

Une approche simplifiée de l'apprentissage par projet dans le master sciences et numérique pour la santé

Fernando González-Posada Flores

fernando.gonzalez-posada-flores@umontpellier.fr

Université de Montpellier, CNRS, IES, Montpellier, France

RÉSUMÉ : L'Université de Montpellier propose un master en Sciences et Numérique de la Santé. Les étudiants qui candidatent et s'y inscrivent sont issus de parcours très hétérogènes : licences de biologie, ingénierie, électronique, physique, médecine, odontologie, pharmacie. L'objectif de cette communication est de vous présenter la version simplifiée de l'apprentissage par projet que nous avons adoptée comme méthodologie de travail avec nos étudiants. Cette méthodologie est utilisée par une partie de l'équipe pédagogique de l'unité d'enseignement (UE) intitulée : « Acquisition et traitement des signaux pour le biomédical ». Le recours à des situations comportant des problèmes à résoudre (PROSITs) constitue le pilier de l'apprentissage par projet. Force est de constater que la diversité du premier cycle de formation des étudiants enrichit leurs interactions et leur approche, individuelle au sein du groupe, mais aussi collective. La chronologie temporelle d'un PROSIT est d'une semaine. Le caractère d'urgence simulé par les mises en scène a une incidence claire et directe sur la motivation et l'implication des étudiants. Ils mobilisent leurs compétences : les savoirs, savoir-faire et savoir-être, de manière globale, grâce au travail en groupe ; par ailleurs, les objectifs en termes de connaissances sont référencés dans la maquette pédagogique de l'UE : ce savoir est dispensé sous un format plus standard, des cours magistraux (CM) avec travaux dirigés (TD). Dans le contexte d'un master avec une population ayant des parcours universitaires multiples et variés cette approche pédagogique peut être utilisée ou adaptée sans difficulté. Une co-évaluation du dispositif est formalisée ; elle intègre les avis des étudiants des cinq dernières promotions (2015 à 2020), qui sont recueillis au sein d'un débat-forum.

Mots clés : dispositif pédagogique, transfert de savoir-faire, retour d'expérience, apprentissage par projet

1 INTRODUCTION

L'université en France, particulièrement celle de Montpellier, est l'héritière d'un système d'enseignement traditionnel basé sur des cours magistraux (CM), travaux dirigés (TD) et travaux pratiques (TP). L'apprentissage par projet (APP) peut être encore considéré comme une pédagogie innovante dans le milieu universitaire, en comparaison avec son utilisation dans le secondaire. [1] Le temps de préparation et les efforts déployés pour la mise en place de l'APP sont certainement une clé de lecture de son succès mais ils génèrent aussi des craintes auprès des équipes pédagogiques. C'est pour cette raison que j'ai pris la décision d'identifier et d'analyser les différences principales entre le cours-expérience que j'ai suivi dans le cadre de l'offre de formation de l'Université de Montpellier en 2013 – 2014, et les enseignements dispensés aux promotions de 2014 – 2015 à 2019 – 2020.

2 DESCRIPTION DU MASTER SNS

2.1 Contexte

L'Université de Montpellier propose un master en Sciences et Numérique de la Santé (SNS) avec trois spécialisations possibles : Physique biomédicale (PHYMED), Bio-Informatique, Connaissances, Données (BCD) et Ingénierie des dispositifs de la Santé (IDS). Le master SNS s'adresse aux étudiants en provenance de licences en informatique, électronique et automatique, physique, biologie, médecine,

odontologie, pharmacie. Depuis 2010, ce sont plus de 200 professionnels qui ont été formés, dont près de 20% par la voie de la formation continue ou permanente. Ce master offre des débouchés principalement dans les entreprises technologiques, dans les sociétés de conseil et de service informatique, et auprès d'acteurs de la santé (milieu hospitalier, prestataires de soins, acteurs de l'assurance et de la prévention). [2]

La spécialité IDS vise à former les étudiants à une maîtrise théorique et pratique en robotique médicale, en traitement du signal, et en capteurs et chaînes de mesure. Les compétences acquises trouvent leurs applications dans le domaine de la santé. [3]

L'hétérogénéité du master implique dans la dynamique de groupe une appropriation spécifique des mots techniques de chaque formation. Se pose la question d'un travail incontournable sur le référentiel de chacun, qui s'enrichit en concepts et savoir-faire : comment communiquer sur son savoir auprès d'un public non expert ? Dans le contexte des applications en santé, les étudiants doivent être en mesure de transmettre les enjeux de tel ou tel élément au vu de leur discipline d'origine mais aussi d'une application spécifique aux projets proposés par les enseignants. C'est en ce sens que nous pouvons apparenter la méthodologie pédagogique de l'UE « Acquisition et traitement des signaux pour le biomédical » à l'apprentissage par projet (APP).



Fig.1 : L'apprentissage par projet comme centre d'exploitation des compétences : savoir, savoir-faire et savoir-être dans le master Sciences et Numérique pour la Santé.

2.2 Compétences et apprentissage par projet

La notion de compétence est très importante à tous les niveaux dans le monde des affaires, entreprises et des universités comme le rappelle le rapport de suivi de la loi Orientation et Réussite des Étudiant. [4] L'apprentissage par projet sollicite et développe les compétences que les futurs diplômés doivent mobiliser dans certains domaines de la santé au croisement des sciences numériques ; il les met également dans une situation qui les questionne et les forme à appréhender des connaissances très spécifiques, en matière de savoir, savoir-faire et savoir-être, dans des domaines dont ils ne sont pas experts (voir Fig.1).

Ainsi, le déroulement du cours place les étudiants dans une posture active, pendant les séances collectives et lors des phases de travail individuel. Le volume horaire en présentiel est de 16.5 heures. On estime que les étudiants doivent fournir le double d'heures de travail individuel en dehors de ces heures de cours, auquel s'ajoute, le travail en groupe réalisé hors classe.

3 L'APPRENTISSAGE PAR PROJET : SIMPLIFIÉE

L'APP utilisé est basé sur le cours-expérience reçu comme formation dans l'Université de Montpellier en Octobre 2014 – Février 2015. L'APP était présenté par l'unité de didactique de l'Université de Louvain [5]. L'APP est construit autour de deux séances particulières nommées : ALLER – RETOUR. Dans la séance ALLER, nous présentons le travail demandé aux étudiants sous forme de situation-problème (PROSIT). Au cours de cette séance, ils doivent décortiquer le problème, en identifiant principalement les connaissances visées, les connaissances à approfondir, ainsi que les étapes nécessaires à la résolution du problème. Il est indispensable que les étudiants procèdent avec une méthodologie de travail individuelle et collective claire et structurée. La séance RETOUR est consacrée à la présentation du processus identifié par

chaque groupe pour résoudre le PROSIT. Entre les séances ALLER et RETOUR peut s'écouler jusqu'à une semaine.

Le travail en groupe pendant la séance répond strictement à des rôles établis en amont qui garantissent un bon déroulement. Les rôles à attribuer sont : l'animateur, le scribe, le secrétaire et l'intendant. L'explication des rôles est détaillée avec le PROSIT ; leur évolution sera abordée ci-après dans le point 3.2. Le travail est réalisé en groupe pendant la séance. Entre la séance ALLER et la séance RETOUR, il est fortement conseillé aux étudiants de travailler individuellement afin de vérifier leurs connaissances, et tester leur méthode et leur capacité à effectuer des recherches. De plus, les étudiants provenant de différentes licences, les domaines à approfondir ne seront pas les mêmes pour tous. Il est important de responsabiliser les étudiants vis-à-vis de la formation : ils doivent être en capacité d'autoévaluer leurs connaissances et fournir les efforts nécessaires pour les compléter ; cela garantit également le bon déroulement des séances. Le respect de ces conditions est une des clés de la réussite de l'APP, l'objectif étant que les étudiants apportent une solution au problème exposé par les enseignants.

L'élaboration du PROSIT doit être en adéquation à la fois avec les acquis des étudiants et les objectifs vers lesquels l'UE les accompagne. Il doit contenir des concepts à approfondir, situés en dehors de la zone de confort des connaissances de chaque étudiant, tout en gardant une proximité avec elle afin que les objectifs en termes de recherche et apprentissage soient réalistes et viables. Enfin, le PROSIT et la grille d'évaluation (individuelle et collective) doivent être mis à disposition des étudiants. Le PROSIT doit fournir une description claire et détaillée de la demande de l'équipe pédagogique et s'appuyer sur une bibliographie que les étudiants doivent consulter et assimiler. L'annexe qui accompagne cette communication apporte plus de précisions. Il s'agit du document distribué aux étudiants dans les premières années. Il correspond à 4 PROSITs différents. Dans l'annexe figurent donc le syllabus, la description des 4 PROSIT ainsi que le déroulé des séances. À ce jour, toute l'information est disponible sur un Moodle [6], que je vous invite aussi à consulter. L'utilisation de Moodle a été introduite dans l'UM en 2015 – 2016. Il a facilité la consultation et le suivi des éléments ajoutés à la bibliographie et aux PROSITs. Moodle a aussi apporté des outils tels que des forum, base de données, questionnaires, etc., enrichissant par là-même les échanges entre enseignants et étudiants, mais aussi entre étudiants. Aussi, Moodle a amélioré les méthodes d'évaluation, en particulier avec l'introduction de la co-évaluation et l'évaluation par les pairs, comme on verra par la suite dans la section 4.

3.1 Contenu, objectifs et évaluation

L'unité d'enseignement « Acquisition et traitement des signaux pour le biomédicale » comprend donc, en plus

des CM, TD et TP classiques, les 4 PROSITs présentés en annexe dont voici le contenu :

1. Apprentissage significatif, constructivisme et capteurs biomédicaux.
2. Télésurveillance médicale et logement Senior
3. Voir en médecine : implants rétiniens et endoscopie virtuelle.
4. Plasmonique et médecine

L'apprentissage des étudiants est au cœur des objectifs ; à la fin du cours ils seront capables de :

- A. Identifier différentes technologies biomédicales en relation aux différents ordres de grandeur relevés chez les humains.
- B. Faire une classification des capteurs biomédicaux en intégrant comme paramètres à la fois la technologie, le corps humain et son environnement.
- C. Décrire le fonctionnement basique de la vision chez l'homme et sa relation avec un implant rétinien.
- D. Identifier les courants et signaux significatifs dans les photodiodes, caméras CCD et la technologie CMOS.
- E. Énoncer les principes de base de la Nanoplasmonique et connaître des exemples basés sur des structures métalliques.

L'évaluation des séances d'APP en contrôle continu prend en compte la participation des groupes et la collaboration entre étudiants au sein d'un même groupe. L'introduction d'une évaluation individuelle en 2015-2016 fait suite à une demande des étudiants. Les modalités d'évaluation étant ce qui a le plus évolué, il conviendra d'y revenir : la section 4 y est entièrement consacrée.

3.2 APP : 5 ans d'évolutions et d'améliorations

Dans cette section, je voudrais refléter le point de vue de l'enseignant avec un retour d'expérience : enjeux, plus-value et conséquences des APPs. Les premières années juste après la formation en APP, j'étais conditionné à vouloir tout écrire dans un PROSIT très détaillé avec des objectifs et une chronologie temporelle stricte. Au début, j'avais une inquiétude sur la forme du cours, que pouvait aller jusqu'au choix de la salle d'enseignement et apporter le matériel à utiliser. Il me fallait d'une part, une salle dans laquelle pouvoir projeter, faire des groupes, faire respecter les rôles convenablement, travailler sur différents tableaux à feutre et, d'autre part faciliter la communication entre les élèves tout en exerçant mon rôle d'accompagnateur.

L'évolution technologique permet, depuis 2 ans, de consacrer moins de temps à la préparation logistique des

salles utilisées. La plupart de mes étudiants apportent leur propre matériel informatique (ordinateurs, tablettes) et sont donc rapidement opérationnels une fois qu'un rôle leur a été attribué au sein du groupe. D'une part, ils travaillent sur des supports de présentation et documents partagés numériques modifiables en temps réel pendant la séance. L'agencement et l'équipement de la salle ne sont plus une contrainte dès lors que chaque groupe peut disposer d'un espace délimité. Par exemple, les salles de travaux pratiques sont adaptées : même si les tables sont fixes, les étudiants ont la place pour se regrouper sans se gêner.

Les rôles attribués aux étudiants sont encadrés par quatre consignes que j'ai instaurées et que je demande de respecter par chaque groupe dès la séance ALLER :

1. Œuvrer collectivement pour une participation équilibrée et une communication claire en interne et lorsqu'il s'adresse à d'autres groupes. Cela implique pour certains étudiants de dépasser leur timidité, ou, pour d'autres, de s'exprimer de manière moins directive. (Animateur)
2. Veiller à maintenir en permanence le même niveau d'information au sein de chaque groupe. Concrètement, celle-ci apparaît sur l'écran de chaque membre et garantit à tout moment des échanges basés sur l'ensemble des données identifiées par le groupe. Par ailleurs, cela facilite la réalisation des tâches qui incombent au scribe.
3. Fournir un compte-rendu écrit à la fin de chaque séance (un par groupe). Les outils d'écriture collaborative en ligne sont un atout indéniable. Ces documents permettent non seulement de refléter le travail de groupe fourni mais aussi de matérialiser les avancées issues des échanges entre les étudiants. Ils formalisent également la distribution des tâches à réaliser en vue de répondre au PROSIT lors de la séance RETOUR. (Secrétaire)
4. Mesurer le temps dédié au travail en groupe et prendre conscience du travail individuel à fournir. (Intendance)

Pour réduire le temps d'analyse du PROSIT dans la séance ALLER, j'ai mis en ligne sur Moodle des documents à lire avant la séance. En cela, on peut considérer que j'ai intégré à l'APP des éléments de l'approche pédagogique de la "classe inversée". La documentation est en lien avec la thématique du PROSIT mais ne dévoile pas pour autant les enjeux qu'il soulève. Le PROSIT est travaillé en groupe et pendant un temps déterminé. Ce travail préparatoire amène chaque étudiant à amorcer un travail de questionnement qui lui permettra de se positionner individuellement et l'amènera à situer ses connaissances et compétences au sein du PROSIT. Le savoir et le savoir-faire des étudiants étant hétérogènes et complémentaires, le travail en groupe est d'autant plus enrichissant, dans le cadre du PROSIT et, d'une manière plus globale, d'un

point de vue de l'acquisition de nouvelles connaissances. Les informations mises à disposition des étudiants en amont ont évolué au fil des promotions, incluant des articles scientifiques, des articles de vulgarisation, des présentations des projets de recherche, des vidéos, des enquêtes et des débats et forums. Pour plus d'informations, je vous invite à vous inscrire sur le Moodle et à consulter la présentation en ligne de la structuration des différentes séances des APP.[6]

Au début de la séance RETOUR, leur travail individuel est fini et leur travail en groupe est avancé. Les groupes choisissent habituellement une présentation avec des transparents comme support pour rendre compte leur travail. Ce travail partagé préparé en distance est compliqué. En effet, au sein d'un même groupe, les contraintes liées à leur emploi du temps universitaire, travail professionnel et contraintes personnelles peuvent différer fortement. Cela signifie, dans ces cas-là, que les étudiants ont essentiellement travaillé en ligne. Voilà pourquoi j'ai décidé de diviser cette séance en deux étapes un premier temps de partage des informations au sein de chaque groupe, puis un second de présentation de chaque groupe à l'ensemble des groupes. Ce temps d'échanges avant la présentation aux autres groupes leur permet de peaufiner et réajuster leur exposé afin de le rendre plus fluide et plus explicite. Ces échanges apportent une dimension métacognitive à leur travail de présentation.

3.3 APP : jeu, théâtre et réalité

Les séances d'ALLER et RETOUR doivent être motivantes et placer les étudiants dans une posture active. À ce titre, mon expérience personnelle dans les arts scéniques, le théâtre et la danse, me permettent de veiller à la tension scénique de la situation soumise à l'analyse des étudiants dans le cadre de l'APP et de recréer un caractère d'urgence réaliste. Le PROSIT doit être bien écrit pédagogiquement et aussi en lien avec une situation réelle, ce qui accroît l'implication et l'enrôlement des étudiants. Dans ce jeu théâtralisé, dans la mesure du possible, une connexion directe entre l'enseignant et l'objectif du PROSIT est très attractive et motivante. Par exemple, dès la deuxième année, j'ai introduit à la lecture du PROSIT sur la télésurveillance médicale d'une résidence senior et d'un logement connecté, un élément non-écrit pour susciter l'urgence : « j'ai vraiment été contacté par la Mairie de Montpellier pour rédiger un cahier des charges à destination des conseillers d'urbanisme ». Une mise en situation réaliste constitue une prise de risque virtuelle/fictive mais qui confronte les étudiants à la gestion de demandes auxquelles ils devront répondre en milieu professionnel, une fois diplômés, et dans une moindre mesure, dans le cadre de leur stage.

En définitive, la théâtralisation de la séance est efficace pour maintenir la tension scénique, donner du sens, finaliser le projet et le faire vivre en impliquant davantage les acteurs. Il est même possible de limiter le

temps alloué aux étudiants, surtout lors de la séance de RETOUR, pour préparer leur présentation. C'est là une similitude avec les « *escape games* », récemment introduits comme outils pédagogiques dans le milieu universitaire, tant dans la formation des étudiants que des enseignants. La présentation de la séance de RETOUR s'apparente à une situation récurrente en entreprise et dans les laboratoires : atteindre un résultat en un temps limité et faire plusieurs rapports aux collaborateurs, aux partenaires, à la hiérarchie. C'est une des compétences principales à appréhender et qu'ils devront développer tout le long de leur carrière professionnelle, véritable mélange des savoirs, savoir-faire et savoir-être.

3.4 Perspectives : compétences et savoir-être

L'équipe pédagogique souhaite enrichir les séances d'APP avec de nouveaux paramètres dans le but d'améliorer l'adaptabilité des étudiants aux projets et leur capacité à mobiliser de manière adéquate leurs compétences en réponse aux différents problèmes qui se posent. Par exemple, au milieu d'une séance, basculer tout le monde vers un projet démarré par un autre groupe. C'est à dire, le groupe continue leur travail avec l'information préparée et partagée par un autre groupe. Le traitement des informations doit être rapide puisque le temps est limité. L'idée qu'un étudiant quitte le groupe une fois le travail démarré ou qu'un nouvel étudiant arrive est à l'étude. Quelles réactions cela pourrait susciter au sein des groupes concernés ? Comment évoluent les échanges entre les étudiants et quelle nouvelle répartition des tâches se met en place ? Comment enrôler l'étudiant nouvellement associé au projet à un stade déjà avancé ? Cela peut favoriser le questionnement des étudiants autour de la gestion de ces situations lorsqu'elles sont réelles.

4 EVALUATIONS

Trois niveaux d'évaluation des séances d'APP : (i) les contenus et la méthodologie d'enseignement, (ii) ses propres perspectives en différents forum-débats en ligne en relation aux contenus et (iii) l'évaluation par les pairs d'un travail individuel.

4.1 Enquête de satisfaction et suggestions

L'évaluation est simple et vise à donner une vision générale de la satisfaction avec les contenus et la méthodologie. Il y a quatre questions, trois fermées et une ouverte. Les questions fermées permettent à l'étudiant de témoigner de l'appréciation : 1) des contenus du cours, 2) du travail en groupe, 3) de l'évolution de ses compétences et 4) de l'augmentation de ses apprentissages.

Le nombre d'élèves était entre 10 (2014 – 2015) et 31 (2019 – 2020). Dans les différentes cohortes par année, les sondages et les enquêtes réalisés ont démontré l'enthousiasme des élèves tout au long des séances. Ceci

conforte sur le bien-fondé de cette démarche. Ci-dessous, les derniers résultats des questions fermées, tirés directement de Moodle :

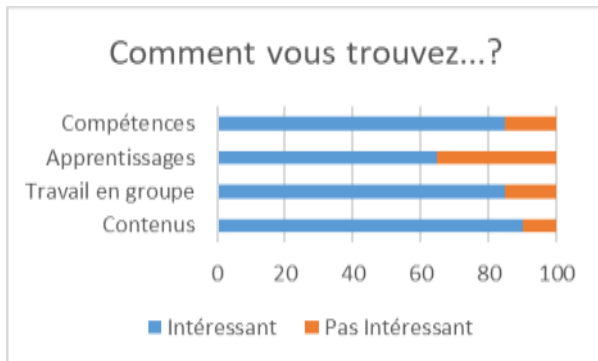


Fig. 2 : Evaluation sur forme d'enquête de satisfaction tiré directement du Moodle.

Le pourcentage d'élèves se trouvant compétent est de 83% et 63 % d'entre eux ont trouvé les apprentissages intéressants. Cette observation peut être étayée par les éléments de réponses à la question ouverte. La question ouverte est formulée de la suivante façon : « Choses à améliorer/Suggestions pour l'année prochaine ». Les réponses ont varié en fonction des années. Voici quelques exemples qui m'ont aidé à améliorer la structure et le contenu de l'enseignement :

1. « Moins de travaux de groupes » – Introduction de travail individuel à fournir à la fin des séances avec une évaluation individuelle. Le pourcentage de la note est modulé avec le travail en groupe.
2. « Mieux décrire les énoncés/consignes si possible » – Relecture des énoncés par des collègues et des étudiants des années précédentes.
3. « Diversifier les formations dans le travail en groupe » – Obligation de mélanger dans les groupes de travail des personnes de différentes disciplines.
4. « Ne pas avoir à noter nos collègues de classe » – Transformation de l'évaluation par les paires en anonyme.
5. « Pas assez de place pour les suggestions » – Ouverture d'un forum pour questions et suggestions pendant la durée des séances APP.
6. « Cours plus cadré reprenant des bases d'un cours magistral ou un polycopié » – Séance de Plasmonique avec CM et des supports de communication (PPT, PDF).
7. « Approfondir les notions de traitement de signaux » – présentation du module (horaires, répartition). Signaler la distribution en temps de l'UE et faire comprendre les compétences visées dans la partie APP.

8. « Organiser sous forme d'un projet de conception » – Réflexions pour faire évoluer l'APP et le lier l'UE Projets dans le master.

De façon générale dans toutes les cohortes, la participation des élèves aux enquêtes est en moyenne de 95%. La réponse à la question ouverte est anonyme et arrive après toutes les questions de l'évaluation avant que l'étudiant ne connaisse sa note finale.

4.2 Activité forum-débat : Auto-positionnement

La motivation est un facteur très important de la réussite des élèves à tous les niveaux scolaires, mais surtout à l'université. Elle permet de développer l'autonomie des élèves en les responsabilisant. [7] Les étudiants sont invités à participer à un forum-débat sur l'analyse critique de leur positionnement dans le master SNS-IDS. Cette analyse est faite après avoir regardé la vidéo du Prof. Serge Picaud [8], une partie de travail préséance de RETOUR pour le contenu "Vision en Médecine". Dans la vidéo, le cours est suivi des questions du public. Une personne interroge sur « l'intégration des disciplines pour résoudre les problèmes ».

Le forum-débat est initié par trois questions : 1) Qu'est que vous en pensez ? 2) Comment vous pouvez améliorer cette intégration au niveau du master ? 3) Comment voyez-vous votre implantation personnelle dans le monde de travail à ce sujet ? Dans les paragraphes suivants, il y a un résumé des réponses collectives et des différents points d'accord et de divergences. Par la suite, l'auto-positionnement des élèves pour chaque question permet de présenter le master aux nouveaux élèves de façon plus claire, avec des motivations plus réalistes, au plus près de leur vécu. Enfin partir du centre d'intérêt des élèves permet à l'enseignant d'adapter sa pédagogie et de répondre aux mieux aux besoins des élèves et par conséquent de proposer une meilleure qualité d'accompagnement.

4.2.1 Que pensez-vous que l'intégration des disciplines permet une meilleure résolution des problèmes ?

Le résumé est une présentation composée de diapositives modifiables au gré des explicitations à porter ou de suggestions pertinentes, à des fins scientifiques de recherche en pédagogie sur la motivation des étudiants dans l'enseignement supérieur au niveau du master. Il sera ensuite communiqué à l'équipe pédagogique. Le texte ci-dessous est un résumé présentant les réponses et les commentaires des élèves, présenté en fin du débat-forum de façon individuelle :

- C'est la raison de postuler au master.
- La recherche en biologie/médecine doit avancer avec la technologie, chimie et physique.

- La communication est fondamentale : Trouver un vocabulaire commun et apprendre le vocabulaire de chaque domaine pour communiquer.
- Intégrer idées/solutions/problématiques pour la compréhension des besoins/limites en Biologie/Médecine Vs Technologie/Ingénierie.
- Apprendre à comprendre le raisonnement d'un spécialiste venant d'un autre domaine : opinion, mode de fonctionnement et de réfléchir.
- Résoudre des obstacles qui paraissent infranchissables : collaboration et adaptation pour développer également la créativité, le sens solidaire et critique.
- Connaissance approfondie et travail collectif de plusieurs domaines parallèles pourraient ouvrir de nouvelles perspectives d'innovation.

4.2.2 Comment pouvez- vous améliorer cette intégration au niveau du master ?

La motivation de l'équipe pédagogique doit être soutenue par l'appréciation des cohortes passés. Les critiques constructives indiquent les besoins croissants dans les nouvelles vagues d'élèves à venir. Ainsi les évolutions pourront maintenir, voire augmenter l'attractivité et l'implication dans le parcours IDS du master SNS. Voici quelques propositions de la cohorte 2019 – 2020 et les idées à présenter à l'équipe pédagogique du master :

- Projets réels demandés soit par des patients soit par des personnels de santé pour développer un dispositif => Demander l'implication de certains médecins du CHU dans la formation au niveau projet et dans l'APP.
- Augmenter l'équilibre biologistes/médecins Vs électroniciens/ingénieurs => Évaluer la possibilité de mettre des quotas par discipline d'origine pour la promo 2020 – 2021.
- Aligner deux profils d'études en relation aux disciplines d'origine et face aux débouchés, donc UEs spécifiques pour les biologistes Vs Ingénieurs => Proposer de rattrapage dédié/adapté/accessible plus de santé et biologie, et une autres plus de langage de programmation et électronique.
- UE de création de projet avec des groupes hétérogènes composés d'électroniciens, de biologistes et de mathématiciens avec période longue (6 mois) => Coupler l'UE projet avec l'APP pour développer un dispositif ou une application concrète par contenu chaque mois avec plus de temps pour intégrer les connaissances théoriques et arriver à maîtriser la partie hardware des dispositifs mis en oeuvre. Évaluer la possibilité d'un accompagnement par groupes mixtes des

enseignants-chercheurs EEA et biologistes/ médecins pour réaliser le travail en groupe

4.2.3 Comment voyez-vous votre implantation personnelle dans le monde de travail à ce sujet ?

La cohorte 2019 – 2020 a été la plus nombreuse depuis la création du master. Dans le dernier semestre, l'équipe pédagogique a reçu l'évaluation du LMD4 et préparé l'auto-évaluation pour l'HCERES. Le taux d'embauche est proche de 100%. Néanmoins, il est intéressant de voir la projection de la cohorte 2019 – 2020 en fin du premier semestre à l'issue de la séance APP dédiée à la Vision en Médecine. Leurs propositions qui donnent une idée de l'implication personnelle dans le monde du travail, sont les suivantes :

1. Proposer de nouvelles approches innovantes.
2. Participer à la communication entre les spécialistes des différents domaines afin de faire le lien entre les professionnels lors de la mise en place de projets
3. Démontrer des compétences de base dans tous les domaines de l'ingénierie en plus des connaissances en sciences du vivant.
4. « Changer le monde » ou du moins aider d'une façon ou d'une autre. Tout en travaillant sur des centres d'intérêt.
5. Être capable de s'adapter à des évolutions et se remettre à niveau dans certains domaines.
6. « Savoir se vendre », connaître et valoriser ses compétences et percevoir le détail dans une vision globale.

4.3 Auto-évaluation et évaluation par les pairs

L'auto-évaluation et l'évaluation par les pairs se sont déroulées autour d'un travail de fin des séances APP. Depuis la première année 2014 – 2015, les élèves ont demandé dans les enquêtes de satisfaction une évaluation individuelle basée sur un travail concret. Dans ce sens, la note du groupe, dans sa globalité ne témoigne pas de l'implication personnelle de chaque étudiant. En revanche elle traduit la qualité d'un travail collectif résultant de la qualité coopérative de chacun.

Le travail final individuel aide à démontrer ses connaissances en accord avec les objectifs de l'UE. Ainsi, la formulation de l'objectif s'est simplifiée dans les dernières années comme « À la fin de la formation les étudiants seront capables de faire une analyse critique d'un capteur biomédical en relation avec leurs connaissances et en relation aux thématiques abordées : télésurveillance, vision et plasmonique en médecine ». Ceci permet de moduler les connaissances en fonction des contenus tout en développant la créativité et la capacité de synthèse, notamment lors de la phase de

communication écrite (deux pages). Le projet est basé sur l'analyse scientifique et critique d'un capteur utilisé en milieu médicale ou en relation avec la santé. La source d'information initiale est de préférence un environnement non-scientifique : livre, série ou film. En partant, d'un contexte non-scientifique, les élèves doivent rendre une analyse critique de la présentation du dispositif, justifier de la viabilité scientifique en détaillant les caractéristiques techniques (électrique, optique, masses, etc.). De plus, il est important de considérer la transmission des signaux, le stockage de l'information et le traitement des données. Enfin, les dispositifs sont évalués par ses applications et domaines d'utilisation, en considérant son niveau d'innovation et le contexte éthique de son usage.

L'évaluation de ce travail est faite en trois temps : tout d'abord par l'étudiant lui-même (autoévaluation), puis par un pair et enfin par un enseignant. L'écart entre les notes est de deux points et demi en général. Cela est dû à l'homogénéisation des corrections qui découle de l'utilisation à deux outils : la grille d'évaluation et le partage des rapports, accessibles sur Moodle lors de l'évaluation par les pairs. Dans tous les cas, les notes des étudiants sont devenues anonymes à partir de la seconde cohorte dans un souci d'impartialité et d'objectivité.

5 CONCLUSION

L'apprentissage par projet est une pédagogie très intéressante car elle se focalise sur l'acquisition de compétences. Les compétences sont un mélange de savoirs, savoir-faire et savoir-être qui, au centre de l'APP devient un objectif d'enseignement. L'APP est modulable et évolutif grâce aux nouvelles technologies et aux plateformes d'enseignement digitales comme Moodle. La modalité de la mise en œuvre des PROSITS doit être claire et avec des consignes explicites. La tension et l'urgence dans les différentes séances ALLER et RETOUR en situations réelles, dans l'environnement professionnel de la santé est à prendre en compte car elle joue un rôle important dans la motivation et l'implication des élèves. L'évaluation de l'APP assure à tous et à chacun, enseignants comme étudiants, une dynamique professionnelle valorisante, enrichissante car elle fait place à la réflexion singulière de chaque acteur dans un esprit collectif coopératif et créatif.

Remerciements

Je tiens à remercier le Pr. Emmanuel Le Clézio pour la liberté qu'il m'a accordée pour introduire dans le cadre de ce master des méthodes pédagogiques innovantes centrées sur les compétences. Je tiens à remercier les promotions des étudiants du Master Science et Numérique de la Santé, parcours Ingénierie de Dispositifs de la Santé pour avoir participé avec enthousiasme et passion aux séances d'apprentissage par projet, surtout pour leurs évaluations et conseils, qui font évoluer mes enseignements.

Mes plus sincères remerciements à Mme. Marta Cases de Bobadilla et M. Mickaël Dutreuil pour m'avoir aidé avec la langue de Molière dans cette communication.

Bibliographie

- [1] F. A. Loiola et M. Romainville. "La recherche sur la pédagogie de l'enseignement supérieur. Où en sommes-nous ?", *Revue des sciences de l'éducation* Vol. 34, 3, p. 529–535 (2008). <https://doi.org/10.7202/029507ar>
- [2] [Site web Master Science et Numérique de la Santé.](#)
- [3] [Information en plaquette du parcours IDS.](#)
- [4] [Rapport du comité de suivi de la loi Orientation et Réussite des Étudiants.](#)
- [5] Formation à l'Apprentissage Actif de Louvain <http://fa2l.be/>
- [6] [Moodle UM : HMNS318](#) – Accès : #CETSI2020*ref
- [7] J. Papet et F. Cassagnol, "La motivation : profils, prédicteurs de réussite, leviers possibles" Séminaire IDEFI 11/10/2019. Université Paul- Valéry
- [8] [Vision et regard – Prof. S. Picaud.](#)

Annexe : (dans la suivante page/fichier)

Capteurs pour le biomédicale (2014)

Enseignant : Fernando González-Posada Flores : fgonzale@um2.fr

Méthodologie : Apprentissage Actif et par Project (Basé dans la recherche scientifique)
 Travail en groupe et individuelle dans le cours (15 heures)
 Travail individuelle en dehors de cour (15 heures)

Contenues de base:

- Télésurveillance Médicale
- Voir en Médecine :
 - Implants/Amélioration : Rétine/Lunettes pour voir
 - Endoscope : Photodiodes, Camera CCD et Technologie CMOS
- Nanoplasmonique

Objectives :

À la fin du cours les participants seront capables de :

1. Identifier différent technologies biomédicales en relation aux différents grandeurs relevés dans les humaines.
2. Faire une classification des capteurs biomédicaux en relation à la technologie, au corps humain et à leur environnement d'usage.
3. Décrire les étapes basiques de la vision humaine et sa relation avec un implant rétinien.
4. Identifier les courant et signaux significatives dans les photodiodes, Camera CCD et technologie CMOS.
5. Enoncer les principes de base de la Nanoplasmonique et donner de exemples basées en structures métalliques.

Évaluation :

Recompilation des connaissances acquis sur forme de travail (Format libre)

Version électronique - même scannée et déposé sur l'ENT (Date limite 19 Déc. 2014)

Date		Thématique	Documentation
27/11/2014	1h 30	Présentation (30 min) 1ère Dynamique : Carte conceptuelle (50 min)	1. L'apprentissage significative, constructivisme et capteurs biomédicaux 2. Organisation de la dynamique
	1h 30	<i>Séance Planification du Travail :</i> Télésurveillance Médicale (30 min. dynamique) + (50 min. travail) Exposition du plan de travail (10 min)	1. La Marie réclame l'aide. 2. Organisation du travail 3. Télésurveillance Médicale 4. Microsystèmes pour le biomédicale
28/11/2014	1h 30	Travail par groupes selon le programme de chaque groupe sur le matériel de l'ENT et internet.	1. Thèses - ENT 2. Présentations -ENT 3. Autres - À partager sur ENT
	1h30	Ensembles tous (30 min.) Reprogrammation du travail du groupe	1. Autres - À partager sur ENT ou amener imprimé pour tous
04/12/2014	1h 30	<i>Séance Évaluation du Travail :</i> Télésurveillance Médicale	1. Pré-présentation du travail individuel de chaque personne pour le reste
	1h 30	<i>Séance Planification du Travail :</i> Vision en Médecine	1. Photodétecteurs à Semi-conducteurs 2. Imageurs CMOS: Principes + Apps 3. La bionique avenir de l'homme 4. Imaging and Display 5. Documents
11/12/2014	1h 30	<i>Séance Évaluation du Travail:</i> Vision en Médecine	1. Travail en groupe: Retour de l'étude 2. Pré-présentation du travail individuel de chaque personne pour le reste
	1h 30	<i>Séance Planification du Travail:</i> Nanoplasmonique	1. Introduction to Plasmonics 2. LSPR Biosensing 3. Cell membranes
12/12/2014	1h 30	<i>Séance Évaluation du Travail:</i> Nanoplasmonique	1. Travail en groupe: Retour de l'étude 2. Pré-présentation du travail individuel de chaque personne pour le reste
16/12/2014	1h30	Retour général Evaluation	1. Évaluation individuelle 2. Évaluation de la méthodologie groupale 3. Pré-présentation du travail individuel final

L'apprentissage significative, constructivisme et capteurs biomédicaux

L'Apprentissage significatif est, selon le théoricien américain David Ausubel, le type d'apprentissage dans lequel un étudiant concerne les nouvelles informations avec lesquelles possède déjà, les reprise et les reconstruit ensemble dans ce processus. En d'autres termes, la structure des connaissances et expériences nouvelles modifie et restructure les antécédents, et vice-versa. Ce concept et la théorie sont encadrés dans le contexte de la psychologie constructiviste.

Le constructivisme est une théorie de l'apprentissage et il a été développé, entre autres, par Piaget dès 1923, en réaction au behaviorisme (Skinner entre autres) qui, d'après lui, limitait trop l'apprentissage à l'association stimulus-réponse, par exemple écouter directement le discours d'un/e enseignant/e.

L'approche constructiviste met en avant l'activité et la capacité inhérentes à chaque sujet, ce qui lui permet d'appréhender la réalité qui l'entoure. Donc, les étudiant/es doivent être actifs et diriger son propre apprentissage, bien entendu encadrés.

Donc, je vous invite à réfléchir activement et mettre en commun vos connaissances sur le sujet de notre cours : les capteurs biomédicaux. Voici, une liste de questions, non limité, à vous demander en groupe.

Qu'est que vous connaissez déjà sur les capteurs biomédicaux ? Vous pouvez donner des exemples ? Dans quel domaine des sciences peut-on encadrer les capteurs biomédicaux ? Vous pouvez les classer ? Quelle ressources/connaissances vous possédez déjà pour faire/étudier un capteur biomédical ? Quelles ressources/connaissances vous avez besoin d'apprendre significativement pour faire/étudier un capteur biomédical ?

Pour guider votre travail sur le reste des séances, je vous demande de faire un rapport visuel en forme de carte/schéma conceptuel à présenter à la fin de la séance. Entre les différents groupes on fera une comparaison sur les cartes.



Méthode de travail:

1. Lecture individuelle (5 min)
2. Schéma conceptuel individuel (10 min)
3. Organisation du groupe - Rôles (5 min) Voir le page sur les rôles
4. Schéma conceptuel collective (20 min)
5. Présentation de chaque groupe (10 min)

Espace pour votre schéma conceptuel

Des rôles pour faciliter le travail de /en groupe :

Animateur

- S'assure que le groupe suit les étapes prévues
- Veille à ce que le contenu de la discussion soit noté par le secrétaire
- Anime la discussion :
 - distribue la parole, suscite /sollicite la participation ou modère les interventions
 - amène le groupe à **clarifier les idées** développées
 - au besoin, propose des **synthèses** de ce qui a été dit ou fait



Scribe

- Note au tableau **l'essentiel** issu des échanges (termes, points, questions, idées, ...) : support et mémoire de la discussion du groupe
- N'écrit pas de phrases, mais des idées, des concepts, des questions, des schémas, ...
- Ne filtre pas les informations notées
- Organise le tableau en fonction des étapes (de manière à garder la trace de toute la réflexion → ne pas effacer).



Secrétaire

- Prépare une **trace écrite synthétique** de la production du groupe
- Transmet cette trace à tous les membres du groupe et au tuteur.



Intendant

- S'assure du **respect du timing** pour chaque étape et du timing général :
 - Informe le groupe régulièrement (ex : il nous reste 10 minutes pour cette étape)
- Veille à la logistique : marqueurs, *flip charts*, transparents, etc.



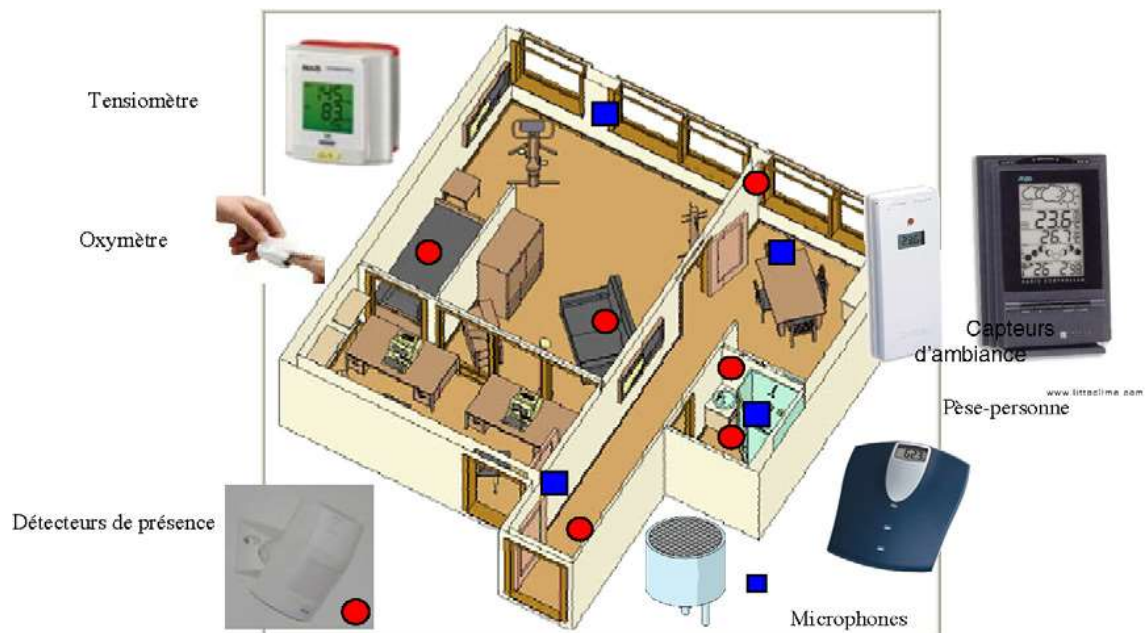
(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.

La télésurveillance médicale et le logement Senior en Montpellier

La ville de Montpellier est un endroit attractif pour vivre et de plus en plus le parc commercial de Montpellier investi sur la construction de logement pour les personnes Senior. Dans ce cadre, la Marie de Montpellier, à travers leur bureau d'études pour une Construction Durable et Domotique, a demandé de la collaboration aux personnel du master STIC Technologie pour la Sante de Montpellier. Ils ont demandé un dossier d'étude focalisé sur la télésurveillance médicale qui pourrai faire partie des nouveaux concours publiques sur la construction Senior dans la ville.

Pour aider à notre recherche et faciliter notre étude, ils nous ont fourni avec une bibliographie de base (voir les documents) qui ils ont considéré importants vue l'impact des résultats au niveau scientifique dans des différents projets nationales et internationales. Il se compose d'un article scientifique, deux présentations, un chapitre d'un livre, une thèse de master et quatre thèses doctoraux.

Néanmoins, les personnes du bureau qui sont involucrés ne sont pas des experts en capteurs biomédicaux. Le dossier doit être descriptif et instructive dans un premier niveau général avec des classifications claires sur des capteurs et les fonctions. En suite, un seconde niveau plus scientifique et rigoureux en relation avec des grandeurs physiologiques à mesurer et les différents types de capteurs à utiliser.



Le "Habitat Intelligent pour la Santé "HIS du laboratoire TIMC-IMAG de Grenoble est un système domotique multicapteurs (Noury *et al.* IRBM **2009**, 30, 93-103).

Calendrier du traitement de la situation-problème(*)

Timing de la séance planification.

Séquences		Taches
Séance de planification	1 5 min	Organisation du groupe: Distribuer les rôles (voir description)
	2 10 min	Prendre connaissance du livret fourni et, en particulière, de l'énoncé du problème (la mission)
	3 20 min	Comprendre et clarifier le problème : • Quel est au juste le problème que nous allons traiter ? • Quelle est notre mission?
	4 50 min	Établir ensemble des pistes pour traiter le problème : • Établir une liste de questions pertinentes suscitées par l'énoncé • Faire le pont sur ce que le groupe connaît (et ne connaît pas) • <i>Les cas échéant</i>, établir une liste d'hypothèses en vue de simplifier le problème. • Etablir une liste des productions attendues du groupe (les livrables) • Envisager différentes pister pour avancer dans le traitement.
	5 20 min	Préciser les objectifs d'apprentissage : Que faut-il apprendre/découvrir/clarifier pour traiter le problème?
	6 15 min	Établir un plan d'action : • Déterminer les informations à recueillir pour confirmer ou invalider les postes énumérées, pour répondre aux questions. • Dresser la liste des tâches à accomplir et des livrables à préparer para chacun dans la séance de travail groupal et individuel (vendredi 28/11/14) et pour la session d'évaluation du travail (jeudi 4/12/14)

(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.

Calendrier du traitement de la situation-problème(*)

Timing de la séance de la séance de travail individuel :

Séquences		Taches
Séance de Travail Individuel	7 3 h	Travail Individuel : Mettre en œuvre le plan d'action établie à l'étape 6: chacun effectue le travail décidé et prépare ce qu'il va apporter à la séance d'évaluation du Travail

Timing de la séance d'évaluation et présentation du travail

Séquences		Taches
Séance d'Évaluation du Travail	8 5 min	Organiser le groupe: qui fait quoi (rôles), quelle production faut-il produire.
	9 55 min	Valider les apprentissages, les solutions, les livrables - Mettre en commun ce que chacun a étudié, préparé, apporté. - Examiner les réponses aux questions formulées lors de la séance de planification et de travail, sont-ils différents ? Il y a des nouvelles choses ? - Proposer des réponses/solutions à la situation-problème. - Présentation d'une synthèse individuelle de l'état de son apprentissage et son rapport individuel
	10 15 min	Faire le bilan du travail en groupe (formulaire fourni par le tuteur) : Évaluation du travail en groupe
	11 10 min	Faire le bilan de l'apprentissage individuel (formulaire fourni par le tuteur) : Évaluation des apprentissages réalisés sur le sujet traité dans l'APP

(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.

Voir en Médecine

La forme la plus fréquente de cécité chez les personnes âgées est associée à une dégénérescence progressive de la rétine externe (dégénérescence maculaire). Au cours des 20 dernières années, un effort de financement a été réalisé aux États-Unis, en Europe, en Asie et en Australie pour résoudre la cécité héréditaire dégénérative des êtres humains. Les solutions technologiques pour la restauration de la vision ont été proposées par deux types d'implants, sous-rétiniens et épi-rétiniens, avec l'invasion partielle du corps humain et une dépendance de la technologie externe (batteries, lunettes). Dans les programmes multidisciplinaires, in vitro et in vivo des stimulations électriques de tissu rétinien ont été effectuées afin d'éclairer les différentes approches technologiques réalistes. En 2010, et après 10 années de recherche entre les différentes institutions en Allemagne, un implant rétinien a connu le succès et a rendu la capacité de discerner les lettres et les mots à une personne aveugle [Zrenner *et al.* Proc. R. Soc. B 278, 1489, 2011]. Cet implant rétinien est basé sur un micro-réseau de photodiodes en technologie CMOS avec silicium. [Graf *et al.* IEEE J. Sol.-Stat. Circuits 44, 281, 2009].

Cette technologie d'implant sous-rétinien profite des connexions neuronales restantes dans les cellules bipolaires de la rétine, la fixation de l'implant dû à la pression naturelle des yeux après la chirurgie, et la détection de la lumière avec les systèmes focaux et les déplacements propres de l'œil. Les implants sous-rétiniens avec de bons résultats sont actifs, c'est à dire, il faut incorporer une étape d'amplification pour le traitement de la lumière détectée par des photodiodes à travers l'œil. Les implants passifs sous-rétiniens, sans cette étape d'amplification, ont montré une conversion de l'énergie faible pour stimuler avec succès la rétine [H-G Graf D.O. I : 10.1007/978-1-4419-7276-7_28, 2011].

L'idée principale de votre projet de recherche est fournir l'information nécessaire sur la physiologie de l'œil et les différentes maladies de la rétine, analyser les avantages et inconvénients des implants rétinien et sa relation avec la bionique. Spécifiquement, il sera nécessaire de comprendre la technologie CMOS et APS pour la réception de la lumière et la transmission dans la rétine. De façon plus général, faire une évaluation sur les études de biocompatibilité nécessaires, En fin, valider cet inversion technologique en proposant des autres développements avec la même technologie utilisé dans les implants rétinien.

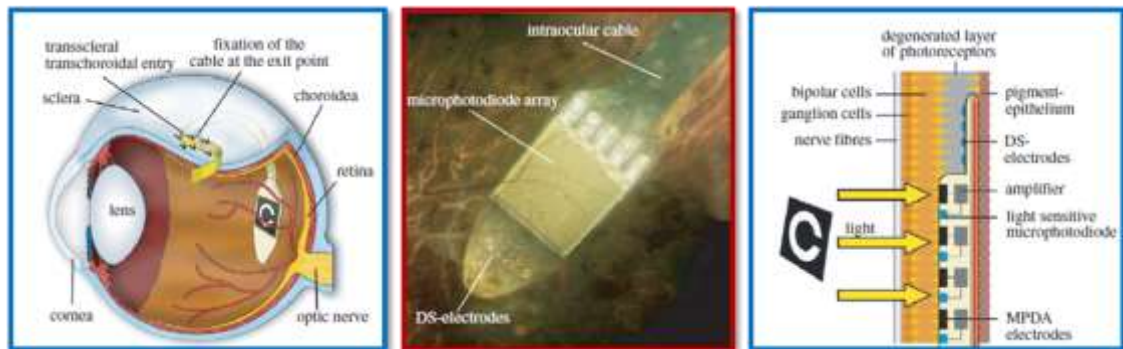


Figure 7 : (Gauche) Schéma de l'œil (Centre) Image de la chirurgie de l'implant à travers de la pupille du patient (Droite) Description schématique de la position sous-rétinienne de l'implant basé sur des micro-photodiodes [Après Zrenner *et al.* Proc. R. Soc. B 278, 1489, 2011].

Des rôles pour faciliter le travail de /en groupe :

Animateur

- S'assure que le groupe suit les étapes prévues
- Veille à ce que le contenu de la discussion soit noté par le secrétaire
- Anime la discussion :
 - **distribue la parole**, suscite /sollicite la participation ou modère les interventions
 - amène le groupe à **clarifier les idées** développées
 - au besoin, propose des **synthèses** de ce qui a été dit ou fait



Scribe

- Note au tableau **l'essentiel** issu des échanges (termes, points, questions, idées, ...) : support et mémoire de la discussion du groupe
- N'écrit pas de phrases, mais des idées, des concepts, des questions, des schémas, ...
- Ne filtre pas les informations notées
- Organise le tableau en fonction des étapes (de manière à garder la trace de toute la réflexion → ne pas effacer).



Secrétaire

- Prépare une **trace écrite synthétique** de la production du groupe
- Transmet cette trace à tous les membres du groupe et au tuteur.



Intendant

- S'assure du **respect du timing** pour chaque étape et du timing général :
 - Informe le groupe régulièrement (ex : il nous reste 10 minutes pour cette étape)
- Veille à la logistique : marqueurs, *flip charts*, transparents, etc.



Calendrier du traitement de la situation-problème(*)

Timing de la séance planification.

Séquences		Taches
Séance de planification	1 5 min	Organisation du groupe: Distribuer les rôles (voir description)
	2 10 min	Prendre connaissance du livret fourni et, en particulière, de l'énoncé du problème (la mission)
	3 20 min	Comprendre et clarifier le problème : • Quel est au juste le problème que nous allons traiter ? • Quelle est notre mission?
	4 50 min	Établir ensemble des pistes pour traiter le problème : • Établir une liste de questions pertinentes suscitées par l'énoncé • Faire le pont sur ce que le groupe connaît (et ne connaît pas) • <i>Les cas échéant</i>, établir une liste d'hypothèses en vue de simplifier le problème. • Etablir une liste des productions attendues du groupe (les livrables) • Envisager différentes pister pour avancer dans le traitement.
	5 20 min	Préciser les objectifs d'apprentissage : Que faut-il apprendre/découvrir/clarifier pour traiter le problème?
	6 15 min	Établir un plan d'action : • Déterminer les informations à recueillir pour confirmer ou invalider les postes énumérées, pour répondre aux questions. • Dresser la liste des tâches à accomplir et des livrables à préparer para chacun dans la séance de travail groupal et individuel (vendredi 28/11/14) et pour la session d'évaluation du travail (jeudi 4/12/14)

Timing de la séance de la séance de travail individuel :

Séquences		Taches
Séance de Travail Individuel	7 3 h	Travail Individuel : • Mettre en œuvre le plan d'action établie à l'étape 6: chacun effectue le travail décidé et prépare ce qu'il va apporter à la séance d'évaluation du Travail

(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.

Calendrier du traitement de la situation-problème (*)

Timing de la séance d'évaluation et présentation du travail

Séquences		Taches
Séance d'Évaluation du Travail	8 5 min	Organiser le groupe: qui fait quoi (rôles), quelle production faut-il produire.
	9 55 min	Valider les apprentissages, les solutions, les livrables • Mettre en commun ce que chacun a étudié, préparé, apporté. • Examiner les réponses aux question formulées lors de la séance de planification et de travail, sont-ils différents ? Il y des nouveaux choses ? • Proposer de réponses/solutions à la situation-problème. • Présentation d'une synthèse individuel de l'état de ton apprentissage et ton rapport individuel
	10 15 min	Faire le bilan du travail en groupe (formulaire fourni par le tuteur) : • Evaluation du travail en groupe
	11 10 min	Faire le bilan de l'apprentissage individuel (formulaire fourni par le tuteur) : • Évaluation des apprentissages réalisés sur le sujet traité dans l'APP

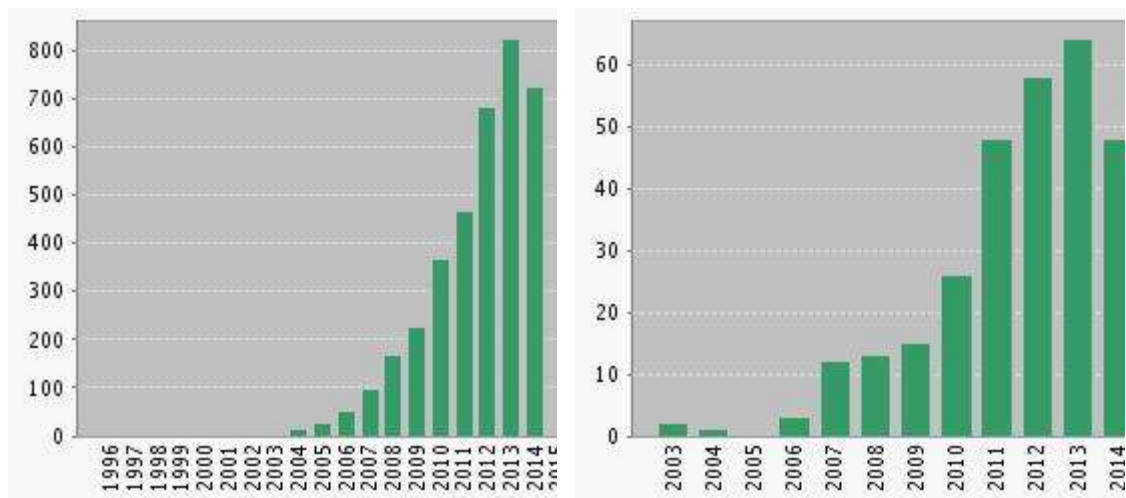
(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.

Nanoplasmonique: Un champ émergent dans la médecine

Le champ de la nanoplasmonique est jeune mais il est rempli des phénomènes, qui ont inspiré des utilisations pratiques dans le domaine de la physique, de la biomédecine, le control de l'environnement et la sécurité national. Les études sont centrées sur les phénomènes optiques à l'échelle nanométrique dans l'entourage de la surface d'un métal. Dans ce sens, il existent déjà des applications bien établies pour les test biomédicaux et des senseurs médicales, mais la concentration des électrons sur des particules isolés, les nanoparticules, ouvre un nouveau champ d'application, avec une grand potentiel bénéfique pour l'humanité (M.I Stockam, Physics Today, 2011).

En particulière en médecine, quand un patient est malade, faire le diagnostic correct est décisif mais pas un travail facile, que generalmente, passe par un test medical invasive. Entre les techniques emergentes on trouve la résonance plasmonique de surface (SPR). La base: une surface métallique avec un analyte est exposé à une lumiere reflecté. La concentration de l'analyte est mesuré via la modification de l'indice de refraction du milieu, que fait changer les plasmons en surface, c.a.d, les propietés de la lumiere reflecté (longueur d'onde, angle, phase et intensité). La faible sensivité aux molecules de taille reduit est la major limitation des biosenseurs basés sur la résonance plasmonique de surface. C'est pour ça que la recherche se focalise sur des systèmes basés sur la résonance plasmonique localisé sur la surface des particules. Ces systèmes augmentent la sensitivite et montrent une identifiacion plus simple des molecules avec des signatures spectrales specifiques. Aujourd'hui, Ils sont basés fondamentalement en nanoparticules d'or, notre project de recherche SUPREME-B veut valider les semiconducteurs III-V, et utiliser, en plus de lumiere visible, la lumiere infrarouge.

L'idée principale de votre projet de recherche est fournir l'information nécessaire sur les principes de la plasmonique d'un point de vue physique. Ainsi, faire la différence entre la résonance plasmonique en la surface et la résonance localisé sur la surface des nanoparticules et extraire les paramètres à contrôler dans chaque cas. Finalement, lister des applications biomédicales existantes et projeter sur l'avenir.



Nombre de publications per année pour la thématique: "Plasmonics" (Gauche) et "Nanoplasmonics" (Droite) - Source Web of Science.

Des rôles pour faciliter le travail de /en groupe :

Animateur

- S'assure que le groupe suit les étapes prévues
- Veille à ce que le contenu de la discussion soit noté par le secrétaire
- Anime la discussion :
 - **distribue la parole**, suscite /sollicite la participation ou modère les interventions
 - amène le groupe à **clarifier les idées** développées
 - au besoin, propose des **synthèses** de ce qui a été dit ou fait



Scribe

- Note au tableau **l'essentiel** issu des échanges (termes, points, questions, idées, ...) : support et mémoire de la discussion du groupe
- N'écrit pas de phrases, mais des idées, des concepts, des questions, des schémas, ...
- Ne filtre pas les informations notées
- Organise le tableau en fonction des étapes (de manière à garder la trace de toute la réflexion → ne pas effacer).



Secrétaire

- Prépare une **trace écrite synthétique** de la production du groupe
- Transmet cette trace à tous les membres du groupe et au tuteur.



Intendant

- S'assure du **respect du timing** pour chaque étape et du timing général :
 - Informe le groupe régulièrement (ex : il nous reste 10 minutes pour cette étape)
- Veille à la logistique : marqueurs, *flip charts*, transparents, etc.



(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.

Calendrier du traitement de la situation-problème(*)

Timing de la séance planification.

Séquences		Taches
Séance de planification	1 5 min	Organisation du groupe: Distribuer les rôles (voir description)
	2 10 min	Prendre connaissance du livret fourni et, en particulière, de l'énoncé du problème (le projet/la mission)
	3 15 min	Comprendre et clarifier le problème : • Quel est au juste le problème que nous allons traiter ? • Quelle est notre mission?
	4 15 min	Établir ensemble des pistes pour traiter le problème : • Établir une liste de questions pertinentes suscitées par l'énoncé • Faire le pont sur ce que le groupe connaît (et ne connaît pas) • <i>Les cas échéant</i>, établir une liste d'hypothèses en vue de simplifier le problème. • Etablir une liste des productions attendues du groupe (les livrables) • Envisager différentes pister pour avancer dans le traitement.
	5 10 min	Préciser les objectifs d'apprentissage : Que faut-il apprendre/découvrir/clarifier pour traiter le problème?
	6 15 min	Établir un plan d'action : • Déterminer les informations à recueillir pour confirmer ou invalider les postes énumérées, pour répondre aux questions. • Dresser la liste des tâches à accomplir et des livrables à préparer para chacun dans la séance de travail groupal et individuel (vendredi 12/12/14) et pour la session d'évaluation du travail (mardi16/12/14)

Timing de la séance de la séance de travail individuel :

Séquences		Taches
Séance de Travail Individuel	7 3 h	Travail Individuel : • Mettre en œuvre le plan d'action établie à l'étape 6: chacun effectue le travail décidé et prépare ce qu'il va apporter à la séance d'évaluation du Travail

(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.

Calendrier du traitement de la situation-problème(*)

Timing de la séance d'évaluation et présentation du travail

Séquences		Taches
Séance d'Évaluation du Travail	8 5 min	Organiser le groupe: qui fait quoi (rôles), quelle production faut-il produire.
	9 55 min	Valider les apprentissages, les solutions, les livrables - Mettre en commun ce que chacun a étudié, préparé, apporté. - Examiner les réponses aux questions formulées lors de la séance de planification et de travail, sont-ils différents ? Il y a-t-il de nouvelles choses ? - Proposer des réponses/solutions à la situation-problème. Présentation d'une synthèse individuelle de l'état de son apprentissage et son rapport individuel
	10 15 min	Faire le bilan du travail en groupe (formulaire fourni par le tuteur) : Évaluation du travail en groupe
	11 10 min	Faire le bilan de l'apprentissage individuel (formulaire fourni par le tuteur) : Évaluation des apprentissages réalisés sur le sujet traité dans l'APP

(*) Tiré de Fa² - Université de Louvain.