

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Délégation Île-de-France Gif-sur-Yvette

1 Avenue de la Terrasse – 91190 Gif-sur-Yvette

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

**Création d'un clone virtuel de la partie formation de la salle
blanche du Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies du
CNRS et création d'un jeu sérieux**

Affaire n° 2025-A114

Table des matières

Table des matières	2
I. PRESENTATION DU PROJET	3
I.1 Préambule.....	3
I.2 Contexte général – Enjeux scientifiques et technologiques	3
I.3 Spécifications générales.....	3
II. OBJET DU MARCHE	4
III. PRESTATIONS ATTENDUES.....	4
IV. COMPETENCES	10

I. PRESENTATION DU PROJET

I.1 Préambule

L'unité mixte du Centre National de Recherche Scientifique, le C2N, Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies a comme vocation première l'avancement coordonné de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée, tant pour les recherches internes au laboratoire que pour celles développées en partenariat avec d'autres laboratoires publics ou privés, en s'appuyant sur l'exploitation et le développement de ses compétences technologiques.

Nœud francilien du réseau national des grandes centrales de technologie, le C2N doit sans cesse renouveler ses anciens équipements pour rester compétitif dans le domaine des nanotechnologies. Ces équipements seront ouverts non seulement aux personnels du C2N mais aussi à toute la communauté scientifique française.

I.2 Contexte général – Enjeux scientifiques et technologiques

La Centrale de Technologie du C2N sur le site de Palaiseau, dispose d'un ensemble de salles propres d'une superficie totale de 2900 m², où convergent plus de 250 utilisateurs de machines de dépôt, d'épitaxie, de lithographies optique et électronique, de gravures...

Dans le cadre du réseau national de centrales de technologie RENATECH, une des principales missions du C2N est de doter la région Ile de France, de moyens de nano fabrication de niveau international aussi bien en termes de technicité que de par leur caractère innovant.

Dans le cadre d'un projet de recherche sur la formation en réalité virtuelle, nous recherchons un prestataire informatique qui devra créer un clone virtuel de la partie formation de la salle blanche du Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies (C2N) sur un environnement de développement tel que Unity (version 6 ou ultérieure), pour une implémentation dans le casque de réalité virtuelle tel que Meta Quest 3.

Une salle blanche est un environnement très spécifique dans lequel sont réalisées la fabrication de micro et nano-dispositifs par des procédés complexes, qui sont utilisés par des industriels pour l'élaboration des composants de base des ordinateurs, téléphones portables, etc. Cet espace comporte de nombreux équipements, plus ou moins complexes, qui devront être fidèlement reproduits dans l'environnement virtuel, tant sur le plan architectural que fonctionnel.

I.3 Spécifications générales

Autonomie du dispositif

L'application devra fonctionner de manière entièrement autonome sur un casque de réalité virtuelle, sans connexion à un ordinateur. Une version alternative, identique en termes de fonctionnalités, devra également être disponible sur ordinateur (utilisation via souris et clavier).

Approche centrée utilisateur

Le projet s'inscrit dans une démarche de conception centrée sur l'utilisateur. Le titulaire interviendra en tant que designer et programmeur·euse, et participera activement au développement de l'outil pédagogique ainsi qu'au processus de conception du jeu virtuel.

Objectif pédagogique

L'objectif principal est de concevoir un environnement immersif en réalité virtuelle, servant de base à une plateforme pédagogique ludique dédiée à la formation en salle blanche. Les principaux utilisateur.rice.s de ce dispositif sera des étudiant.e.s bénéficiant déjà des séances de travaux pratiques en salle blanche (Master 2 QLMN, Master 1 E3A, IUT Orsay, Centrale Supélec, etc.). La plateforme pédagogique devra permettre d'acquérir principalement des savoirs faire (séquences de gestes à effectuer pour manipuler chaque équipement, respecter les gestes de sécurité). L'un des objectifs d'apprentissage concerne l'acquisition de connaissances théoriques (sur le fonctionnement des équipements et l'incidence de leur manipulation sur l'échantillon). La durée des scénarios pédagogiques à implémenter varieront en fonction des besoins des utilisateur.rice.s. L'outil est un espace d'apprentissage libre, dont la durée, dépend des objectifs et caractéristiques des utilisateur.rice.s.

Modélisation et interactions 3D

Le projet comprendra la modélisation 3D de divers équipements et outils interactifs. Chaque élément devra intégrer des interactions spécifiques, permettant de reproduire de manière réaliste les manipulations effectuées en salle blanche.

Module expérimentation

Un environnement virtuel spécifique, dédié à l'expérimentation, devra également être conçu. Cet espace clos sera centré sur un nombre restreint d'équipements et d'outils, et permettra l'enregistrement de données telles que les temps de réaction ou les durées d'exécution des gestes.

Pour chaque participant.e, un tableur devra être automatiquement généré, contenant l'ensemble des données collectées conformément aux spécifications définies dans le module correspondant.

II. OBJET DU MARCHÉ

Le marché a pour objet la création d'un clone virtuel de la partie formation de la salle blanche du Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies du CNRS.

En plus de ce clone virtuel, des interactions pédagogiques auront pour objet de créer un jeu sérieux. Enfin, un module précis de cet environnement cloné devra être créé pour réaliser de la recherche comportementale (MODULE EXPERIMENTATION).

III. PRESTATIONS ATTENDUES

Les prestations seront exécutées selon quatre étapes (*cf. Annexe 1*):

★ Etape n° 1 (Livrable 1)

Le titulaire doit :

- **Créer un clone virtuel d'un environnement scientifique de salle blanche**, en reproduisant sur Blender (ou un autre logiciel de design 3D) cinq salles connectées par des portes, correspondant à la partie « formation » de la salle blanche du C2N.
- **Implémenter dans chaque salle :**
 - les textures,
 - l'architecture,
 - les lumières,
 - les sons ambiants.

- **S'appuyer sur la documentation fournie** (caractéristiques et paramétrages communiqués via un document interne) et sur la **visite des salles réelles**, à laquelle le titulaire sera invité.
- **Construire l'environnement virtuel interactif sur Unity**, avec OpenXR et la librairie Toolkit (et/ou d'autres librairies nécessaires), en y intégrant des interactions à la première personne.
- **Programmer les interactions de base** pour les quatre salles, notamment :
 - ouvrir et fermer les portes,
 - marcher (navigation continue)
 - allumer et éteindre la lumière,
 - spatialiser le son en fonction de la position de la première personne.
- **MODULE EXPERIMENTATION :**
 - Environnement clos
 - Locomotion restreinte de l'utilisateur : face à un équipement de la salle blanche.
- Exemple de documentation fournie pour ce livrable : *voir Annexe 2*

Le délai d'exécution de cette étape est de **deux mois** maximum.

★ Etape n° 2 (Livrable n° 2)

Dans la continuité de la construction de l'environnement virtuel interactif, le titulaire doit :

- **Créer et intégrer une liste d'outils en 3D** (via Blender ou autre logiciel de conception 3D), tels que :
 - des pinces de manipulation,
 - des échantillons de silicium (wafer) avec sa boîte de transport ,
 - des gants,
 - des lunettes de protection,
 - des résines polymères,
 - des masques, etc.
- **Importer et intégrer ces éléments dans Unity avec OpenXR.**
- **Programmer des interactions spécifiques pour chaque outil**, par exemple :
 - saisir la pince,
 - utiliser la pince pour attraper un autre objet,
 - transporter les objets en marchant (navigation continue), etc. (système de « poche » intuitif)
- **Optimiser les interactions pour une utilisation sans manettes**, en exploitant le système de suivi du casque **Meta Quest 3**, qui permet de détecter les mouvements de la tête et des mains.
- **MODULE EXPERIMENTATION :**
 - Construire l'échantillon et les différents éléments de sa boîte (en 3 tailles différentes) – avec interaction pince-échantillon et mains-boîte
 - Pince de manipulation – interaction « grabbing » et appui main-pince
 - Gant directement sur les mains virtuelles de l'utilisateur
 - Boîte de supports (chunk) avec trois tailles différentes de chunk – interaction main-chunk

- Boîte de résine avec deux résines différentes (positive et négative) – interaction « grabbing » et appui main-résine
- Minuteur
- 3 masques différents
- Exemple de documentation fournie pour ce livrable : *voir Annexe 3*

Le délai d'exécution de cette étape est de **trois mois** maximum.

★ Etape n° 3 (Livrable 3)

Le titulaire doit :

- **Reproduire en 3D une liste d'équipements** (ex. : évaporateur, pulvérisateur cathodique Astemec, CCP-RIE STS/Apsy, tournette, plaque de recuit, lithographe, etc.), à l'aide d'un logiciel de conception 3D.
- **Intégrer ces équipements dans l'environnement virtuel** développé sur Unity.
- **Programmer des interactions spécifiques pour chaque équipement**, telles que :
 - Téléportation devant chacun des équipements (Hotspot)
 - rotation d'une molette,
 - appui sur un bouton,
 - sélection de paramètres, visualisation et interaction avec des interfaces numériques (displays),
 - dépôt d'un objet sur l'équipement.
- **Associer chaque état de l'équipement à des animations visuelles et sonores**, incluant :
 - bruitages, alarmes,
 - voyants lumineux,
 - cinématiques de pièces mobiles.
- **S'appuyer sur la documentation interne fournie** pour implémenter correctement les interactions et gérer les transitions entre les différents états des équipements.
- **MODULE EXPERIMENTATION :**
 - Système d'alignage de masque (lithographe) : interface de paramètre (intensité des UV) – interaction pince-échantillon, main-masques, main-paramètres
 - Sorbonne du milieu de la salle UV-Litho-Formation, avec vitre, écrans et paramétrages de la sorbonne
 - A l'intérieure de la sorbonne : tournette (spin-coating), tous les outils construits dans le livrable 2, plaque de cuisson (affichage)
 - Ensembles des interactions et animations multisensorielles (vision et audition) liées à l'état fonctionnelle des équipements « tournette », « évaporateur » et « lithographe » : outils-équipements et main-équipements (cf. exemple de documentation fournie pour ce livrable)
- Exemple de documentation fournie pour ce livrable : *voir Annexe 4*

Le délai d'exécution de cette étape est de **quatre mois** maximum.

★ Etape n° 4 (Livrable 4)

Le titulaire doit :

- **Mettre en œuvre un design pédagogique visant à guider les utilisateur.rice.s dans la manipulation des équipements en salle blanche** : des directives seront discutées et fournies en collaboration avec l'équipe encadrante.
- **Implémentation de métaphores multisensorielles et holographiques des manipulations en cours** : représentation des phénomènes physiques in situ.
- **Implémenter des éléments interactifs clés**, notamment :
 - un système de feedback visuel pour chaque interaction (succès/erreur),
 - une gestion de la temporalité (ex. : barre de progression).
- **Programmer des fonctionnalités ludiques**, telles que :
 - une structure narrative,
 - un menu principal (paramètres et modes de jeu),
 - Démonstration animée des solutions pour chaque activité
 - Un système de points (scoring).
 - Système de sauvegarde de la session de jeu en local, sur le casque : 5 emplacements prédéfinis de sauvegarde pour des sessions séparées de jeu (pas d'identifiant ni de mot de passe intégré). Seules les sauvegardes du jeu sont stockées, sans lien avec des informations personnelles ou une base de données nominatives (emplacement de sauvegarde 1, 2, 3, 4 et 5).
- **Explorer l'extension vers un mode multijoueur**, en fonction de l'avancement du livrable
- **MODULE EXPERIMENTATION**
 - 3 scénarios (différent par la consigne) d'utilisation pour chaque équipement (tournettex3, évaporateur x3, lithographex3)
 - Chaque scénario possède 2 alternatives lié à l'absence d'affichage de certain outil (résine, masque)
 - Affichage des consignes et manipuler leur ordre
 - Recueil de données lié à la durée de réaction et de mouvement
 - Afficher des feedbacks de durée après chaque scénario, respect de la consigne ou non (déviation par rapport au scénario initial)
 - Interaction de l'utilisateur avec les différentes interfaces présentées dans ce module expérimentation.
- Exemple de documentation fournie pour ce livrable : *voir Annexe 5*

Le délai d'exécution de cette étape est de **cinq mois** maximum.

Illustration :

Lien vers une démonstration d'un environnement virtuel de la salle blanche : <https://sci-intern.hm.edu/06/chips/vlabs>

Présentation des livrables attendus :

Itération (6 max)	Sous comptes-rendus						Durée (mois)
	1 →	2 →	3 →	4 →	5 →	6	
Livable 1	EXP	SAS+E1405	E1404	E1403	E1402	Correction	2
Livable 2	EXP	Sécurité	Manipulation	Liquide	outils équipements	Correction	3
Livable 3	EXP	Tournette/recuit	Lithographie	Développement/ Gravure humide	RIE/Évaporateur /Pulvérisateur	Correction	4
Livable 4	EXP	Interfaces	Scénarios	Feedback	Autres options	Correction	5

Les flèches bleues entre les colonnes indiquent que les modifications demandées pour le prototype antérieur doivent être appliquées et intégrées au prototype postérieur.

Exemple : pour le livrable 1, chaque compte-rendu concerne une pièce de la salle blanche (exception faite pour le module « EXP »).

Le prototype 5 (compte-rendu 5) comprendra l'ensemble des prototypes validés (2, 3 et 4), en plus de la pièce E1402.

Entre chaque Compte-rendu au sein d'un livrable, une période de maintenance évolutive aura lieu. Pendant une durée d'une semaine maximum, l'acheteur vérifiera la qualité du prototype généré selon les critères définis pour chaque compte-rendu, sur les aspects fonctionnels (voir Tableau générique des critères d'admission). Les modifications et corrections de bugs demandés à l'issu de cette vérification devront être corrigés au plus tard lors de la délivrance du prochain compte-rendu. Ainsi, après restitution du compte-rendu 5 pour chaque livrable, une période de maintenance corrective s'appliquera durant laquelle une vérification d'une semaine (maximum) par l'acheteur aura lieu. Le titulaire possèdera dès lors le temps restant fixé pour chaque livrable pour effectuer les corrections demandées. Par exemple, si pour le livrable 1, le compte rendu 5 a été délivré au bout d'un mois depuis le début de la prestation, alors le titulaire bénéficiera de 3 semaines pour réaliser les corrections demandés (2 mois- 1 mois- 1semaine = 3 semaines). Après restitution du dernier livrable (livrable 4), une période de garantie d'un an sera appliquée. Durant cette période, il sera possible de demander, entre autres choses, des corrections de bug. Les flèches bleues verticales, entre les lignes, indiquent que les prototypes générés au sein d'un livrable doivent être directement et systématiquement intégrés au prototype final du livrable antérieur.

Le format de délivrance des prototypes : Sous forme d'un fichier exécutable sur « Unity », fonctionnel sur un casque Meta Quest 3 pour les interactions. Plus un fichier «.fbx » réunissant l'ensemble des designs 3D demandés. Il sera demandé de fournir un README pour chaque prototype et un compte rendu des difficultés rencontrés, des solutions proposées et des demandes d'information, pour le bon déroulement du projet. Pour chaque livrable, le prestataire devra fournir un certificat attestant de la réalisation de tests techniques/informatiques qui ont été corrigés.

A la réception de chaque livrable, le Titulaire doit fournir une documentation technique d'exploitation.

Remarque : Chaque prototype généré doit être enregistré, et toutes les modifications doivent être réalisées sur des copies.

Tableau générique des critères d'admission pour chaque compte-rendu en fonction du livrable.

	Critères d'admission des sous comptes-rendus	
	Livrable 1	Livrable 2
Conceptions	Ensemble des objets 3D demandé, conçu sur un logiciel de conception (format fbx ou autre).	Ensemble des objets 3D demandé, conçu sur un logiciel de conception (format fbx ou autre).
Intégrations	Intégration des objets dans unity (ou autre), en casque VR ET clavier/souris, selon plans fournis (dimensions et positions 3D).	Intégration des objets dans unity (ou autre), en casque VR ET clavier/souris, selon plans fournis (dimensions et positions 3D).
Intéactions	Première personne intégrée à Unity avec main virtuelle, système de locomotion et intéactions primaires avec les gameobject créés (navigation entre les salles).	Ensemble des intéactions demandé avec chaque outil (main virtuelle et entre les outils), mise en place d'une gravité cohérente, locomotion avec les outils.
Qualités	Représentations fidèles des salles (textures, audios, lumières, couleurs, congruence des dimensions, etc.).	Animations, représentation des différents états de chaque outil, textures et couleurs.
Communications	Lisibilité, difficultés rencontrées, solutions proposées, expression des besoins.	Lisibilité, difficultés rencontrées, solutions proposées, expression des besoins.

	Critères d'admission des sous comptes-rendus	
	Livrable 3	Livrable 4
Conceptions	Ensemble des objets 3D demandé, conçu sur un logiciel de conception (format fbx ou autre).	Ensemble des objets 3D demandé, conçu sur un logiciel de conception (format fbx ou autre).
Intégrations	Intégration des objets dans unity (ou autre), en casque VR ET clavier/souris, selon plans fournis (dimensions et positions 3D).	Intégration des objets dans unity (ou autre), en casque VR ET clavier/souris, selon plans fournis (dimensions et positions 3D).
Intéactions	Ensemble des interactions demandé avec chaque équipement (main virtuelle et avec les outils), mise en place d'une gravité cohérente, intéactions transitives entre chaque état des équipements.	Ensemble des interactions demandé avec interfaces principales et secondaires du jeu (canvas menu, paramètres, différents modes du jeu). Implémentation des scénarios demandés pour chaque machines et des barres de progression. Mise en place d'un système de comptage de point et des feedbacks visuels cohérents.
Qualités	Animations, représentation des différents états de chaque équipement, sons, témoins lumineux, textures, couleurs, et interfaces des équipements.	Design pédagogique, articulation entre les différentes interfaces, adéquation des feedbacks, et structure narrative respectée.
Communications	Lisibilité, difficultés rencontrées, solutions proposées, expression des besoins.	Lisibilité, difficultés rencontrées, solutions proposées, expression des besoins.

Une grille d'évaluation unique pour chaque compte-rendu sera précisée.

Ces grilles constituent des critères d'exécution pour valider la prestation : elles doivent être validées pour permettre le versement de la rémunération prévue à la fin de chaque livrable.

Remarque :

Le 4^e livrable (le dernier) fera l'objet de 2 ou 3 tests utilisateurs à partir de son 4^e compte-rendu. Les 5^e et 6^e comptes-rendus comprendront les modifications demandées à l'issue de ces tests utilisateurs.

IV. COMPETENCES

Il est souhaité que le titulaire dispose des compétences suivantes :

- Maîtrise de Unity version 6 pour la conception de jeu vidéo virtuel (ou autres versions récentes)
- Implémentation du jeu dans Meta Quest 3
- Maîtrise des packages Multijoueur sur Unity
- Bonne maîtrise des librairies disponibles sur Unity
- Design graphique sur Blender (ou autre logiciel de conception 3D)
- Codage effectif pour la compréhension et la communication (commenter le code)
- Interaction et conception 3D
- Bonne compréhension du fonctionnement du casque Meta Quest 3 (Des casques Meta Quest 3 seront fournis par l'acheteur)

Les cinq annexes ci-après constituent une base minimale d'information. Le prestataire reste force de proposition sur les méthodes d'optimisation.

Annexe 1 : Structure des fichiers de communication pour la conception et la programmation (README)

➤ **MODULE EXPERIMENTAL**

- > PLAN_EXP_L1.pptx
- > OUTILS_EXP_L2.pptx
- > EQUIPEMENTS_EXP_L3.pptx
- > SCENARIOS_EXP_L4.pptx

Description : Dans ce fichier, vous trouverez tous les documents nécessaires à la création de la partie de l'environnement virtuel dédiée à l'expérimentation.

Ce module est indépendant du jeu sérieux, mais repose sur les mêmes éléments (la salle blanche). Un document par livrable (au nombre de 4) décrit les éléments et interactions à implémenter pour le module expérimental.

➤ **PLAN_L1**

- > E1402_UV_Litho_Formation.pptx
- > E1403_Chimie_Formation.pptx
- > E1404_Depot_Gravure_Formation.pptx
- > L1_CHIPS_PLAN_CR.docx

Description : Dans ce fichier, vous trouverez l'ensemble des informations nécessaires à la conception des trois salles principales de la partie formation de la salle blanche, notamment leur architecture, les différents points de vue de chaque pièce, la liste des outils par salle, l'ambiance sonore, etc.

➤ **OUTILS_L2**

- > L2_CHIPS_OUTIL_CR.docx
- > Manipulation_échantillon.pptx
- > etc.

Description : Dans ce fichier, vous trouverez l'ensemble des informations nécessaires à la conception des outils de chaque salle, des interactions à la première personne avec ces outils, ainsi que des interactions entre ces outils.

➤ **EQUIPEMENTS_L3**

- > Fiche_Equipement_Tournette.pptx

> L3_CHIPS_EQUIPEMENT_CR.docx

> etc.

Description : Dans ce fichier, vous trouverez l'ensemble des informations nécessaires à la conception des équipements en salle blanche, classées par pièce.

Pour chaque équipement, sont fournis : les dimensions, la position 3D, les pièces interactives, le fonctionnement, ainsi que les animations visuelles et sonores à implémenter dans l'environnement.

➤ **JEUX_L4**

> Activite_Depot_Resine.pptx

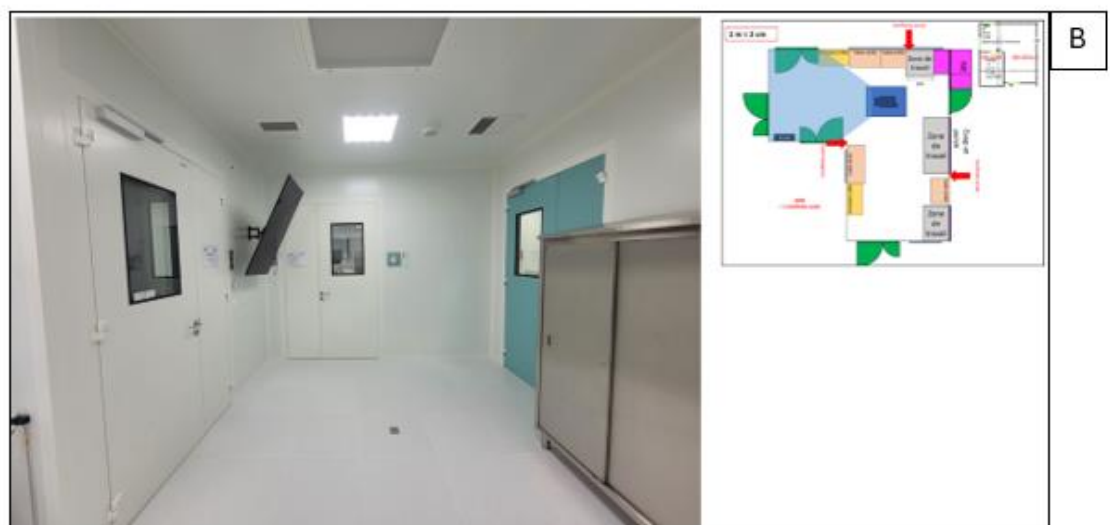
> L4_CHIPS_JEUX_CR.docx

> etc.

Description : Dans ce fichier, vous trouverez l'ensemble des informations nécessaires à la mise en place du design pédagogique dans l'environnement virtuel pour chaque activité en salle blanche : explication des différents modes de jeu, interface Canva d'interaction, système de points, barre de progression, validation des étapes, etc.

Annexe 2 : exemple de documentation fournie pour le livrable 1.

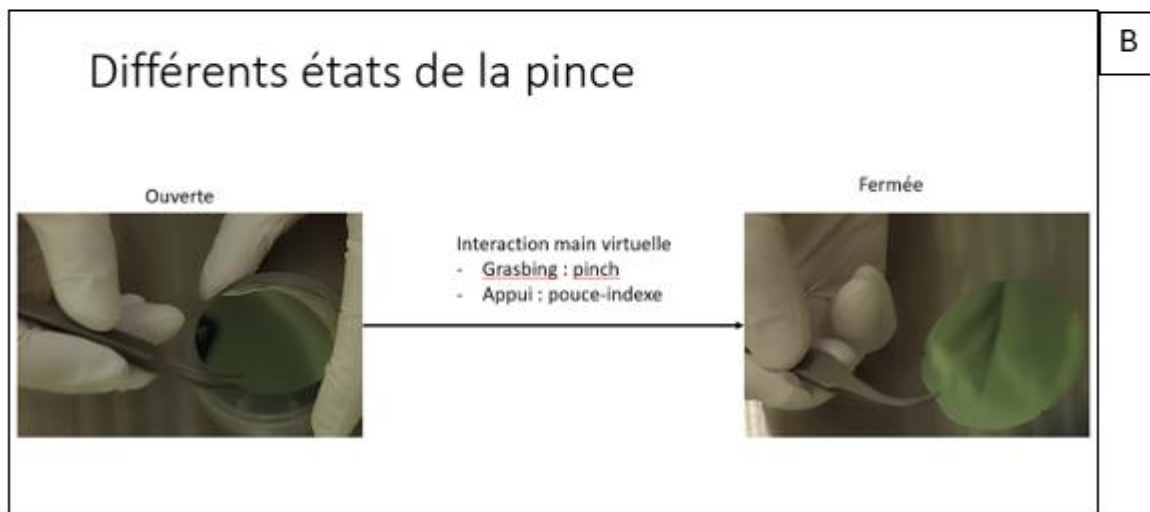
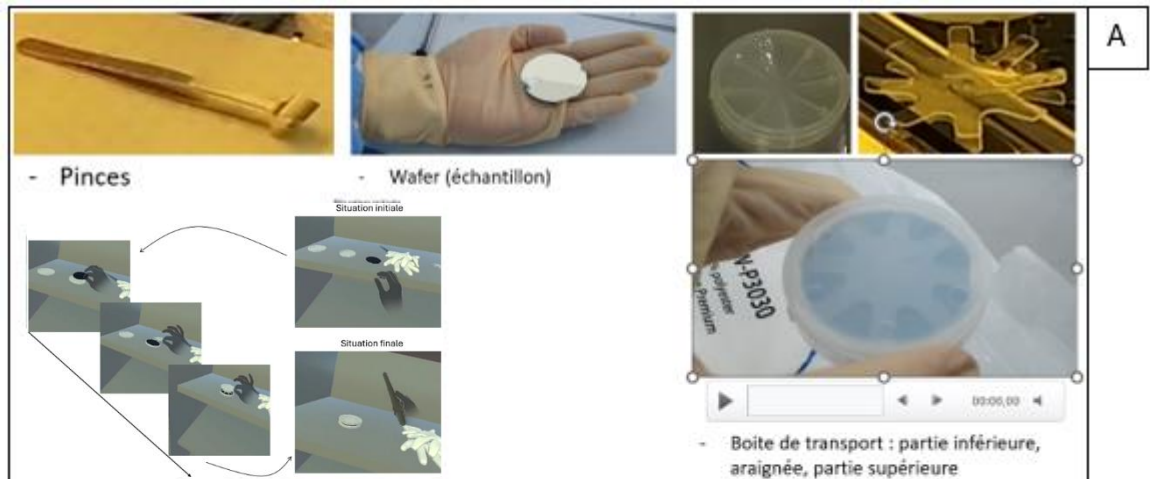
- Informations présentées ci-dessous :
- (B) le point de vue d'une salle ;
- (A) ses dimensions ainsi que les équipements qui y seront installés par la suite



- Autres informations disponibles :
- le type d'éclairage utilisé ;
- les documents audio associés ;
- les fichiers .fbx réutilisables ;
- la position relative des salles et autres éléments, selon les besoins exprimés par le prestataire.

Annexe 3 : exemple de documentation fournie pour le livrable 2.

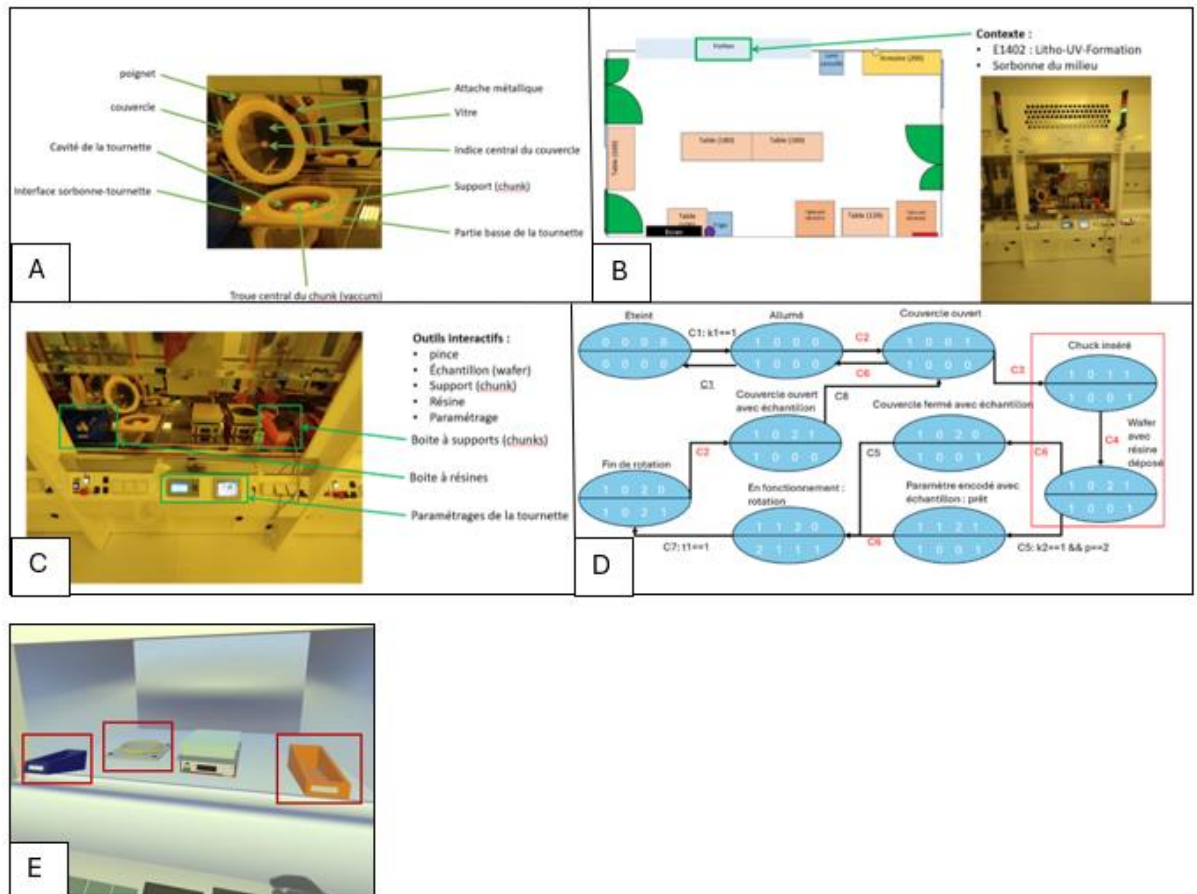
- Informations présentées ci-dessous :
- (A) la liste des outils à concevoir pour l'activité « Manipulation de l'échantillon » (ensemble des interactions associées) ;
- (B) la description des différents états de ces outils (dans cet exemple, la pince) ainsi que les transitions entre ces états, précisant le type d'interaction attendu.



- Autres informations disponibles :
- la liste des outils propres à chaque salle ;
- la description et l'illustration des différents états des autres outils ;
- les séquences de gestes nécessaires à la réalisation de l'activité en réalité virtuelle, accompagnées d'illustrations vidéo ;
- les fichiers .fbx réutilisables ;
- ainsi que d'autres éléments, selon les besoins exprimés par le prestataire.

Annexe 4 : exemple de documentation fournie pour le livrable 3.

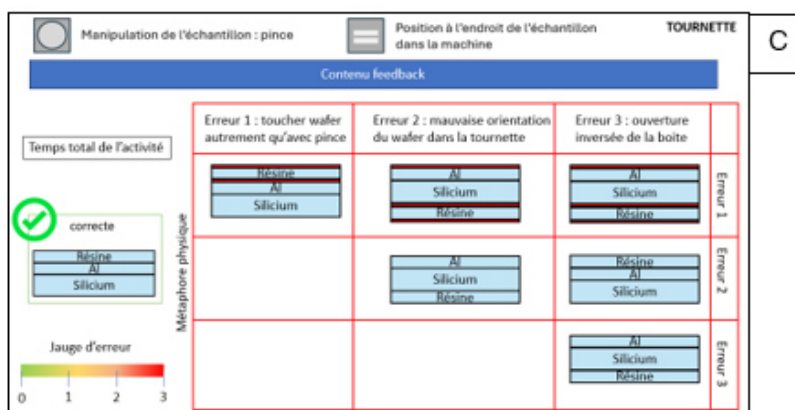
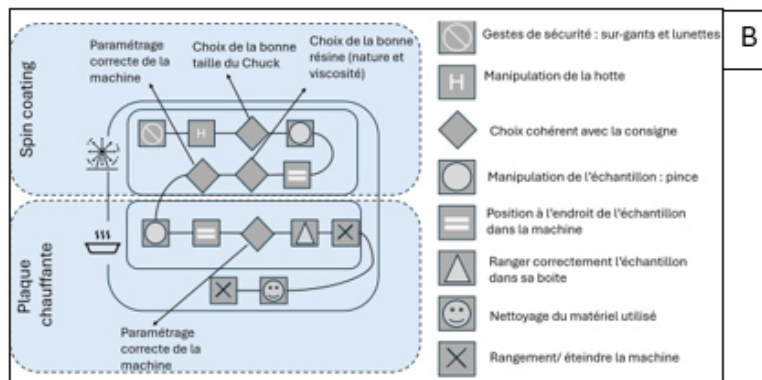
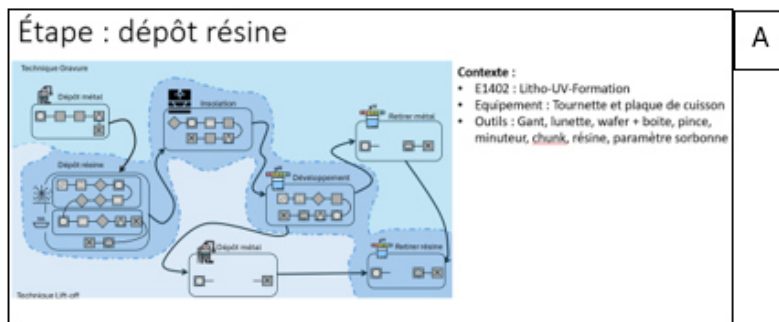
- Informations présentées ci-dessous :
- (A) la description détaillée de l'équipement « tournette » ;
- (B) le contexte d'utilisation ainsi que la position de l'équipement et des outils au sein de la salle ;
- (C) la liste des outils interactifs associés à cet équipement ;
- (D) le schéma global illustrant le fonctionnement de la tournette.



- Autres informations disponibles :
- le détail accompagné d'illustrations photo et vidéo pour chacun des états de l'équipement ;
- la description des variables visuelles et sonores animées ;
- la description des gestes interactifs associés à l'équipement en réalité virtuelle ;
- (E) les fichiers .fbx réutilisables ;
- la définition du degré de précision attendu pour l'ensemble des interactions, à adapter selon les capacités techniques du prestataire.

Annexe 5 : exemple de documentation fournie pour le livrable 4.

- Informations présentées ci-dessous :
- (A) les illustrations des modules du jeu pédagogique ;
- (B) les illustrations des sous-modules, en lien avec les différentes étapes de manipulation des équipements en salle blanche ;
- (C) la description des modalités d'évaluation de la progression ainsi que du contenu des feedbacks pour l'activité « Dépôt de résine » et l'action « Manipuler l'échantillon ».



- Autres informations disponibles :
 - (A) Scénarios d'utilisation correspondant aux techniques de gravure et de lift-off ;
 - (B) génération automatique de nouveaux scénarios à partir de la variation de paramètres prédéfinis pour chaque équipement ;
 - (A et B) conditions de validation des modules et sous-modules ;
 - proposition de design pédagogique des interfaces d'interaction ;
 - autres éléments selon les besoins exprimés par le prestataire.
- d'intégration des modifications par le prestataire.