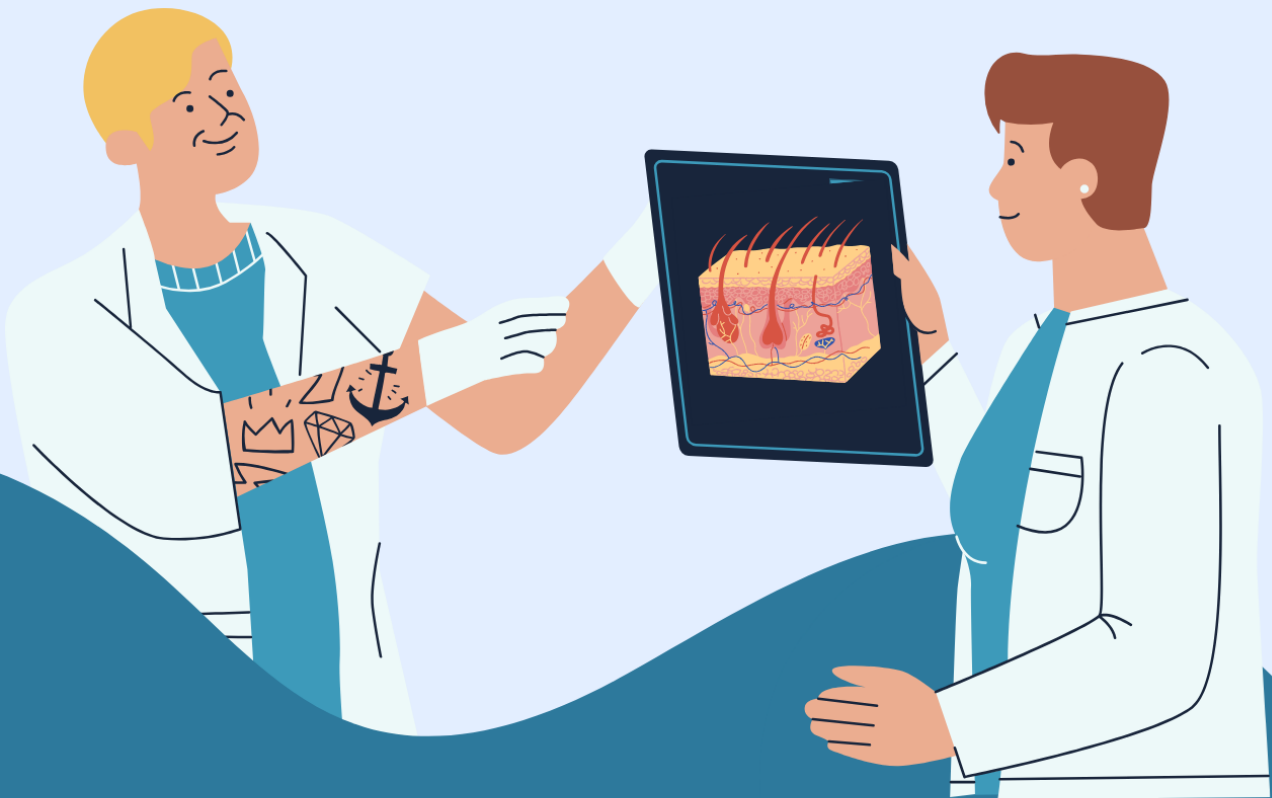


# Etude de l'impact du stress et de la fatigue sur la performance

## SYNTHÈSE



### AUTEURS :

AURÉLIE	DESNOYER
LUCIE	KASPERCZYK
INDIRA	LAVOCAT
JACQUES	MEYER
MAEVA	MONTAGNEUX
AYA	TOUNSI

### ENSEIGNANTS :

MME. FAIZA BELBACHIR
M. GUILHERME MEDEIROS MACHADO
M. AAKASH SONI

Nous attestons que ce travail est original, qu'il est le fruit d'un travail commun au groupe et qu'il a été rédigé de manière autonome.

## TABLE DES MATIÈRES

I.	Abstract .....	3
II.	Méthodologie de travail.....	4
III.	Conception & Développement .....	5
IV.	Défis rencontrés .....	6
V.	Résultats et livrables.....	7
VI.	Analyse critique .....	8
VII.	Conclusion .....	8
VIII.	Annexes .....	9

## I. ABSTRACT

Le projet d'étude de l'impact du stress et de la fatigue cognitive sur la performance académique s'inscrit dans la continuité d'un projet PPE et de deux sujets de stage du laboratoire LyRIDS. En effet, la majorité des membres de l'équipe ont travaillé sur un projet PPE visant à « Recherche des caractéristiques de l'activité électrodermale pour étudier l'état cognitif chez l'opérateur ». Ce projet a été prolongé sur un stage avec l'un des membres visant à « L'analyse approfondie de l'activité électrodermale et de sa relation avec les différents états cognitifs et états d'éveil chez l'Homme ». De plus, un autre membre de l'équipe a également effectué un stage en lien avec l'EDA : « Étude de l'impact du stress sur la performance académique ». Les résultats obtenus sur l'ensemble de ces recherches nous ont permis de travailler sur le PFE suivant « **Etude de l'impact du stress et de la fatigue cognitive sur la performance académique des étudiants** ».

Le développement de notre projet s'est articulé autour de 6 jalons phares représentées dans le diagramme de Gantt suivant simplifié.

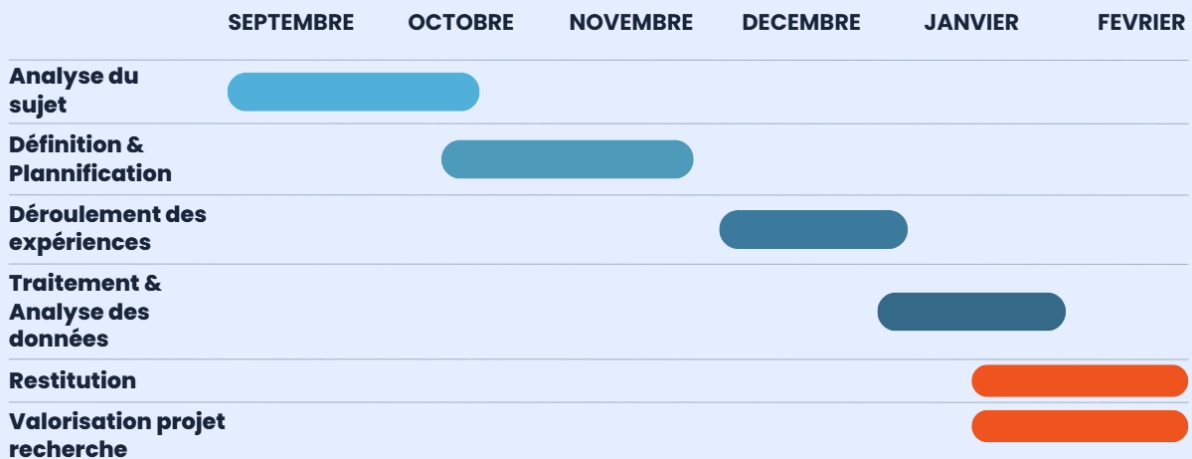


Figure 1 : Diagramme de Gantt de l'organisation globale de l'équipe pour le PFE

### - L'analyse du sujet

L'analyse du sujet nous a permis de poser le contexte et d'identifier le besoin. Ces deux étapes clés ont orientées nos recherches afin de fournir un état de l'art [0] en adéquation avec nos objectifs. Ainsi nous avons pu cibler notre problématique et identifier le matériel nécessaire pour réaliser notre projet.

### - Définition des principes & planification des étapes du projet

Lorsque l'analyse du sujet fut bien établie, nous avons pu planifier les étapes phares de notre projet. Cela a démarré par l'expérience que nous souhaitons réaliser pour mener à bien notre étude. Ainsi, nous avons documenté nos expériences, créé un protocole expérimental [2], installé et pris en main les logiciels et le matériel nécessaire afin de bien appréhender le déroulement des expériences.

### - Développement

Les expériences se sont déroulées sur une semaine avec un échantillon de 75 étudiants ING4 Big Data et IA. Lors de ces expériences, nous avons acquis un certain nombre de données de type physiologiques, audio et contextuelles comme détaillé dans le cahier de laboratoire [3].

### - **Traitement et analyse des données**

A l'issu des expériences, nous avons traité et labelisé nos jeux de données pour, par la suite, les analyser et prédire des résultats comme expliqué dans l'architecture technique [4]. Ce jalon fut intense en termes de quantité de travail en raison de la complexité, de la taille et du nombre de données.

### - **Restitution**

La restitution nous a permis de faire un point sur le travail que nous avons effectué cette année et ainsi prendre du recul sur nos résultats pour avoir un regard critique.

### - **Valorisation de projet**

La valorisation de notre projet nous a donné l'opportunité de présenter notre travail et nos résultats de façon synthétique et précise. Cet aspect nous a également permis de reprendre toutes les étapes de notre projet, ce qui nous a particulièrement plu.

Afin de réaliser au mieux notre projet, nous avons suivi une méthode de travail précise et rigoureuse qui nous a permis de finir dans les temps, tout en atteignant nos objectifs.

## II. MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

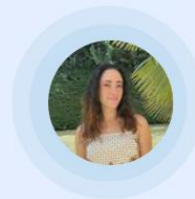
Afin de démarrer au mieux notre projet, nous avons dans un premier temps attribué des rôles à chaque membre de l'équipe comme suit. Cela nous a facilité la répartition des tâches une fois les jalons établis.



**Aurélie DESNOYER – SANTE**  
Responsable protocole &  
Secrétaire réunion



**Lucie KASPERCZYK – SANTE**  
Cheffe de projet



**Indira LAVOCAT – SANTE**  
Responsable protocole &  
Responsable valorisation



**Jacques MEYER – BIG DATA & IA**  
Data analyst – scientist



**Maeva MONTAGNEUX – SANTE**  
Data analyst – scientist



**Aya TOUNSI – BIG DATA & IA**  
Data analyst – scientist &  
Responsable valorisation

De plus, nous avons mis en place un Trello, outils de gestion de projet partagé, en utilisant un modèle Kanban. Le chef de projet a ainsi réparti les jalons en différentes tâches programmées, tout en les attribuant aux différents membres de l'équipe après concertation.

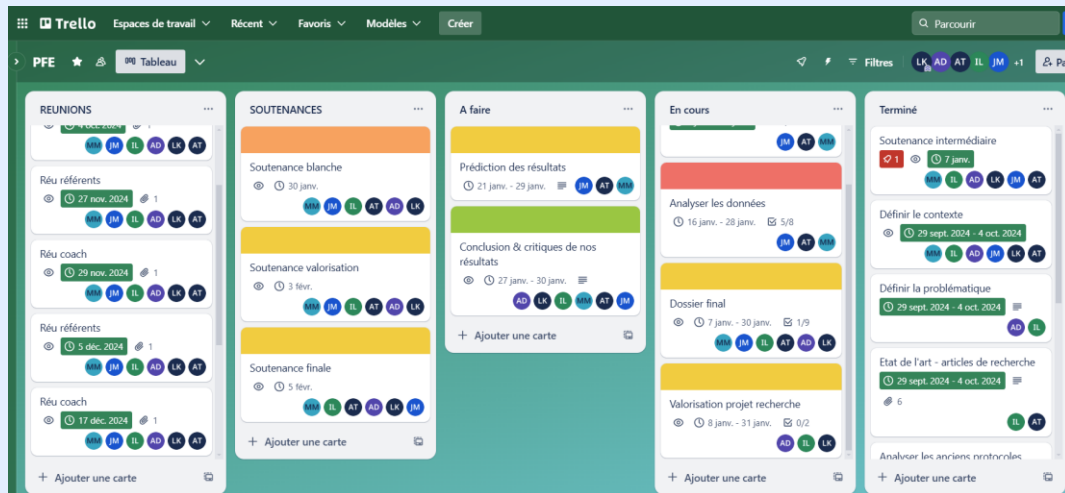


Figure 2 : Trello de l'équipe pour l'organisation du projet PFE

Une fois notre projet lancé, nous nous sommes appuyés sur la méthode agile afin de se fixer des objectifs atteignables à court termes, et d'améliorer en continu notre méthodologie de travail. Les collaborations avec notre coach et nos référents de projet nous ont permis de mieux appréhender la gestion de projet, et de discuter avec des experts sur notre sujet.

Ainsi, avec la participation de tous les membres de l'équipe et l'aide de nos coach et référents, notre projet s'est déroulé fluidement tout au long de l'année, en respectant les deadlines fixées.

### III. CONCEPTION & DÉVELOPPEMENT

Comme expliqué précédemment, le développement technique s'est réalisé en plusieurs étapes afin d'obtenir une solution viable.

Nous avons dans un premier temps établis un protocole expérimental rigoureux qui nous a permis d'appréhender les expériences dans de bonnes conditions. A l'issu de ces expériences nous avons collectées plusieurs types de données :

- Données contextuelles : réponses à des questionnaires (préliminaire et final) ;
- Données physiologiques : récolte du signal d'activité électrodermale (EDA) ;
- Données audios : récolte de l'audio lors de la partie orale de l'examen.

Dans un second temps, nous avons nettoyé et traité ces données avec différents algorithmes.

Puis, nous avons effectué une analyse statistique des données physiologiques et des données audios séparément afin d'établir des liens avec les état cognitifs de stress et de fatigue mentale. Ces analyses nous ont permis de confirmer que l'EDA reflète les variations de ces état cognitifs et que ces états influencent la performance académique des étudiants.

Les paramètres audios analysés ne nous ont pas permis d'établir de corrélation avec la performance des étudiants. En effet, nous avons comparé le nombre d'hésitations par étudiant avec leur performance à l'examen mais les résultats fluctuaient beaucoup et ne montraient pas de tendance. A l'issue de ces résultats, nous avons choisi de ne pas inclure ces données dans notre modèle final.

Ainsi, pour notre modèle final de machine Learning, nous avons utilisé les données contextuelles et les données physiologiques pour prédire la note d'un étudiant à un examen blanc.

## IV. DÉFIS RENCONTRÉS

Plusieurs défis ont été rencontrés tout au long du projet, tant sur le plan technique qu'organisationnel et humain.

Sur **le plan technique**, nous avons dû faire face à des pertes de données causées par les capteurs, des déconnexions et des erreurs dans l'enregistrement des données physiologiques et vocales. Pour limiter ces pertes, nous avons effectué des vérifications régulières et utilisé un espace cloud sécurisé pour sauvegarder les données en temps réel. Concernant les enregistrements de l'EDA, des phases d'étalonnage et de vérification ont été intégrées avant, pendant et après chaque session pour éviter toute coupure ou erreur.

Le **stockage** des données audio a posé un défi majeur en raison de leur taille importante (de 500 Mo à 2 Go par fichier). Pour faciliter leur gestion, nous avons développé un script en Python permettant de convertir les fichiers en .wav, d'extraire les passages pertinents et de supprimer les silences. Cela a réduit leur taille de 2 Go à 15 Mo, ce qui a grandement facilité leur traitement et leur stockage.

L'**organisation** des créneaux de passage a été complexe, en raison de la gestion des disponibilités des participants et de l'attribution des salles en dehors des périodes de projet. Pour optimiser cette gestion, nous avons utilisé un formulaire pour maximiser les inscriptions, doublé le nombre de créneaux et organisé des sessions en parallèle lorsque nous avions suffisamment d'examineurs. La gestion des désistements a aussi perturbé la collecte des données, mais nous avons constitué une liste de volontaires supplémentaires que nous pouvions intégrer entre les créneaux.

Enfin, la **confidentialité des données** a été un enjeu majeur. Nous avons veillé à respecter le RGPD en élaborant un document de consentement, garantissant l'accord des participants pour l'utilisation de leurs données, tout en assurant leur pseudonymisation pour garantir l'anonymat tout en permettant une traçabilité si nécessaire.

## V. RÉSULTATS ET LIVRABLES

Pour répondre à notre problématique : *L'impact des états cognitifs du stress et la fatigue mentale, influence-t-il la performance académique des étudiants ?* Nous avons mené des expérimentations, des analyses de données et le développement d'un modèle prédictif basé sur l'intelligence artificielle.

Nos premières études statistiques ont montré que la fatigue cognitive et le stress influencent significativement la performance académique, car les étudiants les plus fatigués ont obtenu des notes faibles ou moyennes. De même, ceux qui étaient les plus stressés ont principalement obtenu des notes moyennes. En revanche, les élèves ayant eu les plus mauvaises notes ressentaient peu de stress, puisqu'ils ne prenaient pas l'examen blanc au sérieux. Ces observations confirment que l'état cognitif des étudiants joue un rôle clé dans leur réussite scolaire.

Pour démontrer cet impact, nous avons développé une intelligence artificielle reposant sur un Multi-Layer Perceptron (MLP), capable de prédire les notes des élèves en fonction de leurs états cognitifs. Ce modèle s'appuie à la fois sur des données physiologiques objectives, extraites du signal EDA, et sur des données contextuelles subjectives issues de questionnaires sur le stress et la fatigue cognitive. Les performances obtenues par notre modèle attestent de sa fiabilité et de la pertinence de notre approche.

L'un des points forts majeurs de notre projet réside dans son caractère novateur. En effet, nous sommes les premiers à exploiter des données physiologiques objectives pour prédire la réussite académique des étudiants, ce qui constitue une avancée significative dans le domaine. En plus de cette contribution scientifique, notre travail a été valorisé par la réalisation d'un poster de recherche, mettant en avant notre démarche, nos analyses et nos résultats. Ce poster a été présenté lors d'un événement scientifique et a remporté le prix du jury, reconnaissant ainsi la qualité et l'originalité de notre étude.

Nos livrables incluent ainsi une modélisation prédictive des notes des étudiants et un poster de recherche récompensé, qui reflètent l'aboutissement d'un travail rigoureux et innovant. Ce projet apporte une meilleure compréhension des liens entre les états cognitifs et la réussite scolaire, ouvrant ainsi la voie à des applications futures dans le domaine de l'éducation et du bien-être étudiant. Bien que notre contribution reste modeste face à l'ampleur du domaine, nous espérons qu'elle servira de base à des recherches futures et aidera à approfondir la compréhension de l'impact du stress et de la fatigue cognitive sur la réussite scolaire.

## VI. ANALYSE CRITIQUE

Nous sommes très satisfaits du travail que nous avons fourni tout au long du projet car nous avons rempli les objectifs que nous nous étions fixés lors de son lancement. Dès le début, la cohésion d'équipe et l'implication de chacun ont été essentielles pour atteindre nos objectifs.

Avec des outils d'analyse audio plus sophistiqués et un délai prolongé, nous aurions étudié plus en détails les paramètres de l'audio pour essayer d'établir un lien objectif entre ce signal et les états cognitifs. Cela nous aurait permis de renforcer notre modèle final et d'obtenir des résultats encore plus précis.

Lors de ce projet, la cohésion d'équipe et l'implication de chacun nous ont permis d'obtenir des résultats concluants que nous avons présentés lors de la valorisation de notre projet recherche. Nous sommes ravis que ce travail ait été récompensé par le prix du jury. En conclusion, ce projet a non seulement atteint ses objectifs, mais a également démontré l'importance de la collaboration et de l'innovation.

## VII. CONCLUSION

Ce projet PFE, au service d'un sujet de recherche, nous a permis de réaliser à nouveau un projet dans son intégralité : depuis l'établissement d'un état de l'art du contexte bibliographique du sujet, jusqu'à l'analyse détaillées de résultats, en passant par la mise en place et l'analyse d'expériences. De plus, ce projet nous a permis un approfondissement de nos connaissances dans le domaine de la Santé mais également de la Recherche ainsi de l'IA.

Le travail en équipe, géré par un chef d'équipe, nous a permis de nous répartir nos tâches équitablement et efficacement tout en prenant en compte les goûts et compétences de chacun. De plus, la cohésion au sein de l'équipe n'a été que renforcée grâce à la bonne communication entre les membres ainsi qu'avec les référents du projets. Enfin, les différentes méthodes de gestion de projet appliquées par nos membres ont permis une analyse critique des avancées ainsi que des résultats obtenus.

Ce projet de Recherche a permis de mettre en lumière l'influence des états cognitifs de stress et de fatigue mentale des étudiants sur leur performance académique. De plus, cet impact a pu être mis en évidence via l'utilisation et l'analyse de données physiologiques et subjectives avec le signal d'activité électrodermale complétées avec des données contextuelles subjectives de réponses à des questionnaires sur les états de fatigue cognitive et stress. Ces découvertes et avancées sont à développer pour continuer d'explorer le domaine des signaux physiologiques en lien avec els états cognitifs de l'Homme, notamment dans le domaine de l'Education pour aider et suivre les étudiants.

Nous sommes très reconnaissants de l'aide, des conseil et de l'accompagnement de la part de nos référents chercheurs : M. Guilherme MEIDERS MACHADO, M. Aakash SONI et Mme. Faiza BELBACHIR.



## VIII. ANNEXES

1. Etat de l'art
2. Protocol expérimental
3. Cahier de laboratoire
4. Architecture technique