

Projet Transdisciplinaire 2025 - 2026

Cahier des charges

Les Ombres Sensibles : Découverte de la malentendance et de l'hyperacousie

Équipe :

DAURIAC Calista, KERGUILLEC Emma, VILLIÈRES (LATU-VILLIÈRES) Louis, WILLEY Mathilde

Tutrice / Cliente :

LESPINET-NAJIB Véronique

Historique des modifications				
Version	Date	Auteurs	Validation	Détails
0	23/10/25	DAURIAC Calista, KERGUILLEC Emma, VILLIÈRES Louis, WILLEY Mathilde	Oui	Version initiale
1	04/02/26	DAURIAC Calista, KERGUILLEC Emma, VILLIÈRES Louis, WILLEY Mathilde	Oui	Version intermédiaire
2	10/05/26	DAURIAC Calista, KERGUILLEC Emma, VILLIÈRES Louis, WILLEY Mathilde		Version finale

Table des matières

Table des matières.....	2
1. Contexte et enjeux Présentation du projet.....	3
1.1. Contexte.....	3
1.2. Problématique.....	3
1.3. Description de l'existant.....	3
2. Description du produit attendu.....	4
2.1. Finalité et objectifs.....	4
2.2. Utilisateurs cibles.....	5
2.3. Spécifications fonctionnelles.....	5
2.4. Spécifications techniques.....	6
2.5. Contexte d'utilisation.....	7
3. Exigences de conduite du projet.....	8
3.1. Critères de réussite (KPI).....	8
3.2. Méthodologie de gestion de projet.....	9
3.3. Description des livrables.....	11
3.4. Planning.....	11
3.5. Validation et tests.....	11
4. Contraintes et risques.....	12
4.1. Contraintes matérielles.....	12
4.2. Contraintes temporelles.....	13
4.3. Risques et gestion des risques.....	14
5. Annexes.....	14
5.1. Matrice d'implication.....	14
5.2. Planning prévisionnel.....	15
5.3. Registre des risques.....	17
5.4. Matrice des risques.....	20
5.5. Grille d'entretien pré-test Ajout de l'annexe.....	21

~~1. Contexte et enjeux~~ **Présentation du projet**

1.1. Contexte

Bien qu'il existe de nombreux moyens de sensibiliser au handicap, beaucoup demeurent peu connus et mal représentés.

Lors de la semaine SASU, les étudiants en deuxième année de l'ENSC participent à l'atelier HandiSim afin de découvrir certains handicaps. Cependant, les handicaps invisibles n'y sont que peu représentés. Ainsi, nous avons choisi de travailler sur les troubles auditifs et leur modulation pour permettre aux étudiants de comprendre l'étendue du spectre de la perte d'acuité auditive et de l'hyperacousie.

Le dispositif que nous mettons en place sera utilisé lors de la semaine SASU dans l'atelier HandiSim, mais nous pourrions également étendre son utilisation à d'autres cadres, tels que d'autres écoles ainsi que des entreprises.

1.2. Problématique

Comment peut-on concevoir un dispositif immersif, ergonomique et réaliste permettant à des participants valides de vivre, de manière subjective, les effets des différents troubles auditifs existants ?

1.3. Description de l'existant

Lors de la semaine HandiSim, des appareils sont mis à disposition afin de simuler les acouphènes et la surdité profonde.

Cependant, ces dispositifs restent limités : ils ne couvrent pas la diversité des troubles auditifs et ne permettent pas de moduler finement les paramètres (fréquences, intensité, distorsion, etc.).

Afin de rendre l'audio le plus réaliste possible, il existe aujourd'hui des technologies

d'enregistrement binauraux¹ qui retranscrivent au mieux l'audition humaine, en recréant artificiellement le passage du son par le pavillon de l'oreille, le conduit auditif ainsi que la résonance crânienne.

Ces fonctions de traitement de signal sont nommées HRTF (*Head Related Transfer Functions*) et peuvent être appliquées en temps réel par le biais de solutions utilisant le format SOFA (*Spatially Oriented Format for Acoustics*)².

Afin d'enrichir notre compréhension de la variété des troubles auditifs, nous réaliserons un état de l'art sur l'audition et ses pathologies, sur la manière de conduire un projet de sensibilisation le plus efficacement possible, ainsi que sur l'évaluation d'un projet de ce type. Cet état de l'art sera complété par des rencontres et entretiens avec des experts ~~médicaux (ORL, chercheurs, audioprothésistes)~~ de l'audition.

2. Description du produit attendu

2.1. Finalité et objectifs

Pour répondre aux exigences de conduite du projet, il devra répondre à plusieurs objectifs :

- L'objectif premier de notre dispositif est de sensibiliser les participants afin qu'ils comprennent réellement l'étendue des troubles de l'audition, des plus légers aux plus impactants. Pour cela, notre solution devra restituer un son le plus fidèle possible au son qu'entend une personne dite valide, afin de subséquemment appliquer des filtres pour restituer l'audition d'une personne souffrant d'un trouble de l'audition, offrant l'expérience la plus réaliste possible.
- L'interface utilisateur doit être la plus simple et intuitive, permettant l'installation et la configuration de notre solution par un utilisateur non-expert de l'audition.
- Notre dispositif doit avoir une bonne portabilité ainsi qu'une réutilisabilité la plus

¹ Moller, H. (s. d.). [Fundamentals of Binaural Technology](#)

² SOFA Conventions - sofaconventions.org

globale possible, afin d’élargir au maximum la portée de sensibilisation que nous pourrions avoir, au-delà de la semaine SASU, le tout en garantissant la sécurité auditive des participants.

- Notre projet est avant tout centré sur l’Humain, conçu pour générer empathie et compréhension, mais surtout un changement de regard. La pertinence du dispositif ~~pourra se mesurer par la qualité de la simulation, mais avant tout~~ **se mesurera** par la réaction émotionnelle et réflexive de nos participants.

2.2. Utilisateurs cibles

Les utilisateurs cibles sont des personnes non concernées par les troubles de l’audition au sens le plus large du terme, avec une population test qui sera concentrée sur les étudiants de deuxième année de l’ENSC.

Deux types d’utilisateurs interviendront dans l’utilisation du dispositif :

- “L’Administrateur” : personne chargée de configurer la solution, de sélectionner les paramètres de simulation (type et intensité du trouble auditif simulé) et de veiller à la sécurité de l’expérience (niveau sonore, bon fonctionnement du matériel).
- “Le Participant” : personne expérimentant la simulation auditive à travers le casque, percevant les effets de la perte auditive ou de l’hyperacousie.

Le processus d’expérimentation pourra être conduit soit par deux personnes distinctes, soit par une seule et même personne qui endosera les deux rôles.

2.3. Spécifications fonctionnelles

Fonction	Description
Capture sonore	Les sons ambiants sont captés via deux microphones placés à proximité immédiate des oreilles du participant un microphone

	omnidirectionnel placé entre le porteur du dispositif et les autres participants.
Traitement audio	Application en temps réel d'un filtre HRTF pour simuler l'audition humaine, puis de filtres simulant différents troubles auditifs (perte fréquentielle, hyperacousie) hypoacousie légère et moyenne.
Restitution audio	Restitution du son traité dans un casque isolant des écouteurs filaires.
Interface utilisateur d'administration	Permet de sélectionner le type et l'intensité du trouble simulé, avec configuration plus spécifique pour les utilisateurs avancés.
Mode "neutre"	Permet une écoute naturelle (non modifiée) pour comparaison avant/après simulation.
Calibration	Étant donné la variété de matériel sonore disponible sur le marché, nous devons proposer une interface de calibration du niveau sonore afin de s'approcher le plus possible de la réalité des troubles auditifs.
Sécurité	Limitation automatique du volume sonore de sortie (moins de 85 dB).

2.4. Spécifications techniques

Plateforme	Ordinateur portable (tous OS).
Latence maximale	10 ms 40 ms entre capture et restitution du son.
Casque audio	Le plus neutre possible, sans coloration, avec isolation (physique)

	de l'extérieur.
Microphone	De directivité à déterminer ultérieurement Omnidirectionnel.
Alimentation des microphones	USB
Traitement sonore	Développement d'une solution personnalisée en C#, se basant sur l'existant (fichiers SOFA ² , bibliothèques de son, logiciels existants tels que SoundScape Renderer ³).

2.5. Contexte d'utilisation

Le dispositif sera utilisé :

- en milieu intérieur ~~de préférence~~ **(voir contrainte CM_2)** avec ~~ou sans~~ **bruit ambiant afin de simuler au mieux le réel environnement des personnes malentendantes**
- par un participant équipé d'un casque **isolant (casque de chantier) et d'écouteurs** connectés de manière filaire à un ordinateur portable
- pour des sessions ~~de 15 à 30 minutes~~ **d'environ 7 minutes par personne sur une heure d'atelier Handisim**
- dans un cadre encadré (ici, les ateliers HandiSim)

L'expérience sera accompagnée d'une explication pédagogique sur les troubles auditifs simulés ~~(sur l'interface utilisateur d'administration ou la notice utilisateur accessible en .pdf en ligne et physiquement)~~ **grâce à une brochure de sensibilisation aux troubles auditifs.**

L'objectif de notre développement est également sa réutilisation et son amélioration la plus large : création d'un GitHub ouvert à tous permettant d'accéder au code source, avec possibilité de télécharger notre solution pour la réutiliser sur d'autres plateformes avec du matériel différent tant que l'architecture générale est conservée (un ordinateur, **2 un** microphones, **un** casque isolant, **des écouteurs filaires, une brochure**).

³ SoundScape Renderer - spatialaudio.net/ssr/

3. Exigences de conduite du projet

3.1. Critères de réussite (KPI)

Le produit fini devra remplir plusieurs critères **exigences fonctionnelles** :

Ajout de la désignation en exigences fonctionnelles (EF) et exigences fonctionnelles facultatives (EFF)

Type	Désignation	Description
Technique	EF_1	Latence inférieure à 10 ms.
	EF_2	Signal stable.
	EF_3	Absence de distorsion.
Matériel	EF_4	Casque confortable et isolant.
	EF_5	Microphone fiable.
	EF_6	PC Fonctionnel.
Sécurité	EF_7	Volume maximal limité pour éviter tout risque auditif.
Sensibilisation	EF_8	Impact sur l'esprit des participants en leur faisant retenir une expérience qui est pour eux inédite mais qui est le quotidien de beaucoup d'individus.
	EF_9	Impacts émotionnels (empathie, sans forcément faire appel à de la compassion ou de la pitié).
	EF_10	Évaluation de l'efficacité de la sensibilisation à définir définir au travers de notre état de l'art.

Conception Centrée Utilisateur et Interaction Humain-Machine	EF_11	Entretiens exploratoires seront menés avec des personnes malentendantes et hyperacousiques et des experts de l'audition audioprothésistes, des ORL afin d'au mieux se saisir du sujet et de savoir évaluer la pertinence de notre projet / le réorienter si besoin.
	EF_12	Entretiens seront également conduits avec nos utilisateurs potentiels afin d'au mieux se saisir de leur familiarité avec les handicaps auditifs et de leur appétence pour différents types de dispositifs de sensibilisation.
	EFF_1	Nous effectuerons au moins deux itérations de notre solution, afin d'implémenter des retours utilisateurs tout au long du développement du prototype, et d'avoir une ergonomie optimisée au maximum.
Respect des contraintes temporelles et techniques	EF_13	Nous devons être prêts à présenter notre projet pour la semaine SASU effectuée auprès des deuxième années.

3.2. Méthodologie de gestion de projet

Ce projet transdisciplinaire s'étale sur 9 mois, de septembre 2025 à mai 2026, soit le S5 et le S6. Notre projet suit la logique suivante :

1. Recherche

État de l'art sur le son et les troubles auditifs afin de sélectionner les outils adaptés à l'assemblage du casque, à l'intégration des microphones et à leur interface avec l'ordinateur. Cette phase comprend également l'analyse des dispositifs existants de sensibilisation (au

sens large), leur évaluation ainsi que les dispositifs de sensibilisation spécifiques aux handicaps auditifs.

Nous approfondissons également nos connaissances en informatique et en traitement du signal dans le cadre de notre simulation des troubles auditifs en étudiant l'existant (audio binaural, convolutions HRTF...).

2. Conception

Définition du modèle d'assemblage du casque, choix des matériaux et élaboration de l'architecture générale du système.

3. Prototypage

~~Formation à l'impression 3D prévue afin de permettre à l'équipe de concevoir et fabriquer de petites pièces d'adaptation destinées à fixer ou orienter les microphones sur le casque de simulation.~~ Une formation à l'impression 3D a été réalisée mais n'a finalement pas servi au projet.

Assemblage du casque et programmation du traitement du signal afin d'obtenir un premier prototype fonctionnel. Le code sera partagé via GitHub et sectionné en différentes branches afin d'optimiser le travail collaboratif.

4. Finalisation

~~Conception d'une interface utilisateur d'administration accessible et ergonomique, permettant l'utilisation du produit lors de la semaine HandiSim.~~ L'interface a été manipulée directement par nous et non par des participants de la simulation.

Notre projet sera rythmé par plusieurs soutenances. Afin d'effectuer un bilan des avancées et de répartir les nouvelles tâches qui en découlent, nous nous réunissons une à deux fois par semaine. Le contrôle régulier des tâches et des avancées est effectué via ~~Notion~~ et Google Drive.

Pour répartir les tâches, l'objectif est de permettre à chacun de toucher à tous les aspects du projet à travers les phases communes d'idéation du casque. Pour les tâches

demandant plus d'investissement, chacun se concentrera sur ce qu'il maîtrise le mieux. Nous organisons des master classes ou des discussions afin de partager nos connaissances. La répartition est faite à la fois en fonction des appétences et des compétences de chacun.

3.3. Description des livrables

Livrables attendus par le client :

- Dispositif complet de simulation des troubles auditifs.
- ~~Maquettes d'interface utilisateur d'administration de notre solution.~~ Ceci ne constitue plus un livrable.
- ~~Tests auditifs et résultats de ces tests avec notre solution pour valider la proximité entre l'expérience vécue par le participant et la réalité des personnes souffrant de troubles auditifs.~~ Les verbatims recueillis avec les entretiens pré-tests, les entretiens avec des experts et des personnes malentendantes et les résultats des questionnaires de sensibilisation suffisent pour valider la proximité entre la simulation et la réalité des personnes souffrant de troubles auditifs.
- Questionnaires à définir de sensibilisation pour valider l'efficacité de la sensibilisation.
- Conception d'un site web et production d'une vidéo récapitulative présentant les différentes étapes du projet.

3.4. Planning

Un planning prévisionnel a été déterminé. cf. [diagramme de Gantt en annexe 5.2.](#)

3.5. Validation et tests

Afin de garantir la réussite de notre projet, nous mettons en place une phase de test et d'évaluation destinée à mesurer la qualité et l'efficacité de notre dispositif.

Avant la semaine SASU, des essais sont organisés auprès d'un petit groupe de participants volontaires. Ce groupe sera composé d'étudiants de première et de troisième année, recrutés à la suite d'un appel diffusé par courriel.

Ces premiers tests comprennent une évaluation sonore que nous définissons ~~avec l'aide d'experts de l'audition~~ **à l'aide de l'état de l'art et de recherches réalisées** afin de valider la proximité entre l'expérience vécue et la réalité des personnes souffrant de handicaps auditifs, et une évaluation de l'efficacité du dispositif de sensibilisation.

Pour recueillir ces retours, ~~un questionnaire~~ **une feuille d'entretien semi-directif** conçue par notre équipe permet de décrire l'expérience vécue et de relever d'éventuels points d'amélioration. Cet entretien doit, à partir du travail effectué durant l'état de l'art sur les dispositifs de sensibilisation, évaluer l'efficacité du changement de regard sur les différents troubles de l'audition.

Les ajustements nécessaires sont effectués avant la mise à disposition du dispositif aux étudiants de deuxième année lors de la semaine HandiSim.

Un dernier pré-test est organisé auprès d'étudiants de première, deuxième et troisième année ne passant pas notre expérience pendant la semaine SASU dans les conditions réelles de l'expérience, afin de s'assurer du bon fonctionnement du matériel et du bon déroulement de la séance.

Le dispositif est testé à grande échelle pendant la semaine SASU, auprès des étudiants de deuxième année, selon le même protocole d'évaluation, afin de confirmer son efficacité de sensibilisation et la pertinence des améliorations proposées.

4. Contraintes et risques

4.1. Contraintes matérielles

Désignation : CM_1

Description : Le dispositif nécessite la disponibilité d'un poste informatique dédié au traitement du signal, faisant office de plateforme centrale. Il doit également intégrer le matériel d'interface adapté avec un casque audio, **des écouteurs** et ~~des microphones~~ **un microphone**.

Désignation : CM_2

Description : Il est indispensable de vérifier en amont les conditions d'accueil, telles que la salle utilisée au sein de l'ENSC et le niveau de bruit ambiant, afin de garantir une expérience optimale.

Désignation : CM_3

Description : Le dispositif doit assurer le confort et la sécurité des participants : limitation des niveaux sonores, présence d'avertissements clairs et possibilité d'interrompre l'expérience à tout moment.

Désignation : CM_4

Description : Le projet doit s'appuyer sur du matériel à faible coût et sur des logiciels gratuits ou déjà disponibles au sein de l'établissement, compatibles avec différentes plateformes.

4.2. Contraintes temporelles

Désignation : CT_1

Description : Le projet doit être développé dans les délais imposés par le planning scolaire, incluant les phases de soutenance. Le temps disponible pour l'apprentissage de nouveaux outils et la prise en main du matériel est donc restreint.

Désignation : CT_2

Description : ~~De plus,~~ Le dispositif doit être opérationnel à temps pour la semaine SASU, durant laquelle l'atelier HandiSim a pour objectif de faire vivre des simulations de situations de handicap. Le respect de cette échéance est essentiel pour permettre la présentation et l'expérimentation du projet auprès des étudiants et ainsi répondre aux exigences de notre client.

4.3. Risques et gestion des risques

Un tableau récapitulatif des risques et de leur gestion a été réalisé. cf. [Registre des risques \(5.3\)](#) et [matrices des risques \(5.4\)](#).

5. Annexes

5.1. Matrice d'implication

Voici notre première matrice d'implication qui correspond à la première version de notre cahier des charges.

MATRICE D'IMPLICATION						
Projet :		Ombres sensibles (SENS)	Date :	22/10/2025	Version :	1
		Membres du groupe				
Répartition totale		100%	100,00%	25%	25%	25%
Tâches		Nom Prénom	Nom Prénom	Nom Prénom	Nom Prénom	Nom Prénom
	Libellé	Fraction du projet (%)	Louis LATU-VILLIERES	Calista DAURIAC	Emma KERGUILLEC	Mathilde WILLEY
1	Etat de l'art	10,00%	100,00%	30	20	30
2	Cahier des charges	15,00%	100,00%	30	17,5	35
3	Prototype initial	25,00%	100,00%	25	25	25
4	Prototype final	15,00%	100,00%	25	25	25
5	Tests	10,00%	100,00%	20	30	20
6	Soutenance intermédiaire	5,00%	100,00%	25	25	25
7	Soutenance finale	5,00%	100,00%	25	25	25
8	Site WEB	10,00%	100,00%	20	32,5	15
9	Formations	5,00%	100,00%	25	25	25
Remarques : Matrice d'implication prévisionnelle pour le projet Ombres Sensibles SENS qui porte sur un dispositif de simulation des troubles de l'audition.						

FIGURE 1.1 : Matrice d'implication prévisionnelle (projet Ombres Sensibles, SENS)

Voici notre matrice d'implication mise à jour pour la deuxième version du cahier des charges.

MATRICE D'IMPLICATION							
Projet :	Ombres sensibles (SENS)	Date :	29/01/2026	Version :	2		
Membres du groupe							
Répartition totale	100%	100,00%	34,25	21,125	21,375	23,25	
Tâches	Libellé	Fraction du projet (%)	Nom Prénom	Nom Prénom	Nom Prénom	Nom Prénom	
			Louis LATU-VILLIERES	Calista DAURIAC	Emma KERGUILLEC	Mathilde WILLEY	
1	Etat de l'art	10,00%	100,00%	30	20	20	30
2	Cahier des charges	10,00%	100,00%	25	22,5	22,5	30
3	Rendez-vous experts	5%	100,00%	25	25	25	25
4	Prototype initial	20,00%	100,00%	75	10	5	10
5	Prototype final	15,00%	100,00%	25	25	25	25
6	Tests	10,00%	100,00%	40	25	10	25
7	Brochure	5,00%	100,00%	5	5	50	40
8	Soutenance intermédiaire	5,00%	100,00%	20	27,5	27,5	25
9	Soutenance finale	5,00%	100,00%	25	25	25	25
10	Site WEB	10,00%	100,00%	10	32,5	37,5	20
11	Formations	5,00%	100,00%	25	25	25	25
Remarques : Matrice d'implication prévisionnelle pour le projet Ombres Sensibles SENS qui porte sur un dispositif de simulation des troubles de l'audition.							

FIGURE 1.2 : Matrice d'implication prévisionnelle actualisée (projet Ombres Sensibles, SENS)

Et enfin voici la matrice d'implication finale du projet :

MATRICE D'IMPLICATION							
Projet :	Ombres sensibles (SENS)	Date :	10/05/2026	Version :	3		
Membres du groupe							
Répartition totale	100%	100,00%	27,25	21,65	21,825	21,775	
Tâches	Libellé	Fraction du projet (%)	Nom Prénom	Nom Prénom	Nom Prénom	Nom Prénom	
			Louis LATU-VILLIERES	Calista DAURIAC	Emma KERGUILLEC	Mathilde WILLEY	
1	Etat de l'art	10,00%	100,00%	30	20	20	30
2	Cahier des charges	10,00%	100,00%	15	32,5	20	32,5
3	Rendez-vous experts	5%	100,00%	25	25	25	25
4	Prototype initial	15,00%	100,00%	75	10	5	10
5	Prototype final	15,00%	100,00%	25	25	25	25
6	Pré-tests	7,50%	100,00%	40	25	10	25
7	Tests	7,50%	100,00%	25	25	25	25
8	Brochure	5,00%	100,00%	5	25	50	20
9	Soutenance intermédiaire	5,00%	100,00%	20	27,5	27,5	25
10	Soutenance finale	5,00%	100,00%	0	33	34	33
11	Site WEB	10,00%	100,00%	10	25	45	20
12	Formations	5,00%	100,00%	25	25	25	25
Remarques : Matrice d'implication pour le projet Ombres Sensibles SENS qui porte sur un dispositif de simulation des troubles de l'audition.							

FIGURE 1.3 : Matrice d'implication finale (projet Ombres Sensibles, SENS)

5.2. Planning prévisionnel

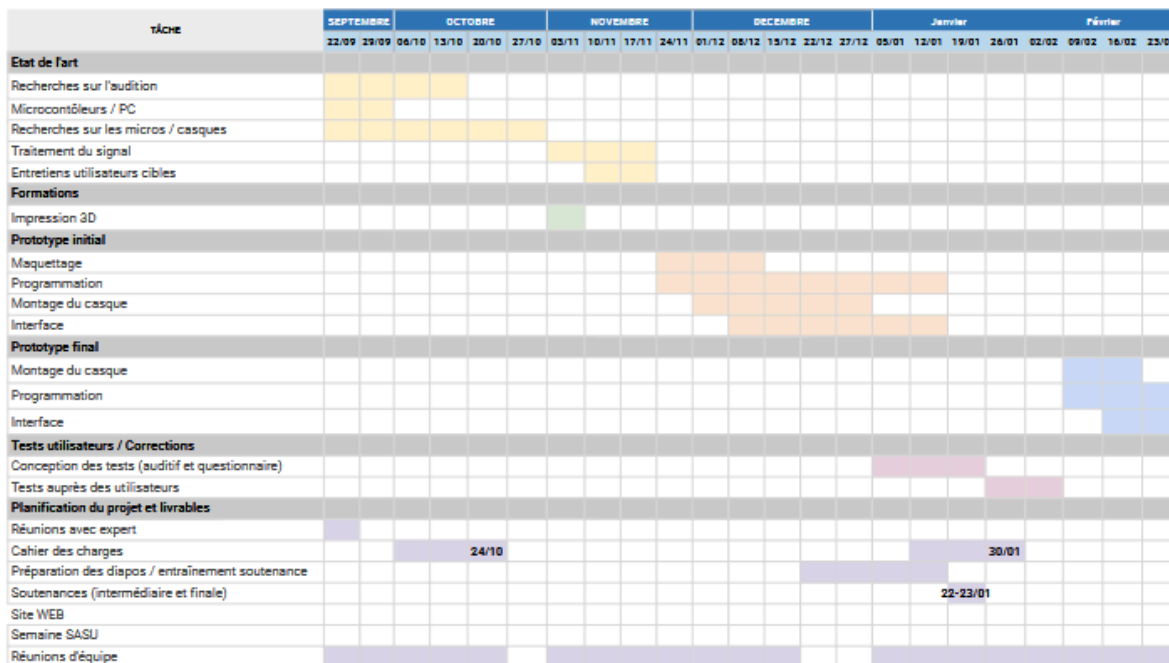


FIGURE 2.1 : Diagramme de Gantt initial (projet Ombres Sensibles, SENS)

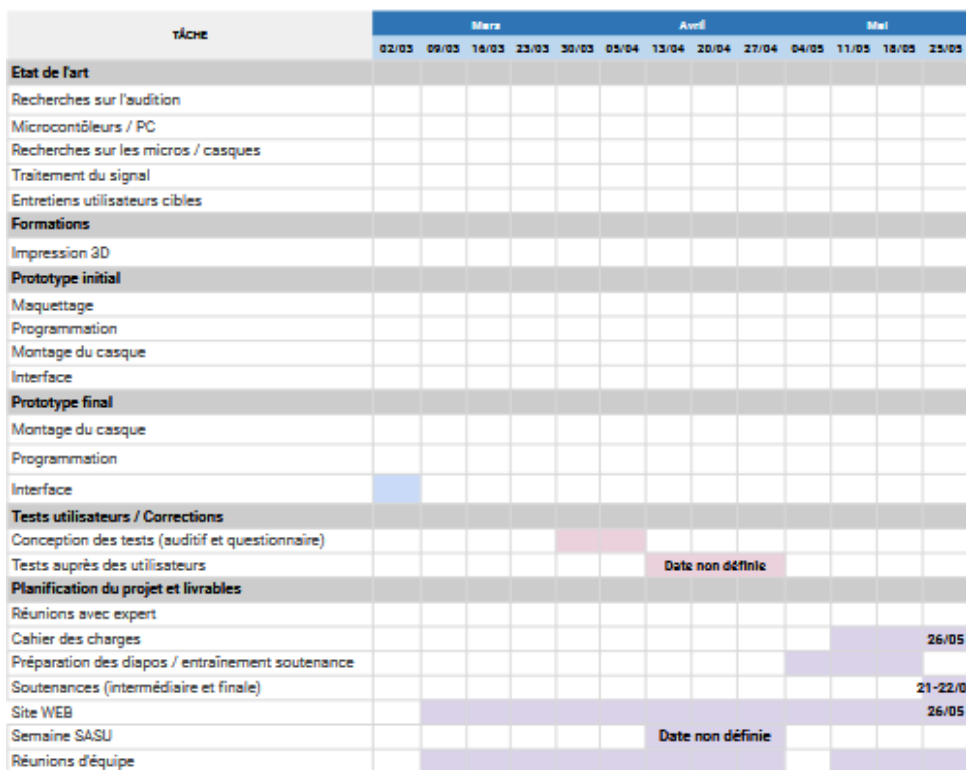


FIGURE 2.2 : Diagramme de Gantt initial (projet Ombres Sensibles, SENS)

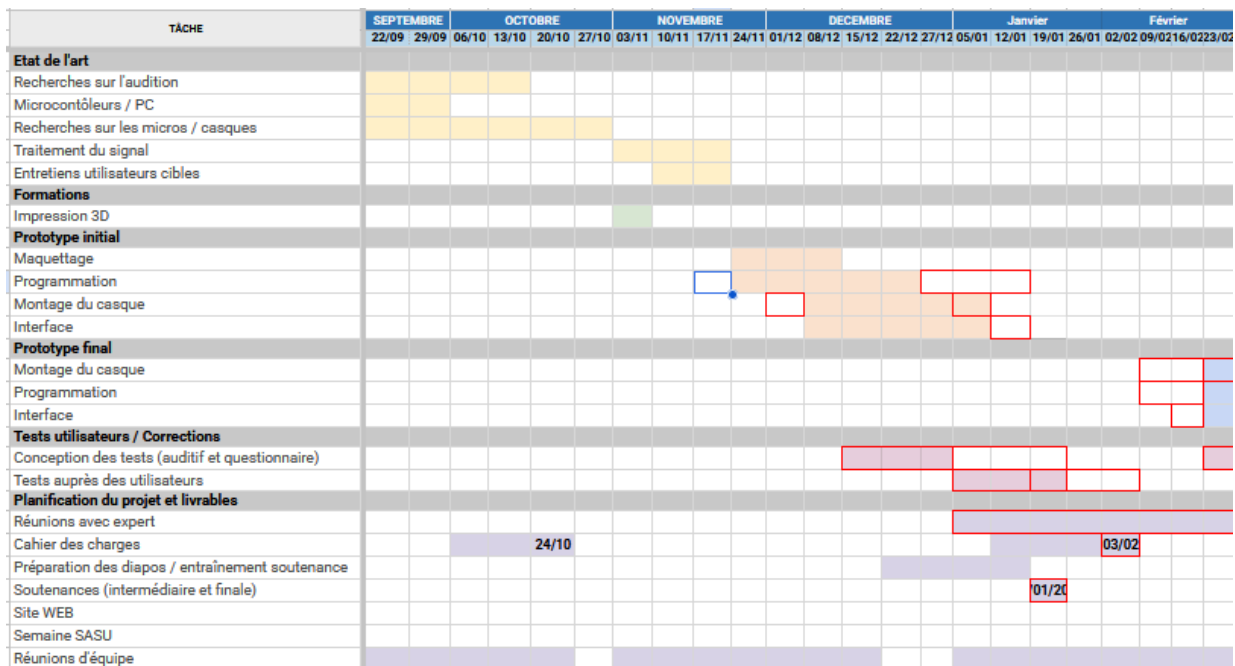


FIGURE 2.3 : Diagramme de Gantt intermédiaire (projet Ombres Sensibles, SENS)

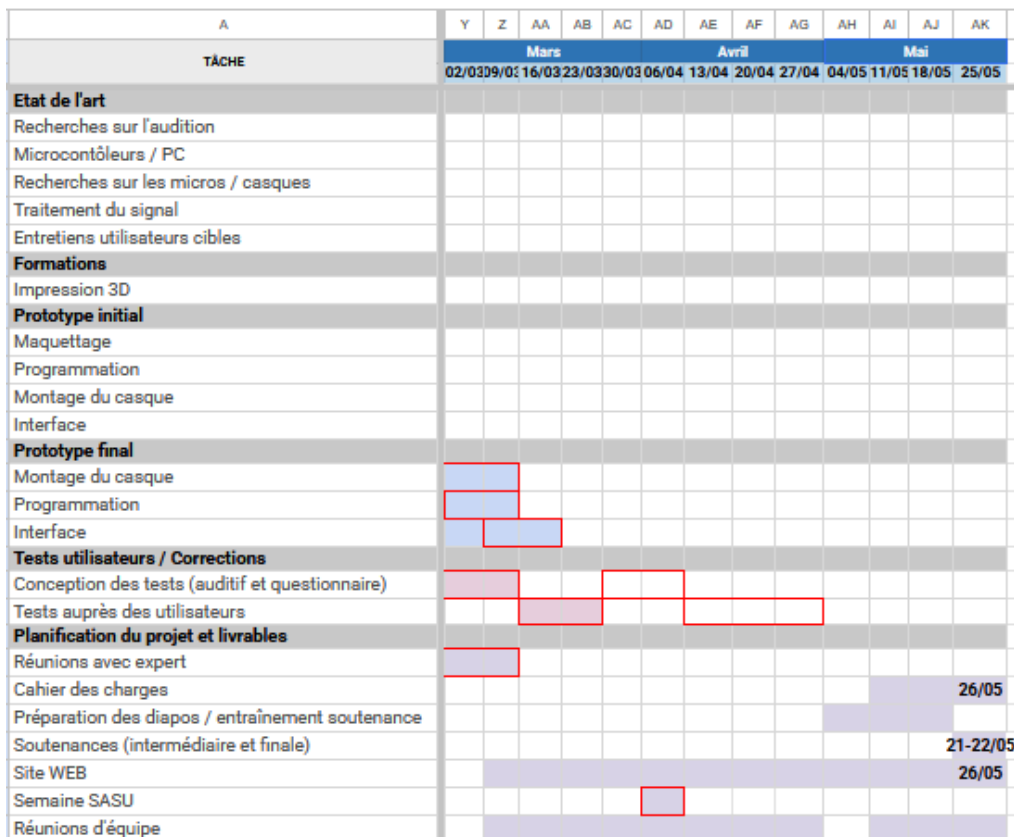


FIGURE 2.4 : Diagramme de Gantt intermédiaire (projet Ombres Sensibles, SENS)

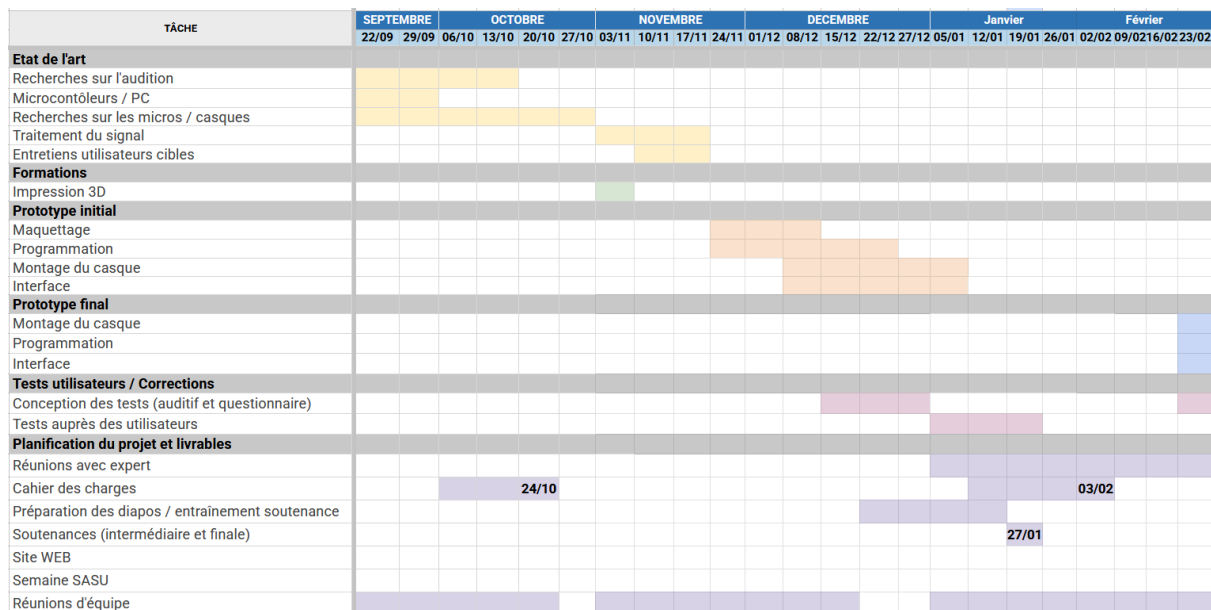


FIGURE 2.5 : Diagramme de Gantt final (projet Ombres Sensibles, SENS)

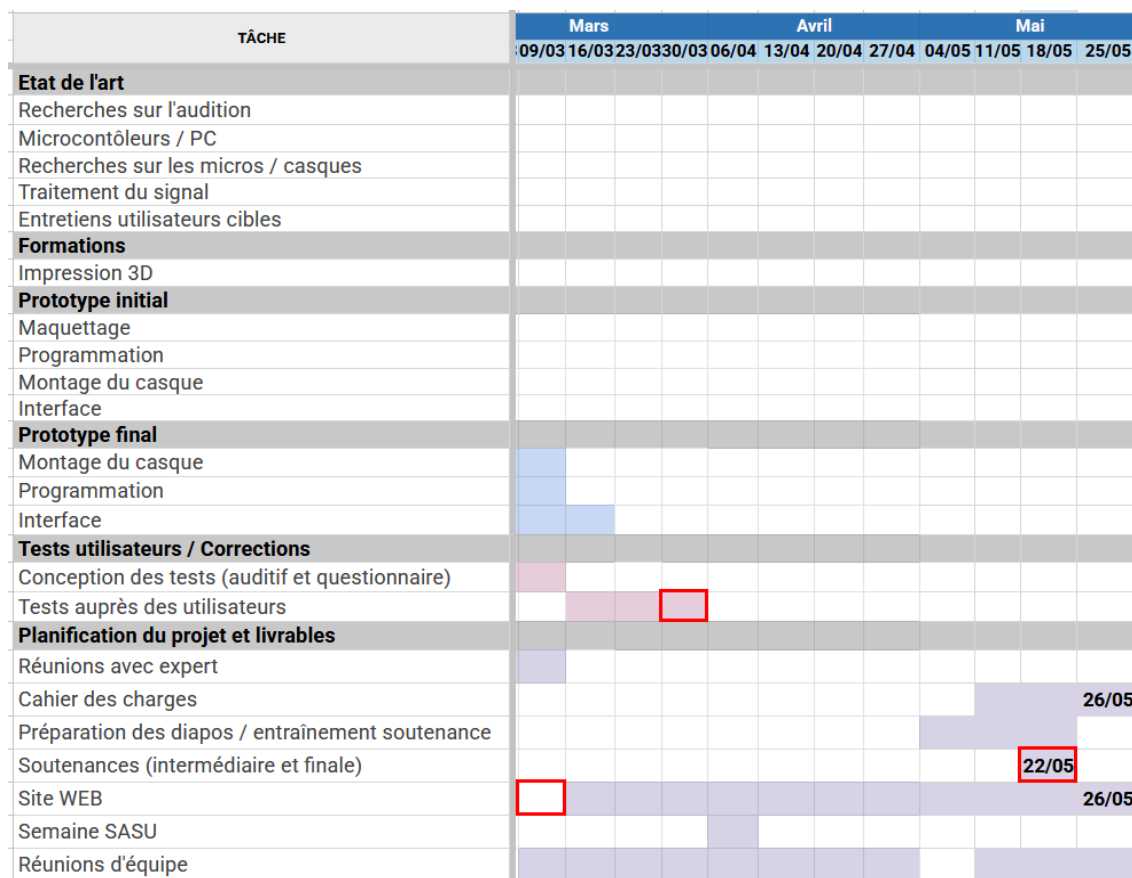


FIGURE 2.6 : Diagramme de Gantt final (projet Ombres Sensibles, SENS)

5.3. Registre des risques

ID	Risque Identifié	Probabilité	Gravité	Actions préventives	Actions correctives
1	Latence audio supérieure à 10 ms	Moyenne	Très Élevée	Tester plusieurs bibliothèques audio dès la phase de prototypage	Réduire la complexité des filtres appliqués
				Désactivation de processus inutiles sur la plateforme de traitement audio	Diminuer la fréquence d'échantillonnage
2	Son trop "artificiel" pour les participants	Élevée	Élevée	Réaliser des tests utilisateurs dès les premiers prototypes avec itérations	Adapter le traitement du signal
				Utiliser des microphones et casques à coloration neutre	
3	Hors délai de livraison (semaine SASU)	Faible	Très Élevée	Planification détaillée des jalons	Réduire le périmètre fonctionnel (moins de troubles simulés)
				Suivi hebdomadaire des tâches sur un outil de gestion	
				Définir un MVP (Prototype Minimal Viable) livrable en cas de retard	Prioriser la stabilité et la démonstration fonctionnelle
4	Niveau sonore trop élevé	Faible	Très Élevée	Intégrer un limiteur de niveau sonore logiciel	Arrêt immédiat du test
				Calibration systématique avant usage	
5	Interface non intuitive	Moyenne	Moyenne	Enquêtes et itérations	Réduction du nombre de paramètres visibles

ID	Risque Identifié	Probabilité	Gravité	Actions préventives	Actions correctives
6	Retours utilisateurs négatifs	Faible	Élevée	Questionnaire	Réajuster selon les premiers retours
7	Difficulté d'apprentissage des outils (SOFA, C#, traitement du signal)	Moyenne	Faible	Répartition claire des rôles selon les compétences	Déléguer temporairement certaines tâches à un membre plus à l'aise techniquement
				Organisation de Master Classes	Simplification de la stack technique
				Utilisation de bibliothèques de traitement sonore existantes	
8	Problèmes de calibration du matériel audio	Faible	Faible	Procédure de calibration standardisée	Calibration manuelle
9	Bugs logiciels lors de la démonstration	Faible	Moyenne	Tests unitaires et validation régulière du code	Retour à une version stable précédente
				Versionning	
				Itérations en conditions réelles	
10	Mauvaise portabilité / réutilisabilité	Élevée	Faible	Utiliser des standards ouverts	/
				Création de documentation	
				Séparer le code du matériel	
				Intégrer des étapes CCU	Entretiens, observations à

ID	Risque Identifié	Probabilité	Gravité	Actions préventives	Actions correctives
	l'intention initiale			Maximiser le nombre d'itérations : retours utilisateurs au fil de la conception	prioriser sur les tâches techniques
12	Difficulté à trouver population d'entretiens (experts, utilisateurs)	Moyenne	Élevée	Communiquer sur le projet	/
13	Manque de cohérence entre la simulation et la réalité vécue des handicaps	Élevée	Très Élevée	Validation du processus de simulation imaginé par des experts	Adaptation du traitement sonore
14	Biais de représentativité des témoignages	Faible	Moyenne	Diversifier les profils (types de troubles, critères sociologiques)	Pondérer les observations recueillies
					Se baser sur notre état de l'art
15	Sensibilisation inefficace malgré une qualité technique	Élevée	Très Élevée	Définir clairement les critères d'impact	Ajout d'éléments (explications, témoignages) à l'expérience.
				Itérations	

5.4. Matrice des risques

		IMPACT				
		Négligeable	Mineur	Modéré	Grave	Très Grave
P R O B A B I L I T É	Presque Certain					
	Très Probable		10		2	13, 15
	Possible		7	5	11, 12	1
	Faible		8	9, 14	6	3, 4
	Rare					

5.5. Grille d’entretien pré-test **Ajout de l’annexe**

Bonjour,

Nous sommes un groupe de 4 étudiants en première année de l'école d'ingénieurs ENSC.

Nous menons une enquête pour mieux comprendre comment les personnes normo entendantes perçoivent les handicaps auditifs et identifier des pistes d'amélioration de notre dispositif de sensibilisation. Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses ! Nous testons la sensibilisation et le niveau technique du dispositif, pas vous. Cet entretien durera moins d'une demi-heure.

Consentez-vous à ce que vos réponses soient enregistrées et traitées uniquement entre nous 4 afin d'améliorer notre projet? – *Lancement de l'enregistrement si accord* –

Entretien avant la simulation

Profil de l'interviewé	
<input type="checkbox"/>	Pouvez-vous vous présenter ? (âge / genre / études et/ou métier)
<input type="checkbox"/>	Parlez-moi de vos connaissances ou formations en lien avec l'audition ou le handicap auditif ?
<input type="checkbox"/>	Avez-vous des troubles de l'audition ?

<input type="checkbox"/>	Oui → Sous quelle forme (hyperacousie, malentendance, ...) ?
<input type="checkbox"/>	Oui → Est-ce diagnostiqué ou est-ce un simple constat de votre part ?
Sensibilisation	
<input type="checkbox"/>	Comment imaginez-vous les difficultés liées aux troubles auditifs ? (Dans le quotidien ? La charge mentale ?)
<input type="checkbox"/>	Pouvez-vous me parler d'exemples dans votre entourage ? Dans des films/fictions ?
<input type="checkbox"/>	Comment envisagez-vous la pertinence d'une sensibilisation au spectre de l'audition pour vous ? (vous ressentez le besoin d'en savoir plus ou vous êtes curieux)
<input type="checkbox"/>	Comment envisagez-vous la pertinence d'une sensibilisation au spectre de l'audition pour le grand public ? (vous ressentez le besoin d'en savoir plus ou vous êtes curieux)
<input type="checkbox"/>	Qu'est-ce qui faciliterait selon vous l'immersion dans la peau d'une personne souffrant d'un trouble auditif ?
<input type="checkbox"/>	Avez-vous déjà eu l'occasion de rencontrer des situations dans lesquelles vous avez été sensibilisée aux troubles de l'audition ?
<input type="checkbox"/>	Oui → Sous quelle forme ?
<input type="checkbox"/>	Oui → Quel avait été votre ressenti ?
<input type="checkbox"/>	Oui → Aviez-vous trouvé ce dispositif pertinent ?
<input type="checkbox"/>	Oui / Non → Pour quelle raison ?
<input type="checkbox"/>	Pensez-vous qu'un dispositif de simulation puisse parfois simplifier ou déformer la réalité du handicap ?
<input type="checkbox"/>	Quel serait un dispositif de sensibilisation idéal pour vous ?
<input type="checkbox"/>	Pourriez-vous me présenter ce qui pour vous, sont les pour/contre et la pertinence de la réalité virtuelle et réalité augmentée dans le cadre d'une sensibilisation aux troubles de l'audition ?

Entretien après la simulation

Usage de notre dispositif	
<input type="checkbox"/>	Avez-vous pu tester les deux modalités de simulation de notre dispositif ? (hyperacousie et malentendance)
<input type="checkbox"/>	Non → Pourquoi cela ? Quels problèmes ou contraintes ont été rencontrés ?
<input type="checkbox"/>	Oui → Comment qualifieriez-vous cette expérience ?
Difficultés rencontrées	
<input type="checkbox"/>	Avez-vous rencontré des difficultés lors de l'utilisation de notre dispositif ?

<input type="checkbox"/>	→ Si oui, de quel type sont-elles ?
<input type="checkbox"/>	Comment avez-vous réagi face à ces difficultés ?
<input type="checkbox"/>	Ces difficultés vous ont-elles conduit à renoncer à l'expérimentation de notre projet ?
<input type="checkbox"/>	Ces difficultés ont-elles diminué l'impact de notre sensibilisation sur vous ?
Ressenti général	
<input type="checkbox"/>	Comment vous sentez-vous lorsque vous utilisez notre dispositif ?
<input type="checkbox"/>	Comment avez-vous compris le fonctionnement du dispositif ?
<input type="checkbox"/>	Est-ce que les 3 situations étaient représentatives de situations de vie courante que vous ou une personne malentendante pourrait rencontrer ?
<input type="checkbox"/>	Quelles situations imagineriez-vous dans le cadre du dispositif ?
<input type="checkbox"/>	Comment percevez-vous le caractère inclusif (ou non) du dispositif ?
<input type="checkbox"/>	Pourriez-vous imaginer des situations où le dispositif ne peut pas être porté ?
<input type="checkbox"/>	Avez-vous un regard différent à présent sur le spectre de l'audition ?
<input type="checkbox"/>	Oui → Qu'est-ce qui a changé ?
<input type="checkbox"/>	Avez-vous eu des frustrations particulières en utilisant notre projet ?
<input type="checkbox"/>	Quelle émotion principale avez-vous ressentie pendant l'expérience ?
Besoins et améliorations	
<input type="checkbox"/>	Auriez-vous des idées de recommandation pour compléter notre dispositif de sensibilisation
<input type="checkbox"/>	Qu'est-ce que vous simplifieriez ou non dans l'expérience ?
<input type="checkbox"/>	Oui → Comment ?
<input type="checkbox"/>	Auriez-vous vu des exemples de campagnes de sensibilisation (pour tous handicaps) qui vous semblaient particulièrement adaptées ? Et donc des idées qui vous viennent en lien avec ceci ?
<input type="checkbox"/>	Quelles autres populations (que les étudiants), pensez-vous qu'il serait pertinent des sensibiliser ?
<input type="checkbox"/>	Imaginez-vous des fonctionnalités absentes sur notre dispositif ?
<input type="checkbox"/>	Qu'auriez-vous amélioré ou modifié sur notre projet ?
Suggestion	
<input type="checkbox"/>	Avez-vous quelque chose à rajouter quant à notre projet et votre expérience ?