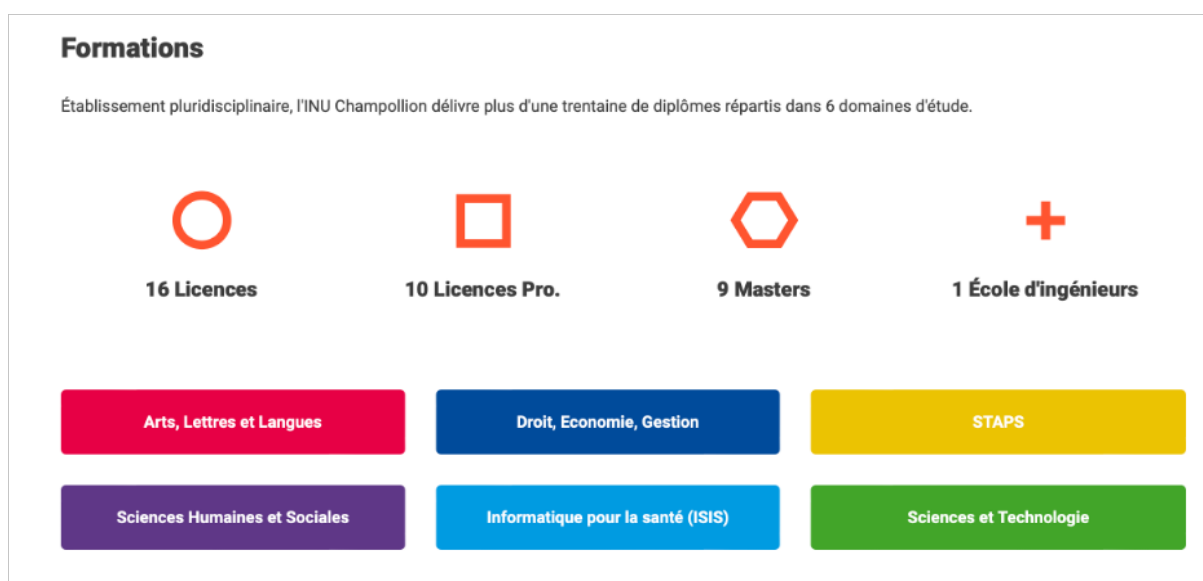


Figure 1 Capture d'écran d'un extrait de la page "Qui sommes-nous ?" du site Web de l'INUC consulté le 20/08/24

L'INUC est un acteur reconnu de l'enseignement supérieur et de la recherche. Avec son ancrage territorial, il favorise l'accès à un enseignement supérieur de qualité de proximité pour le plus grand nombre en créant des conditions de réussite et d'épanouissement pour tous.

Le classement 2023 du magazine l'Étudiant sur la réussite en licence, basé sur les données de la sous-direction des Systèmes d'Information et des Études Statistiques (SIES) du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, positionne Albi à la 11ème place sur 69 établissements. Le taux de réussite de Champollion sur trois ans est de 41,1% pour une moyenne nationale de 35%.

Si l'on prend en compte le caractère valeur ajoutée¹, que l'on peut traduire comme la capacité à accompagner les étudiants vers la réussite", l'INUC se classe même à la 5ème position des universités françaises pour une réussite en trois ans.

¹ La valeur ajoutée est calculée par le ministère de l'Enseignement supérieur. Elle est égale à la différence entre le taux de réussite simulé (qui intègre des données telles que le sexe, l'âge au bac, la série du bac, la mention et l'origine sociale) et le taux de réussite effectif (<https://www.cairn.info/revue-economique-2016-2-page-315.htm> consulté le 20/08/2024)

Mon stage s'est déroulé au sein de la DSIUN, plus particulièrement au pôle Pédagogie et Usages du Numérique à Champollion (PUNCh).



Figure 2 Entrée principale de l'INUC, campus d'Albi, avec vue sur le bâtiment multimédia (en blanc) qui abrite la DSIUN

La Direction du Système d'Information et des Usages du Numérique (DSIUN) est chargée de mettre en œuvre la politique définie par la direction de l'INUC du système d'information sur les trois campus. Elle est constituée de quatre pôles :

- Le pôle Applications et Usages qui administre le système d'information, intègre les applications et services numériques, accompagne les usages du numérique
- Le pôle Assistance qui accompagne les utilisateurs et administre le parc informatique (sur les plans matériel et logiciel)
- Le pôle Infrastructure qui maintient en conditions opérationnelles les différentes infrastructures informatiques
- Le pôle Pédagogie et Usages du Numérique à Champollion (PUNCh).

Deux ingénieures pédagogiques et une technicienne audiovisuelle forment l'équipe du PUNCh.

Le rôle du PUNCh est de former et d'accompagner les utilisateurs, particulièrement les enseignants aux usages du numérique mais produit également des ressources numériques et audiovisuelles. Le PUNCh travaille en collaboration étroite avec le chargé de mission pédagogie de l'INUC. La mission de ce dernier est de piloter la stratégie d'établissement relative à la pédagogie, à partir des grandes lignes fixées par la Direction qu'elle décline en actions, pour les ingénieurs pédagogiques, pour répondre à des appels à projets, dans un objectif de transformer les pratiques pédagogiques des enseignants pour favoriser les réussites des étudiants.

L'organigramme de la DSIUN est disponible en annexe 1

UNE SEQUENCE PEDAGOGIQUE TRADITIONNELLE DANS L'UE DE NEUROSCIENCES DE L2 SV

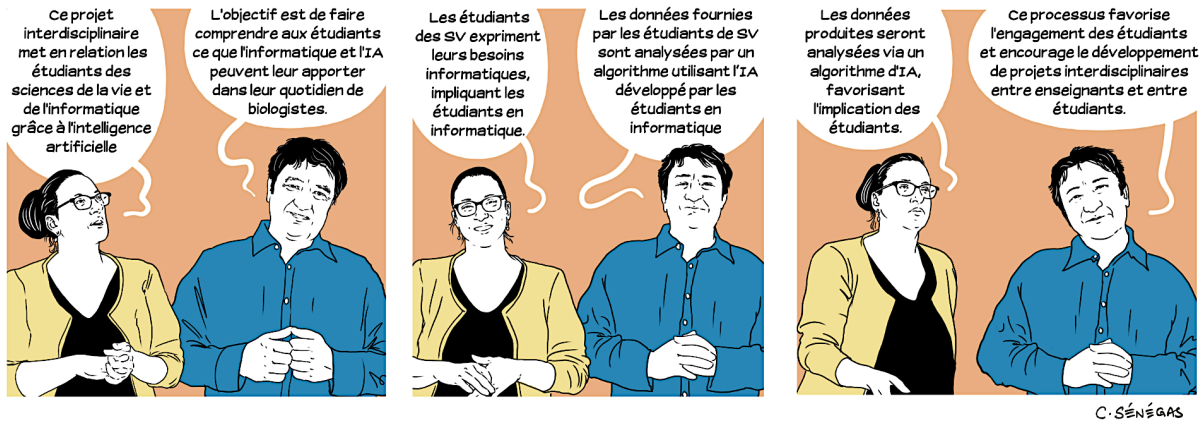


Figure 3 Présentation du PlanarIA project– Illustration Christophe Sénégas (tous droits réservés)

La genèse du projet planarIA project débute en 2021. Caroline Vignet, enseignante de Sciences de la Vie à l'INUC souhaite intégrer l'IA à son TP de neurosciences.

Il est classiquement proposé aux étudiants de L2 Biologie Cellulaire et Physiologie (BCP) une séquence pédagogique basée sur la stéréotypie et la locomotion des planaires dans le cadre d'une unité d'enseignement (UE) de Neurosciences.

La planaire d'eau douce, ver plat non parasitaire est un organisme souvent utilisé en écotoxicologie. Leur sensibilité aux polluants en font des bioindicateurs précieux pour évaluer la toxicité des contaminants dans l'eau.

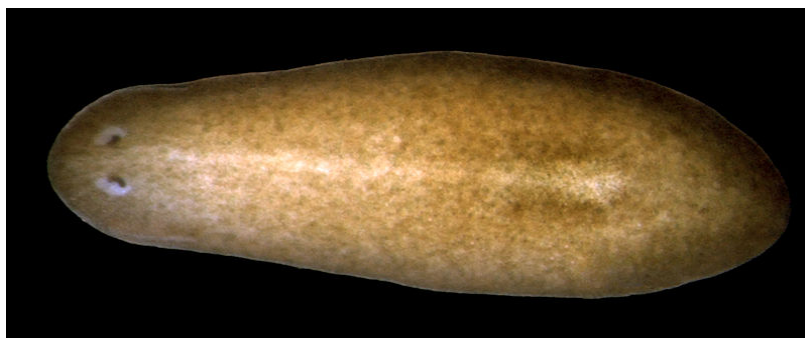


Figure 4 Planaire d'eau douce (<http://commons.uncyclomedia.org/wiki/Image:Planariakaka.jpg> consulté le 20/08/24)

La planaire possède également plusieurs neurotransmetteurs, identifiés chez l'Homme. Elle peut donc être un outil de dépistage potentiel pour prédire la toxicité de substances neurotoxiques notamment chez les mammifères.

Après une séance de travaux dirigés (TD) préparatoire, lors de deux séances de travaux pratiques (TP), les étudiants soumettent la planaire à différentes solutions contenant des substances chimiques qui agissent sur son système nerveux et qui participent donc au contrôle de son comportement.

Selon la substance chimique, la planaire peut adopter 4 comportements différents : bridge-like, walnut, screw-like, c-shape.

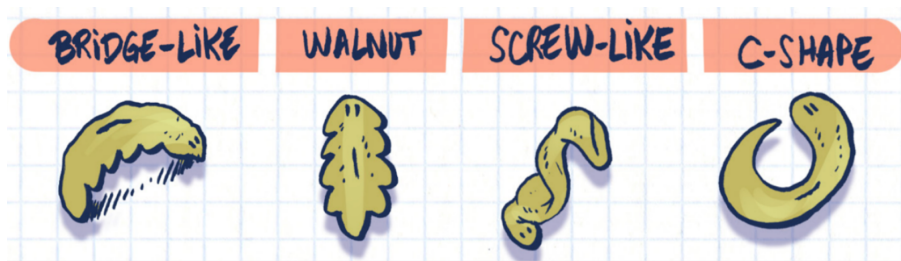


Figure 5 Extrait du carnet de TP de neurosciences L2 semestre 2 conçu par C.Vignet et illustré par C.Sénégas présentant les différentes stéréotypies adoptées par une planaire (Tous droits réservés)

Les étudiants vont alors observer le déplacement de la planaire ainsi que les différentes stéréotypies. Pour cela, une vidéo de 30 secondes est réalisée de la stéréotypie des planaires au début et à la fin d'une observation de 10 minutes pendant lesquelles est mesurée le déplacement de la planaire sur une feuille quadrillée. Cette mesure est répétée quatre fois : pour la solution de contrôle et les 3 solutions à tester. La vidéo est analysée ensuite seconde par seconde pour observer la stéréotypie de la planaire. La locomotion est mesurée en déplacement de carreaux.

Les résultats sont mis en commun sur un tableur préparé en amont par l'enseignante.

Lors du TD suivant, les étudiants exploitent les résultats obtenus avec le logiciel R².

Cette étude doit leur permettre d'identifier les substances chimiques (les molécules mystères) contenues dans les différentes solutions puis de faire le lien avec différents neurotransmetteurs étudiés en cours.

En autonomie, les étudiants, par binôme, complètent un carnet de TP élaboré par leur enseignante pour réaliser un compte-rendu qui reprend l'ensemble de la démarche expérimentale à la façon d'un chercheur. Ce carnet est évalué.

INTEGRER L'IA A LA SEQUENCE PEDAGOGIQUE

La récolte puis l'analyse de données sont longues, répétitives et fastidieuses. L'objectif de l'enseignante est de faire évoluer ce TP pour y intégrer une application mobile basée sur l'IA pour montrer aux étudiants son apport bénéfique pour ce travail expérimental et plus généralement en biologie.

L'application est basée sur une base de données (BDD) qui alimente un algorithme d'apprentissage supervisé.

Comme présenté sur la figure 6, à maturité du projet, les données brutes collectées par les étudiants lors du TP seront téléchargées sur une application mobile. Ces données alimenteront la BDD et leur analyse prédira la nature de la molécule présente dans les différentes solutions.

A la place ou en complément de leurs propres résultats, les étudiants de L2 SV pourront s'appuyer sur les prédictions fournies par l'algorithme pour l'exploitation de leurs résultats.

² R est un logiciel libre pour l'analyse de données.

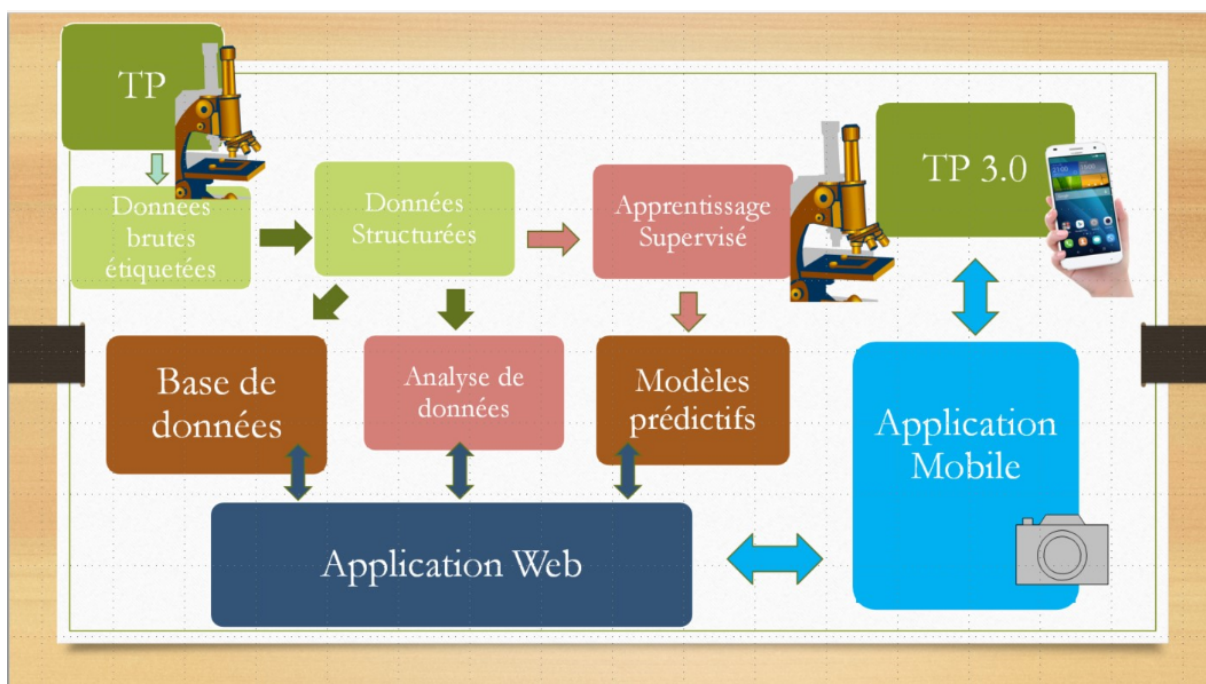


Figure 6 Extrait d'une présentation de Thierry Montaut pour illustrer le planarIA project

LE DEBUT D'UNE COLLABORATION AVEC LA LICENCE INFORMATIQUE

Le planarIA project s'est développé grâce à une collaboration étroite entre les enseignants des licences SV et Informatique, Caroline Vignet et Thierry Montaut, enseignant de Mathématiques et Informatique.

En effet, ce dernier, dans l'UE optionnelle "Initiation à l'Intelligence Artificielle" de L3 semestre 6 souhaite également faire monter en compétences ses étudiants dans les domaines de la science de la donnée, de l'apprentissage automatique et de la bio-informatique.



Figure 7 Logo du planarIA project

Ces enseignants ont co-encadré différents stagiaires afin de produire des données qualitatives et en quantité sur les stéréotypes des planaires pour alimenter une BDD mais aussi de développer des modèles prédictifs basés sur un apprentissage supervisé et une application mobile sous Android pour l'utilisation pédagogique.

Pour l'année universitaire 2023-2024, c'est donc avec du retard mais avec l'arrivée d'un doctorant en bio-informatique que le projet se poursuit avec pour la première fois son intégration dans les enseignements.

Pour inscrire le projet dans un cadre pédagogique, les enseignants ont fait une demande d'accompagnement par un ingénieur pédagogique. Ils souhaitent réaliser une première expérimentation avec leurs étudiants de L2 SV et L3 Informatique à la fois pour améliorer et étendre le dispositif mais aussi pour interroger les bénéfices éventuels de l'apport de l'IA.

Du côté SV, l'idée de l'enseignante pouvait se résumer avec ses mots : "L'IA c'est cool !". Elle souhaitait montrer à ses étudiants que l'IA ne se résume pas à de l'analyse de génome.

Du côté Informatique, l'enseignant souhaitait utiliser avec ses étudiants des jeux de données différents de la littérature, produits ici par leurs pairs biologistes donc un contexte supposé plus motivant pour eux.

En l'absence d'une application mobile opérationnelle, la séquence pédagogique de l'UE de Neurosciences a peu évolué (*comme décrit dans la partie « Une séquence pédagogique traditionnelle dans l'UE de neurosciences de L2 SV », p10*)

La difficulté majeure étant l'obtention de données en quantité suffisante, il est décidé que lors des deux séances de TP, les molécules à identifier seront identiques pour multiplier les résultats et donc les données exploitables.

L'UE Initiation à l'IA s'organise autour de trois projets réalisés par les étudiants en groupe. Un de ces projets se basera pour cette année universitaire sur les données produites par les étudiants de licence SV.

Deux séances de rencontres entre les étudiants des deux filières ont été également organisées, à des moments stratégiques de chaque progression pédagogique.

Une première rencontre, animée par les étudiants de SV après leur premier TP (et avant le début du projet planaires en licence Informatique), leur a permis de présenter leur travail sur les planaires et leurs attentes sur l'IA.

Une seconde, animée par les étudiants d'Informatique présentait leurs résultats à partir des données fournies par les étudiants de SV. Les étudiants d'Informatique avaient fini leur projet et ceux de licence SV avaient encore du temps pour rendre leurs comptes-rendus. Chaque groupe d'animateurs devait présenter à partir d'un support numérique de type diaporama produit par leurs soins.

Une synthèse du déroulement du projet pour les deux licences est présentée dans la figure 8.

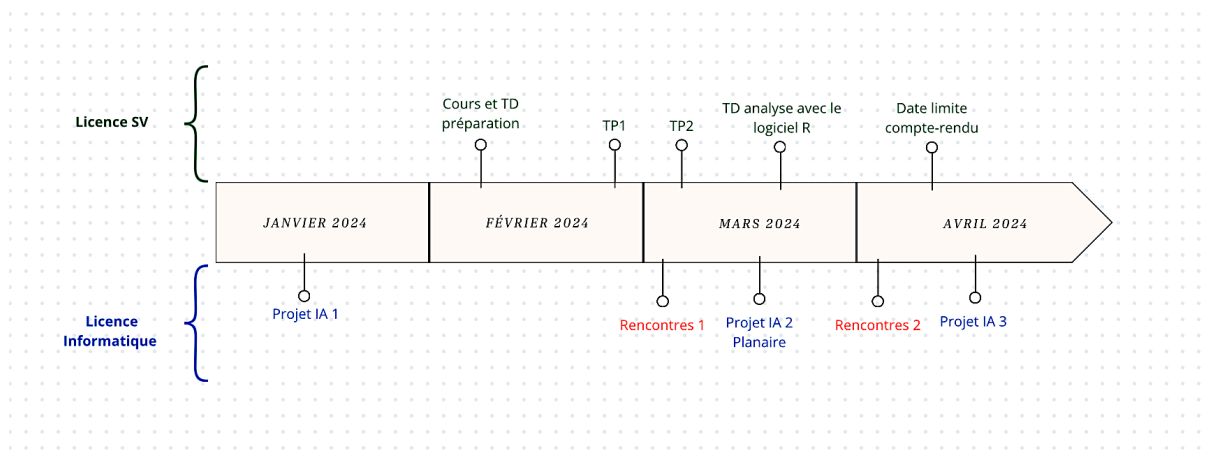


Figure 8 Chronologie du déroulement des séquences pédagogiques

ETAT DE L'ART

Notre travail d'ingénieur pédagogique, dans ce contexte, avait donc pour objectif, en concertation avec les enseignants, de questionner la motivation des étudiants des deux licences dans le cadre du PlanarIA project mais aussi la représentation de l'IA pour les étudiants de L2 SV.

Le développement de cette partie du mémoire est donc un état de l'art sur les différents domaines qui recouvrent notre sujet d'étude afin d'étayer notre travail de recherche. Après avoir défini l'Intelligence Artificielle, nous réaliserons un état des lieux sur les représentations de l'IA particulièrement par les étudiants, puis la place de l'IA dans la pédagogie dans l'enseignement supérieur. Ensuite, nous interrogerons les travaux de recherche sur les vecteurs de la motivation des étudiants. Pour finir, après avoir défini l'apprentissage et la pédagogie active, nous nous intéresserons à deux de ses déclinaisons : l'Apprentissage Par résolution de Problème et l'apprentissage Par Projet. Le premier correspondant au travail mené par les étudiants de Sciences de la Vie, le second aux étudiants d'Informatique.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Selon la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL)³, l'IA "est un procédé logique et automatisé reposant généralement sur un algorithme et en mesure de réaliser des tâches bien définies."

³ Intelligence artificielle, de quoi parle-t-on ? (n.d.). CNIL. <https://www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle/intelligence-artificielle-de-quoi-parle-t-on> (consulté le 20/08/24)

Le parlement européen⁴ propose une autre définition : « L'IA désigne la possibilité pour une machine de reproduire des comportements liés aux humains, tels que le raisonnement, la planification et la créativité. »

Pour le Larousse⁵, l'IA est un « Ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine. Avec l'intelligence artificielle, l'homme côtoie un de ses rêves prométhéens les plus ambitieux : fabriquer des machines dotées d'un « esprit » semblable au sien. Pour John MacCarthy, l'un des créateurs de ce concept, « toute activité intellectuelle peut être décrite avec suffisamment de précision pour être simulée par une machine ». Tel est le pari – au demeurant très controversé au sein même de la discipline – de ces chercheurs à la croisée de l'informatique, de l'électronique et des sciences cognitives. »

L'intelligence artificielle regroupe ainsi un ensemble de disciplines dont l'objectif est de créer des systèmes automatisés capables de réaliser des tâches définies, en utilisant des algorithmes pour simuler des comportements humains. Par exemple, les robots conversationnels proposés par des sites Internet pour assister un internaute sont basés sur des algorithmes du traitement du langage naturel. Ou pour assister les êtres humains dans certaines tâches comme l'assistance dans la conduite automobile. Dans ce cadre, la tâche réalisée par l'IA est bien définie et elle ne peut réaliser autre chose. AlphaGo, capable de battre le champion du jeu de go Lee Sedol serait incapable de jouer aux échecs.

Mais l'IA, à la croisée de l'informatique et des sciences cognitives, cherche dans un but ultime à imiter l'intelligence humaine, source de débats au sein de la communauté scientifique et de la société. En 1950, Alan Turing dans son article « Computing Machinery Intelligence »⁶ pose les fondements de l'Intelligence Artificielle d'un point de vue pratique en posant la question « Can machine think ? ». Il propose pour cela de répondre par l'analyse du jeu « imitation game » plutôt que de se demander si les machines peuvent penser comme des humains. Turing examine ainsi la capacité d'une machine à imiter la pensée humaine de manière convaincante.

Cependant, il évoque déjà la peur des êtres humains de voir un jour l'avènement de machines qui leur seraient supérieures et cite le neurologue Geoffrey Jefferson pour qui une machine ne pourra jamais ressentir des émotions, être créatif comme un être humain.

LA REPRESENTATION SOCIALE DE L'IA

L'IA trouve ses racines dans des récits anciens, tels que Pygmalion ou le Golem, figures artificielles à l'image de l'Homme. Le Golem, créature d'argile sans libre-arbitre, symbolise au XVII^{ème} siècle l'idée que l'Homme est un être de raison. Avec l'avènement de l'informatique au

⁴ Intelligence artificielle : définition et utilisation | Thèmes | Parlement européen. (2020, July 9). Thèmes | Parlement Européen. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation> (consulté le 20/08/24)

⁵ Larousse, É. (n.d.). *intelligence artificielle* - LAROUSSE. https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257 (consulté le 20/08/24)

⁶ Turing, A. M. (1950). I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. *Mind*, LIX(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

XX^{ème} siècle, cette idée évolue : Von Neumann réduit l'intelligence au traitement de l'information, et Wiener voit en la machine une version moderne du Golem, contrôlée par la rationalité humaine.⁷

Les représentations actuelles de l'IA reflètent cette transformation. Une étude de 2022-2023 montre que des lycéens perçoivent l'IA comme une "machine intelligente", calquée sur l'intelligence humaine.⁸ La science-fiction, influente, façonne également leur vision des capacités futures de l'IA. Toutefois, ces représentations simplifient l'intelligence, souvent perçue comme une faculté liée à la réussite scolaire ou scientifique, nourrissant ainsi des craintes de concurrence entre l'Homme et la machine. Même sans évoquer l'IA forte, l'IA faible⁹ soulève des préoccupations réelles, notamment la menace de perte d'emplois liée aux gains de productivité.¹⁰

Cette représentation de l'IA, profondément ancrée dans la société, mérite d'être examinée dans le contexte universitaire. Pour mieux l'appréhender, nous commencerons par définir ce qu'est une représentation sociale et expliquerons sa construction à partir de la théorie du noyau central. Ensuite, nous analyserons différentes études afin d'explorer la représentation sociale de l'IA en milieu scolaire et universitaire.

DEFINIR LA NOTION DE REPRESENTATION SOCIALE

Jean-Claude Abric définit une représentation sociale comme :

« un ensemble organisé d'informations, d'opinions, d'attitudes et de croyances à propos d'un objet donné. Socialement produite, elle est fortement marquée par des valeurs correspondant au système socio-idéologique et à l'histoire du groupe qui la véhicule pour lequel elle constitue un élément essentiel de sa vision du monde. »¹¹

Grégory Lo Monaco et Florent Lheureux reprennent cette définition et l'étaye. Une représentation sociale est donc désignée comme un objet et peut faire référence à des éléments très variés comme l'intelligence artificielle, la santé, le travail ... Est associé à cet objet, dans la mémoire d'un individu, un ensemble d'informations lié au groupe social auquel il appartient comme une croyance. Cette représentation est donc une connaissance construite et socialement partagée par un groupe d'individus. En lien avec

⁷ Ghiringhelli, A. (2019). *Analyse des représentations sociales du concept « d'intelligence » dans les discours sur l'Intelligence Artificielle*.
https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/23698/Ghiringhelli_Adele_2019_memoire.pdf?sequence=2&isAllowed=y

⁸ Solari Landa, M., & Rakotomalala Harisoa, N. A. (2024). *Représentations de l'IA auprès des lycéens Le cas d'un établissement parisien*.

⁹ L'IA faible se concentre sur l'exécution d'une seule tâche spécifique, comme répondre à des questions sur la base d'une entrée utilisateur ou jouer aux échecs. Elle dépend de l'Homme qui définit les paramètres de l'algorithme d'apprentissage et fournit les données d'entraînement. L'IA forte est capable d'exécuter diverses fonctions tout en ayant le potentiel d'apprendre à résoudre de nouveaux problèmes. (*Qu'est-ce que l'IA forte ?* / IBM. (n.d.). <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/strong-ai>, consulté le 20/08/24)

¹⁰ Zacklad, M. (2018). *Intelligence Artificielle : représentations et impacts sociétaux. [Rapport Technique]*.
<https://shs.hal.science/halshs-02937255>

¹¹ Abric, J.-C. (2005). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 59-80). Érès.
<https://doi.org/10.3917/eres.abric.2003.01.0059>

la mémoire collective, elle n'est pas objective. Une représentation sociale permet de faciliter les interactions sociales dans le groupe puisque les informations sur l'objet sont partagées. Grégory Lo Monaco et Florent Lheureux citent par exemple des chasseurs qui associent la protection de la nature à la gestion des plans de chasse, vision qui serait différente pour un groupe d'écologistes. Une représentation sociale permet aussi d'assurer l'identité du groupe ainsi que de pérenniser son existence et sa spécificité. Enfin, elle est un point de repère notamment pour comprendre les comportements.¹²

La mémoire d'un individu se construit sur sa mémoire individuelle mais aussi collective. Cette dernière est représentée par des souvenirs, événements, traditions partagées, mais elle est aussi une référence pour l'élaboration de la mémoire individuelle.¹³

Les représentations sociales pourraient donc agir comme un filtre ou un guide pour l'encodage dans la mémoire individuelle d'un individu.

LA THEORIE DU NOYAU CENTRAL

Selon la théorie du noyau central¹⁴, les différents éléments d'une représentation sociale n'ont pas la même importance. Certains sont centraux, d'autres éléments s'organisent autour de ce noyau central et sont considérés comme périphériques.

Les éléments qui appartiennent au noyau central sont donc les plus associés en mémoire à la représentation sociale. Ils possèdent ainsi une grande résistance au changement.¹⁵

Les éléments périphériques sont la traduction concrète qui permet à la représentation d'exister dans un contexte précis en apportant du sens à la représentation pour un individu. Par exemple, si l'on considère la représentation sociale des études par les étudiants, l'acquisition des connaissances est un élément central. Cours, examens, bibliothèque sont des éléments périphériques qui prennent du sens autour de l'élément central : acquisition de connaissances. L'évolution d'une représentation sociale dans le temps est donc liée à une modification du noyau central. Cette modification ne peut être que progressive et associée aux capacités d'adaptation du système périphérique selon les circonstances.¹⁶

Pour comprendre une représentation sociale, il est donc indispensable de rechercher ses éléments mais de déterminer leur organisation entre eux pour identifier ceux appartenant au noyau central et ceux au système périphérique, ce dernier éclairant les pratiques sociales à la lumière des éléments du noyau central.

¹² Lo Monaco, G., & Lheureux, F. (2007). Représentations sociales : théorie du noyau central et méthodes d'étude. pp.1 - 55. (hal-01736607). <https://hal.science/hal-01736607/>

¹³ Roussiau, N. (2002). La mémoire sociale : identités et représentations sociales.

¹⁴ Abric, J.-C. (2005). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 59-80). Érès. <https://doi.org/10.3917/eres.abric.2003.01.0059>

¹⁵ Lo Monaco, G., & Lheureux, F. (2007). Représentations sociales : théorie du noyau central et méthodes d'étude. pp.1 - 55. (hal-01736607). <https://hal.science/hal-01736607/>

¹⁶ Roussiau, N. (2002). La mémoire sociale : identités et représentations sociales.

Un outil efficace proposé par Abric pour recueillir les informations est appelé évocation hiérarchisée car elle permet d'obtenir, en même temps, des éléments de réponse et leur hiérarchisation pour la personne interrogée.¹⁷

Chaque répondant s'exprime ainsi en deux temps, un premier où il associe des mots ou expressions qui lui viennent spontanément à l'évocation d'un objet. Puis, il lui est demandé de hiérarchiser ses propositions en fonction de l'importance qu'il donne à chacune.

L'analyse des données ou analyse prototypique étudie la fréquence d'apparition d'un item qui est donc un indice de son appartenance au noyau central mais uniquement si les répondants le classent parmi les réponses les plus pertinentes pour eux.

Le croisement de la fréquence et du rang permet de classer les items dans 4 cases présentées dans la figure 9.

		IMPORTANCE	
		GRANDE	FAIBLE
FRÉQUENCE	FORTE	Case 1 ZONE DU NOYAU	Case 2 1 ^{re} périphérie
	FAIBLE	Case 3 ÉLÉMENTS CONTRASTES	Case 4 2 ^e périphérie

Figure 9 Classement des items en 4 groupes selon la théorie du noyau central. Abric, J. (2005)

Dans la case 1, les items sont très fréquents et très importants, ils appartiennent au noyau central. Dans la case 2 apparaissent les éléments périphériques les plus importants. Les éléments contrastés de la case 3 portent sur des items présentés par peu de répondants mais pour qui ils sont importants. Enfin, la case 4 ou deuxième périphérie contient les items peu présents et peu importants pour la représentation.¹⁸

LA REPRESENTATION DE L'IA EN MILIEU SCOLAIRE

Une étude de cas sur les représentations et les perceptions de 75 élèves de première de lycée général suivant la spécialité Sciences de l'Ingénieur (SI) a été menée par le l'agence des Usages du Réseau Canopé et le 1er groupe de travail du GTNum-9 de la DNE qui apporté sur l'enseignement de l'IA.¹⁹

¹⁷ Abric, J.-C. (2005). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 59-80). Érès.
<https://doi.org/10.3917/eres.abric.2003.01.0059>

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Galindo, V. T. L. a. P. L. (2021, January 7). *Représentations et perceptions de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le milieu éducatif : les lycéens (Partie 1)*. GTnum #Scol_IA. <https://scoliblog.wordpress.com/2020/12/07/representations-et-perceptions-de-lintelligence-artificielle-ia-dans-le-milieu-educatif-lycee/> (consulté le 20/08/24)

L'objectif était de mieux les comprendre en demandant aux élèves de choisir et d'ordonner cinq mots pour décrire l'IA avant et après une intervention sur cette thématique sur la base de la théorie du noyau central d'Abric décrite précédemment.

Pour cette expérience, les représentations collectives sont évaluées dans le pré-questionnaire et l'évolution de la perception, considérée comme personnelle, est évaluée grâce au post-questionnaire.

Les perceptions sont subjectives. Elles sont le jugement qu'une personne porte sur les événements, les autres et elle-même. Elles s'élaborent à partir d'un processus mental, souvent inconscient, et de connaissances pour élaborer une image de nous-même et du monde.²⁰

Le temps d'une expérimentation ne permet généralement pas de modifier les éléments centraux d'une représentation.²¹

Les résultats de l'expérimentation sont présentés dans la figure 10.

Dans le pré-questionnaire domine dans le noyau central (cercle rouge sur la figure 10) le mot robot, accompagné des mots futur, algorithme, autonomie et programme, soit une représentation générale autour de la machine et plus particulièrement des robots.

Dans le post-questionnaire même si le mot robot reste dominant, les mots collaboration (humain-machine) et données pénètrent dans le noyau central. Il semble donc que les élèves ont pu commencer à s'interroger sur les défis à venir sur l'élaboration de systèmes d'intelligence artificielle centrée sur une collaboration homme-machine.

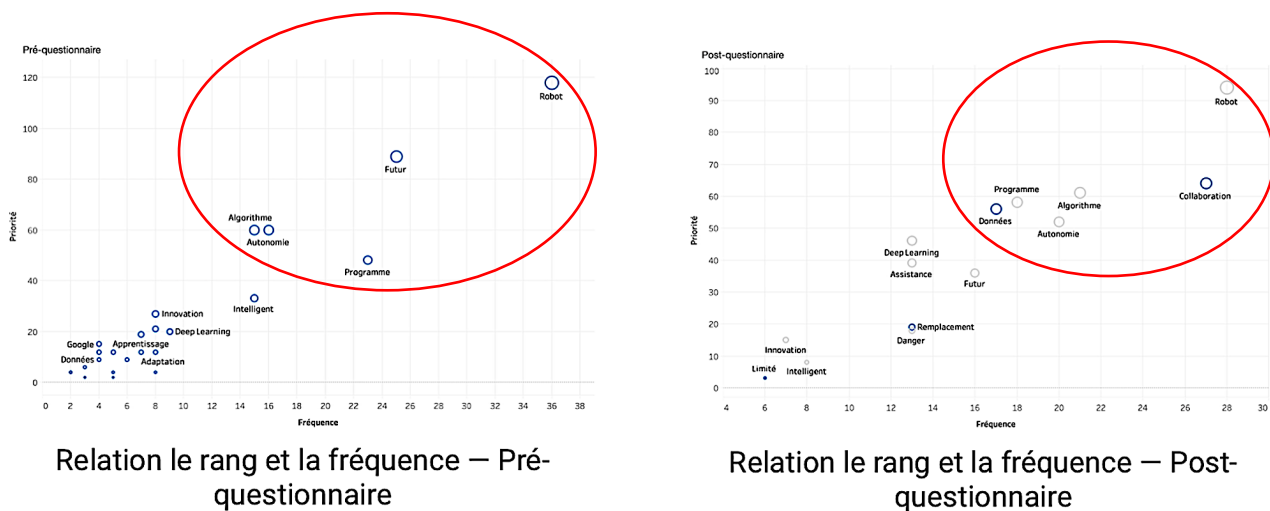


Figure 10 Évolution de la relation rang/fréquence lors de l'étude de la représentation sociale de l'IA chez les lycéens²²

²⁰ Rolland, V. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.

²¹ Roussiau, N. (2002). *La mémoire sociale : identités et représentations sociales*.

²² Galindo, V. T. L. a. P. L. (2021, January 7). *Représentations et perceptions de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le milieu éducatif : les lycéens (Partie 1)*. GNum #Scol_IA. <https://scoliblog.wordpress.com/2020/12/07/representations-et-perceptions-de-lintelligence-artificielle-ia-dans-le-milieu-educatif-lycee/> (consulté le 20/08/24)

Une autre étude, en 2022-2023, auprès d'élèves acculturés à l'IA pendant un an montrent qu'au bout de cette période, ils associent plus fortement l'IA à « des technologies qui assistent ou exécutent des tâches normalement réalisées par l'humain » pour 43% et comme un « processus informatique automatisé permettant de simuler les capacités cognitives humaines » à 43%. Cependant, sans sensibilisation préalable, les élèves rencontrent des difficultés à définir avec précision l'IA. Au bout d'un an, la représentation de l'IA semble également évoluer avec une conscience plus réaliste de ses capacités vis-à-vis des émotions et les élèves l'associent davantage à un outil du quotidien.²³

LA REPRESENTATION DE L'IA EN MILIEU UNIVERSITAIRE

Cette étude a été menée également avec 25 étudiants du Master Ingénierie Médiation e-Education destinés à devenir ingénieurs pédagogiques.²⁴

Les résultats sont présentés dans la figure 11.

Pour ces derniers, dans le pré-questionnaire dominant dans le noyau central (cercle rouge sur la figure 11) les mots technologie, robot mais également le mot assistance alors que dans le post-questionnaire, ils sont remplacés par les mots algorithme, données, suivi de prédiction et collaboration. La perception de l'IA associée aux machines, comme les lycéens, a donc évolué. Cependant, alors que ces derniers mettaient en avant la collaboration, ce mot était moins important pour les étudiants qui ont mis en avant le fonctionnement d'un système d'IA.

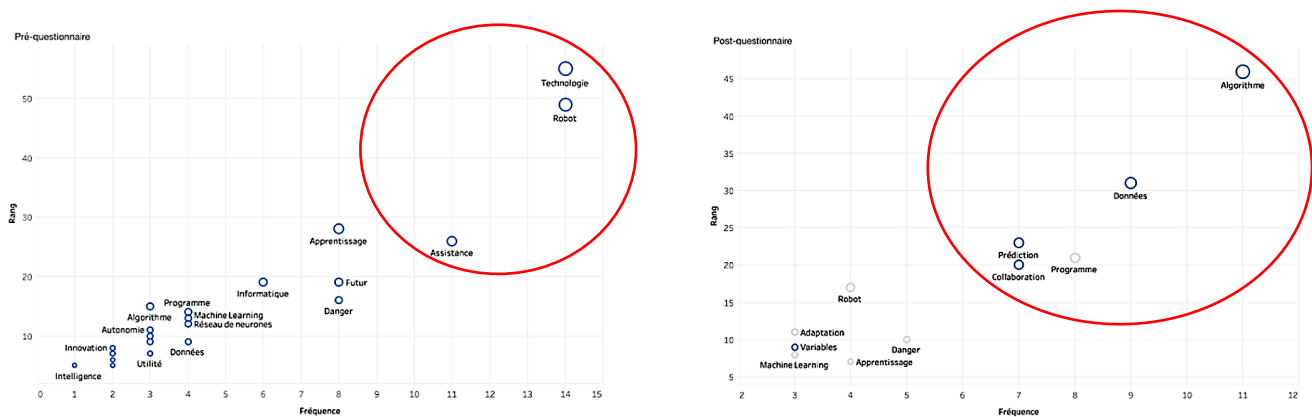


Figure 11 Évolution de la relation rang/fréquence lors de l'étude de la représentation sociale de l'IA chez des étudiants²⁵

²³ Solari Landa, M., & Rakotomalala Harisoa, N. A. (2024). *Représentations de l'IA auprès des lycéens Le cas d'un établissement parisien*.

²⁴ Galindo, V. T. L. a. P. L. (2021b, January 8). *Représentations et perceptions de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le milieu éducatif : les étudiants (partie 2)*. GTnum #Scol_IA. <https://scoliblog.wordpress.com/2021/01/08/representations-et-perceptions-de-lintelligence-artificielle-ia-dans-le-milieu-educatif-les-etudiants-partie-2/> (consulté le 20/08/24)

²⁵ Ibid.

Les représentations sociales de l'IA sont profondément enracinées dans l'histoire et la culture, se nourrissant de mythes comme le Golem et d'avancées technologiques modernes. Elles oscillent entre fascination et inquiétude, reflétant les perceptions humaines de l'intelligence et du rôle des machines. La théorie du noyau central, appliquée à ces représentations, montre que ces perceptions sont résistantes au changement, bien que les interactions récentes avec l'IA, surtout en milieu scolaire et universitaire, commencent à modifier légèrement ces visions, en intégrant des notions comme la collaboration humain-machine.

LA PLACE DE L'IA DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

LES USAGES DE L'IA DANS L'ENSEIGNEMENT

Les recherches sur l'IA dans le système éducatif ont commencé il y a environ 50 ans. L'Intelligence Artificielle en Education (Artificial Intelligence In Education ou AIED) ouvre de nouvelles questions de recherches sur l'apprentissage par les étudiants mais tend souvent à automatiser les pratiques éducatives existantes, parfois en minimisant le rôle des enseignants plutôt qu'en les aidant à enseigner plus efficacement. Une critique fréquente est donc que l'AIED, même si elle puise dans des disciplines comme les sciences de l'éducation ou la psychologie cognitive, a le potentiel d'ouvrir de nouvelles possibilités pédagogiques et de remettre en question les méthodes traditionnelles. A moyen terme, l'AIED améliore et modifie les pratiques éducatives actuelles, mais à long terme, elle pourrait redéfinir l'éducation de manière radicale.²⁶

Cette critique des logiciels éducatifs est déjà présente dans les années 1980. La réflexion poussait déjà certains chercheurs à remarquer qu'au lieu de se baser sur les défis technologiques, résumés par la question suivante : "Que pouvons-nous faire avec les ordinateurs ?", il serait plus pertinent de s'interroger sur "Que devrions-nous faire avec les ordinateurs ?" à partir d'une analyse sur les modes d'apprentissages des étudiants pour la conception d'application basée sur l'IA.²⁷

Un ensemble d'études montre que davantage d'outils sont construits grâce à l'IA, mais la compréhension de leur impact pédagogique reste limitée. Il n'existerait pas de réels débats qui interrogent l'impact de l'IA en éducation. Transforme-t-elle véritablement les pratiques d'enseignement et d'apprentissage ou représente-t-elle simplement un autre outil au même titre que des outils pédagogiques traditionnels ?²⁸

²⁶ Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning*.

²⁷ Mayer, R. E. (1984). Review of *Learning and Teaching with Computers: Artificial Intelligence in Education*, by T. O'Shea & J. Self. *Instructional Science*, 13(1), 95–97.

²⁸ Díaz, B., & Nussbaum, M. (2024). Artificial intelligence for teaching and learning in schools: The need for pedagogical intelligence. *Computers & Education*, 217, 105071. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105071>

INTEGRER L'IA DANS LA PEDAGOGIE

L'enseignant qui veut intégrer l'IA dans sa pédagogie doit être conscient que les logiciels d'AEID ne peuvent réaliser qu'un type de tâche (comme un traducteur qui ne pourrait résoudre des équations) ainsi que connaître ses limites. Ils pourront l'aider en augmentant ce que l'enseignant peut proposer à ses élèves. L'enseignant doit donc toujours surveiller les propositions de l'application et savoir ce qui a été appris via son intermédiaire.²⁹

L'existence d'applications utilisant l'IA amène également de nouveaux défis pour les enseignants. Ils doivent s'interroger sur les compétences à faire acquérir à leurs élèves et les amener à avoir un regard critique sur leurs usages. Nous pouvons citer l'exemple d'élèves qui ne voit plus l'utilité d'apprendre une langue vivante puisqu'ils ont à leur disposition des traducteurs qui ne vont que s'améliorer avec le temps.³⁰

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans l'enseignement marque une évolution significative des pratiques pédagogiques depuis l'école jusqu'à l'enseignement supérieur. Toutefois, l'IA en éducation soulève des questions cruciales sur son impact à long terme et la redéfinition des méthodes d'enseignement traditionnelles. Cependant, les enseignants doivent rester vigilants quant aux limites de l'IA et encourager un usage critique et réfléchi parmi les étudiants. L'IA, bien que prometteuse, doit être intégrée avec discernement pour véritablement transformer l'éducation.

LA MOTIVATION DES ETUDIANTS

LA DIFFICULTE DE DEFINIR LA MOTIVATION

La notion de motivation s'est popularisée depuis la seconde moitié XX^{ème} siècle. Derrière ce terme se cachent les raisons qui poussent un individu à agir mais il interroge également pourquoi certains réussissent alors que d'autres échouent.

On retrouve dans l'étymologie de motivation, du latin *moveo* : mouvoir, bouger, cette idée de dynamique dans le comportement motivationnel. Mais les recherches sur la motivation portent également sur son origine.³¹

Dans cette optique, Fabien Fenouillet propose une définition générale de la motivation qui peut faire consensus à la lumière de la centaine de théories de la motivation qu'il a recensées :

« La motivation désigne une hypothétique force intra-individuelle protéiforme, qui peut avoir des déterminants internes et/ou externes multiples, et qui permet

²⁹ De la Higuera, C., & Iyer, J. (2024). *IA pour les enseignants : un manuel ouvert*. Press-books.

³⁰ Ibid.

³¹ Fenouillet, F. (2017). Chapitre 2. Les théories de la réussite et de l'échec. In *La motivation* (pp. 31-68). Dunod.

*d'expliquer la direction, le déclenchement, la persistance et l'intensité du comportement ou de l'action. »*³²

On retrouve ici le souci d'identifier l'origine de la motivation et des déterminants du comportement qui va s'y associer.

L'ORIGINE BIOLOGIQUE DE LA MOTIVATION

L'origine de la motivation est, au départ, biologique chez l'Homme pour satisfaire ses besoins physiologiques construit autour d'un manque (faim, danger). La sélection naturelle au cours de l'évolution pour la survie des individus et la pérennité d'une espèce a associé des sensations de satisfaction à des comportements de survie.³³

A ces besoins physiologiques, s'ajoutent des besoins psychologiques basés eux-aussi sur la satisfaction qui, même s'ils n'ont pas la même temporalité, se complètent chez l'être humain. De plus, dans nos sociétés modernes, les activités humaines se multiplient bien au-delà des seuls comportements de survie : acquisition du langage, de la lecture, de la conduite automobile, de biens de consommation ne sont pas des comportements innés. Certains besoins résultent donc uniquement d'un apprentissage.³⁴

Dans ce contexte, Lieury et Fenouillet³⁵ citent les travaux de Clark Hull³⁶, qui dans le cadre de travaux recherches béhavioristes a voulu montrer la nécessité de lier motivation et apprentissage. En effet, en laboratoire, un rat ne travaille que s'il est affamé puis récompensé.

Clark Hull est à l'origine de la loi de Hull ou loi de renforcement (1952) : *Motivation = Besoin + Renforcement* où le comportement va essentiellement se baser sur le besoin (évoqué plus haut) et le renforcement.

Le renforcement qui pourrait s'illustrer par l'expression de « la carotte et du bâton » avec des progrès dans le cadre d'un renforcement positif (la carotte).

Lieury et Fenouillet citent également Jaak Panksepp³⁷ qui a étudié depuis les années 1970 le lien entre système émotionnel et système neurologique. Panksepp a étudié particulièrement le système d'exploration (comme la recherche de nourriture) qu'il associe aux motivations positives.

³² Fenouillet, F. (2023). Les théories de la motivation.

³³ Lieury, A., & Fenouillet, F. (2019). *Motivation et réussite scolaire*. Dunod.
<https://doi.org/10.3917/dunod.lieur.2019.01>

³⁴ Ibid.

³⁵ Ibid.

³⁶ Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior: an introduction to behavior theory*. Appleton-Century.)
<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.205891>

³⁷ Panksepp J. (1977). « Toward a general psychobiological theory of emotions », dans *The Behavioral and Brain Sciences*, 5, 407-467 ; Panksepp J. (2005). "Affective consciousness : Core emotional feelings in animals and humans", dans *Consciousness and Cognition*, 14, 30-80 ;

Dans le cadre de notre étude, il semble pertinent également de s'intéresser à la théorie de Deci & Ryan³⁸ détaillée par Lieury et Fenouillet.³⁹

Deci et Ryan distinguent une motivation intrinsèque où l'individu va réaliser une activité uniquement à cause du plaisir qu'elle lui apporte. L'origine de l'activité est à attribuer à l'individu lui-même qui se sent autodéterminé. Cette motivation intrinsèque est valorisée par les pédagogues, source de persévérance et de recherche du plaisir que va engendrer l'activité.

La motivation intrinsèque trouve un puissant ressort dans l'autonomie (autodétermination), elle est ainsi diminuée par ce qui est perçu comme une contrainte, une perte de contrôle (temps limité, prix, argent ...).

La motivation intrinsèque semble également favoriser la coopération.

La motivation extrinsèque englobe toutes les situations où un individu réalise une activité pour en retirer une satisfaction comme une récompense ou éviter quelque chose de désagréable. Dans ce contexte, l'autodétermination est moindre. La motivation extrinsèque va disparaître si le renforcement diminue.

Lieury et Fenouillet s'appuient également sur la théorie d'Albert Bandura⁴⁰ pour qui la motivation est essentiellement influencée par le sentiment d'efficacité personnelle (SEP). Il considère qu'un individu peut anticiper des satisfactions provenant de ses réussites ou de ses échecs. Cette évaluation par l'individu de sa capacité à atteindre son but est un ressort majeur de la motivation. Atteindre un objectif se définit alors comme un intervalle à combler, ressort de la motivation avec une anticipation du renforcement. Le SEP est considéré comme plus efficace si le but à atteindre est proche car cela faciliterait l'analyse par l'individu de sa compétence à réaliser la tâche.⁴¹

³⁸ Deci E., Ryan R. et al. (1982). "Effects of performance standards on teaching styles : Behavior of controlling teachers", dans *Journal of Educational Psychology*, 74, 852-859

³⁹ Lieury, A., & Fenouillet, F. (2019). *Motivation et réussite scolaire*. Dunod.
<https://doi.org/10.3917/dunod.lieur.2019.01>

⁴⁰ Bandura A. (1990). *Multidimensional Scales of Perceived Academic Efficacy*, Stanford, CA, Stanford University ; Bandura A. (1993). "Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning", dans *Educational Psychologist*, 28, 117-148

⁴¹ Lieury, A., & Fenouillet, F. (2019). *Motivation et réussite scolaire*. Dunod.
<https://doi.org/10.3917/dunod.lieur.2019.01>

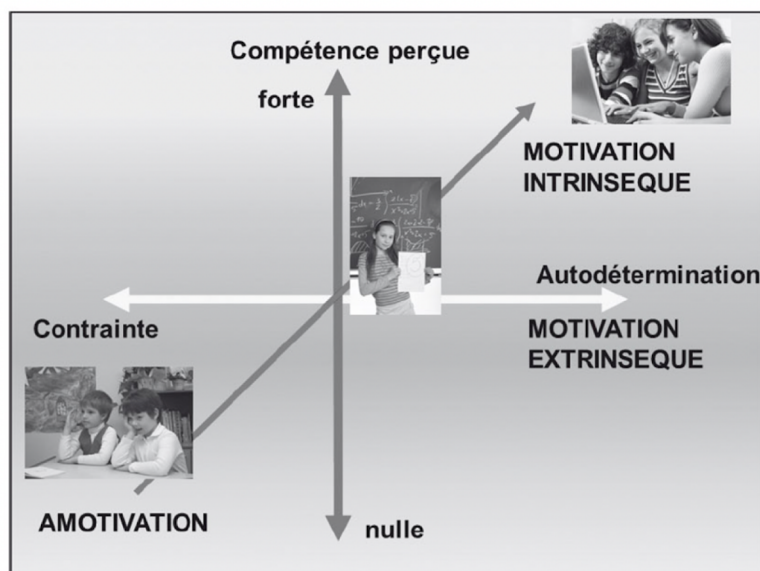


Figure 12 Modèle mixte de Lieury et Fenouillet (2019) où autonomie et SEP sont en interaction pour la motivation intrinsèque

Lieury et Fenouillet fusionnent les théories de Deci et Ryan avec celle de Bandura dans un modèle mixte où la motivation est la résultante du SEP (compétence perçue) et le besoin d'autodétermination.⁴²

Comme présenté sur la figure 12, trois types de motivation se dégagent :

La motivation intrinsèque est forte lorsqu'elle s'appuie sur un sentiment de compétence à réaliser l'activité et de l'avoir choisi librement. Elle diminue si la sensation de compétence diminue ou s'il y a une augmentation de la contrainte. Elle laisse alors la place à une motivation extrinsèque où va intervenir un renforcement extérieur comme une note, une récompense. Lorsque c'est le sentiment de compétence qui domine et que le contexte est contraint, c'est une situation d'amotivation qui est présente.

Il faut cependant noter que l'amotivation peut être globale ou spécifique, stable ou temporaire.

Pour terminer cette partie, et dans le contexte de ce travail de recherche, nous souhaitons rapporter l'étude de Benware et Deci⁴³. Ces auteurs montrent que des étudiants qui ont appris avec comme objectif de l'enseigner à leurs pairs ont été plus motivés intrinsèquement et ont eu des scores d'apprentissage conceptuels plus élevés que ceux qui ont étudié le même sujet simplement pour être testés.

Cette étude renforce l'idée qu'un étudiant acteur est dans une situation plus propice pour la motivation intrinsèque.

⁴² Ibid.

⁴³ Benware, C. A., & Deci, E. L. (1984). Quality of Learning With an Active Versus Passive Motivational Set. *American Educational Research Journal*, 21(4), 755-765. <https://doi.org/10.3102/00028312021004755>

Il est important de distinguer cause et manifestation de la motivation : « Pour résoudre un problème de motivation, on doit s'attaquer aux causes dont il découle et non à ses manifestations ». ⁴⁴

Viau parle de dynamique motivationnelle plutôt que de motivation car la motivation intrinsèque est complexe, dépendant notamment de facteurs externes. La dynamique motivationnelle est donc variable dans le temps et selon les contextes. ⁴⁵

Viau ⁴⁶définit ainsi trois sources principales de la dynamique motivationnelle d'un élève qui s'influencent les unes les autres présentés figure 13 :

- La perception de la valeur de l'activité
- La perception de sa compétence à réaliser l'activité
- La perception de sa contrôlabilité à réaliser l'activité

Si un élève se pense compétent, il va donner plus de valeur à l'activité et se sentira plus compétent à la réaliser. Cette dynamique motivationnelle va se manifester, pour un élève, dans la persévérance à réaliser l'activité, son engagement cognitif et ainsi participer à son apprentissage. ⁴⁷

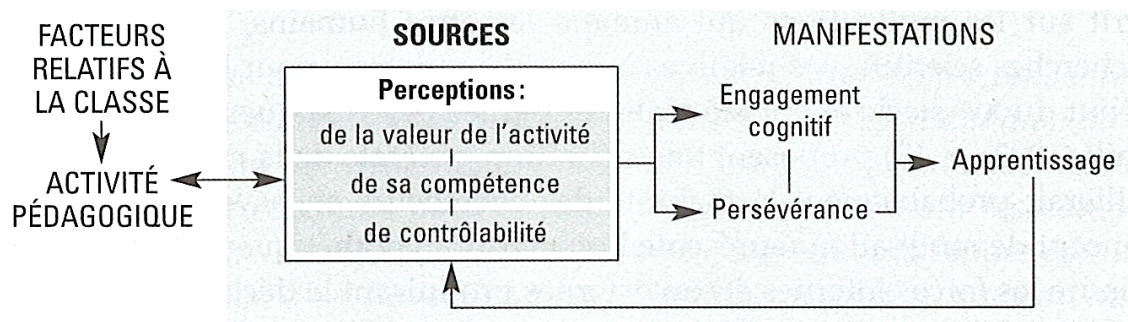


Figure 13 La dynamique motivationnelle de l'élève selon Viau (2009)

L'engagement cognitif est le degré d'effort mental que l'élève va réaliser lors de l'exécution d'une tâche ⁴⁸. Un élève avec une dynamique motivationnelle positive va donc s'engager, ce qui implique sa mise en activité et non seulement une intention de la réaliser. Cet engagement cognitif s'associe avec une persévérance dans le temps à réaliser l'activité, les stratégies d'apprentissage mises en œuvre par l'élève ainsi que le rendement qui correspond à la balance investissement/bénéfices comme la note obtenue. En retour, les apprentissages vont exercer une influence sur les perceptions

⁴⁴ Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Salomon, G. (1983). The differential investment of mental effort in learning from sources. *Educational Psychologist*, 18, 42-50

de l'élève. Plus ce dernier va apprendre, plus ses perceptions seront positives et inversement.⁴⁹

Viau définit également un cadre de référence qui présente comment les facteurs externes influent sur la dynamique motivationnelle d'un élève au cours d'un apprentissage scolaire. Ces facteurs externes, comme présentés dans la figure 14, sont nombreux et portent à la fois sur la vie personnelle de l'élève, sa place dans la société, sa place à l'école et dans la classe. L'élève qui arrive en classe n'est pas un terrain vierge mais avec des savoirs et des savoir-faire acquis au préalable en classe ou en dehors. Un enseignant a peu de contrôle sur certains de ces facteurs externes comme la vie personnelle de l'élève. Et même s'il est difficile d'évaluer leur influence sur la dynamique motivationnelle, ils ne doivent pas être négligés.⁵⁰

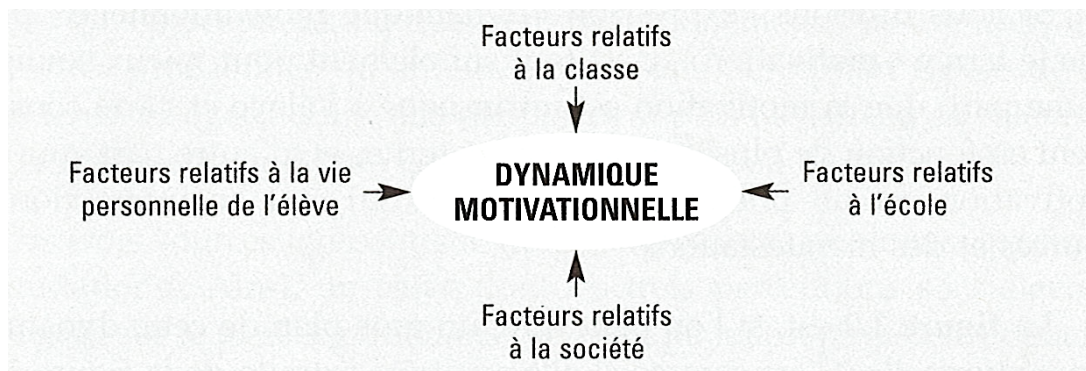


Figure 14 Le cadre de référence de la motivation selon Viau (2009)

Cependant, un enseignant doit porter attention à cinq facteurs externes qui doivent encourager une dynamique motivationnelle positive :

- Les activités pédagogiques proposées
- Sa relation avec les élèves
- Le climat dans sa classe
- Ses pratiques en matière d'évaluation
- Le fonctionnement de sa classe, notamment en termes de pratiques de récompenses/sanction

Viau⁵¹ présente ainsi dix conditions motivationnelles positives dans le cadre d'une activité d'apprentissage complète qui sont résumées dans le tableau 1.

⁴⁹ Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Ibid.

Tableau 1 Les 10 conditions motivationnelles selon Viau (2009) d'une activité d'apprentissage

Étapes de l'activité d'apprentissage	Objectif et déroulement du projet	Conditions de motivation satisfaites	Perceptions
Introduction	Buts, consignes, sensibilisation à l'importance de l'activité, ...	But et consignes clairs	De compétence
Explication	Présentation et explicitation des objectifs	Activité qui a du sens	De la valeur
Activité des élèves	Support et encadrement lors des différentes tâches accomplies par les élèves	Collaboration – Engagement cognitif – Possibilité de faire des choix – activité diversifiée – Période de temps suffisante – Tâche interdisciplinaire – Réalisation d'un produit authentique – Défi	De compétence De la valeur De la contrôlabilité
Retour sur l'activité	Évaluation, réflexion	Temps consacré suffisant	De compétence De la contrôlabilité

Une séquence pédagogique complète doit dans son organisation permettre à l'élève d'avoir une perception de sa compétence, de la valeur de l'activité et de sa contrôlabilité. Par exemple, un élève percevra la valeur de l'activité si l'enseignant prend le temps d'expliquer le bénéfice de l'activité pour lui donner du sens, l'associer à ses centres d'intérêt.

MESURER LA MOTIVATION

Viau⁵² propose des outils pour analyser la motivation des élèves comme des questionnaires "maisons" qui auraient pour tâche de mesurer la dynamique motivationnelle intrinsèque : motivation générale, perception de la valeur, de sa compétence, de sa contrôlabilité ainsi que l'engagement cognitif : stratégie d'apprentissage, persévérance et rendement.

Un avantage pour Viau est que ce type de questionnaire peut être préparé rapidement pour un groupe particulier d'élèves. Cependant, la vigilance est de mise dans la formulation des questions pour ne pas orienter les réponses ou mettre en difficulté l'élève pour répondre avec par exemple deux parties dans une question. L'échelle de mesure doit être choisie aussi avec soin, un simple oui ou non pouvant manquer de nuances.

Pour finir, Viau insiste sur l'importance de laisser le temps aux élèves de répondre, de définir pour l'enseignant l'objectif poursuivi, souligner l'importance de la collaboration des élèves et de la confidentialité des résultats.

⁵² Ibid.

Vianin⁵³ remarque que dans le cadre scolaire, un élève devrait naturellement posséder une motivation intrinsèque sur demande de l'enseignant. Or la motivation intrinsèque ne peut s'exprimer sur commande.

Viau⁵⁴ dans sa définition de la dynamique motivationnelle présente d'ailleurs l'activité comme un facteur externe qui va jouer sur la dynamique motivationnelle.

Lorsque l'on demande à un élève « d'être motivé », il peut réagir de deux manières : rester passif, sans signe de motivation, soit s'activer dans un possible simulacre de motivation. Il peut donc y avoir une confusion pour l'enseignant qui peut penser que son élève est motivé parce qu'il a acquis des compétences ou qu'il accomplit rapidement la tâche alors que c'est peut-être pour s'en débarrasser. De plus, une autre confusion est possible sur ce que signifie « motiver l'élève » pour l'enseignant. C'est très général. Est-ce pour l'école ? Pour une tâche précise ?⁵⁵

Vianin⁵⁶ s'appuie d'ailleurs sur d'autres auteurs comme Lobrot (1996)⁵⁷:

« On exige de l'élève de mettre en place un processus interne qui a des exigences intrinsèques, qui ne dépend pas de sa bonne volonté, et qui réclame impérativement l'intervention du plaisir, c'est-à-dire cette spontanéité qui permet l'invention. »

Viau⁵⁸ développe la même idée en précisant « *qu'une personne n'est pas en elle-même motivée à tout faire, en tout temps et en tout lieu, mais qu'elle est plutôt motivée par une matière et par les activités d'enseignement et d'apprentissage qui s'y rattachent* ». Comme l'amotivation, évoquée précédemment, la motivation n'est pas non plus pérenne, elle peut varier selon les élèves, entre les élèves selon les moments.

La motivation des étudiants est une notion complexe et multidimensionnelle, ancrée dans des théories variées qui cherchent à expliquer pourquoi certains réussissent alors que d'autres échouent. Son origine est biologique avec l'activation du système de récompense.

⁵³ Vianin, P. (2007). Chapitre 5. Les difficultés de motivation : comment elles s'expriment. In *La motivation scolaire* (pp. 103-106). De Boeck Supérieur.

⁵⁴ Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.

⁵⁵ Vianin, P. (2007). Chapitre 5. Les difficultés de motivation : comment elles s'expriment. In *La motivation scolaire* (pp. 103-106). De Boeck Supérieur.

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ Lobrot M. (1996), *Le plaisir, condition de l'apprentissage*. In : *Le journal des psychologues*, septembre, 14-18.

⁵⁸ Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.

Des théories distinguent la motivation intrinsèque, où l'individu agit par plaisir et autodétermination, et la motivation extrinsèque, orientée vers des récompenses externes. La motivation intrinsèque est considérée comme plus durable et bénéfique dans un contexte éducatif, car elle encourage l'engagement et la persévérance.

En contexte scolaire, Viau met en avant la dynamique motivationnelle, influencée par la perception de la valeur, la compétence perçue et la contrôlabilité de l'activité. La mesurer est un exercice difficile.

L'enseignant joue un rôle crucial en créant un environnement qui soutient ces perceptions positives, en proposant des activités pédagogiques significatives et en adoptant des pratiques d'évaluation qui renforcent la motivation des élèves.

La motivation des étudiants est donc un phénomène dynamique et contextuel, influencé par des facteurs internes et externes, et elle est essentielle pour favoriser un apprentissage efficace et durable.

APPRENTISSAGE AVEC UNE PEDAGOGIE ACTIVE

DEFINIR L'APPRENTISSAGE

La définition de l'apprentissage, basé sur le socio-constructivisme, nous apprend que même si chaque être humain construit sa connaissance en réorganisant ses connaissances existantes, les interactions sociales jouent un rôle majeur pour que cette construction ait lieu.⁵⁹

L'étudiant est donc maître de son apprentissage qui s'élabore sur ses expériences antérieures. (Comme vu précédemment dans la partie « Les différentes composantes de la motivation en contexte scolaire », p26).

De plus, la culture et les relations interpersonnelles participent à l'évolution de nos connaissances lorsqu'elles sont en contradiction avec notre environnement (opinion différente au cours d'une discussion par exemple) Ce déséquilibre provoque la recherche d'un nouvel équilibre que Lebrun⁶⁰ appelle changement conceptuel si les conditions sont réunies en situation d'apprentissage. Il pointe également les conditions de l'apprentissage présentés dans la figure 15.

⁵⁹ Philippe Meirieu : *accueil et actualité de la pédagogie*.
(n.d.).<http://www.meirieu.com/OUTILSDEFORMATION/CpA-09.pdf> (consulté le 25/08/24)

⁶⁰ Lebrun, M. (2007). Chapitre 3. Quelques méthodes pédagogiques actives. In *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre* (pp. 123-168). De Boeck Supérieur.

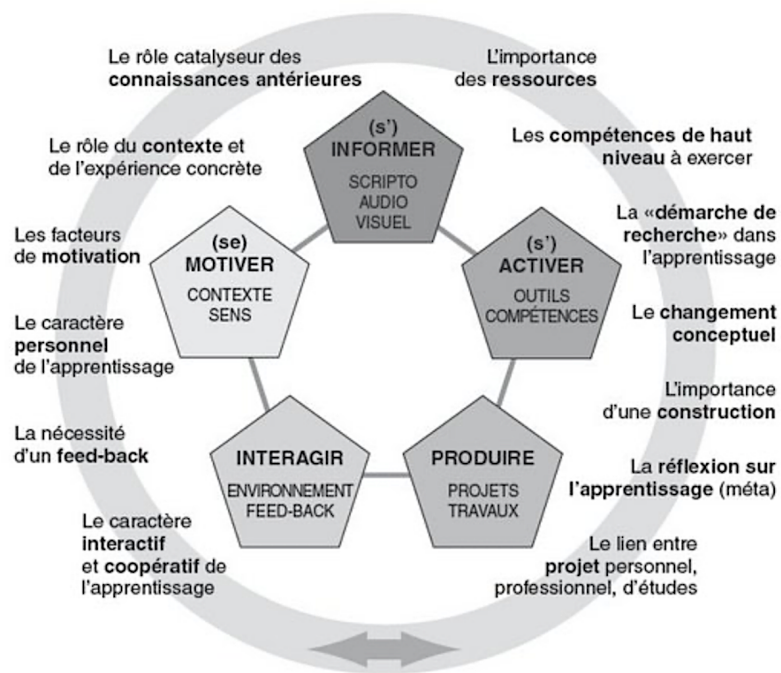


Figure 15 Quelques constituants pédagogiques du pentagone de l'apprentissage dans Lebrun (2007)

L'apprentissage est personnel et influencé par les connaissances antérieures, la motivation. Le contexte, l'expérience concrète jouent un rôle déterminant, tout comme l'exercice de compétences de haut niveau et une démarche de recherche. Le changement conceptuel s'opère grâce au questionnement durant l'apprentissage et d'un feed-back sur les activités réalisées. L'apprentissage doit être interactif et coopératif en lien avec les projets personnels et/ou professionnels et doit aboutir à une production.

DEFINIR LA PEDAGOGIE ACTIVE

Il est difficile de définir la notion d'innovation pédagogique, certaines « innovations » existant depuis des décennies voire davantage, les pratiques étant également différentes selon les pays. Cependant, le système éducatif français est conscient de l'importance d'encourager l'innovation pédagogique, c'est-à-dire permettre aux enseignants d'enseigner d'une façon nouvelle pour que leurs élèves acceptent mieux les contraintes de temps et d'espace inhérents à leurs apprentissages scolaires.⁶¹

Une de ces innovations est appelée pédagogie active. On pourrait la définir comme :

« Un ensemble dynamique de pratiques pédagogiques centrées sur l'étudiant·e, lui permettant de faire évoluer ses connaissances et ses compétences existantes en interagissant (avec l'enseignant·e et ses pairs) sur une matière contextualisée, tout en posant un regard analytique, réflexif et critique. »⁶²

⁶¹ Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique*. Retz. <https://doi.org/10.3917/retz.trico.2017.01>

⁶² DE CLERCQ, M., WOUTERS, P., FRENAY, M., RAUCENT, B., & cahier-LLL. (Dec-2020). *Les cahiers du LLL – N°13 : Oser la pédagogie active*. Presses universitaires de Louvain.

On retrouve une conception de l'apprentissage où l'étudiant par son implication active dans les activités vont lui permettre de s'en approprier le contenu.

Dans une de ses capsules vidéo pédagogiques, le Louvain Learning Lab⁶³ propose également un cadre pour la pédagogie active avec des pistes pour amener à l'apprentissage. L'on retrouve les idées formulées précédemment :

- Susciter la motivation
- Stimuler l'activité cognitive de l'étudiant. L'engagement cognitif est un effort mental déployé pendant une tâche et sa persistance dans le temps. Interroger le groupe permet de susciter le questionnement, le déséquilibre (pourquoi mon avis est différent de celui de mes camarades ?). Un projet, un défi, un concours ... est une demande réaliste qui va amener au changement conceptuel.
- Il est important d'alterner travail individuel et de groupe. Un enseignant a une posture de concepteur, organisateur, tuteur, évaluateur.

L'Apprentissage Par résolution de Problèmes (APP) et la Pédagogie du Projet ou Par le Projet (PP) rentrent bien dans le cadre de la pédagogie active en mobilisant la majorité des consignes énoncées précédemment.⁶⁴

Nous allons dans les deux parties suivantes les présenter.

L'APPRENTISSAGE PAR RESOLUTION DE PROBLEMES (APP)

D'origine socio-constructiviste, cette méthode pédagogique n'est pas nouvelle et veut répondre à des difficultés pédagogiques rencontrées comme l'impossibilité de tout enseigner avec le développement exponentiel des savoirs, le manque de contextualisation des enseignements ou l'éloignement entre la vie professionnelle et l'enseignement académique. Lebrun⁶⁵ définit ainsi 6 piliers de l'APP :

1. Présenter une situation concrète source de questionnement ;
2. Proposer des ressources adaptées aux apprenants ;
3. Engager les apprenants dans des activités avancées telles que cerner le problème, observer, proposer des hypothèses ;
4. Intégrer et non juxtaposer les connaissances via une approche pluridisciplinaire ;
5. Alternier des phases de travail en équipe et en individuel ;
6. Proposer des supports variés d'évaluation pour la remédiation pendant et pour l'examen final.

Ainsi, les temps de travail individuel et en groupe alternent. Ce dernier étant fondamental, bien sûr pour le développement des compétences relationnelles des étudiants mais aussi d'opérer le changement conceptuel.

⁶³ Louvain Learning Lab. (2020, January 10). *A2 La pédagogie active, comment faire ?* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wKxlgvbAAk0> (consulté le 25/08/24)

⁶⁴ Lebrun, M. (2007). Chapitre 3. Quelques méthodes pédagogiques actives. In *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre* (pp. 123-168). De Boeck Supérieur.

⁶⁵ Ibid.

Un étudiant sera responsable de son apprentissage en participant, en s'engageant cognitivement, mais il sera également responsable de l'apprentissage de ses pairs.

L'enseignant dans le cadre de l'APP aura ainsi la posture d'un tuteur qui guidera les étudiants dans leurs apprentissages : le dialogue avec l'étudiant accompagnera la démarche de ce dernier.

Lebrun⁶⁶ fait le point sur les recherches sur l'APP : les savoirs acquis seraient mieux mobilisables et contextualisables avec un gain d'autonomie et de motivation pour les étudiants.

LA PEDAGOGIE DU PROJET (PP)

Tout comme l'APP, la pédagogie Par le Projet (PP) existe depuis longtemps comme dans le compagnonnage où les apprentis doivent réaliser un « chef d'œuvre » pour montrer leurs compétences au terme de leur formation. Il distingue cependant la Pédagogie du Projet qui a pour objectif la mise en activité de l'étudiant et où le projet est une dynamique qui permet à l'étudiant de s'approprier des outils méthodologiques ; de la pédagogie Par le Projet où l'objectif est une réalisation pour que l'étudiant acquière savoir et/ou savoir-faire.⁶⁷

Lebrun⁶⁸ nuance toutefois cette dichotomie puisque dans la Pédagogie du Projet, même si la démarche est prépondérante, une production est attendue et inversement.

Dans l'enseignement supérieur et universitaire, c'est la pédagogie Par le Projet la plus représentée. Un de ses avantages est la possibilité pour l'étudiant d'analyser sa démarche, de réaliser les compétences acquises et donc d'exercer son esprit critique. Les ingrédients de la PP seraient : la motivation (perception de la valeur de l'activité), interdisciplinarité et responsabilisation. Un projet doit ainsi se baser sur une situation authentique proposée par le professeur ou les étudiants eux-mêmes qui suscitent leur intérêt, en faisant appel à l'intégration d'un ensemble de compétences pour aboutir à une production au sens large. L'étudiant pourra acquérir lors de la réalisation de ce projet de nouveaux savoirs et savoir-faire, une meilleure maîtrise de son environnement, une meilleure métacognition.⁶⁹

Tricot⁷⁰ souligne toutefois qu'utiliser des situations authentiques peut poser des difficultés en pratique puisqu'une situation authentique peut s'avérer trop complexe pour certains élèves. Il y a donc un équilibre à trouver entre les ressources mobilisables par les élèves et la difficulté pour la résolution du problème qui peut pourtant être source de motivation.

⁶⁶ Ibid.

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ Ibid.

⁶⁹ Ibid.

⁷⁰ Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique*. Retz. <https://doi.org/10.3917/retz.trico.2017.01>

Il indique, également, que la PP a fait l'objet de peu de recherches et qu'elle est difficilement évaluable mais à la lumière des quelques résultats, elle semble engageante pour les étudiants et leur perception à posteriori est positive.

Il souligne enfin qu'un enseignant doit être attentif aux difficultés que pourraient rencontrer ses étudiants dans ces conditions d'apprentissage très exigeantes.

Pour Lebrun⁷¹, il est parfois difficile de distinguer APP, où à partir d'un problème, la démarche choisie permettra de trouver la solution et PP où l'objectif à atteindre est défini dès le départ. Si l'on pousse le raisonnement à l'extrême, nous pouvons dire également que APP permet l'acquisition de nouvelles compétences alors que la PP est une application des acquis. Mais selon lui, c'est la métacognition de l'étudiant par sa réflexion sur sa démarche qui va distinguer APP et PP.

L'IA, perçue à travers l'histoire de sa représentation sociale comme une extension ou une menace à l'intelligence humaine, redéfinit aujourd'hui et sans aucun doute les pratiques éducatives. Cependant, l'impact de l'IA en éducation est encore peu documenté.

La motivation, malgré la centaine de théories qui la concerne reste un facteur clé de succès académique. Les pédagogies actives, telles que l'APP et la PP, encouragent la motivation avec un apprentissage contextualisé, collaboratif, et critique, renforçant ainsi l'autonomie des étudiants tout en les préparant à des défis concrets sous la guidance attentive de l'enseignant.

ETUDE EXPLORATOIRE

PROBLEMATIQUE

L'UE de Neurosciences en licence de Sciences de la Vie, utilisant une pédagogie par Apprentissage Par résolution de Problème (APP), vise à acculturer les étudiants à l'IA en mettant en évidence son potentiel dans les Sciences de la Vie à travers le problème « Quelles sont ces molécules mystères ? ». Les échanges avec les étudiants d'Informatique sont pensés pour enrichir cette expérience et stimuler leur motivation.

De leur côté, les étudiants de la licence Informatique, engagés dans une Pédagogie du Projet (PP) au sein de l'UE d'Initiation à l'IA, doivent trouver dans les échanges une opportunité d'ancrer les usages de l'IA dans des situations concrètes et réelles, notamment dans l'optique de renforcer leur motivation à travers la collaboration interdisciplinaire.

Le volet pédagogique du PlanarIA Project explore ainsi les intersections entre l'IA, la motivation étudiante, et les pédagogies actives.

⁷¹ Lebrun, M. (2007). Chapitre 3. Quelques méthodes pédagogiques actives. In *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre* (pp. 123-168). De Boeck Supérieur.

La recherche menée vise donc à comprendre, dans ce contexte, en s'appuyant sur l'état de l'art associé à des expérimentations de terrain, comment ces éléments se combinent pour motiver les étudiants des deux licences, notamment dans une perspective d'évolution des pratiques pédagogiques utilisant l'IA dans l'enseignement supérieur.

QUESTION DE RECHERCHE

La question centrale de cette recherche est la suivante :

Les regards croisés sur l'IA sont-ils un facteur de motivation pour les étudiants des licences Sciences de la Vie et Informatique ?

HYPOTHESES DE TRAVAIL

Cette étude se base sur les hypothèses suivantes :

1. Une motivation accrue chez les étudiants en SV : Les échanges et la collaboration avec les étudiants en Informatique renforcent leur motivation.
2. Une motivation accrue chez les étudiants en Informatique : Les échanges et la collaboration avec les étudiants de SV renforcent leur motivation.
3. L'intégration de l'IA dans l'UE de Neurosciences motive les étudiants en éveillant leur intérêt académique et en améliorant leur compréhension de l'IA.

DEMARCHE METHODOLOGIQUE ET ÉLABORATION DES OUTILS

Pour évaluer l'impact des approches pédagogiques sur la motivation et la représentation de l'IA chez les étudiants, plusieurs dimensions seront analysées à travers différents types d'outils.

ÉLABORATION DE QUESTIONNAIRES

QUESTIONNAIRE POUR MESURER LA MOTIVATION.

Un questionnaire sur la motivation a été élaboré sur la base des travaux de Viau⁷² (voir partie « Mesurer la motivation », p28).

Le questionnaire comportait 8 questions, pour lesquelles l'étudiant devait choisir la proposition qui lui convenait le mieux :

⁷² Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.

1. De façon générale, je trouve que le contenu de l'UE « Introduction à l'IA » est motivant.
2. Il me sera utile pour l'avenir (Nous aimerions connaître votre point de vue sur le modèle d'IA = "nom du modèle" que vous venez de traiter)
3. Il est intéressant à réaliser
4. Je me suis senti capable de mener à bien ce travail
5. J'ai eu mon mot à dire sur la façon dont le travail s'est déroulé
6. Je pense avoir employé les bonnes méthodes de travail
7. J'ai persévéré jusqu'à être que satisfait de mon travail
8. J'estime que mon investissement par rapport aux résultats obtenus pour ce travail sont cohérents

L'ensemble des questions permet de mesurer les différentes composantes de la dynamique motivationnelle : perception de la valeur (questions 2 et 3), de la compétence à réaliser la tâche (question 4), de sa contrôlabilité (question 5) ainsi que l'engagement cognitif (questions 6 - stratégie d'apprentissage, 7- persévérance et 8-rendement).

Les étudiants de licence Informatique ont répondu trois fois à ce questionnaire à la fin de trois projets :

- Le premier projet s'intitulait : « Auriez-vous survécu au naufrage du Titanic ? » et utilisait la méthode des k plus proches voisins (knn).
- Le deuxième projet sur les planaires utilisait un réseau de neurones classique entraîné sur des vecteurs issus des données collectées lors des TP sur les planaires. Pour ce projet, une question supplémentaire a toutefois été rajoutée entre les questions 3 et 4 : « La collaboration avec les étudiants de L2 bio rend ce travail plus intéressant ».
- Le troisième projet nommé « Range ta chambre ! » utilisaient des réseaux de neurones convolutifs (CNN) avec une banque d'image de vêtements.

Les éléments de réponse qui étaient les mêmes pour chaque question : « Pas du tout d'accord, pas d'accord, assez d'accord, tout à fait d'accord et sans avis » ont été choisis selon une échelle de Likert, afin de faciliter la lisibilité et la transition entre les questions avec une uniformité des formulations.

Sur le même principe, les étudiants de licence SV ont répondu à un questionnaire sur la motivation. *Le questionnaire sur la motivation est disponible en annexe 2.*

QUESTIONNAIRE POUR EVALUER LA REPRESENTATION DE L'IA

Une analyse prototypique sur la base d'une association libre de mots, validée par un maître de conférence en psychologie de l'INUC et sur la base des expérimentations présentées dans les parties « La représentation de l'IA en milieu scolaire » (p18) et « La représentation de l'IA en milieu universitaire » (p20), a été proposée aux étudiants de

licence SV au début de l'UE en classe puis en même temps que le questionnaire sur la motivation.

Il a été demandé dans ce cadre aux étudiants de proposer puis de prioriser trois mots qu'ils associaient à l'IA en SV.

Pour aller plus loin dans l'analyse de la perception de l'IA par les étudiants de SV, deux questions complémentaires ont été ajoutées. Une sur les disciplines de SV pour lesquelles les étudiants pensaient qu'intervenaient.

Le questionnaire sur la motivation est disponible en annexe 3.

AUTRES DONNEES DISPONIBLES

Chaque projet d'IA pour les licences d'Informatique fait l'objet d'un compte rendu par groupe sur un Jupyter Notebook⁷³. La qualité rédactionnelle de ces projets est un indice de l'implication des étudiants dans le projet. Cette lecture sera évaluée par une comparaison du nombre de mots moyens écrits en commentaires dans les codes et dans les cellules de texte par projet.

Cette comparaison est possible grâce à l'élaboration d'un programme en langage informatique Python (*Ce programme est proposé en annexe 4*).

De la même façon, une lecture des carnets de TP des étudiants de licence SV réalisés par binôme ou trinôme sera une source précieuse d'informations sur la façon dont ils ont appréhendé le projet. Ce travail pourra être complété par un tableau de synthèse des molécules mystères proposées par les étudiants, le type de démarche de résolution (basé sur l'IA ou sur une analyse traditionnelle), la note obtenue et les pistes d'amélioration proposées par les étudiants.

L'enseignante de SV nous a également fourni les notes des carnets de TP des étudiants de cette année et de l'année précédente. Pour la licence Informatique, cette comparaison de notes ne paraît pas pertinente ni d'une année sur l'autre ni entre projets car la notation de l'enseignant valorise l'investissement dans le travail d'un groupe. Les notes sont donc très similaires et peuvent être considérées comme très bonnes.

L'étude du contenu des diaporamas proposés par les étudiants lors des deux rencontres pourra également être source d'informations qui étayeront notre analyse. Ce contenu pourra être complété par la consultation des échanges entre les étudiants des deux licences via le serveur Discord. En effet, des étudiants de la licence Informatique y ont ouvert un salon dédié pour prolonger les discussions des rencontres.

La chronologie de l'étude est présentée dans la figure 16.

⁷³ Jupyter notebook : application Web open source qui permet de créer et de partager un document numérique qui peut contenir du code informatique

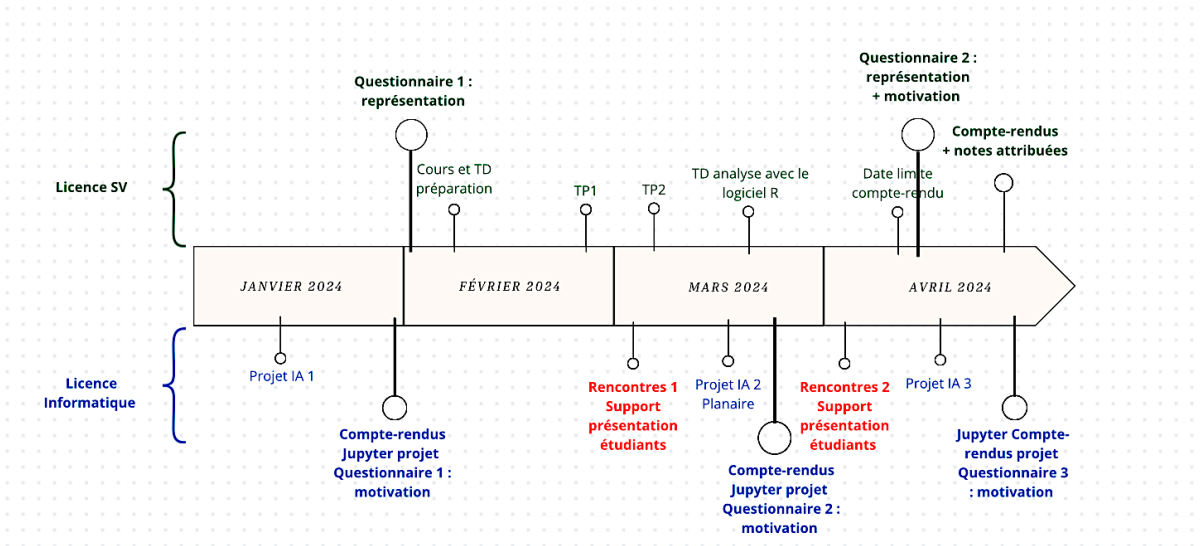


Figure 16 Chronologie du déroulement des séquences pédagogiques où sont précisés en gras les outils d'analyse

Le tableau 2 résume l'ensemble des données disponibles

Tableau 2 Tableau de synthèse des différentes données disponibles

Période	Licence	Effectif	Données	Description
Janvier 2024	Informatique	16 comptes-rendus	Comptes-rendus projet 1 (knn) "Auriez-vous survécu au naufrage du Titanic ?"	-sur un Jupyter Notebook -développement d'un modèle prédictif type knn -jeu de données survivants Titanic
Janvier 2024	Informatique	24 étudiants	Questionnaire motivation 1	8 questions sur la dynamique motivationnelle et l'engagement cognitif
Février 2024	SV	15 étudiants (14 réponses exploitables pour l'évocation hiérarchisée)	Questionnaire représentation IA	Évocation hiérarchisée + association IA avec disciplines SV et choix orientation
Mars 2024	Informatique + SV	L'ensemble des étudiants des 2 licences	Support de présentation licence SV	Les étudiants de SV présentent leur travail aux étudiants d'Informatique
Mars 2024	Informatique	13 comptes-rendus	Comptes-rendus projet 2 "Quelle est cette molécule mystère ?"	-sur un Jupyter Notebook -manipuler différents modèles -jeu de données licence SV
Mars 2024	Informatique	25 étudiants	Questionnaire motivation 2	8 questions sur la dynamique motivationnelle et l'engagement cognitif + 1 question sur l'intérêt porté au projet planaire
Avril 2024	Informatique + SV	L'ensemble des étudiants des 2 licences	Support de présentation licence Informatique	Les étudiants d'Informatique présentent leur travail aux étudiants de SV

Avril 2024	SV	18 étudiants	Questionnaire représentation IA + motivation	Évocation hiérarchisée + association IA avec disciplines SV et orientation + 8 questions sur la dynamique motivationnelle et l'engagement cognitif + 1 question sur l'intérêt porté au projet planaire
Avril 2024	SV	9 comptes-rendus	Comptes-rendus et leurs notes	Carnet de TP de neurosciences complété par groupe
Avril 2024	Informatique	16 comptes-rendus	Comptes-rendus projet 3 "Range ta chambre !"	-sur un Jupyter Notebook -manipuler différents modèles de réseaux de neurones -jeu de données dataset fashion_MNIST
Avril 2024	Informatique	18 étudiants	Questionnaire motivation 3	8 questions sur la dynamique motivationnelle et l'engagement cognitif

RESULTATS ATTENDUS

Selon nos hypothèses de travail et les outils disponibles, nous nous attendons à ce que :

Pour l'hypothèse 1, d'une motivation accrue chez les étudiants en SV :

- L'analyse des questionnaires sur la motivation montre que les étudiants de SV sont motivés pour le planarIA project ;
- Les résultats des comptes-rendus des carnets de TP en SV se basent sur les résultats fournis par le travail des étudiants d'Informatique ;
- Les notes obtenues pour ces carnets sont meilleures, grâce aux apports de la collaboration avec les étudiants d'Informatique ;
- Les échanges avec les étudiants d'Informatique sont riches.

Pour l'hypothèse 2, d'une motivation accrue chez les étudiants en Informatique :

- L'analyse des questionnaires sur la motivation montre que les étudiants d'Informatique sont plus motivés pour le projet planaire que les deux autres projets
- Les comptes-rendus du projet planaire sont plus explicites voire pédagogiques que les deux autres projets. Projet planaire qui n'est pas à destination seule du regard de l'enseignant mais pour répondre aux besoins des étudiants de SV ;
- Les échanges avec les étudiants de SV sont riches.

Pour l'hypothèse 3, où l'IA dans l'UE de Neurosciences motive les étudiants :

- La représentation ou du moins la perception de l'IA des étudiants de SV, à la fin de l'UE de neurosciences, évolue vers une définition plus proche de la réalité et moins ancrée sur la représentation sociale présente dans notre société ;
- Les résultats des travaux des étudiants d'Informatique sont présents dans les comptes-rendus de SV.

ANALYSE DES RESULTATS

QUESTIONNAIRE SUR LA MOTIVATION POUR LA LICENCE SV

Les données récoltées ont été traitées avec le logiciel Jamovi.

L'ensemble des résultats sont disponibles dans l'annexe 5.

94% des étudiants de SV estiment que l'UE de Neurosciences a été motivante (question 1). Cependant, ils ne sont plus que 61% à penser que la collaboration avec les étudiants d'Informatique a participé à rendre le travail plus intéressant (question 9).

De plus, les avis sont partagés sur la perception de la valeur de l'activité sur les planaires puisqu'ils sont pour 28% « Pas d'accord » et « Assez d'accord » et 22% « Tout à fait d'accord » à penser qu'elle leur sera utile pour l'avenir (question 2). Mais, les étudiants s'accordent à dire à 84% qu'ils trouvent cette activité intéressante à réaliser (question 3).

Si les étudiants estiment pour 46% qu'ils se sentaient assez compétents pour réaliser le travail (question 4), ils sont plus nombreux à penser avoir maîtrisé son déroulement avec 33% de « Assez d'accord » et 33% de « Tout à fait d'accord » (question 5).

Pour ce qui est de l'engagement cognitif, les étudiants de SV sont majoritairement « Assez d'accord » avec respectivement 67% (question 6) et 72% (question 7) à estimer avoir utilisé les bonnes stratégies d'apprentissage et persévéré jusqu'à être satisfait de leur travail.

L'UE de neurosciences est considérée comme motivante pour les étudiants de SV même si l'intérêt de l'activité avec les planaires et la collaboration avec les étudiants d'Informatique ont été moins perçus. Pourtant, ils ont trouvé le travail sur les planaires intéressant et ont eu un sentiment de contrôle en employant les bonnes méthodes de travail même si certains ne se sentaient pas compétents.

CARNETS DE TP DES ETUDIANTS DE SV

ANALYSE DES CARNETS DE TP

Pour la fin de la période, par groupes de 2-3 formés sans contrainte de l'enseignante, les étudiants de licence SV complètent le carnet de TP pensé comme un rapport de l'expérimentation qui veut se rapprocher du travail du chercheur.

Les étudiants devaient présenter le protocole expérimental, l'analyse des résultats, la confrontation avec la littérature ainsi que les limites de l'expérience et leurs conclusions.

Les étudiants en SV qui avaient accès à des ressources pédagogiques et à une formation en analyse statistique via le logiciel R, ont majoritairement identifié les molécules mystères (éthanol et glutamate) dans leurs comptes-rendus. Seuls deux groupes ont utilisé les résultats des étudiants en Informatique mais deux autres soulignent qu'ils n'ont pas su les exploiter. Ils avaient donc conscience que cela pouvait leur apporter des réponses. Trois groupes ont

exprimé le besoin de davantage d'accompagnement pour le traitement statistique avec le logiciel R. Plusieurs groupes ont également souligné la nécessité de récolter des données plus fiables

Les résultats sont disponibles dans l'annexe 6.

ANALYSE DES NOTES DES CARNETS DE TP

Si l'on considère les notes obtenues pour les carnets de TP (tableau 3), l'enseignante est globalement déçue des résultats. La moyenne est de 10,9/20 soit 3 points de moins que l'année précédente. La médiane est à 9,75/20 alors qu'elle était de 13,8 l'année précédente.

Tableau 3 Comparaison des résultats de l'année universitaire n et n-1 pour les carnets de TP, licence SV

Statistiques descriptives		
	2022-2023	2023-2024
N	18	20
Moyenne	13.8	10.9
Médiane	13.8	9.75
Ecart-type	2.39	3.04
Minimum	8.75	7.75
Maximum	16.5	16.0

Pour valider si cette différence est significative, nous pouvons appliquer le test t de Student après avoir vérifié la normalité de la distribution et l'homogénéité des variances avec respectivement une p-valeur de Shapiro-Wilk de 0,160 et une p-valeur du test de Levene de 0,082. Ces p-valeurs étant toutes deux supérieures à 0,05, cela signifie que les données sont normalement distribuées et que les variances sont homogènes.

La p-valeur du test de Student est $< 0,05$, la différence de moyenne entre les résultats de cette année et de l'année précédente est donc significative. Ici, la p-valeur indique la probabilité que les résultats observés soient dus au hasard. Une p-valeur supérieure à 0,05 suggère qu'il n'y a pas de différence significative entre les groupes.

Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

De plus, l'enseignante perçoit, cette année, un groupe plus hétérogène, moins soudé où la prise de parole en classe est difficile. Elle s'interroge aussi sur le calendrier avec un travail à rendre (mi-avril) trop loin du premier TP (début mars).

Tableau 4 Résultat du test t de Student avec vérification de la normalité de l'échantillon et de l'homogénéité des variances pour comparer les moyennes entre les années universitaires n et n-1

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants				
		Statistique	ddl	p
Note	t de Student	3.23	36.0	0.003

Note. $H_0: \mu_{2022-2023} = \mu_{2023-2024}$

Hypothèses

Test de normalité (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Note	0.958	0.160

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition de normalité

Test d'homogénéité des variances (test de Levene)				
	F	ddl	ddl2	p
Note	3.20	1	36	0.082

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition d'égalité des variances

[3]

Pour la fin du semestre, les étudiants de licence SV ont complété un carnet de TP en groupes. Bien que la plupart aient identifié les molécules attendues, peu ont utilisé les travaux des étudiants en informatique, se basant surtout sur leurs propres analyses statistiques avec le logiciel R. Toutefois, certains d'entre eux ont fait le lien avec l'apport de la licence Informatique sans savoir comment l'exploiter. Les résultats sont décevants, avec une moyenne de 10,9/20, en baisse significative par rapport à l'année précédente. L'enseignante note un groupe moins soudé et s'interroge sur l'éloignement des dates entre les TP et le rendu final.

RENCONTRES ENTRE LES ETUDIANTS DES DEUX LICENCES

Les 5 mars et 2 avril 2024, les deux groupes d'étudiants, issus des deux licences SV et Informatique, se sont rencontrés pour échanger sur leurs projets communs. Lors de la première rencontre, les étudiants de SV ont présenté leur projet sur les planaires et posé des questions sur l'IA, mais les étudiants en Informatique, encore novices en IA et réseaux de neurones, ont rencontré des difficultés à comprendre ces demandes. Trois étudiants d'Informatique lors de la seconde rencontre ont exposé les résultats de leurs travaux, notamment pour améliorer le modèle de traitement des données sur les planaires en abordant le nettoyage et l'augmentation des données. Cependant, peu d'échanges ont eu lieu, que ce soit en présentiel ou via Discord.

Le compte-rendu de ces rencontres est disponible en annexe 7.

ANALYSE DESCRIPTIVE

L'analyse des résultats du questionnaire sur la motivation pour les étudiants d'Informatique, proposé à la fin de trois projets est réalisé sur la même base que les questionnaires sur la motivation de la licence SV. Les questions sont les mêmes et dans le même ordre.

Les réponses correspondent à des valeurs d'une l'échelle de Likert mais nous les considérons comme une échelle continue de valeurs bien qu'elles soient techniquement ordinales. En effet, les items de Likert, bien que discrets, sont souvent traités comme des intervalles égaux, permettant des analyses paramétriques. L'on simplifie également l'interprétation des résultats, notamment pour calculer des moyennes ou des écarts-types.

Ainsi, "Pas du tout d'accord" vaut 1, "Pas d'accord" vaut 2, "Assez d'accord" vaut 3, "Tout à fait d'accord" vaut 4. Les réponses "Sans avis" n'ont pas été comptabilisées.

L'ensemble des résultats sont disponibles dans l'annexe 8.

Globalement, si l'on regarde les moyennes des réponses aux questions, les étudiants sont, dans l'ensemble, motivés pour les trois projets qui leur ont été proposés. Plus en détail, cette première analyse montre que la motivation pour l'UE « Initiation à l'IA » des étudiants lors des projets 2 et 3 est un peu plus importante (question 1).

Les trois composantes de la dynamique motivationnelle sont présentes (questions 2, 3, 4 et 5). Toutefois, il faut noter que pour le projet 2 (planaire), la perception de la compétence est moindre (question 4). De plus, pour la question 5, (comme pour la question 8), il faut s'interroger sur le nombre de réponses "Sans avis". Les étudiants pour le projet 1 (knn) semblent avoir un peu plus le sentiment de contrôlabilité mais ils estiment qu'ils ont mis en œuvre de moins bonnes stratégies d'apprentissage.

ANALYSE INFERENCELLE

Les résultats de l'analyse statistique sont-ils significatifs ? Pour cela, nous pouvons réaliser un test de comparaison de moyenne comme l'ANOVA. Nous vérifions les conditions d'application : la normalité de la distribution avec un test de Shapiro-Wilks et l'égalité des variances avec un test de Levene. Si cette dernière condition n'est pas respectée, l'analyse ne peut s'appliquer.

Tableau 5 p-valeur du test de Shapiro-Wilks par question par projet, licence Informatique

Statistiques descriptives		Projet	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08
W de Shapiro-Wilk	bio		0.640	0.810	0.637	0.783	0.790	0.558	0.757	0.545
	cnn		0.642	0.751	0.642	0.809	0.807	0.477	0.846	0.676
	knn		0.792	0.753	0.742	0.717	0.797	0.848	0.754	0.628
Valeur p de Shapiro-Wilk	bio		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	cnn		<.001	<.001	<.001	0.003	0.003	<.001	0.007	<.001
	knn		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	0.002	<.001	<.001

D'après le tableau 5, l'ensemble des p-valeurs du test de Shapiro-Wilks sont inférieures à 0,05. La distribution des données ne suit donc pas une loi normale.

Tableau 6 Résultats de la p-valeur du test de Levene pour les questions 1 à 8 du test sur la motivation par projet, licence Informatique

Question	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08
p-valeur	0,779	0,589	0,030	0,643	0,282	<0,01	0,859	0,006

Selon les résultats du test de Levene présentés dans le tableau 6, les questions 3, 6 et 8 ont des variances non homogènes avec une p-valeur <0,05. Pour vérifier notre hypothèse, nous allons donc réaliser le test de Kruskal-Wallis pour une ANOVA en condition non paramétrique, en excluant les questions 3, 6 et 8.

Tableau 7 Résultats de la p-valeur du test de Levene pour les questions 1, 2, 4, 5 et 7 du test sur la motivation par projet, licence Informatique

Kruskal-Wallis				
	χ^2	ddl	p	ϵ^2
Q01	3.044	2	0.218	0.04684
Q02	0.568	2	0.753	0.00915
Q04	6.828	2	0.033	0.10838
Q05	1.239	2	0.538	0.02252
Q07	0.699	2	0.705	0.01075

Selon le résultat du test de Kruskal-Wallis (tableau 7), la p-valeur est >0,05 pour toutes les questions sauf la question 4 pour laquelle nous acceptons donc qu'il existe une différence entre les projets.

Cet effet significatif pour la question 4 est général (effet omnibus), il ne précise pas où cette différence se situe pour cette question spécifique : « Je me suis senti capable de mener à bien ce travail ». Pour identifier plus précisément où se trouvent ces différences, nous devons réaliser des tests post-hoc.

Tableau 8 Résultats du test post-hoc DSCF pour la question 4, licence Informatique

Comparaison pair-à-pair de Dwass, Steel, Critchlow et Fligner

Comparaison pair-à-pair - Q04			
		W	p
bio	cnn	2.388	0.210
bio	knn	3.738	0.022
cnn	knn	0.613	0.902

D'après le tableau 8, seule la comparaison pair-à-pair de DSCF montre un résultat significatif entre le projet 1 (knn) et le projet 2 (planaire) avec une p-valeur <0,05. Cela semble confirmer que pour le projet 2 (planaire), les étudiants de licence Informatique se sont effectivement sentis moins compétents à réaliser le projet que le projet 1 (knn).

L'analyse des résultats montre que les étudiants sont globalement motivés pour les trois projets proposés, avec une légère préférence pour les projets 2 (planaire) et 3 (cnn) par rapport au projet 1 (knn). Les trois composantes de la motivation et l'engagement cognitif sont présents pour l'ensemble des projets.

L'analyse inférentielle minore ces résultats. Elle confirme cependant, pour la perception de la compétence, une moindre confiance des étudiants dans leur capacité à réussir le projet 2 (planaire) par rapport au projet 1 (knn).

COMPTE-RENDUS DES PROJETS D'IA

Les comptes-rendus de chaque projet d'IA ont été réalisés par groupe de 2 ou 3 étudiants sans obligation pour la formation des groupes qui a pu évoluer d'un projet à l'autre.

Le support demandé par l'enseignant est à chaque fois un Jupyter Notebook, document numérique qui permet de partager du code informatique.

Nous nous intéressons aux commentaires et autres éléments textuels, à destination de l'enseignant que les étudiants rédigent pour expliquer leur démarche. L'enseignant n'a aucune exigence préalable.

A l'aide d'un programme écrit en Python, nous allons compter pour chaque compte-rendu le nombre de mots écrits en commentaires et dans les cellules de texte (format Markdown). *Les résultats sont disponibles en annexe 4.*

Pour chaque projet d'IA, les analyses des commentaires et éléments de texte révèlent des différences importantes dans la quantité d'écriture. Le projet 2 (planaire) affiche une moyenne de mots bien plus élevée (1598 mots) comparée aux projets 1 (knn) et 3 (cnn), avec des valeurs médianes également supérieures, indiquant plus d'explications de la démarche de projets dans les comptes-rendus. Cependant, l'écart-type du projet 2 est nettement plus élevé (1955,7), illustrant une grande disparité entre les contributions les plus et les moins détaillées. L'écart interquartile très élevé (1185) pour le projet 2 confirme cette variabilité. En revanche, les projets 1 et 3 présentent des écarts interquartiles plus faibles, suggérant une plus grande homogénéité dans les comptes-rendus. La comparaison des moyennes n'a pu être validée en raison de l'hétérogénéité des variances (p -valeur du test de Levene $< 0,05$)

LES REPRESENTATIONS DE L'IA POUR LES ETUDIANTS DE LA LICENCE SV

Les questionnaires proposés aux étudiants de SV et analysés ci-dessous sont disponibles en annexe 9. Ils étaient structurés en trois parties : le test d'évocation hiérarchisée sur l'IA en SV, une question où il était demandé aux étudiants d'indiquer dans quelle(s) discipline(s) l'IA intervenait et une question sur leur(s) choix de poursuite d'études (Cette dernière question est analysée en annexe mais non retenue pour notre étude).

TEST D'EVOCATION HIERARCHISEE

Il a été demandé aux étudiants de SV au début et à la fin de l'UE de neurosciences d'énoncer et de prioriser trois mots qui pour eux décrivent l'IA en SV.

Le traitement des données de l'analyse prototypique a été réalisé avec le logiciel Pointe au Sel⁷⁴. Cette application permet de compter les occurrences d'un mot et de prendre en compte son rang dans l'évocation par les répondants. La base de données est calibrée en permettant à l'utilisateur d'associer les synonymes en "items maîtres" qui sont classés en 4 groupes selon leur rang et leur fréquence en accord avec la théorie du noyau central⁷⁵

La liste des mots et de leur rang par répondant ainsi que les choix réalisés pour les regroupements de mots sont disponibles en annexe 9.

ETUDE DU TEST REALISE EN DEBUT D'UE DE NEUROSCIENCES

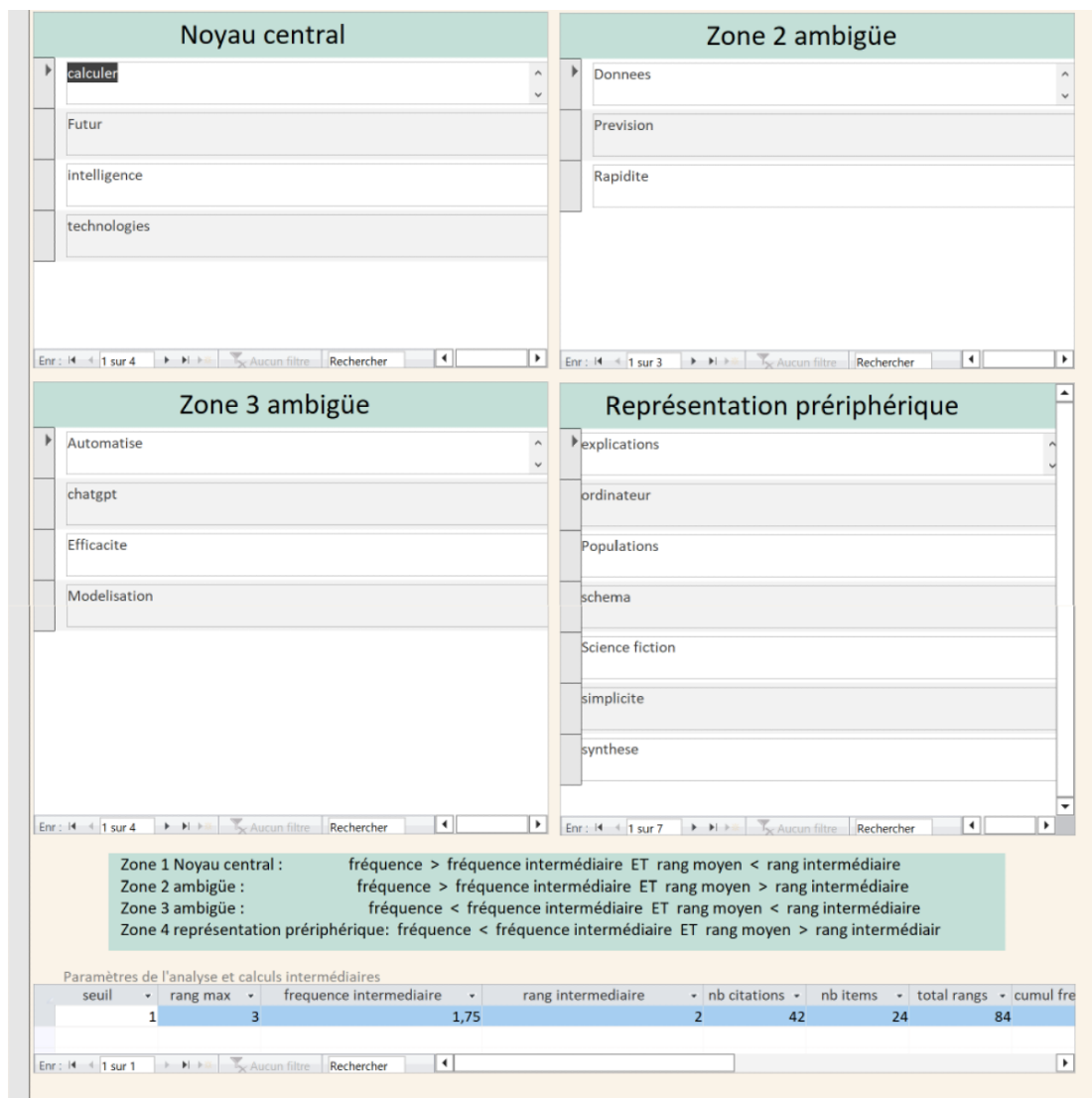


Figure 17 Capture d'écran du résultat de l'analyse prototypique avec le logiciel Pointe au Sel, licence SV, début d'UE

⁷⁴ Rouet P., Bègue A., Mouquet P.. Description d'une solution logicielle, nommée Pointe au Sel, pour réaliser des analyses prototypiques. [Interne] Université de La Réunion; UMR 228 Espace-dev. 2021. hal-03468878

⁷⁵ Abric, J.-C. (2005). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 59-80). Érès. <https://doi.org/10.3917/eres.abric.2003.01.0059>

La figure 17 présente les résultats obtenus après traitement des données avec le logiciel Pointe au Sel. Dans le groupe du noyau central, nous retrouvons les concepts : calculer, futur, intelligence, technologies.

Le noyau central regroupe les concepts qui sont considérés comme les plus significatifs et les plus stables dans la représentation sociale. Cela suggère que la représentation sociale de l'IA en SV pour les étudiants de SV repose sur l'idée que l'IA est une technologie profondément liée à la capacité de calcul, à des perspectives futures et à l'intelligence de l'IA.

Dans la zone 2 ambiguë apparaissent les concepts : données, prévisions, rapidité. Ces concepts, moins centraux, sont toujours liés au noyau central puisque c'est à travers eux que la représentation sociale s'exprime. L'IA en SV pour les étudiants de SV existe donc dans un cadre qui permet rapidement d'obtenir des prévisions à partir de données.

Dans la zone 3 ambiguë se retrouvent les concepts : automatisé, chatgpt, efficacité, modélisation, cités par peu d'étudiants mais qui sont des concepts importants pour eux. Ces étudiants associent peut-être l'IA à des outils technologiques en évoquant chatgpt ou des applications de modélisation comme celles de prévisions météorologiques.

Dans la zone 4, les concepts interviennent peu dans la représentation sociale.

ETUDE DU TEST REALISE EN FIN D'UE DE NEUROSCIENCES

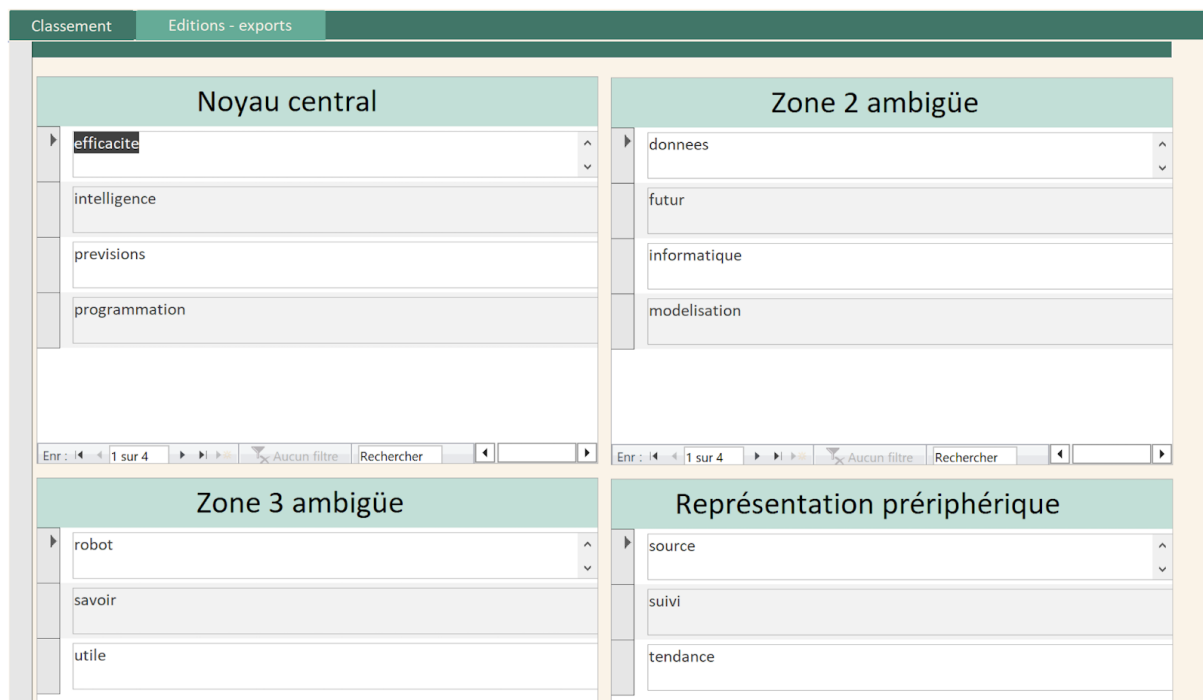


Figure 18 Capture d'écran du résultat de l'analyse prototypique avec le logiciel Pointe au Sel, licence SV, fin d'UE

La figure 18 représente les résultats du questionnaire de fin d'UE neurosciences obtenus après traitement des données avec le logiciel Pointe au Sel. Dans le groupe du noyau central, nous retrouvons à nouveau le concept d'intelligence puis les mots efficacité, prévisions, programmation.

Dans la zone 2 ambiguë apparaît à nouveau la notion de données puis futur, informatique, modélisation.

La perception des étudiants de SV semble donc évoluer vers un apport de l'IA qui aide à faire des prévisions, rend le travail plus efficace mais nécessite un travail de programmation. Cette dernière notion peut sûrement être associée aux échanges avec les étudiants d'Informatique.

Nous parlons bien ici de perception des étudiants puisque comme évoqué dans la partie « La représentation de l'IA en milieu scolaire » (p18), la représentation sociale d'un groupe évolue lentement et rarement dans le seul contexte d'une expérimentation.

Dans la zone 3 ambiguë se retrouvent les concepts : robot, savoir, utile cités par peu d'étudiants mais qui sont des concepts importants pour eux. Ces notions sont significativement différentes de celles apparaissant dans la zone 3 du premier questionnaire.

Dans la zone 4, les concepts interviennent peu dans la représentation sociale.

EVOLUTION DE LA PERCEPTION DES ETUDIANTS DE SV

Si l'on compare les deux résultats, nous pouvons remarquer que dans les deux analyses, le concept d'intelligence figure de manière récurrente dans le noyau central, sûrement en lien avec une représentation de l'IA fortement ancrée dans la société en lien avec l'idée d'une intelligence humaine réduite et transposable à la machine.

Les notions de prévisions, programmation laissent à penser que les étudiants de SV ont une idée plus précise de ce qu'est l'IA et de ce qu'elle peut apporter aux SV alors qu'apparaissait le mot "technologie" en début d'UE. De plus, nous ne retrouvons pas, non plus, le concept de "rapidité" qui était présent dans la zone 2 mais celui d'efficacité.

L'apparition dans la zone 3 de mots comme savoir et utile évoquent cette fois-ci davantage une perception de l'IA centrée sur son impact sur les connaissances et son utilité dans divers domaines.

A l'issue de l'UE de neurosciences, les étudiants de SV semblent donc avoir une perception de l'IA qui a évolué vers une vision plus réaliste centrée sur l'efficacité, la programmation et la modélisation soit une meilleure compréhension de ce qu'est l'IA et de ce qu'elle peut apporter en SV.

PLACE DE L'IA DANS LES SV

Dans les deux questionnaires, les étudiants ont également été interrogés sur les disciplines dans lesquelles ils pensaient l'IA présente.

Nous avons fait le choix d'être exhaustif sur le nombre de disciplines liées au SV puisqu'elles sont au nombre de 15 (Anatomie, Biochimie, Biologie cellulaire, Biologie moléculaire, Biologie des populations, Biologie du développement, Biologie de l'évolution, Écologie - écotoxicologie, Épidémiologie, Génétique, Génie biologique – biotechnologie, Microbiologie, Neurosciences, Phylogénie – systématique, Physiologie).

Les résultats sont présentés en annexe 10.

En moyenne au début de l'UE de neurosciences, un étudiant coche 8,6/15 disciplines alors que c'est 9,7/15 à la fin de l'UE. Il y a donc une différence de 1,7 point, mais est-elle significative ?

Pour cela, nous pouvons réaliser un test de comparaison de moyenne comme le test t de Student. Nous vérifions les conditions d'application : la normalité de la distribution avec un test de Shapiro-Wilks et l'égalité des variances avec un test de Levene.

Tableau 9 Résultat du test de Levene lors de la comparaison du nombre de disciplines de SV associées à l'IA par étudiant en début et fin d'UE

Test d'homogénéité des variances (test de Levene)				
	F	ddl	ddl2	p
Nombre de disciplines choisies	0.00170	1	31	0.967

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition d'égalité des variances

[3]

Tableau 10 Résultat du test de t de Student lors de la comparaison du nombre de disciplines de SV associées à l'IA par étudiant en début et fin d'UE

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants				
		Statistique	ddl	p
Nombre de disciplines choisies	t de Student	-0.827	31.0	0.415

Note. $H_a \mu_{\text{debut}} \neq \mu_{\text{fin}}$

Pour les deux échantillons (avant et après), la p-valeur du test de Shapiro-Wilks est $> 0,2$ (voir annexe 10), la distribution est donc normale. Les variances sont homogènes d'après le test de Levene avec une p-valeur = 0,967 (tableau 9). Le test de t-Student (tableau 10) donne une p-valeur de 0,415 ($> 0,05$), la différence de moyenne de disciplines associées à l'IA entre le début et la fin du semestre n'est donc pas significative.

Nous nous intéressons également au nombre de disciplines associées à l'IA en début et en fin d'UE. *Les résultats sont disponibles en annexe 11.*

Les résultats montrent une évolution des associations entre disciplines et IA au début et à la fin de l'UE. Bien que toutes les disciplines restent associées à l'IA, les Génie biologique-Biotechnologie, la Génétique et la Biologie Moléculaire voient leur association diminuer, tandis que les Neurosciences et l'Épidémiologie augmentent significativement. La plupart des autres disciplines, excepté la Biologie du développement et l'Anatomie, sont également davantage associées à l'IA après l'UE.

Cette évolution est-elle significative ? Comme nous ne pouvons pas appliquer le test de Shapiro-Wilks pour vérifier la normalité de la distribution de l'échantillon (Le test n'a pu être calculé), nous utilisons le test de Wilcoxon dont le résultat est présenté tableau 11.

Tableau 11 Résultat du test de Wilcoxon pour comparer entre le début et la fin de l'UE de neurosciences le nombre de disciplines associées à l'IA par les étudiants de SV

Test t pour échantillons appariés

Test t pour échantillons appariés			Statistique	ddl	p
avant	après	t de Student	-3.82	15.0	0.002
		W de Wilcoxon	10.5 ^a		0.005

Note. $H_a: \mu_{\text{Mesure 1}} - \mu_{\text{Mesure 2}} \neq 0$

^a 1 paire(s) de valeurs étaient rattachées

Sa p-valeur de 0,005 (>0,05) montre que l'évolution des résultats entre les deux périodes est significative.

La différence de moyenne du nombre de disciplines associées à l'IA en SV par les étudiants entre le début et la fin du semestre n'est pas significative. Cependant, on peut penser que les étudiants de SV ont une vision plus large de l'intégration de l'IA dans les Sciences du Vivant en fin d'UE avec la comparaison par disciplines. Globalement, plus de disciplines sont choisies, notamment les Neurosciences, davantage plébiscitées avec +10% mais qui n'atteint pas cependant 100% de répondants alors que l'IA est explicitement présente dans l'UE.

DISCUSSION

À ce stade de la démonstration, nous allons analyser les résultats obtenus en les confrontant à nos hypothèses et en les comparant à l'état de l'art, afin de formuler une réponse à notre question. Avant cela, nous examinerons le contexte pédagogique. Enfin, nous concluons cette discussion en présentant les limites de l'étude ainsi que les perspectives pour le PlanarIA project.

CONTEXTE DE L'ETUDE

Nous avons cherché à identifier dans chacune des séquences pédagogiques les dix conditions motivationnelles positives de Viau (voir partie « Les différentes composantes de la motivation en contexte scolaire », p26). Les résultats, présentés en annexe 12, montrent que tous les ingrédients sont présents : But et consignes claires, activité qui a du sens, collaboration, engagement cognitif, possibilité de faire des choix, activité diversifiée, période suffisante de travail, tâche interdisciplinaire, réalisation d'un produit authentique, défi.

Tant dans l'UE de neurosciences que dans l'UE Initiation à l'IA, chaque séquence pédagogique est complète et peut permettre aux étudiants d'avoir une perception de sa compétence, de la valeur de l'activité et de sa contrôlabilité. Ainsi, par exemple, les étudiants travaillent en interdisciplinarité et c'est un défi pour ceux de SV de fournir des données à ceux d'Informatique, qui auront eux-mêmes pour défi de proposer un modèle prédictif à leurs camarades. Ces activités ont du sens comme elles sont ancrées dans le réel. Les projets sont envisagés sur une durée de plusieurs semaines, ce qui laisse le temps aux étudiants de travailler sereinement.

L'organisation des séquences pédagogiques intègre toutes les conditions motivationnelles positives pour offrir un cadre optimal aux étudiants des deux licences.

CONFRONTATION AUX HYPOTHESES

La question centrale de cette recherche porte sur l'influence des regards croisés sur l'IA sur la motivation des étudiants des licences SV et Informatique. En d'autres termes, cette étude cherche à déterminer si la collaboration interdisciplinaire entre ces deux groupes d'étudiants, dans le cadre de projets impliquant l'IA, agit comme un facteur de motivation. Nous avons formulé plusieurs hypothèses concernant la dynamique motivationnelle matérialisée par l'engagement cognitif des étudiants ainsi que sur le contexte pédagogique.

CONFRONTATION A LA PREMIERE HYPOTHESE

La première hypothèse étudiée est que la motivation serait accrue chez les étudiants en Sciences de la Vie pour le projet PlanarIA project. Les échanges et la collaboration avec les étudiants en Informatique sont susceptibles de renforcer la motivation des étudiants de SV en leur offrant une perspective nouvelle sur leur propre domaine et en les aidant à intégrer des outils d'IA dans leurs travaux.

L'analyse du questionnaire sur la motivation des étudiants de SV montre globalement que ce travail est motivant pour eux dans l'ensemble des dimensions de la dynamique motivationnelle et de l'engagement cognitif même si l'intérêt de l'activité et de la collaboration avec les étudiants d'Informatique est un peu moins perçu. Ceci est conforté d'une part par l'analyse des comptes-rendus qui montrent que les étudiants ont éprouvé des difficultés à exploiter les résultats obtenus par leurs pairs en Informatique (ce qui a pu, également, réduire leur sentiment de compétence pour cette partie), et d'autre part, comme l'a montré leur présentation aux étudiants d'Informatique avec les questions relatives à l'IA ainsi que le peu de questions posées.

CONFRONTATION A LA DEUXIEME HYPOTHESE

La deuxième hypothèse fait la même proposition que la première mais pour les étudiants en Informatique : les échanges et la collaboration avec les étudiants de SV sur la base d'une problématique concrète améliore leur motivation par rapport aux deux autres projets sur l'IA.

L'analyse des questionnaires montre que la motivation est présente pour les trois projets là aussi dans l'ensemble des dimensions de la dynamique motivationnelle et de l'engagement cognitif. Il y aurait un avantage pour le projet 2 (planaire) et le projet 3 (cnn) même si une étude statistique inférentielle n'a malheureusement pas pu confirmer ce résultat sauf pour la perception d'une moindre compétence des étudiants pour le projet 2 (planaire) par rapport au projet 1 (knn). Ce premier projet a pu être perçu comme plus facile pour les étudiants. L'algorithme des knn est d'ailleurs abordé dès la première générale dans l'enseignement de spécialité NSI (Numérique et Sciences Informatiques). Le premier projet, en début de cursus a pu également faire l'objet d'un plus grand accompagnement de la part de l'enseignant. Pour le deuxième projet, les difficultés

rencontrées par les étudiants à obtenir un échantillon de données exploitables a accru de façon conséquente sa difficulté, diminuant leur sentiment de compétence.

Cependant, les étudiants d'Informatique ont pu, avec la collaboration trouver un défi motivant malgré les difficultés à apporter des réponses concrètes à leurs pairs biologistes. Certains comptes-rendus montrent un réel souci de clarté pour la compréhension des étudiants de SV comme le dynamisme dans la présentation à leur intention.

CONFRONTATION A LA TROISIEME HYPOTHESE

Pour la troisième hypothèse, nous sommes partis de l'idée que l'utilisation d'un outil d'IA est un facteur de motivation pour les étudiants de SV : L'introduction de l'IA dans leur projet stimule les étudiants de SV leur donnant accès à de nouveaux outils d'analyse et de traitement des données qui n'étaient pas traditionnellement disponibles dans leur formation, ce qui participe également à une acculturation à l'IA.

L'analyse des deux questionnaires sur la représentation sociale montre une évolution de la perception de l'IA des étudiants de SV vers une vision plus réaliste et plus proche de ce qu'est l'IA et de ce qu'elle peut apporter en SV. Cette perception est plus centrée sur la notion d'efficacité, la programmation et la modélisation et nuance l'idée d'intelligence attribuée aux machines. Cette évolution montre ainsi que les étudiants se sont intéressés à l'outil d'IA utilisé et présenté par leurs pairs d'Informatique, signe de leur engagement cognitif dans le projet, témoin de leur motivation. Et même si dans les carnets de TP les résultats de la licence Informatique sont très peu présents, ils montrent que presque la moitié des étudiants perçoivent l'intérêt de l'IA pour l'analyse des données mais dont ils n'ont pu se saisir.

Les deux enseignants offrent un environnement d'apprentissage basé sur un problème concret « Quelles sont ces molécules mystères ? » dans le cadre d'un projet interdisciplinaire. Les séquences pédagogiques de l'UE de neurosciences et de l'UE Initiation à l'IA intègrent toutes les conditions motivationnelles positives dans le cadre de la pédagogie active pour stimuler la motivation intrinsèque des étudiants, ce qui encourage leur engagement et leur persévérance dans l'activité, gage d'un apprentissage de qualité. Elles favorisent l'interdisciplinarité et l'ancrage dans des projets concrets. La collaboration avec les pairs peut être un levier de la motivation intrinsèque qui ne se commande pas.

Ainsi, dans ce cadre d'apprentissage très favorable, un faisceau d'indices montre que les regards croisés des étudiants sur l'IA ont pu être un facteur de motivation intrinsèque dans toutes ses dimensions (perception de la valeur, de la compétence, de la contrôlabilité) comme le montre l'ensemble des résultats des questionnaires sur la motivation, les échanges entre les étudiants des deux licences et le souci de certains étudiants d'Informatique à rédiger un compte-rendu pédagogique à destination de leurs pairs et non plus de l'enseignant seul ; et ceci, malgré la difficulté des étudiants d'informatique à manipuler les données de biologie et des étudiants de SV à utiliser le travail de leurs pairs informaticiens.

L'évolution de la perception de l'IA pour les étudiants de SV semble montrer également que travailler sur cette technologie dans le cadre du planarIA Project a été motivant pour ces derniers.

Toutefois, ces résultats sont à nuancer et à confirmer puisque l'analyse de données n'a pas toujours pu les confirmer.

LIMITES DE L'ETUDE

Comme la taille des effectifs des deux licences est peu modulable, une étude de la motivation sur plusieurs années pourrait être intéressante. Pour la licence de SV, une comparaison de la motivation avec une ou plusieurs autres UE ou à minima les notes obtenues pourraient étayer également l'analyse de la motivation de ses étudiants.

Réaliser l'anonymisation après la passation de l'ensemble des questionnaires permettrait également de suivre et de comparer la motivation dans le temps pour un même étudiant.

Il ne faut pas négliger non plus le biais lié à l'auto-évaluation dans les questionnaires. Les compléter avec des entretiens individuels serait pertinents.

Pour la question « J'ai eu mon mot à dire sur la façon dont le travail s'est déroulé », la part de réponse « sans avis » est forte. Cette question évalue la perception de la contrôlabilité. Soit cette question a été mal comprise et les étudiants n'y ont pas répondu. Soit c'est un indice que ces étudiants ont effectué ce qui leur a été demandé sans chercher à s'emparer eux-mêmes des projets. Cela renforce l'idée que les résultats de cette étude sont à nuancer.

L'étude a montré que les étudiants de SV étaient peu à l'aise avec l'utilisation des outils d'IA. Des recherches futures pourraient se concentrer sur l'accompagnement des étudiants dans l'utilisation de ces outils numériques pour mieux comprendre comment renforcer leur perception de contrôle dans ce type de projet.

PERSPECTIVES

À l'issue de l'année universitaire, les deux enseignants restent convaincus de l'intérêt du projet PlanarIA projec et, avec leur retour d'expérience dans le cadre de cette étude, sont force de propositions notamment pour renforcer la motivation de leurs étudiants.

Parmi les propositions, l'enseignante de SV souhaite une réorganisation de l'UE de neurosciences pour qu'elle assure un meilleur accompagnement des étudiants de SV tout au long du projet avec une meilleure maîtrise du calendrier. Ceci peut permettre d'augmenter leur perception de la contrôlabilité et de la compétence de l'activité, source de motivation.

Dans l'UE Initiation à l'IA, l'enseignant anticipera la problématique du manque de données en rapprochant les données fournies par les biologistes d'un jeu de données classiques avec données suffisantes et utilisables telles qu'elles. La perception de la compétence à réaliser l'activité serait facilitée. En effet, le manque de données

exploitables a nécessité, pour les étudiants d'Informatique à apprendre à nettoyer et à augmenter des données. L'enseignant a dû s'adapter, ce qui a également compliqué le déroulement du projet par rapport aux deux autres.

Pour une utilisation future de l'application lors des TP planaires, les deux enseignants pensent faire faire des données par des stagiaires pour que l'échantillon soit d'une taille correcte.

Cependant, pour l'enseignante de SV, les étudiants de SV continueront l'analyse de données, l'IA ne s'y substituera pas complètement. L'IA permettra d'accélérer le travail en informatisant une partie de l'expérimentation avec la réalisation de plus de vidéos ou d'étudier plus de molécules, d'aller plus loin dans la démarche. Avec l'application, à partir d'une vidéo prise lors du TP, les étudiants auraient une prédiction de la molécule mystère. Une autre possibilité : étudiants SV vs IA sur la base des travaux de projet des L3 info. Dans tous les cas, la démarche encourage l'usage critique et réfléchi de l'IA.

Cependant, les attendus seront à clarifier et des stratégies d'accompagnement spécifiques mises en place pour que la perception de la valeur de l'activité soit claire pour l'ensemble des étudiants de SV. En effet, les résultats de l'étude suggèrent que l'utilisation simultanée de l'IA et d'une analyse de données réalisée par les étudiants de SV a été une source de confusion.

Enfin, les deux enseignants ont trouvé les échanges entre étudiants des deux licences très intéressantes avec un intérêt à faire partager leur projet respectif. Ils ont eu l'impression, cependant, que deux mondes inconnus se rencontraient : utilisation d'un vocabulaire différent, attentes de part et d'autre mal comprises, notamment des étudiants de SV peu acculturés à l'IA. Les enseignants envisagent donc, à l'avenir d'associer des étudiants des deux licences en petits groupes mixtes pour faciliter leurs échanges et encourager la collaboration. Le calendrier n'a pas permis une troisième rencontre, envisagée initialement avec une restitution des projets en présence d'autres enseignants.

CONCLUSION

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans l'enseignement supérieur, notamment dans les disciplines des Sciences de la Vie et de l'Informatique, ouvre un champ de possibilités à la fois stimulantes et prometteuses. Ce mémoire, initié par une opportunité d'étudier l'apport de l'IA dans un enseignement interdisciplinaire, a permis d'explorer les liens entre outil numérique et pédagogie active comme moteur de la motivation des étudiants, tout en ancrant cette réflexion dans une expérience de terrain enrichissante.

Les principaux apports de cette réflexion résident d'abord dans la mise en lumière du potentiel de l'IA pour transformer en profondeur les pratiques pédagogiques pour relever les défis qui s'ouvrent pour le XXI^{ème} siècle. Ces pratiques, qui intègrent le numérique dans le cadre d'une pédagogie active, réunissent les conditions pour proposer un terreau fertile à la motivation intrinsèque des étudiants. La proposition d'un cadre qui s'ancre dans la réalité avec le regard croisé de disciplines comme les Neurosciences et l'Informatique sont propices à renforcer l'engagement des étudiants, témoin de leur motivation. En transformant des tâches complexes en opportunités d'apprentissage engageantes, l'IA propose une redéfinition des rôles pédagogiques traditionnels, permettant aux étudiants de devenir des acteurs centraux de leur propre apprentissage.

L'expérience de stage a été une phase charnière de cette réflexion, car elle a permis d'observer et de tester concrètement les concepts théoriques explorés dans ce mémoire. Travailler auprès des deux enseignants investis dans le projet m'a permis d'observer directement les effets de l'intégration de l'IA sur la motivation des étudiants de SV mais aussi tout le potentiel d'une collaboration entre étudiants de deux disciplines différentes. Grâce à la disponibilité et l'engagement des enseignants, j'ai pu accéder aux productions des étudiants et élaborer des outils d'évaluation, tels que des questionnaires sur la motivation et la représentation sociale de l'IA. Cette expérience a enrichi l'analyse et illustré comment l'IA peut être intégrée dans un cadre pédagogique réel, auprès d'étudiants en Sciences de la Vie et d'Informatique associés dans le même projet.

Ce mémoire a révélé ainsi plusieurs aspects liés à l'utilisation de l'IA dans l'enseignement supérieur dans le cadre d'un projet interdisciplinaire. Premièrement, même si le planarIA project n'est pas arrivé à maturité, il montre les possibilités de l'intégration de l'IA dans les enseignements, comme les travaux pratiques de neurosciences, en permettant une évolution de ces derniers vers une automatisation de tout ou partie d'une tâche fastidieuse pour dégager du temps pour approfondir la démarche expérimentale. Cette possibilité d'analyser et de prédire les phénomènes biologiques en temps réel est un atout majeur, tant pour la pédagogie que pour la motivation des étudiants.

Deuxièmement, la réflexion autour de l'IA a permis de mettre en évidence un effet secondaire positif : en stimulant l'intérêt pour l'informatique, elle encourage les étudiants en SV à explorer un domaine qu'ils pourraient initialement considérer comme éloigné de leurs centres d'intérêt. En même temps, elle ancre le travail des étudiants de SV et d'Informatique dans des problématiques réelles, nourrissant ainsi leur motivation à travers une interdisciplinarité enrichissante où ils doivent répondre aux besoins d'une autre discipline. En favorisant l'interdisciplinarité, l'IA devient ainsi un levier pour une approche plus holistique de la science, où les barrières entre les disciplines tendent à disparaître au profit d'une collaboration enrichissante. Cette ouverture à l'interdisciplinarité se manifeste particulièrement dans les contextes où les Sciences de la Vie nécessitent l'exploitation de larges ensembles de données. Bien que les résultats obtenus dans ce mémoire soient prometteurs, il est important de souligner que l'intégration de l'IA dans l'enseignement supérieur en est encore à ses

balbutiements. Les études menées dans le cadre de ce travail de recherche doivent elles-mêmes être confirmées pour mieux comprendre les mécanismes par lesquels l'IA influence la motivation et l'apprentissage des étudiants de SV dans le cadre du PlanarIA project. Il est nécessaire d'élargir l'échantillon d'étudiants en assurant un suivi sur plusieurs années pour garantir la généralisation des résultats observés.

En conclusion, ce mémoire a permis de démontrer que l'introduction de l'IA dans l'enseignement supérieur, et plus particulièrement dans les filières des Sciences de la Vie et de l'Informatique, peut avoir des effets positifs significatifs sur la motivation des étudiants. La refondation des pratiques pédagogiques vers une pédagogie active incluant le numérique et l'interdisciplinarité en est un atout essentiel. Toutefois, ces premières observations méritent d'être confirmées en prolongeant l'étude sur plusieurs années. Cette recherche a également mis en évidence une évolution positive de la perception des étudiants envers l'IA, plus proche de la réalité où elle réalise des tâches définies sur la base d'un jeu de données et d'algorithmes. En poursuivant cette réflexion et en continuant à explorer de nouvelles voies pour intégrer l'IA dans l'éducation, nous pourrions, peut-être, transformer durablement l'enseignement supérieur pour qu'il réponde mieux aux attentes et aux besoins des générations futures.

Ouvrages

- Abric, J.-C. (2005). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 59-80). Érès. <https://doi.org/10.3917/eres.abric.2003.01.0059>
- Benware, C. A., & Deci, E. L. (1984). Quality of Learning With an Active Versus Passive Motivational Set. *American Educational Research Journal*, 21(4), 755-765. <https://doi.org/10.3102/00028312021004755>
- DE CLERCQ, M., WOUTERS, P., FRENAY, M., RAUCENT, B., & cahier-LLL. (Dec-2020). *Les cahiers du LLL – N°13 : Oser la pédagogie active*. Presses universitaires de Louvain.
- De la Higuera, C., & Iyer, J. (2024). *IA pour les enseignants : un manuel ouvert*. Press-books.
- Díaz, B., & Nussbaum, M. (2024). Artificial intelligence for teaching and learning in schools: The need for pedagogical intelligence. *Computers & Education*, 217, 105071. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105071>
- Fenouillet, F. (2017). Chapitre 2. Les théories de la réussite et de l'échec. In *La motivation* (pp. 31-68). Dunod.
- Fenouillet, F. (2023). *Les théories de la motivation*.
- Ghiringhelli, A. (2019). *Analyse des représentations sociales du concept « d'intelligence » dans les discours sur l'Intelligence Artificielle*. [https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/23698/Ghiringhelli Adele 2019_mmoire.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/23698/Ghiringhelli_Adele_2019_mmoire.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning*.
- Lebrun, M. (2007). Chapitre 3. Quelques méthodes pédagogiques actives. In *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre* (pp. 123-168). De Boeck Supérieur.
- Lieury, A., & Fenouillet, F. (2019). *Motivation et réussite scolaire*. Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.lieur.2019.01>
- Lo Monaco, G., & Lheureux, F. (2007). Représentations sociales : théorie du noyau central et méthodes d'étude. pp.1 - 55. (hal-01736607). <https://hal.science/hal-01736607/>
- Mayer, R. E. (1984). Review of *Learning and Teaching with Computers: Artificial Intelligence in Education*, by T. O'Shea & J. Self. *Instructional Science*, 13(1), 95–97.
- Rolland, V. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.
- Roussiau, N. (2002). *La mémoire sociale : identités et représentations sociales*.
- Solari Landa, M., & Rakotomalala Harisoa, N. A. (2024). *Représentations de l'IA auprès des lycéens Le cas d'un établissement parisien*.
- Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique*. Retz. <https://doi.org/10.3917/retz.trico.2017.01>
- Turing, A. M. (1950). I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. *Mind*, LIX(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- Vianin, P. (2007). Chapitre 5. Les difficultés de motivation : comment elles s'expriment. In *La motivation scolaire* (pp. 103-106). De Boeck Supérieur.
- Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire* (2ème édition ed.). DE BOECK.
- Zacklad, M. (2018). *Intelligence Artificielle : représentations et impacts sociétaux. [Rapport Technique]*. <https://shs.hal.science/halshs-02937255>

Sites Web

Intelligence artificielle, de quoi parle-t-on ? (n.d.). CNIL. <https://www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle/intelligence-artificielle-de-quoi-parle-t-on>

Intelligence artificielle : définition et utilisation | Thèmes | Parlement européen. (2020, July 9). Thèmes | Parlement

Européen. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation> (consulté le 20/08/24)

Larousse, É. (n.d.). *intelligence artificielle* - LAROUSSE. https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257 (consulté le 20/08/24)

Qu'est-ce que l'IA forte ? | IBM. (n.d.). <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/strong-ai>, consulté le 20/08/24

Galindo, V. T. L. a. P. L. (2021, January 7). *Représentations et perceptions de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le milieu éducatif : les lycéens (Partie 1)*. GTnum #Scol_IA. <https://scoliblog.wordpress.com/2020/12/07/representations-et-perceptions-de-lintelligence-artificielle-ia-dans-le-milieu-educatif-lycee/> (consulté le 20/08/24)

Galindo, V. T. L. a. P. L. (2021b, January 8). *Représentations et perceptions de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le milieu éducatif : les étudiants (partie 2)*. GTnum #Scol_IA. <https://scoliblog.wordpress.com/2021/01/08/representations-et-perceptions-de-lintelligence-artificielle-ia-dans-le-milieu-educatif-les-etudiants-partie-2/> (consulté le 20/08/24)

Philippe Meirieu : accueil et actualité de la pédagogie. (n.d.). <http://www.meirieu.com/OUTILSDEFORMATION/CpA-09.pdf> (consulté le 25/08/24)

Vidéos

Louvain Learning Lab. (2020, January 10). *A2 La pédagogie active, comment faire ?* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wKxlgvbAAk0> (consulté le 25/08/24)

Logiciels

- Jamovi :

The jamovi project (2024). *jamovi*. (Version 2.5) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

R Core Team (2023). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.3) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2024-01-09).

Fox, J., & Weisberg, S. (2023). *car: Companion to Applied Regression*. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=car>.

Seol, H. (2024). *snowCluster: Multivariate Analysis*. (Version 7.3.5) [jamovi module]. URL <https://github.com/hyunsooseol/snowCluster>.

Kassambara, A. & Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses*. [R package]. URL <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>.

- Pointe au Sel :

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 Les 10 conditions motivationnelles selon Viau (2009) d'une activité d'apprentissage	28
Tableau 2 Tableau de synthèse des différentes données disponibles	38
Tableau 3 Comparaison des résultats de l'année universitaire n et n-1 pour les carnets de TP, licence SV.....	41
Tableau 4 Résultat du test t de Student avec vérification de la normalité de l'échantillon et de l'homogénéité des variances pour comparer les moyennes entre les années universitaires n et n-1	42
Tableau 5 p-valeur du test de Shapiro-Wilks par question par projet, licence Informatique	43
Tableau 6 Résultats de la p-valeur du test de Levene pour les questions 1 à 8 du test sur la motivation par projet, licence Informatique	44
Tableau 7 Résultats de la p-valeur du test de Levene pour les questions 1, 2, 4, 5 et 7 du test sur la motivation par projet, licence Informatique	44
Tableau 8 Résultats du test post-hoc DSCF pour la question 4, licence Informatique.....	44
Tableau 9 Résultat du test de Levene lors de la comparaison du nombre de disciplines de SV associées à l'IA par étudiant en début et fin d'UE.....	49
Tableau 10 Résultat du test de t de Student lors de la comparaison du nombre de disciplines de SV associées à l'IA par étudiant en début et fin d'UE	49
Tableau 11 Résultat du test de Wilcoxon pour comparer entre le début et la fin de l'UE de neurosciences le nombre de disciplines associées à l'IA par les étudiants de SV.....	50

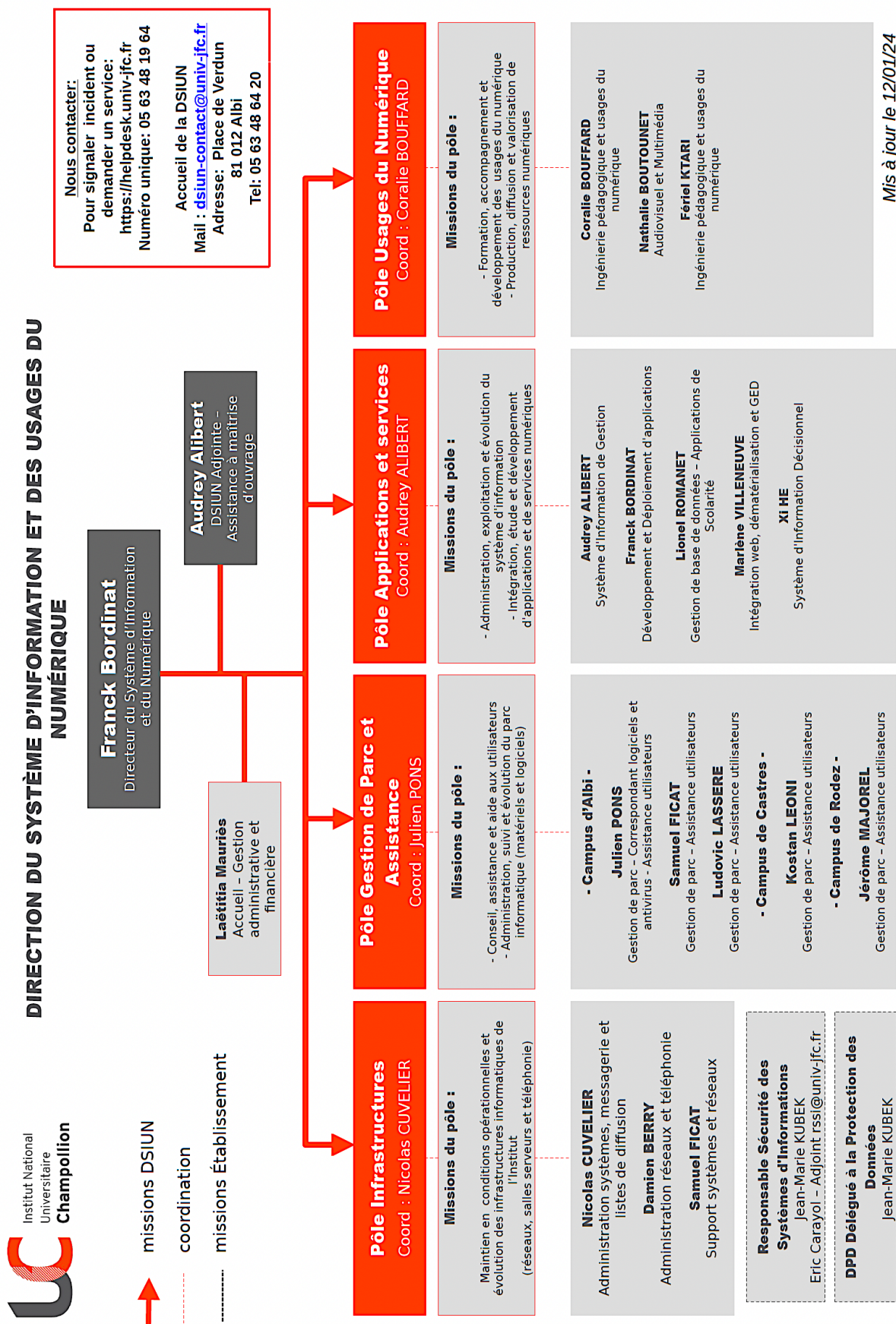
TABLE DES FIGURES

Figure 1 Capture d'écran d'un extrait de la page "Qui sommes-nous ?" du site Web de l'INUC consulté le 20/08/24	8
Figure 2 Entrée principale de l'INUC, campus d'Albi, avec vue sur le bâtiment multimédia (en blanc) qui abrite la DSIUN	9
Figure 3 Présentation du PlanarIA project– Illustration Christophe Sénégas (tous droits réservés)	10
Figure 4 Planaire d'eau douce (http://commons.uncyclomedia.org/wiki/Image:Planariakaka.jpg consulté le 20/08/24)	10
Figure 5 Extrait du carnet de TP de neurosciences L2 semestre 2 conçu par C.Vignet et illustré par C.Sénégas présentant les différentes stéréotypies adoptées par une planaire (Tous droits réservés)	11
Figure 6 Extrait d'une présentation de Thierry Montaut pour illustrer le planarIA project.....	12
Figure 7 Logo du planarIA project	12
Figure 8 Chronologie du déroulement des séquences pédagogiques	14
Figure 9 Classement des items en 4 groupes selon la théorie du noyau central. Abric, J. (2005)	18

Figure 10 Évolution de la relation rang/fréquence lors de l'étude de la représentation sociale de l'IA chez les lycéens.....	19
Figure 11 Évolution de la relation rang/fréquence lors de l'étude de la représentation sociale de l'IA chez des étudiants	20
Figure 12 Modèle mixte de Lieury et Fenouillet (2019) où autonomie et SEP sont en interaction pour la motivation intrinsèque	25
Figure 13 La dynamique motivationnelle de l'élève selon Viau (2009).....	26
Figure 14 Le cadre de référence de la motivation selon Viau (2009).....	27
Figure 15 Quelques constituants pédagogiques du pentagone de l'apprentissage dans Lebrun (2007).....	31
Figure 16 Chronologie du déroulement des séquences pédagogiques où sont précisés en gras les outils d'analyse	38
Figure 17 Capture d'écran du résultat de l'analyse prototypique avec le logiciel Pointe au Sel, licence SV, début d'UE.....	46
Figure 18 Capture d'écran du résultat de l'analyse prototypique avec le logiciel Pointe au Sel, licence SV, fin d'UE	47

ANNEXES

Annexe 1 Organigramme de la DSIUN	62
Annexe 2 Questionnaire sur la motivation pour les 3 projets Informatique (étudiants Informatique) et en fin d'UE de neurosciences (étudiants SV)	63
Annexe 3 Questionnaire sur la représentation de l'IA pour les étudiants de SV	64
Annexe 4 Programme en Python utilisé pour comparer le nombre de mots des comptes-rendus de projets d'Informatique et résultats	66
Annexe 5 Résultats du questionnaire sur la motivation proposé en fin d'UE aux étudiants de SV	68
Annexe 6 Résultats de l'analyse des comptes-rendus des étudiants de SV.....	70
Annexe 7 Les échanges entre les étudiants des deux licences.....	71
Annexe 8 Résultats du questionnaire sur la motivation pour chaque projet de l'UE "Initiation à l'IA" ...	73
Annexe 9 Résultats du test d'évocation hiérarchisé en début et fin d'UE de Neurosciences	77
Annexe 10 Résultats du questionnaire pour les étudiants de SV sur les disciplines de SV associées à l'IA.....	79
Annexe 11 Disciplines de SV associées à l'IA entre le début et la fin de l'UE	80
Annexe 12 Recherche des conditions motivationnelles dans les séquences pédagogiques	81



Annexe 2 Questionnaire sur la motivation pour les 3 projets Informatique (étudiants Informatique) et en fin d'UE de neurosciences (étudiants SV)

1. De façon générale, je trouve que le contenu de l'UE « Introduction à l'IA » est motivant.

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

Nous aimerions connaître votre point de vue sur le modèle d'IA = "nom du modèle" que vous venez de traiter :

2. Il me sera utile pour l'avenir

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

3. Il est intéressant à réaliser

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

4. Je me suis senti capable de mener à bien ce travail

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

5. J'ai eu mon mot à dire sur la façon dont le travail s'est déroulé

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

6. Je pense avoir employé les bonnes méthodes de travail

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

7. J'ai persévéré jusqu'à être que satisfait de mon travail

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

8. J'estime que mon investissement par rapport aux résultats obtenus pour ce travail sont cohérents

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

Pour le projet 2 (planaire), une question supplémentaire est présente entre les questions 3 et 4 :

3bis. La collaboration avec les étudiants de L2 bio rend ce travail plus intéressant

Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Assez d'accord	Tout à fait d'accord	Sans avis
----------------------	--------------	----------------	----------------------	-----------

Remarque - Méthode de passation : Les étudiants d'Informatique ont répondu en classe, sur Moodle, après un temps d'explication par leur enseignant. Afin de ne pas biaiser l'expérimentation, les enseignants avaient pour consignes de ne pas influencer les réponses. Pour cela, une explication type leur a été proposée : "Je viens de restructurer ce cours et je souhaite mesurer ses points forts et faibles pour l'améliorer. Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses, c'est pourquoi, répondez, s'il vous plaît, avec le plus de sincérité possible à toutes les questions. Ce questionnaire est anonyme".

Le calendrier universitaire et surtout l'organisation de l'UE de Neurosciences n'ont pas permis à l'enseignante de faire répondre les élèves en classe pour le deuxième questionnaire mais elle a été vigilante à poser le cadre et à veiller à ce que l'ensemble des étudiants répondent.

Annexe 3 Questionnaire sur la représentation de l'IA pour les étudiants de SV

Ce questionnaire a été proposé au début de l'UE de neurosciences et ensuite à la fin de l'UE (dans ce cas, il a été associé au questionnaire sur la motivation).

1. Choisir puis prioriser 3 mots en relation avec l'IA en Sciences de la Vie.
2. Dans quel(s) domaine(s) intervient l'IA en sciences de la vie ?
 - Anatomie
 - Biochimie
 - Biologie cellulaire
 - Biologie moléculaire
 - Biologie des populations
 - Biologie du développement
 - Biologie de l'évolution
 - Ecologie - écotoxicologie
 - Epidémiologie
 - Génétique
 - Génie biologique – biotechnologie
 - Microbiologie
 - Neurosciences
 - Phylogénie – systématique

- Physiologie
- Aucun

3. Envisagez-vous de poursuivre vos études vers (plusieurs choix possibles) :

- Un master de biologie moléculaire
- Un master de biologie cellulaire,
- Un master de bio-informatique
- Un master de biostatistiques
- Une licence pro de biologie
- Autres (préciser)

Les résultats pour cette question 3 sont présentés ci-dessous. Le semestre semble avoir permis aux étudiants de licence SV d'élargir leurs horizons quant à leur orientation future mais ils n'ont pas suivi uniquement l'UE de neurosciences. D'autres facteurs ont pu intervenir. Nous avons donc choisi de ne pas exploiter les informations apportées par cette question.

Le nombre de répondants n'est pas le même en début d'UE (15 répondants) qu'en fin d'UE (18 répondants).

Les étudiants ont émis entre 1 et 3 souhaits d'orientation, avec une moyenne de 1,4 en début d'UE et de 1,56 en fin d'UE.

Tableaux : Statistiques descriptives des choix d'orientation des étudiants de SV au début et à la fin de l'UE

Statistiques descriptives			
		Période	Choix d'orientation
		Avant	Après
Moyenne	Master de biologie moléculaire	4.00	6.00
	Master de biologie cellulaire	6.00	10.0
	Master de bio-informatique	0.00	0.00
	Master de biostatistiques	0.00	1.00
	Licence pro de biologie	2.00	3.00
	Autres	9.00	8.00

Statistiques descriptives		
	Période	Choix d'orientation
N	debut	15
	fin	18
Manquants	debut	0
	fin	0
Moyenne	debut	1.40
	fin	1.56
Minimum	debut	1
	fin	1
Maximum	debut	3
	fin	3

Les masters de biologie sont davantage plébiscités : De 4 à 6 répondants pour le master de biologie moléculaire et de 6 à 10 répondants pour le master de biologie cellulaire. Un étudiant coche également un master de biostatistiques.

Parmi les choix "Autres", nous retrouvons des études de santé pour 3 étudiants au début et à la fin de l'UE ainsi qu'un master en microbiologie.

Uniquement au début de l'UE, un répondant évoque quant à lui une poursuite vers des études en soins infirmiers.

Uniquement en fin d'UE, un répondant dans Autres, précise pompier professionnel et une autre une licence professionnelle mais pas de biologie.

Annexe 4 Programme en Python utilisé pour comparer le nombre de mots des comptes-rendus de projets d'Informatique et résultats

```
1 import json
2 import re
3 import os
4
5 def count_words(notebook_path):
6     comment_word_count = 0
7     markdown_word_count = 0
8
9     try:
10        with open(notebook_path, 'r', encoding='utf-8') as f:
11            notebook = json.load(f)
12        except (json.JSONDecodeError, UnicodeDecodeError) as e:
13            print(f"Erreur lors de la lecture du fichier {notebook_path}: {e}")
14            return 0, 0
15
16        for cell in notebook.get('cells', []):
17            if cell['cell_type'] == 'code':
18                for line in cell.get('source', []):
19                    # Regex pour détecter les commentaires Python
20                    comment_match = re.match(r'\s*#(.*)', line)
21                    if comment_match:
22                        comment_text = comment_match.group(1)
23                        words = comment_text.split()
24                        comment_word_count += len(words)
25            elif cell['cell_type'] == 'markdown':
26                markdown_content = ''.join(cell.get('source', []))
27                words = markdown_content.split()
28                markdown_word_count += len(words)
29
30        return comment_word_count, markdown_word_count
31
32 def find_and_count_notebooks(directory, target_folders):
33     results = {folder: {'comment_words': [], 'markdown_words': []} for folder in target_folders}
34
35     for folder in target_folders:
36         folder_path = os.path.join(directory, folder)
37         if os.path.exists(folder_path):
38             for root, dirs, files in os.walk(folder_path):
39                 for file in files:
40                     if file.endswith('.ipynb') and '.ipynb_checkpoints' not in root:
41                         notebook_path = os.path.join(root, file)
42                         comment_count, markdown_count = count_words(notebook_path)
43                         results[folder]['comment_words'].append(comment_count)
44                         results[folder]['markdown_words'].append(markdown_count)
45         else:
46             print(f"Dossier {folder_path} n'existe pas ou est inaccessible.")
47
48     return results
49
50 # Répertoire de base où se trouve le script Python et les dossiers à analyser
51 base_directory = '.'
52
53 # Noms des dossiers à analyser
54 target_folders = ['knn_projets', 'planaire_projets', 'cnn_projets']
55
56 # Trouver et compter les mots dans les notebooks
57 results = find_and_count_notebooks(base_directory, target_folders)
58
59 # Afficher les listes des résultats
60 for folder, counts in results.items():
61     print(f"Dossier: {os.path.join(base_directory, folder)}")
62     print(f" Nombre de mots dans les commentaires par fichier : {counts['comment_words']}")
63     print(f" Nombre de mots dans les cellules markdown par fichier : {counts['markdown_words']}")
64     print() # Ligne vide pour séparer les dossiers
65
```

Sortie à l'exécution du programme :

```
.....
Dossier: ./knn_projets
Nombre de mots dans les commentaires par fichier : [181, 77, 198, 166, 347, 238, 431, 86, 267, 294, 204, 284, 151, 156, 109]
Nombre de mots dans les cellules markdown par fichier : [96, 98, 166, 96, 202, 92, 92, 109, 97, 241, 92, 92, 205, 98, 92]

Dossier: ./planaire_projets
Nombre de mots dans les commentaires par fichier : [489, 650, 57, 510, 1834, 3473, 1142, 72, 37, 75, 163, 246, 42, 775, 92, 276, 347]
Nombre de mots dans les cellules markdown par fichier : [166, 310, 148, 965, 1700, 2573, 5007, 1429, 76, 121, 96, 667, 291, 2353, 742, 40, 208]

Dossier: ./cnn_projets
Nombre de mots dans les commentaires par fichier : [263, 345, 95, 133, 312, 649, 227, 51, 125, 31, 219, 254, 48, 322, 188]
Nombre de mots dans les cellules markdown par fichier : [654, 654, 16, 257, 153, 1203, 90, 270, 255, 406, 212, 321, 576, 930, 1692]
```

Statistiques descriptives du nombre de mots par projet, licence Informatique

Statistiques descriptives									
	Projet	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Ecart interquartile	Etendue	Minimum	Maximum
Total mots	knn	15	337	330	121.0	112.0	374	175	549
	planaire	17	1598	834	1955.7	1185.0	6036	113	6149
	cnn	15	730	465	547.8	573.0	1769	111	1880
# Commentaires	knn	15	213	198	98.8	122.0	354	77	431
	planaire	17	605	276	878.4	575.0	3436	37	3473
	cnn	15	217	219	157.8	177.5	618	31	649
Markdown	knn	15	125	97	51.5	45.5	149	92	241
	planaire	17	994	310	1313.5	1281.0	4967	40	5007
	cnn	15	513	321	460.5	420.5	1676	16	1692

Selon les statistiques descriptives présentées ci-dessus, la moyenne du nombre de mots, que ce soit en commentaire du code que dans des éléments de texte est toujours plus importante pour le projet 2 (planaire) avec par exemple une moyenne de 1598 mots au total pour le projet 2 (planaire) contre respectivement 337 et 730 pour les projets 1 (knn) et 3 (cnn).

La médiane est également au moins 1,8 fois plus importante pour le projet 2 (planaire). Les étudiants semblent donc pour ce projet plus explicites dans leur démarche.

Cependant l'écart-type du projet 2 (planaire) avec 1955,7 est bien plus important que pour les deux autres projets. Les étudiants les plus bavards ont ainsi écrit 6149 mots contre 113 pour les moins prolixes (étendue de 6036 mots).

En comparaison, pour le projet 1 (knn), l'écart-type n'est que de 121 avec une différence de 374 mots seulement entre les comptes-rendus le plus et le moins détaillés. Pour le projet 3 (cnn), l'écart-type est de 547,8 avec une différence de 1769 mots entre les comptes-rendus le plus et le moins détaillés.

L'écart interquartile du projet 2 (planaire), très élevé (1185), confirme de grands écarts entre les différents comptes-rendus même en excluant les valeurs extrêmes. Certains groupes d'étudiants ont ainsi cherché à être précis dans leur démarche alors que d'autres non. En comparaison, l'écart interquartile des deux autres projets (respectivement 112 pour le projet 1 et 573 pour le projet 2) est beaucoup plus faible, montrant plus d'homogénéité entre les comptes-rendus.

Il n'a pas été possible de confirmer ces résultats par un test de comparaison des moyennes car les variances ne sont pas homogènes (p-valeur du test de Levene <0,05) même en supprimant les valeurs aberrantes.

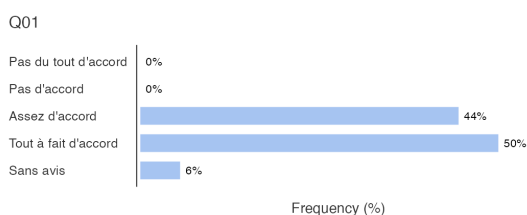
Annexe 5 Résultats du questionnaire sur la motivation proposée en fin d'UE aux étudiants de SV

Statistiques descriptives de la partie sur la motivation du deuxième questionnaire, licence SV

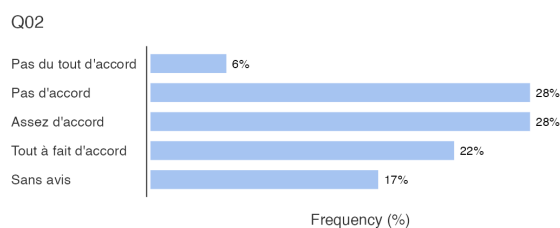
Statistiques descriptives									
	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09
N	17	15	18	15	13	16	16	13	16
Manquants	1	3	0	3	5	2	2	5	2
Moyenne	3.53	2.80	3.06	2.87	3.38	3.13	3.19	2.77	2.88
Médiane	4	3	3.00	3	3	3.00	3.00	3	3.00
Ecart-type	0.514	0.941	0.802	0.743	0.650	0.500	0.403	0.599	1.02
Minimum	3	1	1	2	2	2	3	2	1
Maximum	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Résultats par question sur la motivation

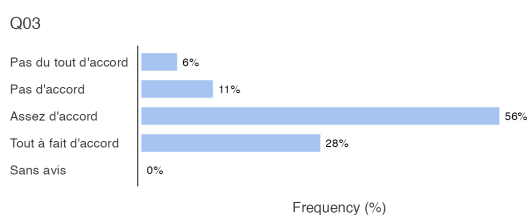
1. De façon générale, je trouve que le contenu de l'UE « Introduction à l'IA » est motivant.



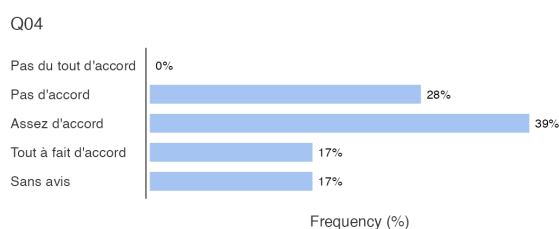
2. Il me sera utile pour l'avenir (Nous aimerions connaître votre point de vue sur le modèle d'IA = "nom du modèle" que vous venez de traiter)



3. Il est intéressant à réaliser

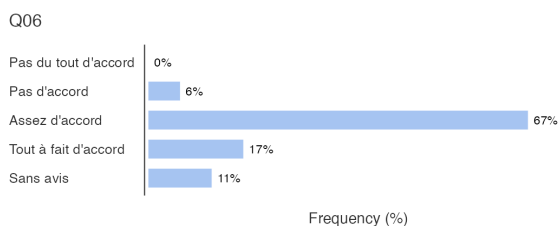
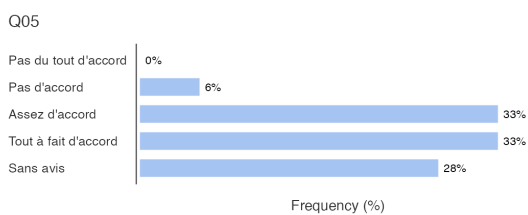


4. Je me suis senti capable de mener à bien ce travail

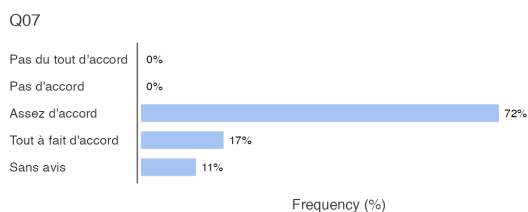


5. J'ai eu mon mot à dire sur la façon dont le travail s'est déroulé

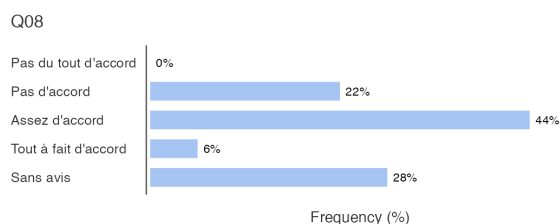
6. Je pense avoir employé les bonnes méthodes de travail



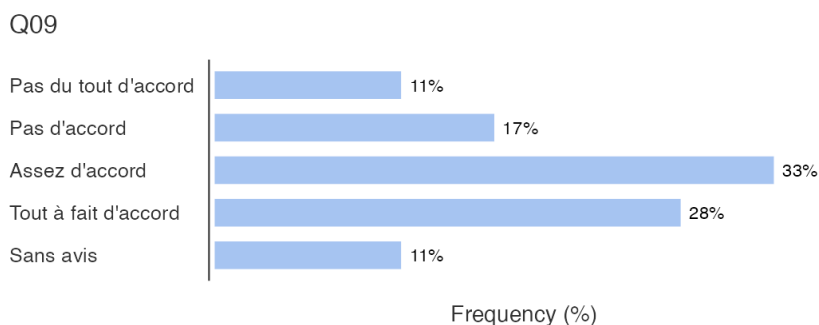
7. J'ai persévéré jusqu'à être que satisfait de mon travail



8. J'estime que mon investissement par rapport aux résultats obtenus pour ce travail sont cohérents



9. La collaboration avec les étudiants de L3 Informatique rend ce travail plus intéressant.



Dix-huit étudiants ont répondu au questionnaire. Pour comparer plus aisément avec les réponses des étudiants d'informatique, le choix a été fait de présenter le taux de réponses par item pour chaque question.

Globalement, et pour toutes les questions, les différentes composantes de la motivation des étudiants semblent être présentes puisque la moyenne des réponses est d'environ 3/4 avec 2,77/4 pour la plus faible.

94% des étudiants de SV estiment que l'UE de Neurosciences a été motivante puisqu'ils sont « Assez d'accord » pour 44% et pour 50% « Tout à fait d'accord » (question 1).

Cependant, ils ne sont plus que 61% à penser que la collaboration avec les étudiants d'Informatique a participé à rendre le travail plus intéressant (question 9).

De plus, les avis sont partagés sur la perception de la valeur de l'activité sur les planaires puisqu'ils sont pour 28% « Pas d'accord » et « Assez d'accord » et 22% « Tout à fait d'accord » à penser qu'elle leur sera utile pour l'avenir (question 2). Mais, les étudiants

s'accordent à dire à 84% qu'ils trouvent cette activité intéressante à réaliser (question 3).

Si les étudiants estiment pour 46% qu'ils se sentaient assez compétents pour réaliser le travail (question 4), ils sont plus nombreux à penser avoir maîtrisé son déroulement avec 33% de « Assez d'accord » et 33% de « Tout à fait d'accord » (question 5).

Pour ce qui est de l'engagement cognitif, les étudiants de SV sont majoritairement « Assez d'accord » avec respectivement 67% (question 6) et 72% (question 7) à estimer avoir utilisé les bonnes stratégies d'apprentissage et persévéré jusqu'à être satisfait de leur travail.

La question 8 demande aux étudiants d'indiquer si leur investissement est cohérent avec les résultats obtenus. Comme ils n'avaient pas connaissance des notes au moment de la passation du questionnaire, nous n'utiliserons pas cette question dans notre étude.

Comme pour les étudiants d'Informatique, 5 étudiants sur les 18 n'ont répondu ni à la question 5 (perception de la contrôlabilité), ni à la question 8.

Annexe 6 Résultats de l'analyse des comptes-rendus des étudiants de SV

Les étudiants ont à disposition les éléments du cours, une publication scientifique et une liste de molécules avec leurs effets sur l'organisme.

Les étudiants de SV reçoivent aussi une formation à l'analyse statistique et au logiciel R avec un autre enseignant pour le traitement des données obtenues sur la stéréotypie et la locomotion des planaires.

Le tableau ci-dessous résume certains éléments des 9 comptes-rendus (Molécules mystères proposées, résultats utilisés et pistes d'amélioration proposées) ainsi que la note obtenue.

Comparaison de différents éléments du carnet de TP complété par les différents groupes d'étudiants de SV

Groupe	Nombre étudiants	Molécules proposées	Note	Résultats utilisés	Pistes d'amélioration proposées
1	2	Ethanol Glutamate	16	Licences informatique + SV	-Tester les planaires en amont -Mettre planaires en conditions moins stressantes -S'assurer que les témoins soient fiables -Utiliser concentrations différentes (effet dose-dépendant) -Augmenter le nombre d'échantillons
2	2	Nicotine Glutamate	15	Licence SV	-Faire varier l'environnement des planaires -Répéter davantage le TP pour obtenir plus de données -Les étudiants de chaque licence vont observer les séances des autres
3	2	Ethanol Glutamate	14	Licence SV	-Plus d'accompagnement pour le traitement des données -Un seul TP car second trop redondant

4	2	Caféine ou nicotine Glutamate	11,75	Licence SV	-Montrer comment analyser les résultats des licences Informatique -Plus de soutien pour utiliser le logiciel R
5	2	Ethanol Glutamate	10	Licence SV	-Utiliser le logiciel R pendant les séances de TP pour comprendre son intérêt
6	3	Caféine Glutamate	9,5	Licences SV	-Utiliser les résultats de la licence Informatique -Avoir des données "types" qui donnent le résultat attendu -Conditions moins stressantes pour les planaires
7	3	Ethanol Glutamate	8	Licence SV	-Pour la même solution : 1 planaire pour stéréotypie, 1 pour la locomotion -Conditions de travail identiques pour tous les groupes -Réaliser un prétraitement
8	2	Caféine Glutamate	8	Licence SV	-Conditions moins stressantes pour les planaires -Observation stéréotypies sur un temps plus long -Observer plusieurs planaires pour chaque solution (plus de données)
9	2	Ethanol Glutamate	7,75	Licence SV + Informatique	-Plus de données

La majorité des groupes ont identifié les deux molécules mystères attendues : éthanol et glutamate. Cependant, seulement deux groupes ont utilisé les résultats des travaux des étudiants d'Informatique et deux autres, dans les pistes d'amélioration y ont fait référence. Ils avaient donc conscience que cela pouvait leur apporter des réponses mais n'ont pas su comment faire. Parmi les sept groupes n'ayant pas utilisé les résultats de la licence Informatique, trois auraient souhaité plus d'accompagnement avec le logiciel R et le traitement statistique des données.

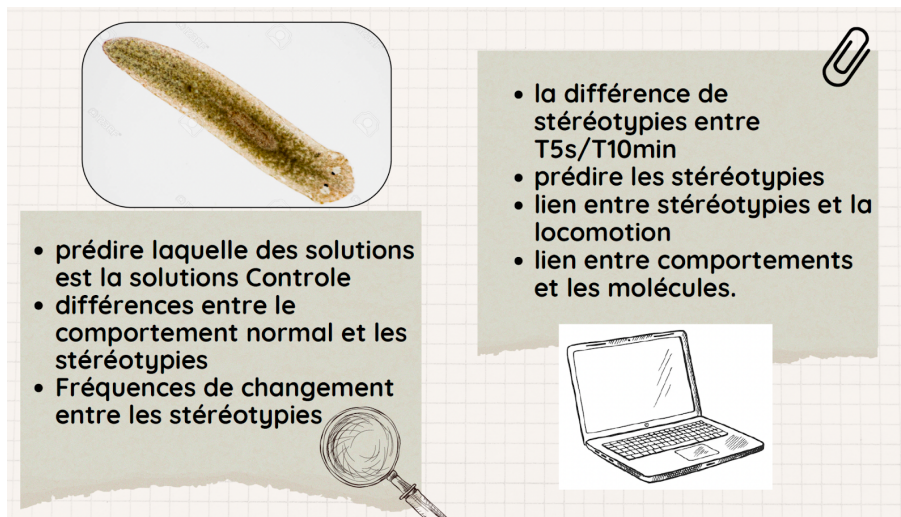
Quatre groupes ont également rapporté la nécessité d'avoir plus de données fiables, mais deux autres groupes trouvent le second TP redondant.

Quatre groupes ont conscience également de l'importance de la fiabilité des données et des difficultés de travailler sur le vivant.

Annexe 7 Les échanges entre les étudiants des deux licences

Les mardis 05 mars et 02 avril 2024, les deux groupes d'étudiants des deux licences se sont rencontrés pendant 1 heure.

La première fois, les étudiants de SV ont présenté leur projet et leurs attentes aux étudiants d'Informatique. L'ensemble des étudiants étaient présents dans la salle où sont habituellement les étudiants d'Informatique. Les étudiants qui ont présenté le travail se sont appuyés sur un diaporama réalisé en commun en dehors des heures de cours. Au préalable, en classe, les étudiants avaient avec l'enseignante défini les questions à poser, le plan et la répartition du travail.



Une des diapositives de la présentation de la licence SV

Après avoir présenté l'objectif du TP, son déroulement, présenté les planaires (notamment les différentes stéréotypies) et les neurotransmetteurs, les étudiants ont présenté les données qu'ils collectaient puis posés leurs questions sur l'IA.

Les étudiants de SV avaient réalisé leur premier TP sur les planaires. Les étudiants d'Informatique n'avaient pas commencé le travail sur les réseaux de neurones. Ainsi, les demandes des étudiants de SV n'ont pas été bien comprises par les étudiants d'Informatique. D'autant plus que ces derniers suivent un module d'initiation à l'IA et donc ont peu de recul dans ce domaine. Le vocabulaire nouveau des biologistes n'étant pas facile non plus pour les informaticiens, et réciproquement. La présentation des étudiants de SV a montré aussi qu'ils n'avaient pas une idée claire de ce que l'IA pouvait leur apporter ni les data sciences comme le montre l'extrait de la présentation ci-dessus. Cette diapositive relative aux questions sur l'IA montre un ensemble d'éléments fourre-tout, sans organisation.

La seconde rencontre a eu lieu dans une salle "neutre", qui n'était colorée ni SV ni Informatique. L'ensemble des étudiants de SV étaient présents avec trois étudiants de licence Informatique chargés de présenter leur travail. Ils étaient accompagnés d'une dizaine de leurs camarades. L'enseignante de SV a trouvé le retour des étudiants d'Informatique très intéressant, très "graphique" pour être pédagogique auprès de leurs homologues de SV.

A l'aide d'un support à la fois humoristique et sérieux et après avoir présenté les capacités de l'IA avec la mise en parallèle d'un neurone informatique et d'un neurone biologique, ils ont montré les résultats de leurs travaux sur le projet planaire. Ils ont détaillé la résolution de leur problème majeur : le manque de données exploitables. Un nettoyage et une augmentation des données a donc été nécessaire pour améliorer le modèle. Puis, les étudiants d'Informatique ont présenté les prédictions pour enfin proposer des pistes d'amélioration (extrait de la présentation ci-dessous) liées essentiellement au problème du volume de données exploitables

PISTE D'AMÉLIORATION

- Protocoles de TP stables et précis (=meilleure performance des modèles)
- Éviter les données manquantes et aberrantes (=confort de travail)
- Plus de données globales (=gain de temps et fiabilité)
- Des objectifs plus précis/mieux définir le travail (=gain de temps)



Darren Hardy

Une des diapositives de la présentation de la licence Informatique

Les étudiants de SV n'ont pas eu de questions.

Il y a eu très peu d'échanges sur le serveur Discord.

Annexe 8 Résultats du questionnaire sur la motivation pour chaque projet de l'UE "Initiation à l'IA"

Statistiques descriptives pour chaque question par questionnaire.

Statistiques descriptives									
	Projet	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08
N	bio	24	25	24	23	20	24	24	20
	cnn	18	16	17	17	16	18	18	16
	knn	24	22	24	24	20	24	24	22
Manquants	bio	1	0	1	2	5	1	1	5
	cnn	0	2	1	1	2	0	0	2
	knn	0	2	0	0	4	0	0	2
Moyenne	bio	3.50	3.20	3.54	2.78	2.90	3.08	3.08	3.05
	cnn	3.50	3.31	3.53	3.18	2.94	3.00	3.06	3.13
	knn	3.17	3.32	3.42	3.29	3.15	2.83	3.25	3.41
Médiane	bio	3.50	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	cnn	3.50	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	knn	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ecart-type	bio	0.511	0.816	0.509	0.671	0.718	0.408	0.830	0.394
	cnn	0.514	0.946	0.514	0.728	0.680	0.343	0.873	0.500
	knn	0.761	0.780	0.717	0.550	0.813	0.761	0.737	0.503
Etendue	bio	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00
	cnn	1.00	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00
	knn	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	1.00
Minimum	bio	3.00	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00
	cnn	3.00	1.00	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00
	knn	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00
Maximum	bio	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	cnn	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	knn	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

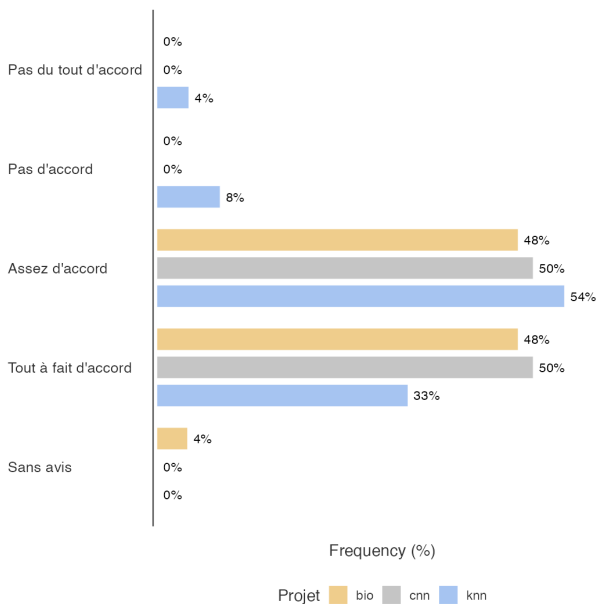
Pour le questionnaire 1 du projet 1 (knn), 24 étudiants ont répondu. Pour le questionnaire 2 du projet 2 (planaire), 25 étudiants ont répondu et pour le questionnaire 3 du projet 3 (cnn), 18 étudiants ont répondu.

Comme le nombre de répondants pour chaque questionnaire diffère, le choix a été fait, même si les effectifs des échantillons sont faibles, de comparer les résultats en pourcentage.

Résultats par projet et par question sur la motivation

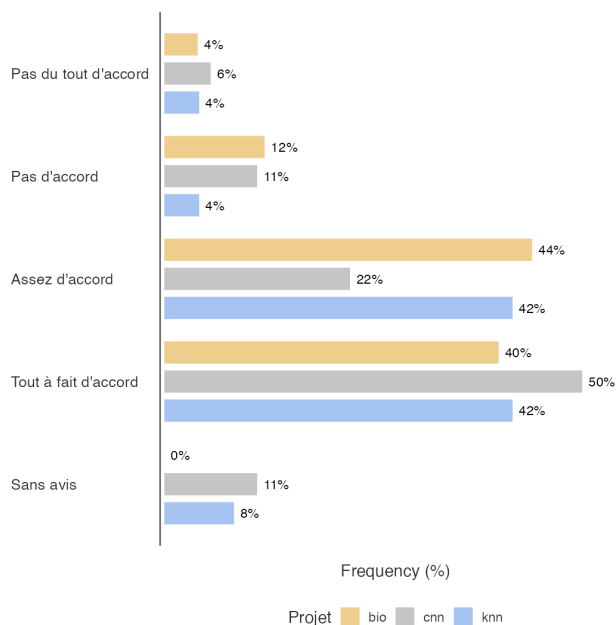
Q01

De façon générale, je trouve que le contenu de l'UE « Introduction à l'IA » est motivant.



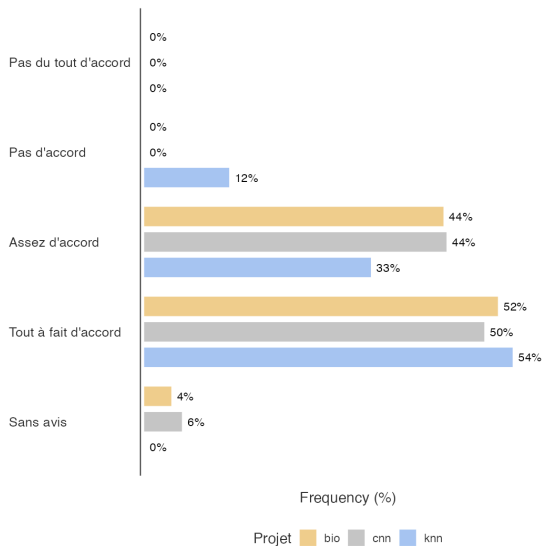
Q02

Il me sera utile pour l'avenir



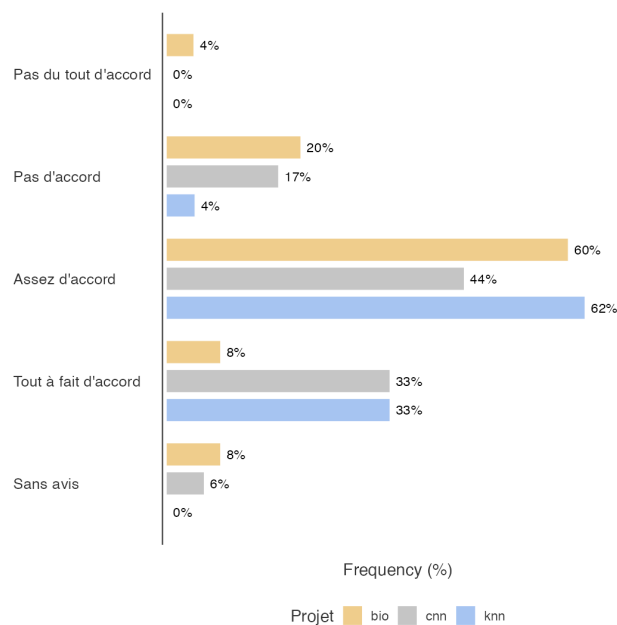
Q03

Il est intéressant à réaliser



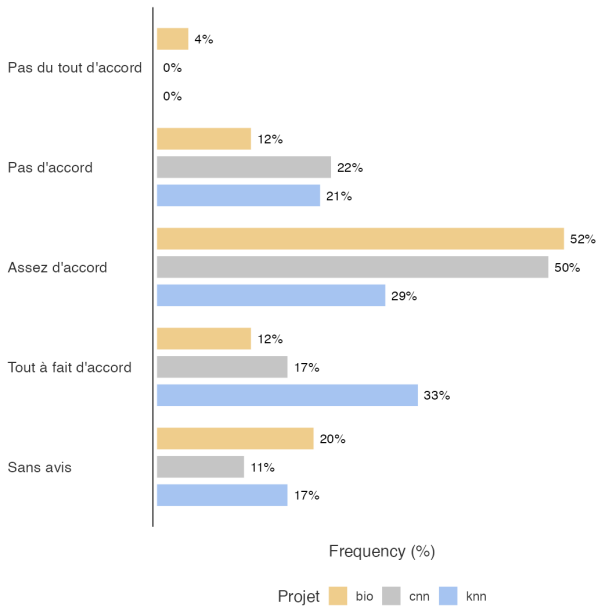
Q04

Je me suis senti capable de mener à bien ce travail



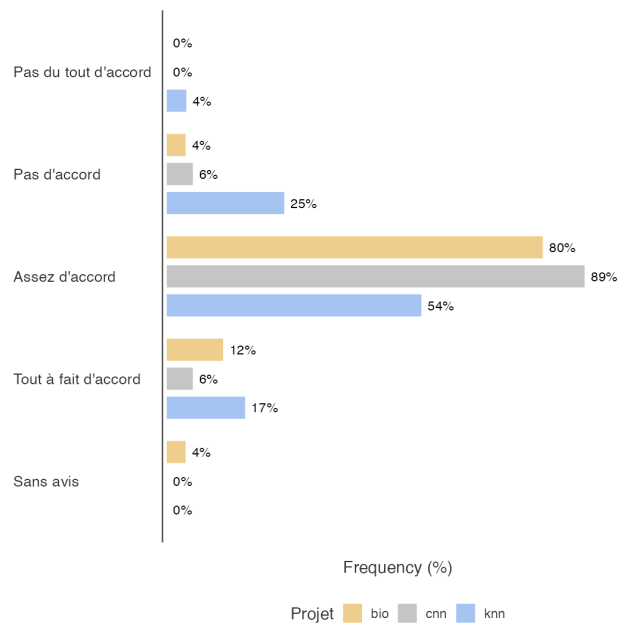
Q05

J'ai eu mon mot à dire sur la façon dont le travail s'est déroulé



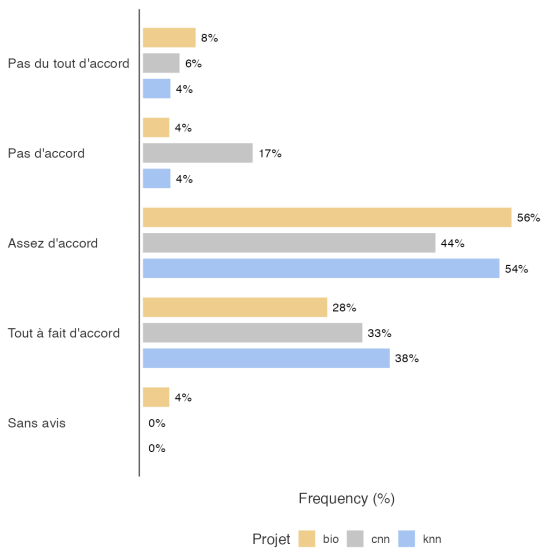
Q06

Je pense avoir employé les bonnes méthodes de travail



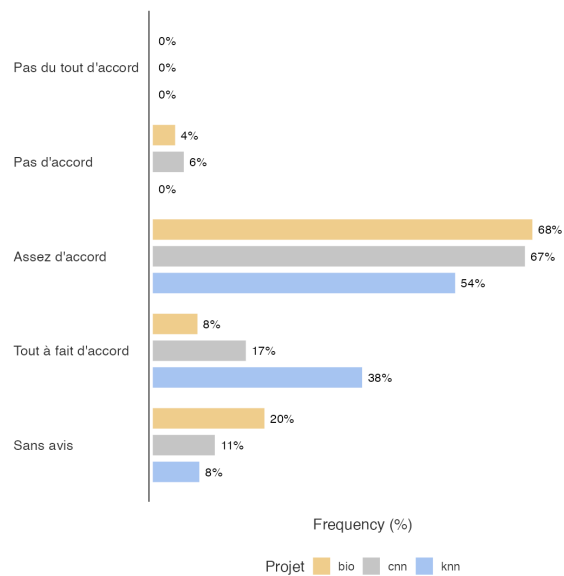
Q07

J'ai persévéré jusqu'à être que satisfait de mon travail



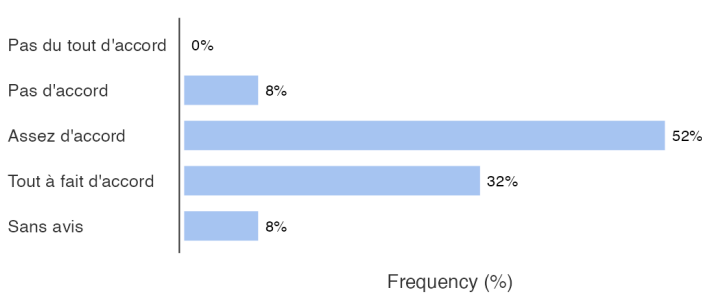
Q08

J'estime que mon investissement par rapport aux résultats obtenus pour ce travail sont cohérents



Q09

La collaboration avec les étudiants de L2 bio rend ce travail plus intéressant



La première question invitait les étudiants à évaluer leur perception de la motivation liée à l'UE "Introduction à l'IA" dans son ensemble. Près de la moitié des étudiants se disent "Assez d'accord" ou "Tout à fait d'accord". Pour le projet 1 (knn), 54% des réponses sont "Assez d'accord" contre 33% "Tout à fait d'accord". Pour les projets 2 (planaire) et 3 (cnn), la répartition des réponses entre "Assez d'accord" et "Tout à fait d'accord" est plus équilibrée, autour de 50%.

La question 2 évalue la perception de la valeur de l'activité. Les moyennes des réponses sont proches, autour de 3,3/4, avec un faible écart-type et une plage de valeurs allant de 1 à 4. Plus de 80% des étudiants estiment que les projets leur seront utiles, avec une préférence pour le troisième (cnn basé sur une collection d'images), où 50% des réponses sont "Tout à fait d'accord" contre 22% "Assez d'accord". Pour les deux premiers projets, les opinions sont réparties de manière équilibrée, avec environ 40% pour "Assez d'accord" et "Tout à fait d'accord".

Comme la question 2, la question 3 évalue la perception de la valeur de l'activité. Les moyennes des réponses oscillent autour de 3,5/4, avec un écart-type très faible et une étendue des valeurs allant de 2 à 4. Plus de 90% des étudiants trouvent les projets intéressants, avec une préférence pour le premier (knn) où 54% sont "Tout à fait d'accord" et 33% "Assez d'accord". Pour les deux autres projets, les avis sont plus équilibrés, avec environ 50% "Tout à fait d'accord" et 44% "Assez d'accord".

La question 4 évalue également la perception de la compétence. Le projet 2 (planaire) obtient une moyenne de 2,78/4, inférieure à celle des projets 3 (cnn) et 1 (knn), qui sont respectivement de 3,18/4 et 3,29/4. Bien que les écarts-types soient faibles, l'étendue des réponses pour le projet 2 est plus large (de "Pas du tout d'accord" à "Tout à fait d'accord") comparée aux autres projets. Pour le projet 2 (planaire), seulement 8% des étudiants répondent "Tout à fait d'accord" et un cinquième "Pas d'accord". Une majorité de 62% répond "Assez d'accord". Alors que pour les projets 1 (knn) et 3 (cnn), ils sont 90% à être d'accord avec environ 60% de "Assez d'accord" et 33% de "Tout à fait d'accord". Pour le projet 3 (cnn), 17% des étudiants toutefois, ne sont pas d'accord avec l'affirmation.

La question 5 évalue la perception de la contrôlabilité. Il est intéressant de noter que 5 étudiants n'ont pas exprimé d'avis pour le projet 2 (planaire), 4 pour le projet 1 (knn) et 2 pour le projet 3 (cnn). Le projet 1 (knn) obtient la moyenne la plus élevée (3,15/4), comparé à environ 2,9/4 pour les autres projets. L'étendue des réponses est plus large pour le projet 2, allant de "Pas du tout d'accord" à "Tout à fait d'accord". Bien qu'environ 60% des étudiants se sentent en contrôle pour chaque projet, ils sont "Tout à fait d'accord" à 33% pour le projet 1, contre 12% pour le projet 2 et 17% pour le projet 3. La majorité reste "Assez d'accord" pour les deux derniers projets, autour de 50%.

La question 6, première à évaluer l'engagement cognitif, demande aux étudiants de juger la qualité de leur stratégie d'apprentissage. Le projet 1 (knn) affiche la moyenne la plus basse, 2,83/4, avec une plus grande dispersion des réponses allant de "Pas du tout d'accord" à "Tout à fait d'accord". Les projets 2 et 3 montrent des moyennes autour de 3/4, avec une répartition allant de "Pas d'accord" à "Tout à fait d'accord". Bien que 54 % soient "Assez d'accord" pour le projet 1, 25 % ne sont "pas d'accord". Pour les projets 2 et 3, plus de 80 % des étudiants sont "Assez d'accord".

La question 7 évalue la persévérance des étudiants, indicateur de leur engagement cognitif. Les résultats sont similaires pour les trois projets, avec plus de 70 % des

étudiants affirmant avoir persévéré jusqu'à être satisfaits de leur travail. Environ un tiers des étudiants se déclarent même "Tout à fait d'accord" avec cette affirmation pour chaque projet.

Comme pour la question 5, 5 étudiants sont "Sans avis" pour le projet 2 (planaire) et 2 pour les deux autres projets pour la question 8 qui demande aux étudiants d'estimer leur rendement qui correspond à la balance investissement/bénéfices. Cependant, comme il n'est pas possible de comparer ces résultats avec les notes obtenues par les étudiants pour chaque projet et que les moyennes sont similaires (autour de 16/20), nous n'exploiterons pas les réponses apportées par cette question.

La question 9, spécifique au projet 2 (planaire) évaluait l'intérêt de la collaboration avec la licence SV. Deux étudiants étaient sans avis. Pour les 23 autres, la moyenne est de 3,44/4 avec un écart-type de 0,870. Parmi eux, 84 % ont trouvé la collaboration intéressante, avec une majorité de 52 % qui se déclarent "Assez d'accord".

Annexe 9 Résultats du test d'évocation hiérarchisé en début et fin d'UE de Neurosciences

	A	B	C	D
1	Anonyme1	Automatisé	1	
2	Anonyme1	Robot	2	
3	Anonyme1	Connaissance	3	
4	Anonyme2	Statistique	1	
5	Anonyme2	Dispersion	2	
6	Anonyme2	Prevision	3	
7	Anonyme3	Informatique	1	
8	Anonyme3	Futur	2	
9	Anonyme3	Science fiction	3	
10	Anonyme4	Efficacité	1	
11	Anonyme4	Rapidité	2	
12	Anonyme4	Données	3	
13	Anonyme6	données	1	
14	Anonyme6	regroupement	2	
15	Anonyme6	schema	3	
16	Anonyme7	chatgpt	1	
17	Anonyme7	Robot	2	
18	Anonyme7	ordinateur	3	
19	Anonyme8	Statistiques	1	
20	Anonyme8	Génome	2	
21	Anonyme8	Populations	3	
22	Anonyme9	futur		1
23	Anonyme9	facilitée		2
24	Anonyme9	simplicité		3
25	Anonyme10	analyses		1
26	Anonyme10	données		2
27	Anonyme10	connaissance		3
28	Anonyme11	intelligence		1
29	Anonyme11	technologies		2
30	Anonyme11	données		3
31	Anonyme12	savoir		1
32	Anonyme12	environnement		2
33	Anonyme12	synthèse		3
34	Anonyme13	savoir		1
35	Anonyme13	robot		2
36	Anonyme13	explications		3
37	Anonyme14	intelligent		1
38	Anonyme14	calculer		2
39	Anonyme14	rapide		3
40	Anonyme15	Modélisation		1
41	Anonyme15	Statistiques		2
42	Anonyme15	Prévision		3
43				

Résultat par répondant en début d'UE

corpus.item	corpus_1.item
analyses	calculer
connaissance	savoir
Informatique	technologies
intelligent	intelligence
rapide	Rapidite
Robot	technologies
Statistique	calculer
Statistiques	calculer

Export logiciel Pointe au sel, regroupement des mots (colonne de gauche) par item - maîtres (colonne de droite), début d'UE)

	A	B	C	D
1	Anonyme1	<u>previsions</u>	1	
2	Anonyme1	graphique	2	
3	Anonyme1	tendance	3	
4	Anonyme2	intelligent	1	
5	Anonyme2	artificiel	2	
6	Anonyme2	internet	3	
7	Anonyme3	programme	1	
8	Anonyme3	<u>prediction</u>	2	
9	Anonyme3	<u>donnees</u>	3	
10	Anonyme4	robot	1	
11	Anonyme4	informatique	2	
12	Anonyme4	avenir	3	
13	Anonyme5	information	1	
14	Anonyme5	<u>efficacite</u>	2	
15	Anonyme5	futur	3	
16	Anonyme6	<u>creation</u>	1	
17	Anonyme6	informatique	2	
18	Anonyme6	<u>donnees</u>	3	
19	Anonyme7	graphique	1	
20	Anonyme7	<u>prediction</u>	2	
21	Anonyme7	variable	3	
22	Anonyme8	programmation	1	
23	Anonyme8	<u>prediction</u>	2	
24	Anonyme8	classement	3	
25	Anonyme9	robot	1	
26	Anonyme9	automatique	2	
27	Anonyme9	<u>creation</u>	3	
28	Anonyme10	<u>analyse</u>	1	
29	Anonyme10	<u>interpretation</u>	2	
30	Anonyme10	<u>modelisation</u>	3	
31	Anonyme11	intelligence	1	
32	Anonyme11	recherche	2	
33	Anonyme11	analyse	3	
34	Anonyme12	analyse	1	
35	Anonyme12	<u>previsions</u>	2	
36	Anonyme12	confirmation	3	
37	Anonyme13	rapide	1	
38	Anonyme13	douteux	2	
39	Anonyme13	innovant	3	
40	Anonyme14	utile	1	
41	Anonyme14	<u>donnees</u>	2	
42	Anonyme14	suivi	3	
43	Anonyme15	intelligence	1	
44	Anonyme15	<u>donnees</u>	2	
45	Anonyme15	statistiques	3	
46	Anonyme16	savoir	1	
47	Anonyme16	apprentissage	2	
48	Anonyme16	comprendre	3	
49	Anonyme17	rapide	1	
50	Anonyme17	informateur	2	
51	Anonyme17	source	3	
52	Anonyme18	programmation	1	
53	Anonyme18	<u>previsions</u>	2	
54	Anonyme18	<u>modelisation</u>	3	
55				

Résultat par répondant en fin d'UE

2	corpus.item	corpus_1.item
3	analyse	modelisation
4	avenir	futur
5	classement	modelisation
6	comprendre	modelisation
7	confirmation	modelisation
8	graphique	modelisation
9	informateur	donnees
10	information	donnees
11	innovant	futur
12	intelligent	intelligence
13	internet	informatique
14	programme	programmation
15	rapide	efficacite
16	statistiques	donnees
17	variable	donnees
18		

Export logiciel Pointe au sel, regroupement des mots (colonne de gauche) par item - maîtres (colonne de droite), début d'UE)

Annexe 10 Résultats du questionnaire pour les étudiants de SV sur les disciplines de SV associées à l'IA

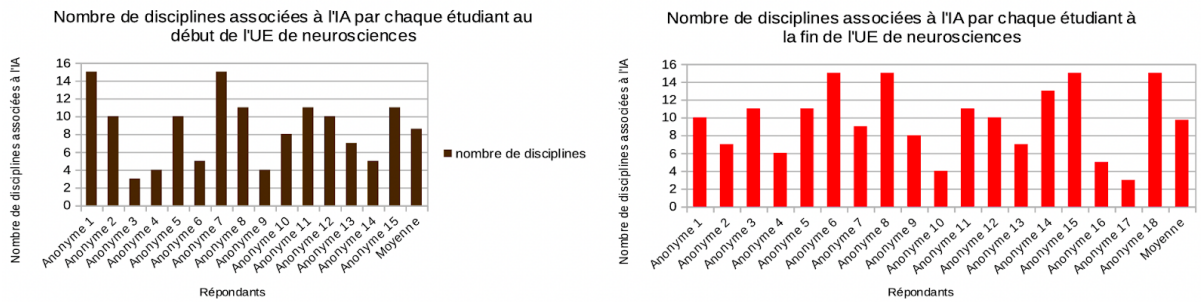
Comparaison du nombre de disciplines de SV associées à l'IA par étudiant en début et fin d'UE, licence SV

Statistiques descriptives

Statistiques descriptives

	Questionnaire	Nombre de disciplines choisies
N	debut	15
	fin	18
Manquants	debut	0
	fin	0
Moyenne	debut	8.60
	fin	9.72
Médiane	debut	10
	fin	10.0
Ecart-type	debut	3.85
	fin	3.91
Minimum	debut	3
	fin	3
Maximum	debut	15
	fin	15
W de Shapiro-Wilk	debut	0.925
	fin	0.937
Valeur p de Shapiro-Wilk	debut	0.226
	fin	0.259

Nombre de disciplines associées à l'IA par étudiant en début et en fin d'UE, licence SV

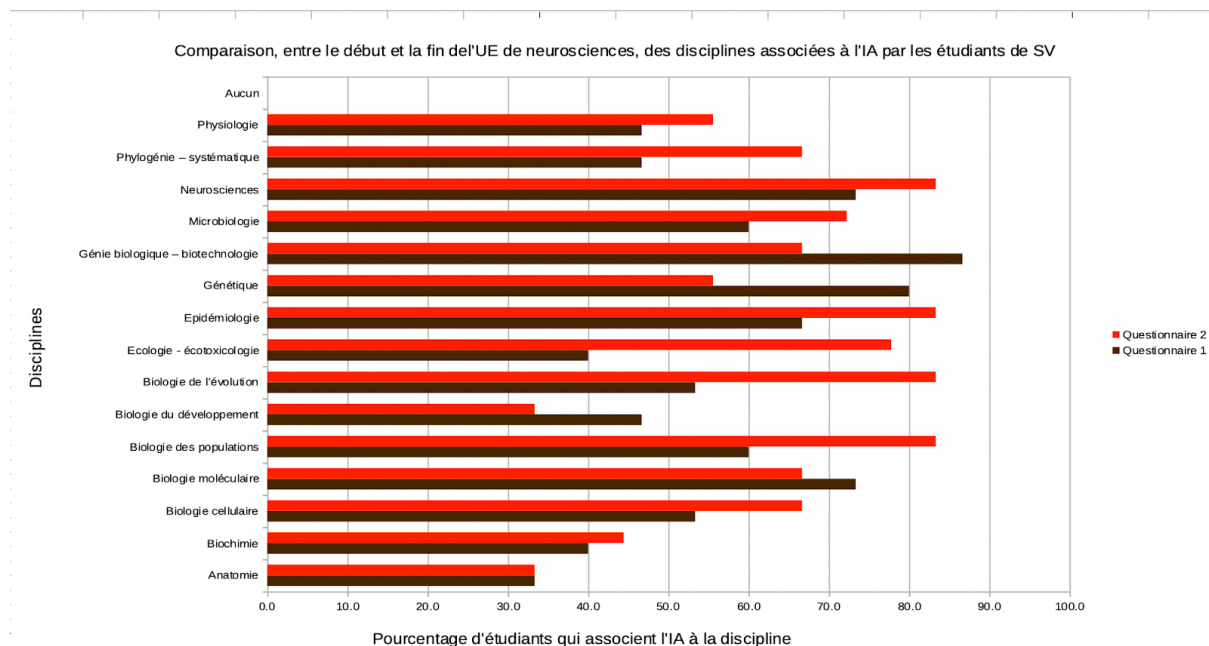


Le nombre de répondants n'est pas le même en début d'UE (15 répondants) qu'en fin d'UE (18 répondants).

Les graphiques ci-dessus montrent le nombre de disciplines de SV associées à l'IA par étudiant au début et à la fin de l'UE de neurosciences. Les répondants appelés Anonyme 1, Anonyme 2 ... ne correspondent pas sur les deux graphiques.

Au début du semestre, un étudiant coche seulement 3 disciplines et deux les cochent toutes les 15. A la fin du semestre, un étudiant répond encore 3 disciplines mais quatre les cochent toutes les 15.

Annexe 11 Disciplines de SV associées à l'IA entre le début et la fin de l'UE



Comparaison entre le début et la fin de l'UE de neurosciences des disciplines associées à l'IA par les étudiants de SV

Le graphique ci-dessus présente pour chaque discipline le nombre d'étudiants qui l'ont associée à l'IA au début et à la fin de l'UE.

Toutes les disciplines sont associées à l'IA pour les deux questionnaires

Lors du premier questionnaire, Génie biologique- Biotechnologie sont les plus cités avec presque 87% de réponses suivies par la Génétique (80% de réponses), les Neurosciences et la Biologie Moléculaire (73% de réponses) puis l'Épidémiologie (67% de réponses). Les autres disciplines sont représentées entre 33% (Anatomie) et 60% de réponses (Biologie des populations, Microbiologie).

Pour le deuxième questionnaire, Génie biologique- Biotechnologie ne représentent plus que 67% des réponses (-20%), la Génétique 55% de réponses (-25%) ainsi que la biologie moléculaire 67% (-6%). Par contre les Neurosciences passent à 83% (+10%) et l'Épidémiologie à 83% (+16%).

Et à part pour la Biologie du développement (-13%) et l'Anatomie (0%), les disciplines restantes sont davantage associées à l'IA, de 4% pour la biochimie à 30% pour la Biologie de l'évolution.

Annexe 12 Recherche des conditions motivationnelles dans les séquences pédagogiques

Conditions motivationnelles de la séquence pédagogique de l'UE de neurosciences

Objectif et déroulement du projet	Conditions de motivation satisfaites
Il est proposé aux étudiants de L2 BCP un TP stéréotypie planaire basé sur l'IA. L'objectif est de montrer l'apport bénéfique de l'IA en biologie.	But et consignes claires – activité qui a du sens
TD1 - Travail préparatoire : présentation des apports de l'IA en biologie. Préparation du protocole expérimental des TP	Collaboration – engagement cognitif – possibilité de faire des choix
TP1 - Stéréotypie - locomotion : Quelle molécule dans les boîtes en fonction des comportements ?	Collaboration – activité diversifiée – période de temps suffisante
TP2 - Stéréotypie - locomotion : quelle molécule dans les boîtes en fonction des comportements ?	Collaboration – activité diversifiée – période de temps suffisante
TD2 – Analyse des données récoltées lors des TP en collaboration avec étudiants L3 Informatique	Tâche interdisciplinaire – collaboration – activité diversifiée – réalisation d'un produit authentique – défi

Conditions motivationnelles de la séquence pédagogique de l'UE « Initiation à l'IA »

Objectif et déroulement du projet	Conditions de motivation satisfaites
Il est proposé aux étudiants de L3 info une initiation à l'IA par projet	But et consignes claires – activité qui a du sens
Un projet sur les IA génératives : -S'informer sur le fonctionnement -Programmation avec jeux de données fourni par les L2 BCP	Tâche interdisciplinaire – collaboration – engagement cognitif – réalisation d'un produit authentique – activité diversifiée – Défi – Possibilité de faire des choix – Période de temps suffisante