

PROJET DE LUDIFICATION DU MODULE IRM DE LA FILIERE TRM

RAPPORT D'AVANCEMENT

Co-requérantes du projet :

Céline Gaignot, maître d'enseignement HES, filière TRM (MSc IPM)

Marie-Anaïs Petit, assistante HES, filière TRM

Partenaires du projet :

Aurèle Sagne, maître d'enseignement HES, répondant innovation pédagogique (MSc IPM)

Joël Piguet, assistant HES, service des innovations pédagogiques

Guillaume Ismaili, assistant HES, service des innovations pédagogiques

Document validé le : 02/05/23

Lien vers le jeu : <https://360.articulate.com/review/content/f274e93c-4bca-49c9-be32-79f8b4aa3a7e/review>

Table des matières

1. Présentation du projet	2
2. Planification du projet	2
a. Planification initiale	2
b. Nouveau planning	3
3. Cahier des charges Bsc1	4
4. Tests et résultats	8
a. Evaluation du format « Microlearning »	8
b. Evaluation de l'environnement et du gameplay	10
c. Evaluation de la version beta	12
d. Ouverture de l'outil à d'autres enseignements	13
e. Diffusion des résultats	14
5. Suite du projet	15

1. Présentation du projet

En Imagerie par Résonance Magnétique (IRM), la prise en charge du patient, les risques associés, le matériel utilisé, le rythme de travail et les concepts physiques sont très éloignés des autres modalités employant, sous des formes et modalités différentes, les rayonnements ionisants (Radiographie conventionnelle, CT, médecine nucléaire). A cela s'ajoute la relative complexité des concepts physiques sous-jacents, notamment du fait de l'absence d'enseignement de physique dans le cursus initial de nombre d'étudiants de cette filière qui nécessiteraient un volume d'enseignement incompatible avec le programme d'étude et surtout « sur mesure » pour s'adapter au parcours (et aux lacunes) de chacun. Passer beaucoup de temps et d'énergie dans des concepts théoriques qui semblent très éloignés de la pratique du métier de la santé qui les a motivés, entraîne souvent un réel problème d'engagement de la part des apprenants et une vraie difficulté à atteindre les objectifs fixés par le référentiel de compétence.

Le projet de plateforme d'apprentissage interactif pour ludifier le module IRM a pour but de réintégrer ces concepts dans un contexte professionnel adapté à l'étudiant et à son parcours antérieur. Ce projet permettrait également d'encourager la mise en commun des connaissances et l'entraide entre les étudiants en les incitant, via le scénario rencontré, à interagir à travers l'espace ludifié dans un format de communauté d'apprentissage. De plus, il permettrait de fournir aux étudiants un suivi de leur progression et de leurs nouveaux acquis selon un schéma de déblocage de compétences/récompenses afin de les motiver tout au long de leur cursus et à travers un tableau de bord de leur évolution dans le jeu. Enfin, ce projet permettrait aux enseignants d'exploiter plus efficacement les heures allouées par le PEC actuel au module IRM afin de consacrer plus de temps aux situations professionnelles (apprentissage par problèmes et pratique simulée) et techniques (travaux pratiques de physique) plus complexes en s'appuyant sur cette plateforme pour l'apprentissage des connaissances de base.

Le choix du style de jeu s'est porté sur la simulation car il se prête très bien à l'environnement ludique choisi qui est un service de radiologie comprenant plusieurs zones à explorer. Chaque zone comportera des éléments cliquables qui dirigeront vers un sous-environnement comprenant 1 ou plusieurs contenus en rapport avec un thème (certains contenus seront fixes et rendus accessibles ou non suivant l'avancée de l'étudiant, et d'autres seront évolutifs et propres au profil de l'étudiant). L'étudiant avancera dans le jeu, selon le cursus établi (niveau 1 = première année, niveau 2 = deuxième année et niveau 3 = troisième année), via des missions à différents degrés de complexité : missions purement formatives, missions courtes sous forme de mini-jeux, et missions longues sous forme d'enchaînements de missions courtes et/ou de missions formatives. Il est prévu d'intégrer les énoncés de travaux pratiques sous la forme de missions longues. Pour valider les acquis, l'étudiant devra obtenir un résultat satisfaisant à des QCM, ou autres types de quizz rapides et ciblés, ce qui lui permettra de débloquer des compétences qui s'enregistreront dans son profil, des nouvelles missions ou des lieux supplémentaires.

2. Planification du projet

a. Planification initiale

A terme, le jeu comprendra 3 niveaux correspondant aux 3 années d'apprentissage du métier de technicien en radiologie médical (TRM). Il était prévu initialement (Figure 1) de consacrer le présent financement au développement des 2 premiers niveaux :

- Niveau 1 = programme Bsc1 = notions abordées aux semestres 1 et 2
- Niveau 2 = programme Bsc2 = notions abordées aux semestres 3 et 4

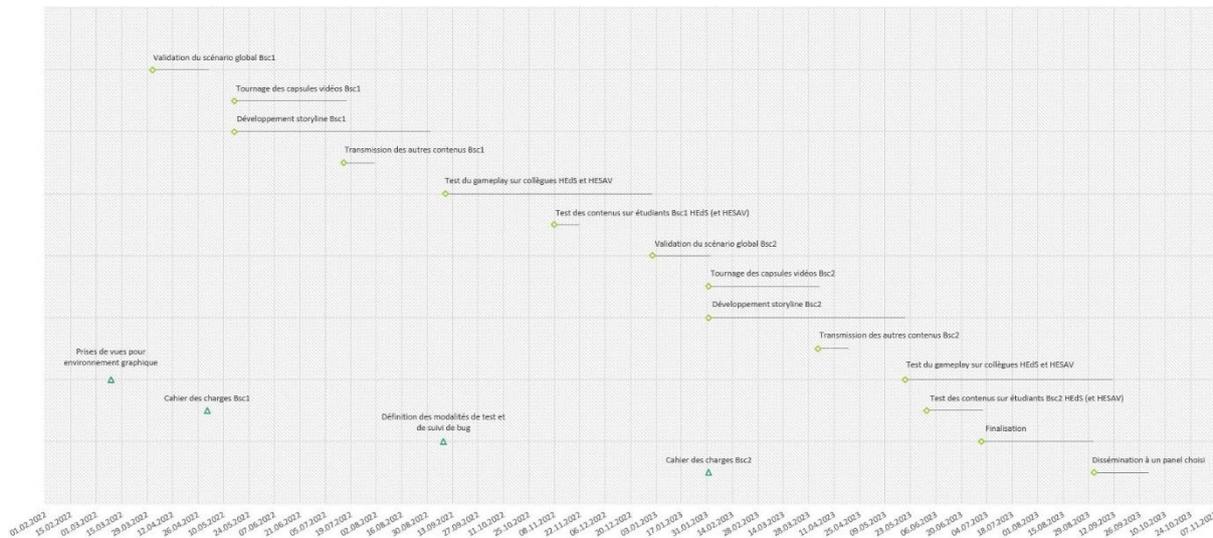


Figure 1: Diagramme de Gantt initial

b. Nouveau planning

Deux événements ont entraîné la modification du planning initialement prévu :

- Le départ imprévu du requérant principal
- La mise en place du nouveau Plan d'Etudes Cadre (PEC)

Pour compenser le retard induit par le premier événement mais également mieux se synchroniser avec la mise en place du nouveau PEC et ainsi éviter de nombreuses modifications en cours de développement, il a finalement été décidé de consacrer le présent financement à la réalisation du niveau 1 uniquement (Figure 2). En effet, à ce jour, seuls les semestres 1 et 2 ont été finalisés dans le contexte du nouveau PEC. Les enseignements des semestres suivants ont été validés, mais les nouveaux contenus qui leurs sont associés sont encore à finaliser en se basant sur les résultats et appréciations des étudiants de première année.

Selon ce nouveau planning, une version beta sera finalisée et prête à être utilisée fin juin 2023. Cette version devra être stable et comporter plusieurs missions qui permettront d'explorer la majorité des notions enseignées dans le module en première année (hors travaux pratiques et méthodes d'imagerie avancées).

Des périodes d'échange entre l'équipe enseignante et l'équipe de développement sont également prévues afin d'avancer efficacement sur la résolution des bug latents et sur l'ajout de nouvelles fonctionnalités. Ces échanges se feront en exploitant le mode « review » de l'outil Articulate, le but étant de faire profiter au maximum l'équipe de développement des retours de l'équipe enseignante basés sur les interactions avec les étudiants durant les enseignements ainsi que sur les résultats obtenus pendant les phases de test.

Il est également à noter que ces modifications de planning se sont également accompagnées d'une révision du mode de programmation avec transformation du moteur de jeu. En effet, le logiciel Articulate storyline sert à présent de capsule qui contient la programmation du jeu en Java script et CSS. Ces scripts sont appelés par des slides d'appel. La capsule Articulate sert également à stoker et générer les images 360°, appelées par des fonctions Java afin d'afficher l'environnement de simulation. Ces modifications facilitent grandement l'ajout et la modification des missions, dialogues et enchainements du jeu ce qui assure une plus grande durabilité du projet à long terme. Enfin, certaines améliorations sur les graphismes et les avatars, mais aussi sur les médias sont en plein développement actuel.

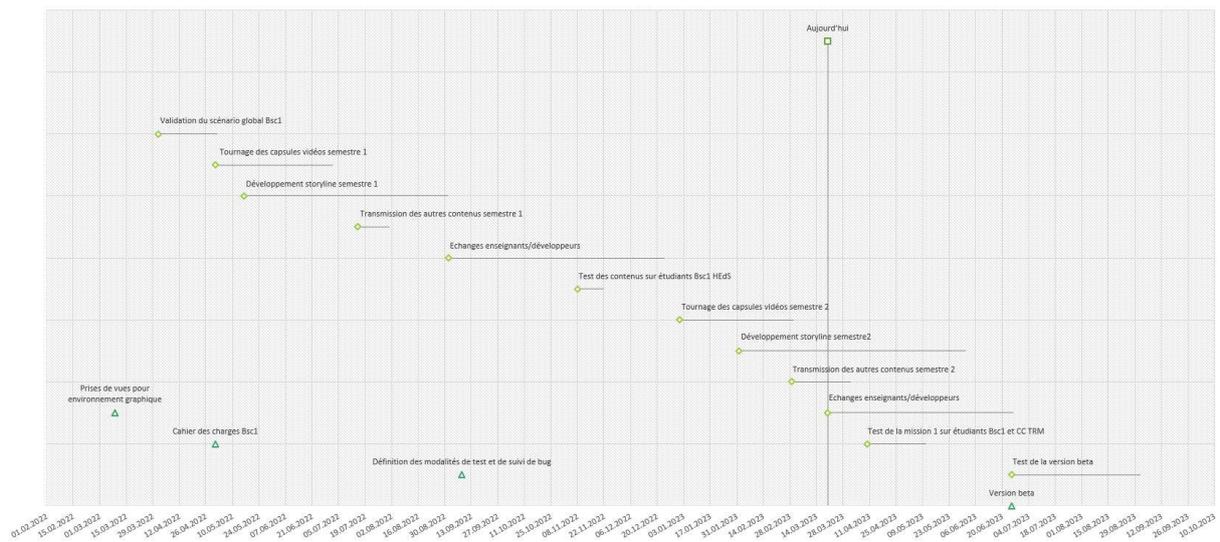
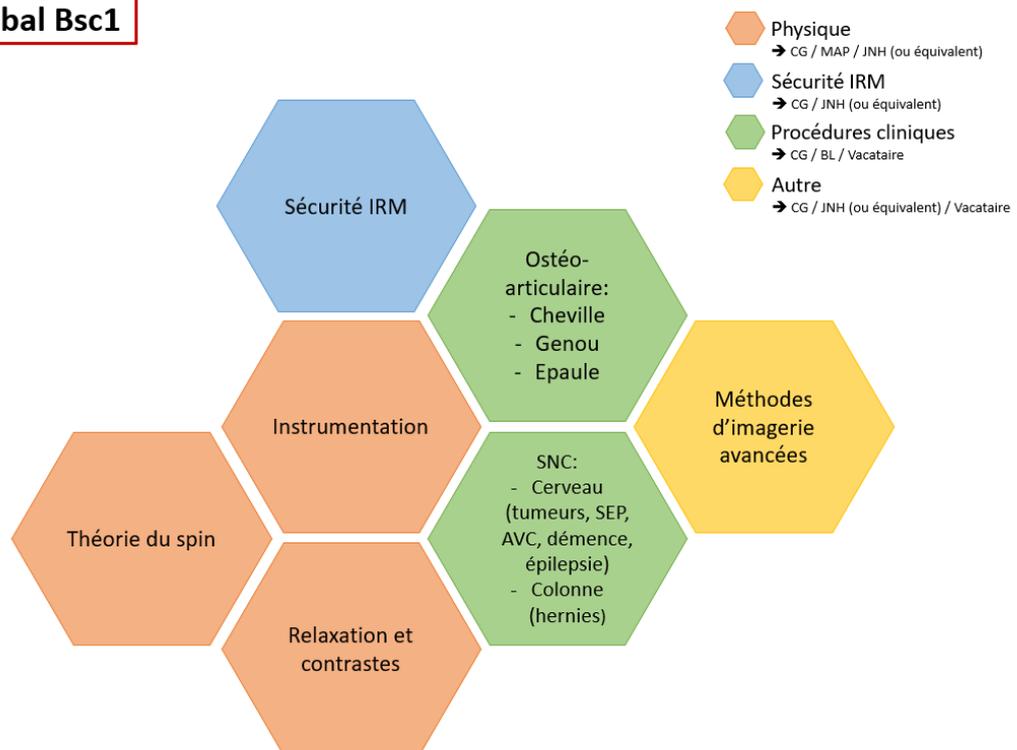


Figure 2: Diagramme de Gantt modifié

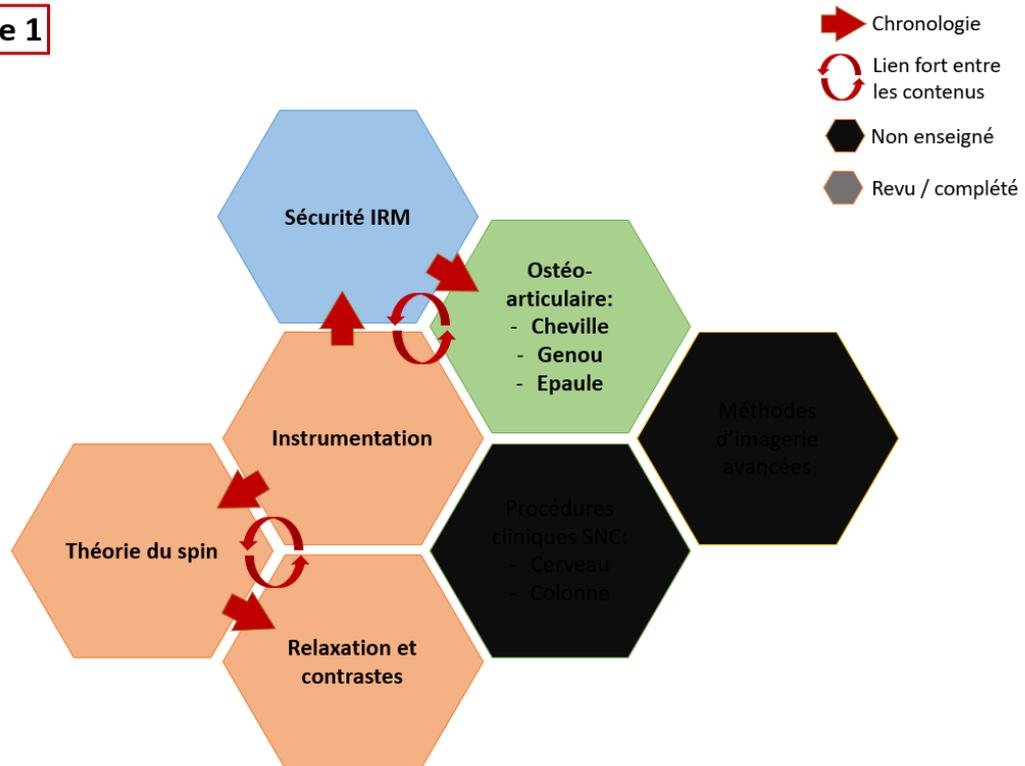
3. Cahier des charges Bsc1

Le plan global d’enseignement prévu dans le cadre de l’enseignement de l’IRM en Bsc1 est détaillé dans les organigrammes qui suivent (Figure 3). Il a été pensé de manière à coller aux attentes du nouveau PEC et complètement revu en termes d’interaction entre les enseignements et en termes de chronologie. Ce plan global sert de document repère pour la conception du jeu et les enchaînements d’action (chronologie des missions, contenus à débloquent, connaissances à valider...)

Plan Global Bsc1



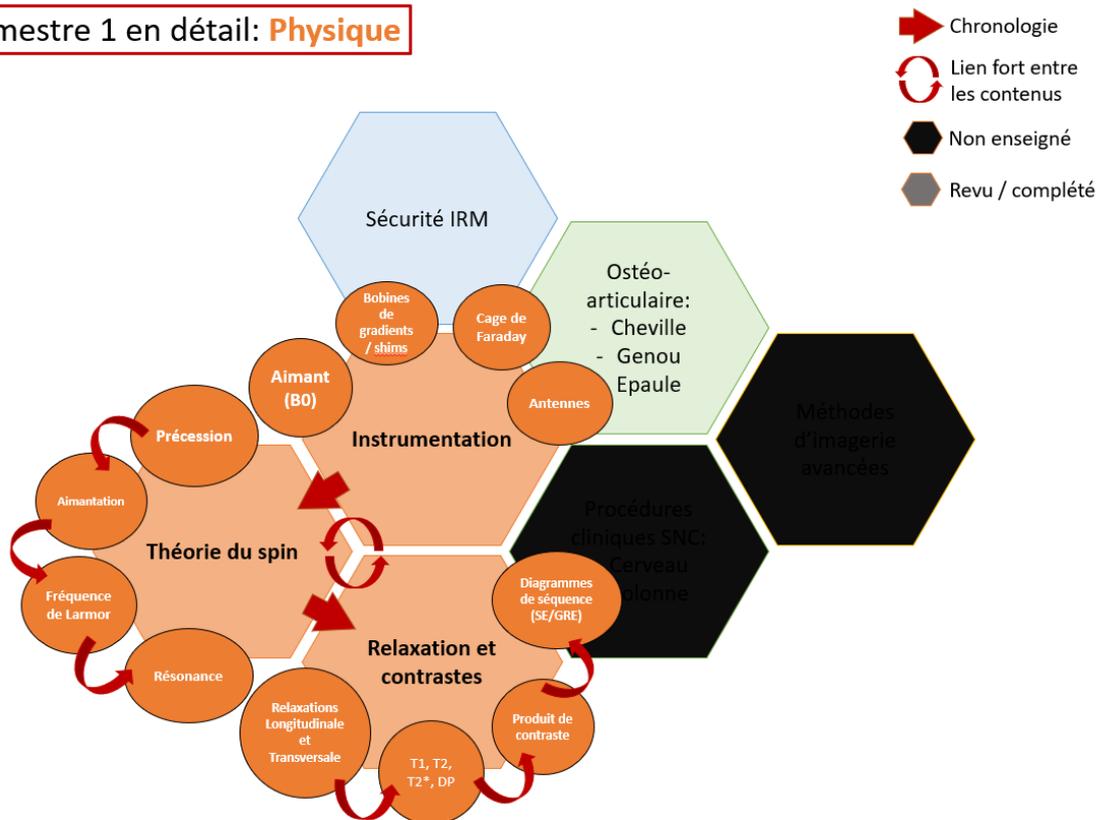
Semestre 1



Note 1: Au semestre 1, les procédures cliniques portent davantage sur les aspects de sécurité (patient et personnel) et d'instrumentation (antenne, installation +++).

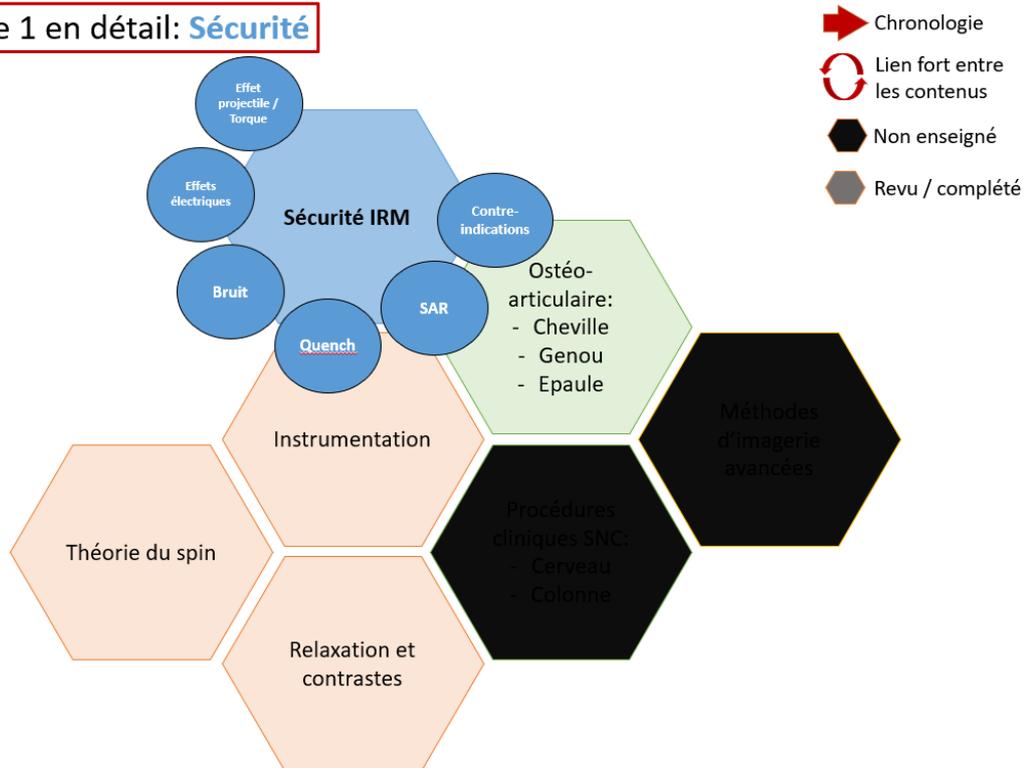
Note 2: La sécurité IRM et la théorie du spin peuvent être abordés en parallèle.

Semestre 1 en détail: Physique



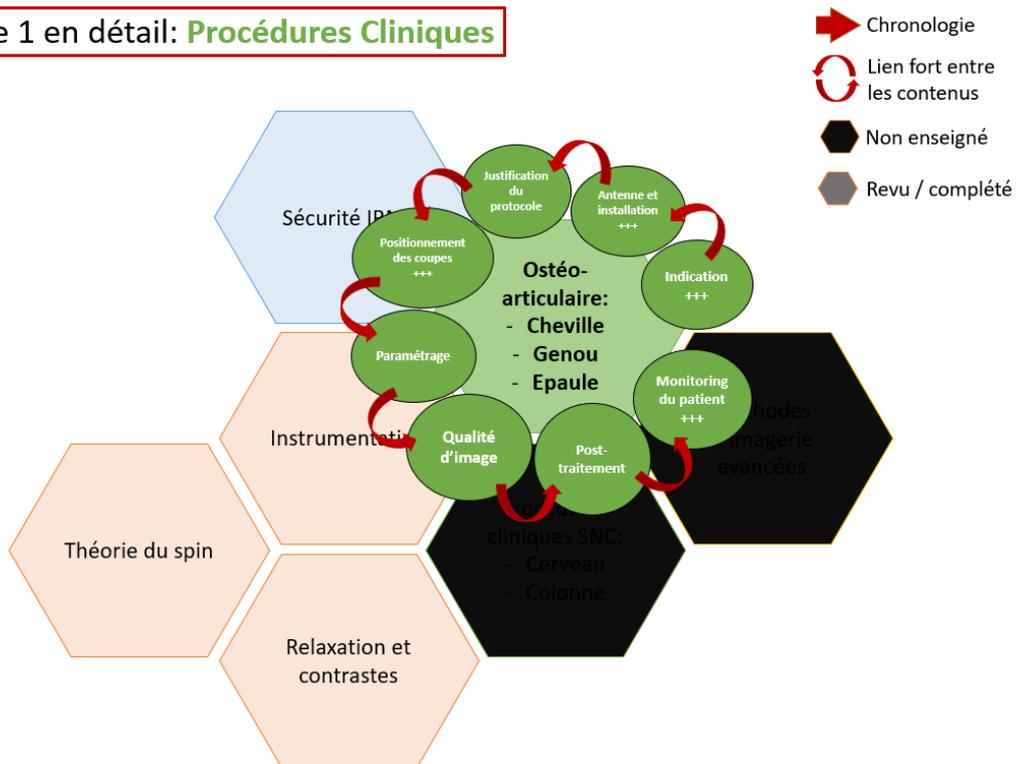
Note: Il n'y a pas d'ordre particulier à respecter pour les contenus sur l'instrumentation.

Semestre 1 en détail: Sécurité



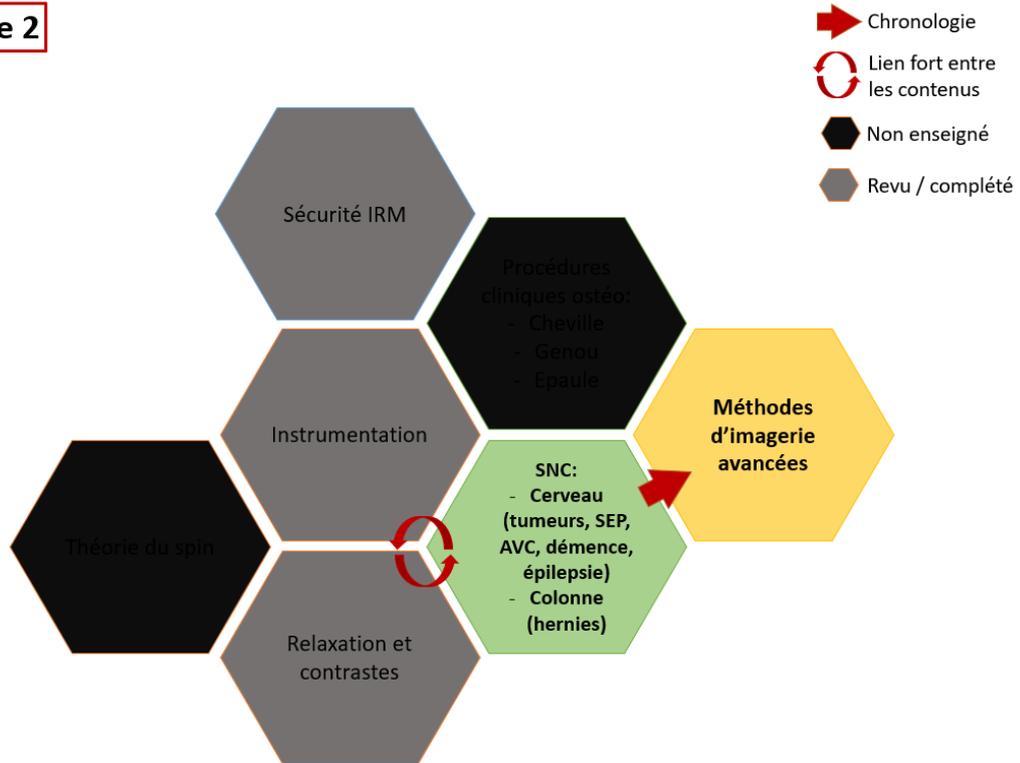
Note: Il n'y a pas d'ordre particulier à respecter pour les contenus sur la sécurité IRM.

Semestre 1 en détail: Procédures Cliniques



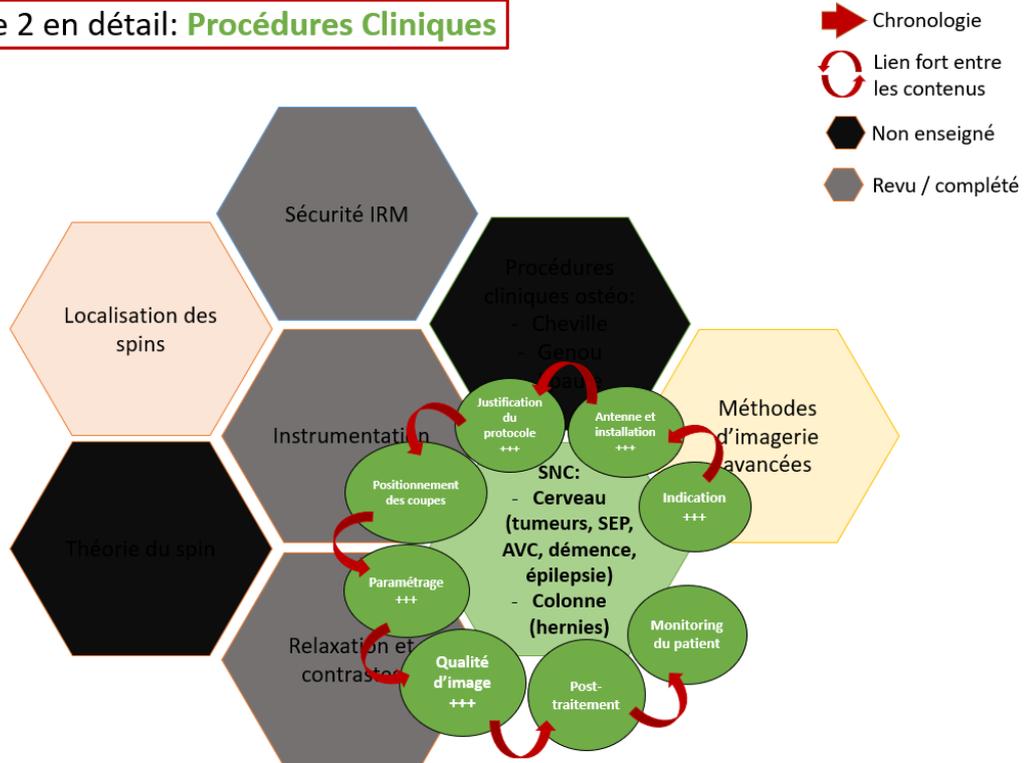
Note: Les contenus des procédures cliniques sont à pondérer en fonction de l'avancement de l'étudiant dans le cursus et doivent également faire le lien avec les enseignements d'anatomie-pathologie.

Semestre 2



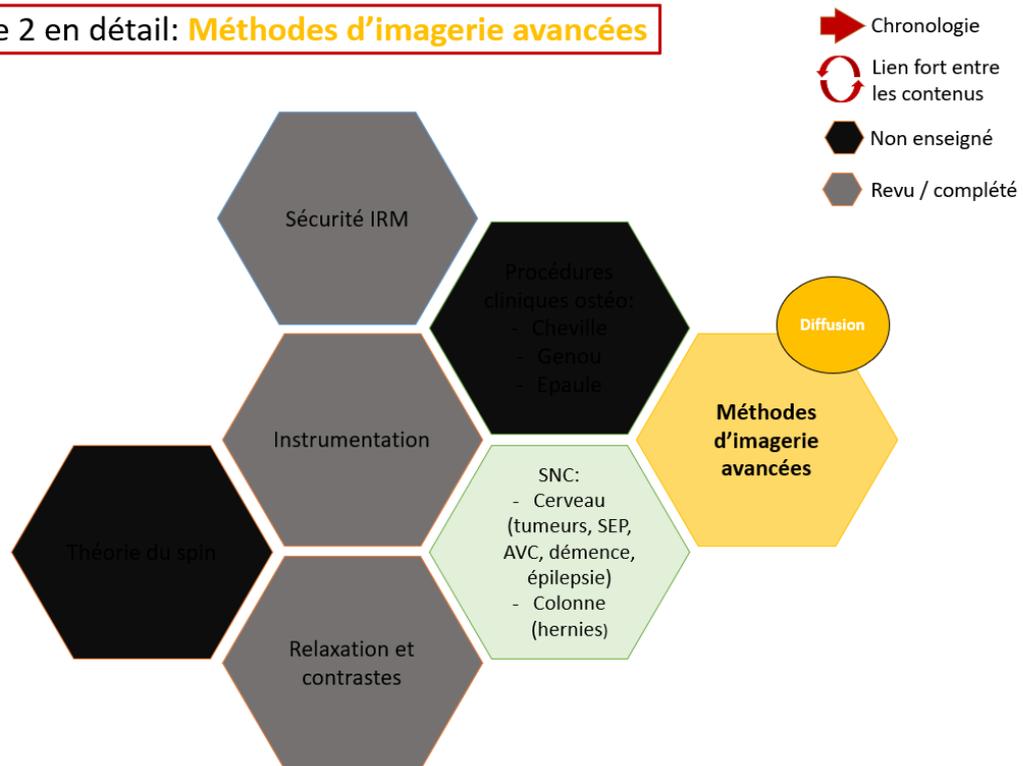
Note: Au semestre 2, les procédures cliniques portent davantage sur des aspects avancés d'instrumentation (ex: imagerie parallèle en lien avec antenne multi-canaux) et de contrastes +++

Semestre 2 en détail: Procédures Cliniques



Note: Les contenus des procédures cliniques sont à pondérer en fonction de l'avancement de l'étudiant dans le cursus et doivent également faire le lien avec les enseignements d'anatomie-pathologie.

Semestre 2 en détail: **Méthodes d'imagerie avancées**



Note : Les méthodes d'imageries avancées seront complétées durant les années suivantes.

Figure 3: Organigrammes détaillant les différentes phases et interactions des enseignements de l'IRM au cours de la première année de bachelor TRM

4. Tests et résultats

Comme indiqué dans le diagramme de Gantt (Figure 2), plusieurs phases de tests sont prévues dans le projet afin d'évaluer les productions (environnement de simulation, gameplay général, format et qualité pédagogique des contenus d'enseignement, scénario et chronologie des missions...) et rectifier ce qu'il s'avère nécessaire.

a. Evaluation du format « Microlearning »

Tout d'abord, comme le format vidéo courte type « Micro Learning » a été principalement choisi pour être intégré au jeu, une première phase de test concernant l'accueil des étudiants vis-à-vis de ce type de contenu ainsi que sa qualité pédagogique a été réalisée. Pour ce test, les étudiants de première année ont reçu des courtes vidéos d'une à deux minutes, soit en amont (procédure 1), soit en aval (procédure 2) de l'enseignement en rapport. Ils devaient ensuite répondre à un questionnaire d'évaluation visant à évaluer leur degré de satisfaction ainsi qu'un questionnaire à choix multiple visant à évaluer leur compréhension des notions importantes abordées dans la vidéo. Pour motiver les étudiants à participer à cette phase de test, le projet leur a été présenté en introduction du module et nous leur avons indiqués qu'ils allaient ensuite pouvoir avoir accès à une version de test du jeu de simulation en avant-première.

Les résultats obtenus basés sur 101 réponses montrent un engouement général pour ce format avec 78.2% des participants qui ont attribué une note de 4 (26.7%) ou 5 (51.5%) à la question « Ces supports m’ont plu » (figure 4).

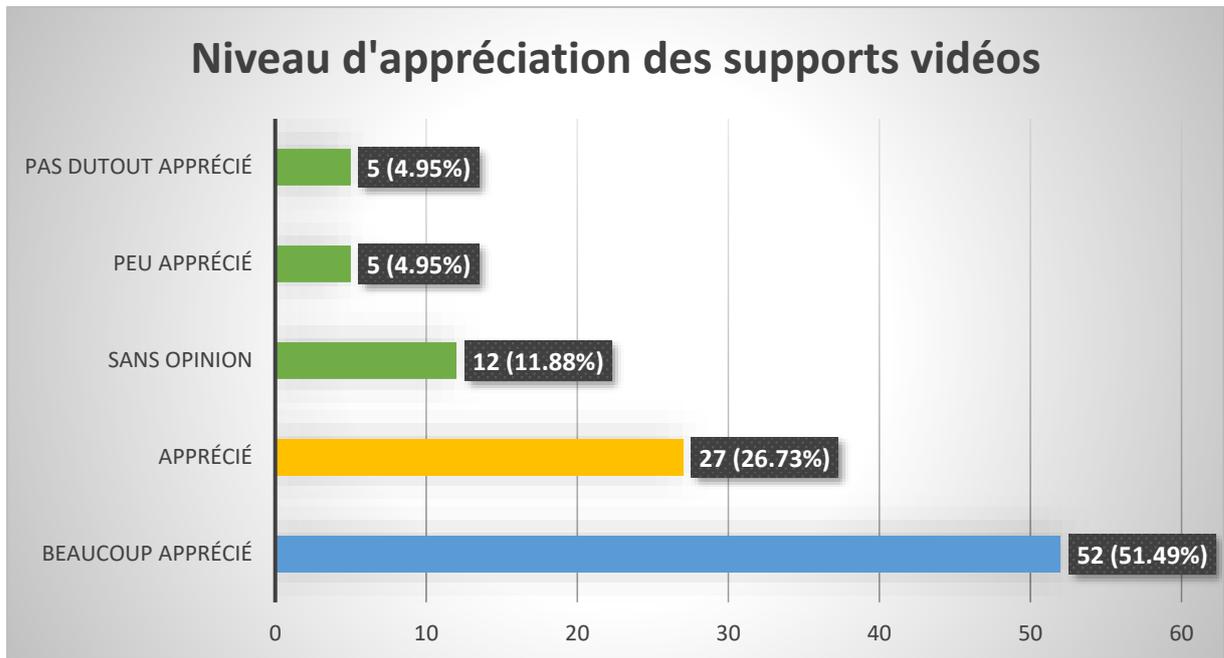


Figure 4 Niveau d'appréciation des supports vidéo

Les résultats obtenus à la question « J’ai eu besoin de visionner ces vidéos plusieurs fois » démontrent que les vidéos ont été reVISIONNÉES entre 2 et 5 fois pour 75,7% des participants ce qui révèle le caractère utile de ce format pour accompagner l’étudiant dans son apprentissage en fonction de son niveau personnel (figure 5). De plus, le nombre de participants n’ayant eu besoin de visionner le support qu’une seule fois est plus important lorsque le cours a été donné en amont (31.4% vs 18.2%) ce qui permet là aussi de mettre en évidence l’aspect « à la carte » du processus d’apprentissage.

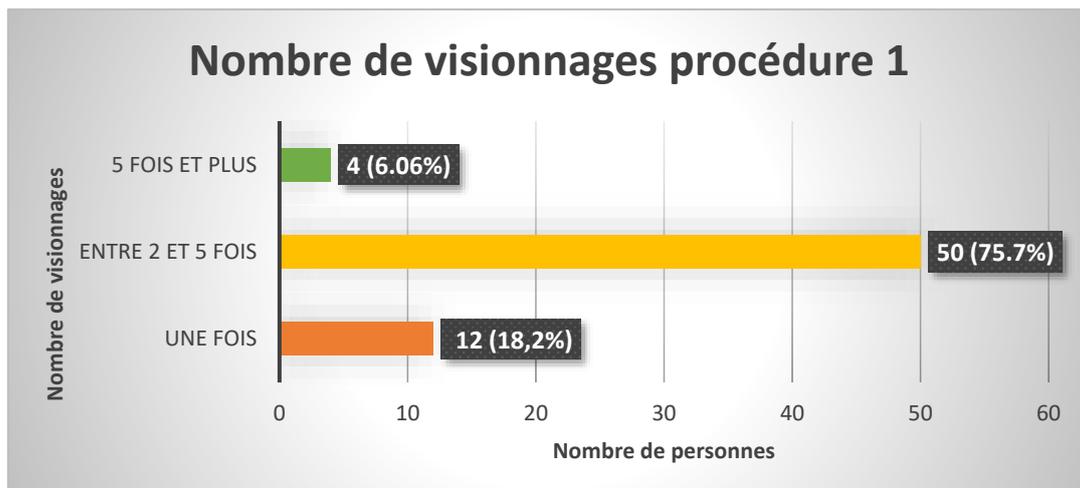


Figure 5 : Nombre de visionnages suite à la procédure 1 - vidéo puis cours

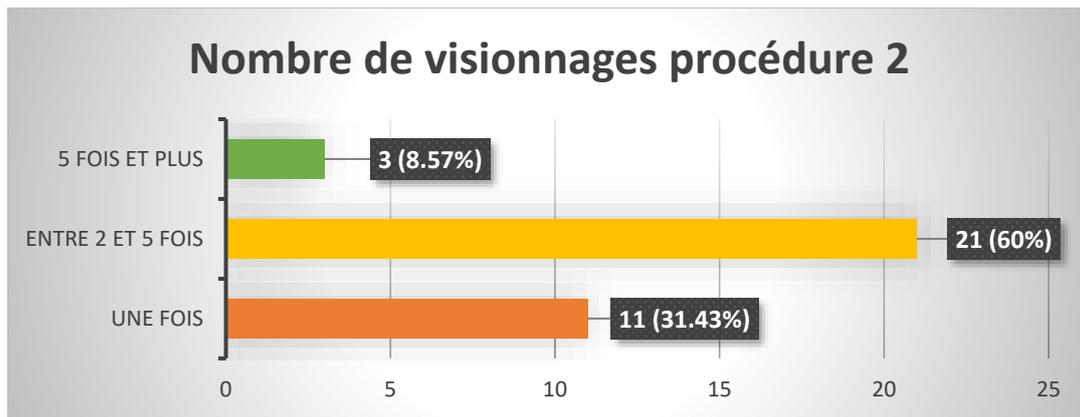


Figure 6 : Nombre de visionnages suite à la procédure 2 - cours puis vidéo

Parmi les commentaires fournis, on peut relever que 11 étudiants apprécient la durée des contenus, 2 d'entre eux auraient cependant préférés un format plus long. 16 étudiants jugent que le niveau est adapté.

Selon les résultats obtenus sur les quizz de Moodle, la moyenne de ces scores sur 10 est plus ou moins équivalente entre les deux procédures. C'est-à-dire que le score moyen d'un étudiant au quizz lorsqu'il a pris part à la procédure 1 est de 7.58 sur 10, alors que le score moyen des étudiants ayant pris part à la procédure 2 est de 7.34 sur 10. Ces résultats laissent place à l'interprétation car nous ne pouvons pas les associer aux réponses du questionnaire, celui-ci étant anonyme.

Nous pouvons noter quelques difficultés rencontrées durant cette phase de test. Premièrement, dû à des difficultés d'organisation inhérentes à la mise en place du nouveau PEC. Nous n'avons pu réaliser la procédure 2 qu'une seule fois, ce qui n'est pas suffisant pour obtenir des résultats significatifs. Ensuite, comme nous avons rendu le questionnaire de satisfaction anonyme, nous n'avons pas pu corrélérer ces résultats avec ceux du quizz d'évaluation. Ces réflexions seront prises en compte dans l'élaboration des tests suivants.

Il est également intéressant à noter que parallèlement à ce test, Céline Gaignot, a suivi une formation modulaire sur le Microlearning et le Mobile Learning auprès de la HEG.

b. Evaluation de l'environnement et du gameplay

Ensuite, un test d'une version tronquée ne comprenant que la première mission du jeu est prévue. Cependant le moteur de jeu est déjà prêt pour permettre rapidement et facilement l'ajout de mission à venir.

Cette mission a pour but de familiariser l'étudiant avec l'environnement de simulation (Figure 7). Il découvre pas à pas les différentes pièces du service grâce aux informations données par différents personnages du jeu (ici la secrétaire et la TRM du service) et à des audioguides :

- L'accueil / la salle d'attente
- Le bureau du service
- La salle de contrôle
- La salle d'examen IRM
- La salle de pause
- La salle de pose de voie veineuse
- La cabine de préparation
- Le local technique

Au cours de cette mission, l'étudiant découvre également les différents outils qui l'accompagnent et les éléments cliquables perpétuels mis à sa disposition (Figure 8) :

- Une tablette qui permet de consulter à nouveau les contenus débloqués.
- Un carnet qui permet de prendre des notes et les sauvegarder en format html, lisible par n'importe quel navigateur internet.
- Une carte qui permet de se repérer dans le service. Elle affiche la pièce actuellement visitée en violet foncé, les pièces communicantes en violet clair et les pièces à visiter avec un point rouge.
- Un tableau d'affichage qui se trouve dans la salle de pause et permet de retrouver les objectifs des missions.
- Une machine à café se trouve également dans la salle de pause et permet de sauvegarder sa progression ou charger une autre partie.

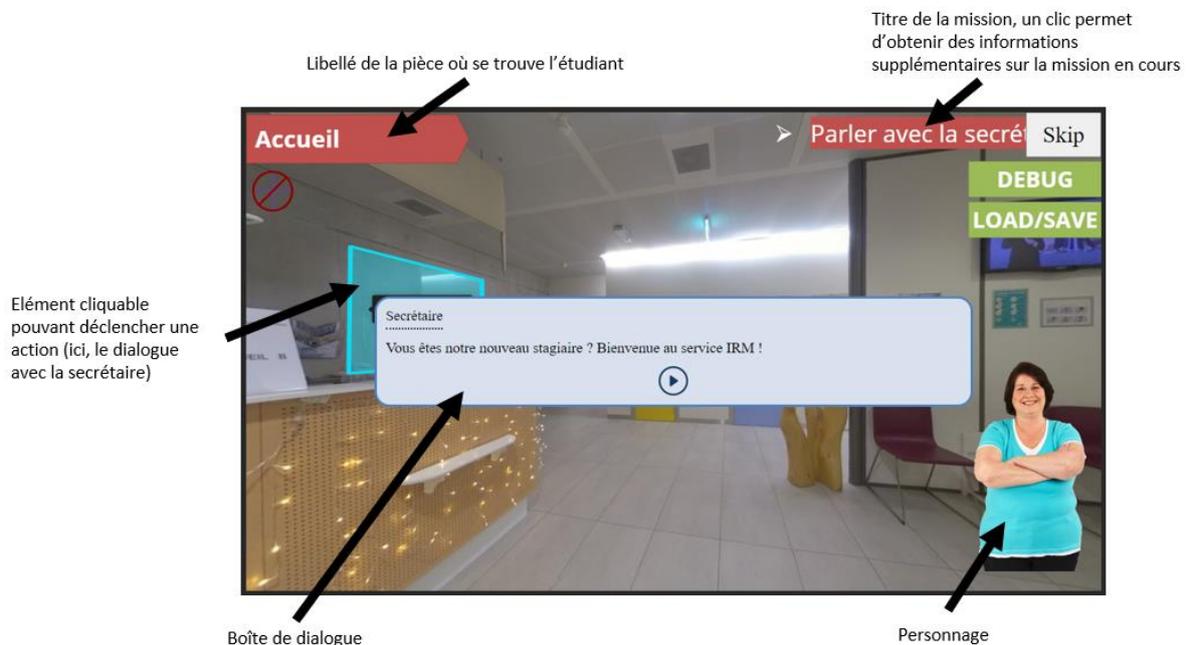


Figure 7: Présentation de l'environnement de simulation

Nous avons prévu de fournir cette version de test à un groupe d'étudiants volontaires de première année ainsi qu'à un groupe de chargés de cours de la filière TRM. Chaque groupe recevra un questionnaire d'évaluation qui lui sera propre, le but commun étant d'évaluer l'utilité du jeu de simulation dans la formation pratique.

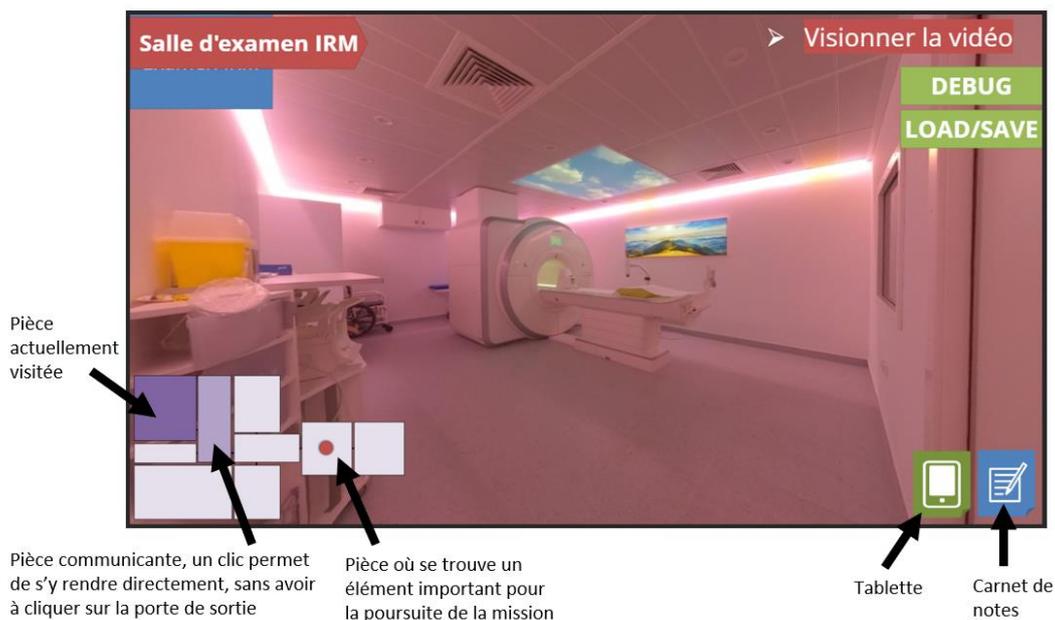


Figure 8: Présentation de la carte interactive et des outils

Comme les étudiants Bsc1 partent en stage d'observation du 06/03 au 08/04 et que durant cette période ils exploreront les différentes modalités d'imagerie (Tableau 1) en se répartissant sur 4 lieux différents (clinique de Beaulieu, hôpital de La Tour, clinique des Grangettes et HUG). Nous planifions de leur donner cette version de test à leur retour. Ils pourront ainsi tous s'appuyer sur leur première expérience dans un service d'IRM pour évaluer l'aspect immersif de l'environnement de simulation. Des questions centrées sur le gameplay général, la prise en main, la clarté des instructions et la pertinence des outils seront posées. Enfin, les apports potentiels de son utilisation avant le départ en stage seront questionnés (rapidité d'intégration, assurance, prise d'initiative...).

Questionnaire d'évaluation mission 1 :

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSemNwMtMmRehJtvsTPQfPGOLaAAxLc-CIP1x1SQylfUMuoo3w/viewform?usp=sf_link

	6/03 au 10/03	13/03 au 17/03	20/03 au 24/03	27/03 au 31/03	3/04 au 7/04
IRM	ETU 1	ETU 2	ETU 3	ETU 4	ETU 5
CT	ETU 5	ETU 1	ETU 2	ETU 3	ETU 4
RDGi	ETU 4	ETU 5	ETU 1	ETU 2	ETU 3
Radiothérapie	ETU 3	ETU 4	ETU 5	ETU 1	ETU 2
Médecine nucléaire	ETU 2	ETU 3	ETU 4	ETU 5	ETU 1

Tableau 1: Programme type de la période de stage d'observation prévue en bsc1 pour un lieu

c. Evaluation de la version beta

Enfin, une version beta comprenant plusieurs missions concernant les différentes thématiques enseignées (physique, sécurité IRM et procédures cliniques) sera disséminée aux étudiants de troisième année (Bsc3). Comme ils auront reçu la totalité des enseignements prévus dans la formation

Bachelor TRM et qu'ils s'approprieront à intégrer le monde professionnel, ils devraient avoir plus de recul et un regard plus aiguisé concernant les apports et les limites potentiels du jeu de simulation. Cette phase de test devra être réalisée à partir du mois de juin, à l'issue de la période d'enseignements et visera principalement à évaluer l'efficacité d'enseignement de l'outil. Pour ce faire, un quizz d'évaluation des connaissances sera distribué aux étudiants Bsc3 avant de leur donner l'accès au jeu. Ils auront un temps limité (15-20min) pour répondre à l'ensemble des questions et ne recevront aucun résultat ni *feedback*. Ensuite, ils pourront jouer au jeu comme bon leur semble, à leur rythme, sur une période donnée avec comme seul objectif de le terminer. Le temps passé sur le jeu sera enregistré pour chaque participant. A la fin du jeu, lorsque toutes les missions auront été réalisées, ils recevront à nouveau le même quizz que celui reçu initialement et les résultats obtenus seront comparés et corrélés au temps de jeu. Le questionnaire technique établi pour le test précédent leur sera également distribué.

d. Ouverture de l'outil à d'autres enseignements

Diagramme fonctionnel

Une des particularités de ce projet réside dans le fait que ses membres soient issus de domaines très différents, avec des environnements de travail et des codes qui leurs sont propres, et collaborer sur un projet commun n'est pas habituel. Comme un des objectifs de ce projet est d'ouvrir la possibilité à d'autres enseignements, quels qu'ils soient, d'être ludifiés sous forme de jeu de simulation, nous avons établi un diagramme fonctionnel (Figure 9) permettant de mettre en évidence les interactions entre les différentes équipes ainsi que les jalons à produire ou mettre en place afin d'augmenter les chances de réussite. En se basant sur notre expérience, nous pouvons avancer qu'il est important de scinder les membres du projet en 4 équipes distinctes ayant leurs propres rôles et responsabilités :

- **L'équipe enseignement** : qui est responsable des contenus pédagogiques et dont la mission principale est d'établir un plan global des enseignements (Figure 3) détaillé de la manière la plus précise possible afin de permettre aux autres membres du projet (équipe développement surtout) de bien comprendre les interactions entre les enseignements et la chronologie à respecter et ainsi établir le cahier des charges du projet. Ce document permet le lancement du projet et sert également de document de référence auquel se reporter tout au long du projet lors des différentes périodes d'échange. Il permet d'établir le scénario pédagogique final et de créer les différentes missions.
- **L'équipe développement** : qui est responsable du développement informatique du projet. Afin d'ouvrir la possibilité à d'autres équipes d'utiliser les outils développés dans le présent projet pour ludifier leurs propres enseignements, nous avons conçu un environnement de développement ouvert et compréhensible détaillé dans le point suivant.
- **L'équipe média** : qui est responsable de la création des contenus (vidéos, photos simples ou 360°, podcasts...). Dans le cadre de ce projet, l'équipe média avait un accès privilégié à des outils de tournage, d'enregistrement et de montage de qualité grâce au studio d'enregistrement mis à disposition par le service d'innovation pédagogique de la HEDS, ce qui a grandement facilité le processus de création des contenus. Nous avons également instauré une collaboration avec un terrain du métier afin de faciliter le processus de prises de vues 360° pour l'environnement graphique (accès à des visuels modernes et actuels, simplicité des échanges et d'autorisation du droit à l'image). Cette collaboration a été gérée par l'équipe enseignement dans le présent projet, mais cette tâche pourrait aussi être incombée à l'équipe innovation pédagogique dans le cas où l'équipe enseignement serait dépourvue de connexions facilitatrices.
- **L'équipe innovation pédagogique** : qui est responsable de la gestion globale du projet. En sa qualité d'équipe centrale, elle porte la majeure partie des compétences utiles au projet

et sert également de facilitateur de communication entre les différentes équipes impliquées. Pour ces raisons, il est nécessaire que ses membres soient également présents dans les équipes annexes. Il semble également pertinent d'attribuer le rôle de chef de projet à un des membres de cette équipe.

Il est très important de désigner des responsables pour chaque équipe (initiales soulignées dans le diagramme) et de bien établir les rôles et les tâches de chacun en amont du projet. Par exemple, l'équipe média peut tout à fait juger de la qualité graphique d'un contenu, mais ce n'est pas son rôle de juger la pertinence de ce contenu (rôle équipe enseignante + innovation pédagogique).

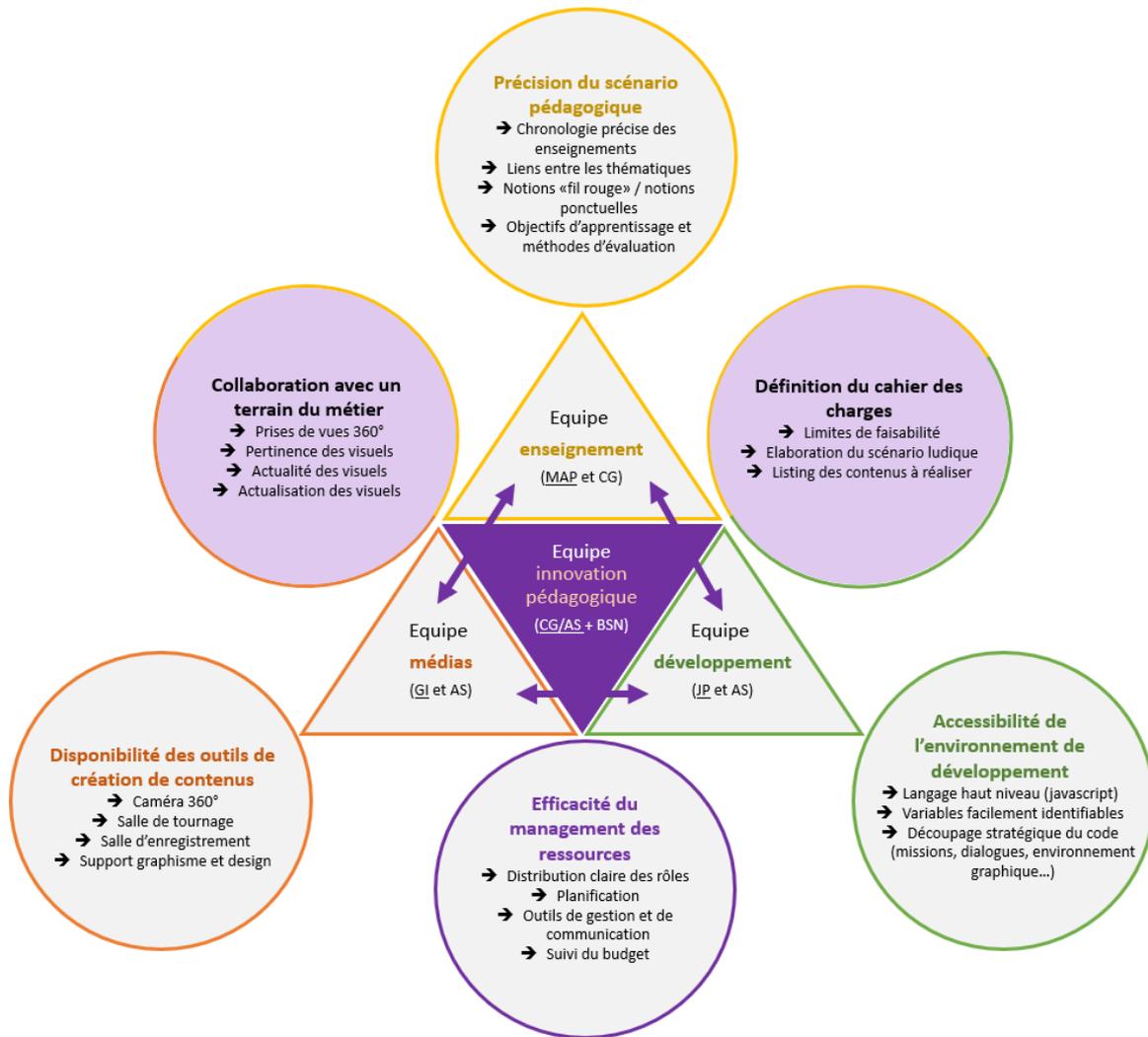


Figure 9: Diagramme fonctionnel de gestion d'un projet de ludification

Environnement de développement

...

e. Diffusion des résultats

Nous envisageons de présenter les différents résultats obtenus au cours de ce projet lors des événements suivants :

- Journées Francophones de Radiologie (octobre 2023)
- Midi de la recherche (janvier 2024)
- Congrès suisse de radiologie (juin 2024)
- Autre événement centré sur l'innovation pédagogique (à définir)

5. Suite du projet

A l'issue de ce projet et en fonction des résultats obtenus, nous envisageons de produire une nouvelle version améliorée du jeu et de la mettre à disposition à 50% des étudiants (tirés au sort) de la future volée Bsc1 (rentrée 2023). Les étudiants pourront jouer librement, à leur rythme, avec comme seule obligation de terminer le jeu avant la fin des enseignements. Un quizz d'évaluation des connaissances sera distribué à l'ensemble de la classe à la fin des enseignements et une comparaison des résultats obtenus sera effectuée. Ces résultats seront également comparés aux résultats obtenus lors des évaluations officielles. De plus, un document d'évaluation du comportement de l'étudiant en stage d'IRM durant la période de stage d'observation sera fourni aux praticiens formateurs afin de mesurer l'impact de l'utilisation de l'outil sur le comportement de l'étudiant en formation pratique (intégration dans le service, prise d'initiative, curiosité scientifique). Ces résultats, s'ils sont convaincants, devraient permettre d'ouvrir la voie vers un nouveau financement qui nous permettrait de développer le niveau 2 centré sur l'apprentissage du programme de deuxième année (Bsc2). Par ailleurs de nombreuses évolutions et progression du jeu son possible et en cours de développement.

Enfin, l'équipe a également le projet futur d'intégrer dans le jeu la possibilité d'utiliser une plateforme de simulation d'acquisition IRM innovante ([Cormed, Figure 9](#)) dont la filière a récemment acquis les licences d'utilisation. Cet outil a déjà été testé auprès des étudiants de première année et s'avère particulièrement efficace pour l'enseignement du paramétrage des acquisitions et la visualisation de leur impact sur la qualité de l'image. Il pourrait donc être un support supplémentaire très intéressant à intégrer dans les missions du jeu.

Patient settings - Scanner settings - Simulation settings - Tools - Preferences - Notifications - Help Reset Save and close

Pulse sequences Add pulse sequence

- #1 Default SCOUT images - COR 2
- #2 Default SCOUT images - TRA 12
- #3 Default SCOUT images - SAG 12
- #4 Spin echo (SE) Sequence has not been run

The virtual mr scanner is ready [Run this pulse](#)

Parameters - Spin echo (SE) #4 Cancel Save

Geometry	Sequence	Special	Reconstruction	Advanced
FOV - Real [mm]	AP	FOV - Phase (arrow lines) [mm]	FH	Foldover Direction
2		200		FH
Matrix - Read	AP	Matrix - Phase	FH	
128		128		
Slices		Slice Thickness [mm]		Slice Gap [mm]
1		6		2

Rel. SNR **91%**

Voxel size **0.98x0.98x7.00 mm3**

Plane orientation **TRA**

Scan time IRL **136 min 32 sec**

SAR **3.750e-7**

Figure 9: Logiciel de simulation d'acquisition IRM Corsmed