CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Production de modules pédagogiques en réalité virtuelle dit « full-3D »

N° d'affaire : 2026-0035-INF-RUE

N° contrat : 2026-0354

DOCUMENT CONFIDENTIEL

Sommaire

DOCUMENT CONFIDENTIEL 1

1 CONTEXTE 3

1.1 Objet du document 3

1.2 Terminologie et abréviations 3

2 PRESENTATION DES ENTITES 5

2.1 Présentation d'IFP Energies nouvelles 5

2.2 IFP School 5

2.3 Lab E-Nov 5

3 PRESENTATION GENERALE DE L'ACCORD-CADRE 8

3.1 Contexte général et objectifs 8

3.1.1 Contexte général *8*

3.1.2 Objectifs *8*

4 EXPRESSION DES BESOINS 9

4.1 Les besoins 9

4.1.1 Production de modules immersifs pédagogiques 3D *10*

4.1.2 Fonctions avancées pour simplifier l'UX – User eXperience *10*

4.1.3 Pilotage formateur et contrôle à distance des casques *11*

4.1.4 Compatibilité multi-devices *11*

4.2 Charte graphique 11

4.3 Organisation et suivi des projets 12

4.3.1 Principes généraux pour l'organisation des équipes du prestataire *12*

4.3.2 Conduite du projet et responsabilités *12*

4.3.3 Réunion de lancement *13*

4.3.4 Modalités de suivi des prestations *13*

4.4 Contraintes 13

4.4.1 Contraintes liées au matériel du laboratoire de réalité virtuelle *13*

4.4.2 Contraintes liées à l'infrastructure réseau IFPEN *14*

4.4.3 Contraintes d'évolutivité : maintenance évolutive et garantie *14*

5 ATTENDU D'IFP SCHOOL SUR LE CONTENU DE LA PRESTATION 14

5.1 Étendue des prestations 14

5.1.1 Le management du projet et l'assurance qualité *14*

5.1.2 Production des modules *15*

5.1.3 Fourniture et installation des matériels et logiciels *15*

5.1.4 Accompagnement du changement *15*

5.1.5 Récapitulatif des prestations et livrables *15*

5.2 Prestation supplémentaire éventuelle : TMA des modules VR existants de IFPEN 18

ANNEXE 1 : CONTEXTE INFORMATIQUE D'IFP ENERGIES NOUVELLES

ANNEXE 2 : LISTE DES MODULES DE REALITE VIRTUELLE DEVELOPPES PAR UN PRESTATAIRE TIERS ET EXPLOITES PAR LE LAB VR DE IFPEN

1 CONTEXTE

1.1 Objet du document

Ce document décrit l'expression des besoins de IFP Energies Nouvelles relatifs à la conception de modules de réalité virtuelle dit « full-3D », c'est-à-dire conçus exclusivement à l'aide d'un ordinateur, par opposition aux modules de réalité virtuelle dit « 360° » qui utilisent des photographies à 360°.

1.2 Terminologie et abréviations

Terminologie et abréviations utilisées dans le présent document	
Terme / sigle	**Définition**
IFP School	École nationale supérieure du pétrole et des moteurs, désignée sous le terme « IFP School » ou « l'École ». IFP School est une direction d'IFP Energies nouvelles. IFP Energies nouvelles agit en son nom et pour le compte de l'École nationale supérieure du pétrole et des moteurs.
Département Administration	IFP School est dotée d'un Département Administration qui assure la gestion administrative de l'Ecole, la gestion financière et budgétaire de l'Ecole, la logistique et le support informatique.
Centres	L'École compte 4 Centres Pédagogiques spécialisés chacun dans un secteur industriel différent : - Centre Motorisations et mobilité durable : Inventer les motorisations hybrides, électriques et thermiques, intégrant les technologies associées aux nouvelles sources énergétiques (pile à combustible, batteries et combustion hydrogène) et les véhicules connectés de demain. - Centre Géoressources et énergie : Exploiter le sous-sol de manière responsable, développer le stockage du gaz, dont le CO2 et l'hydrogène, optimiser la gestion de ses ressources en hydrocarbures, tracer ses données pour la sécurité de l'exploitation des sites. - Centre Economie et management de l'énergie : Assurer le développement du secteur de l'énergie, en particulier basé sur les énergies renouvelables et conquérir de nouveaux marchés. - Centre Procédés pour l'énergie et la chimie : Concevoir, développer et optimiser des procédés responsables répondant aux enjeux climatiques (efficacité énergétique, bioressources, captage du CO2, recyclage des plastiques, production et valorisation de l'hydrogène pour l'énergie et la chimie). Chaque centre regroupe plusieurs programmes de formation. Les centres sont des entités physiques auxquelles des personnes sont rattachées.
Programmes	Il s'agit des Programmes de Formation diplômants de IFP School (En 2026, l'Ecole en compte 17). Chaque Programme de Formation diplômant est rattaché à un Centre Pédagogique.
ENEP / POLY	Programmes de Formation « Energie et Procédés » et « Processes & Polymers »
IFP Energies Nouvelles	IFPEN est un EPIC ayant une mission d'intérêt général dans les domaines du transport, de l'énergie et de l'environnement. Cette mission comprend 3 axes majeurs : la recherche et l'innovation, la création de valeur, et la formation.
Direction scientifique	IFPEN est doté d'une Direction scientifique (DS) chargée d'élaborer la politique scientifique d'IFPEN.

Centres de résultats	IFPEN est doté de 4 centres de résultats (**Centre de résultats produits énergétiques, Centre de résultats chimie pour l'industrie, Centre de résultats «systèmes énergétiques, Centre de résultats mobilité**) responsables de l'élaboration et de l'aboutissement des programmes pluriannuels de recherche et innovation.
Directions de recherche	IFPEN est doté de 8 directions de recherche (R05 - Physique et Analyse, R06 - Catalyse, Biocatalyse et Séparation, R10 - Mobilité et Systèmes, R11 - Sciences et Technologies du Numérique, R12 - Conception Modélisation Procédés, R14 - Economie et Veille, R15 - Expérimentation Procédés, R16 - Sciences de la Terre et Technologies de l'Environnement, R17 - Physico-Chimie et Mécanique Appliquée) en charge de l'exécution des travaux de recherche.
Directions supports	IFPEN est doté de 7 directions supports (F01 - Ressources Humaines, F02 - Information, Relations Institutionnelles et Internationales, F03 - Sécurité, Environnement et Support aux Activités, F04 - Finances, F05 - Juridique, F06 - Systèmes d'information et Numérique, F11 - Conseil, Maîtrise des risques et Audit interne)
MOE	Maîtrise d'œuvre
MOA	Maîtrise d'ouvrage
VSR	Vérification de service régulier
VR	Réalité virtuelle
Full-3D	Module de réalité virtuelle réalisés à partir de modèles conçus exclusivement sur ordinateurs
LMS	Learning Management System : plateforme de gestion des parcours de formation des étudiants / apprenants
Module	Nous entendons par « module » une expérience de réalité virtuelle développée à des fins de formation, intégrée dans un cours par un formateur et utilisée par des apprenants pour développer leur savoir-faire et savoir-être dans des exercices immersifs et proches de la réalité

2 PRESENTATION DES ENTITES

2.1 Présentation d'IFP Energies nouvelles

IFP Energies nouvelles (IFPEN) est un organisme public de recherche et de formation, à l'expertise internationalement reconnue, dont la mission est de développer les technologies et matériaux du futur dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement. Il apporte aux acteurs publics et à l'industrie des solutions innovantes pour une transition maîtrisée vers les énergies et matériaux de demain, plus performants, plus économiques, plus propres et durables.

IFPEN assure le transfert entre recherche fondamentale, recherche appliquée et développement industriel. Son financement est assuré à la fois par le budget de l'État et par des ressources propres, provenant de partenaires privés français et étrangers.

La formation fait partie des missions statutaires d'IFPEN. Elle est assurée par son école d'application, IFP School.

2.2 IFP School

IFP School apporte à des étudiants et jeunes professionnels du monde entier une formation de niveau Master ou Doctorat dans les domaines de l'énergie (pétrole, gaz, pétrochimie, motorisations, nouvelles technologies de l'énergie) répondant aux besoins de l'industrie et aux demandes de la société, en particulier en matière d'innovation et de développement durable.

Elle prépare ses étudiants à être des acteurs de la transition énergétique du 21ème siècle et vise leur réussite professionnelle par une formation métier polyvalente et une forte exposition internationale, en s'appuyant sur un solide ancrage industriel et sur l'environnement scientifique d'IFPEN.

IFP School est le nom d'usage de l'Ecole nationale supérieure du pétrole et des moteurs. C'est une école publique créée par décret du 13 octobre 1954 (par la fusion de l'École nationale supérieure du pétrole et des combustibles liquides et de l'École nationale des moteurs à combustion et à explosion) et placée sous la tutelle du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer.

L'Ecole délivre selon le statut des élèves :

- le diplôme d'ingénieur spécialisé habilité par la CTI (Commission des Titres d'Ingénieur)
- ou le diplôme d'études supérieures appliquées valant grade de master.

Elle bénéficie pour son titre d'ingénieur du label européen EUR-ACE.

Depuis environ 90 ans, le nombre d'anciens élèves ayant suivi une formation dispensée par l'École est d'un peu moins de 20 000. À ce jour, l'École diplôme entre 400 et 500 nouveaux étudiants chaque année.

2.3 Lab E-Nov

Le Lab e·nov est le laboratoire des cultures digitales de IFP Energies Nouvelles. Le Lab e·nov a pour mission de promouvoir et d'accompagner les initiatives en matière de pédagogie et d'innovation. Il s'articule autour de trois grandes composantes :

- **Accompagnement** : accompagnement des enseignants et des collaborateurs pour proposer des méthodologies et des technologies d'apprentissage innovantes, via des ateliers et un consulting personnalisé.

- **Création** : conception d'expériences d'apprentissage (MOOCs, réalités immersives, IA appliquée à l'éducation, gamification, microlearning, etc.), en ligne et en présentiel.

- **Espaces du Lab** : mise à disposition de lieux dédiés pour innover, tester et créer (studio multimédia, salles d'apprentissage actif, Lab VR, Lab d'impression 3D, salle Café, studio podcast, etc.).

Le Lab e·nov est constitué de 4 pôles :



Le Pôle innovations pédagogiques est un outil au service des enseignants et des élèves de IFP School pour inventer et tester des pédagogies plus actives et plus efficaces utilisant des outils numériques. C'est accompagné par ce pôle que les enseignants de l'école digitalisent leurs cours en y introduisant la gamification, des classes virtuelles ou des modules de micro-learning.

Le Pôle MOOC et SPOC assure la création et la mise à disposition de modules de formation en ligne sur l'énergie et la mobilité de demain.

Le Pôle des réalités immersives accompagne les enseignants de IFP School et les directions de recherches/supports de IFPEN à la conception et au déploiement d'expériences pédagogiques immersives (y compris l'ingénierie pédagogique de ces modules, c'est-à-dire leur bonne implémentation au sein de parcours pédagogiques visant l'acquisition de compétences précises). Le pôle a également pour mission au sein de IFPEN de démocratiser l'accès à ces technologies au travers le Lab VR, d'acculturer les salariés de IFPEN et les élèves de IFP School, et d'être en veille sur l'usage de ces technologies.

⇨ Le Lab VR : Le Lab VR est un espace physique au sein de IFPEN dédié à la formation par expériences immersives en réalité virtuelle et augmentée. Le but de la réalité virtuelle est de créer une expérience immersive dans un environnement numérique afin de fournir une expérience sensorielle et interactive aux utilisateurs. Cette approche révolutionne le domaine de la formation en offrant des opportunités d'apprentissage immersive et interactive sans précédent. L'immersion totale permet aux apprenants de développer des compétences pratiques de manière sécurisée, efficace et personnalisée tout en favorisant la rétention des connaissances par le biais d'un meilleur engagement émotionnel et d'un apprentissage par l'action. Que ce soit pour l'apprentissage personnalisé ou pour des ateliers en groupe, la VR

dans la formation offre un apprentissage pratique stimulant ouvrant la voie à une éducation plus engageante et à une meilleure préparation pour les défis du monde réel. A la suite des collaborations entre différents pôles IFPEN et le Lab e·nov, le Lab VR propose maintenant une bonne diversité de modules d'apprentissage (des modules de démarrage, d'arrêt et permutation d'équipements industriels ; des modules de visualisation montage et démontage de groupe motopropulseur thermique, hybride et électrique ; des modules de sensibilisation aux consignes et aux risques en cas d'accident sur son lieu de travail). L'objectif final au Lab VR est de faciliter l'accès à la réalité virtuelle et de démocratiser l'utilisation de cette technologie au sein de IFPEN.

Le Pôle Entreprenariat et Innovation forme les enseignants et élèves de IFP School, les salariés de IFP School, et des salariés d'entreprises du secteur de l'énergie à la pensée critique, la création de solutions, l'innovation et l'amélioration continue.

3 PRESENTATION GENERALE DE L'ACCORD-CADRE

3.1 Contexte général et objectifs

3.1.1 Contexte général

En 2019, IFP School a développé, conjointement avec un prestataire extérieur, son premier module immersif full-3D permettant aux apprenants des programmes ENEP et POLY de démarrer et permuter (c'est-à-dire inverser l'ordre de fonctionnement) des équipements industriels. Depuis 2020, d'autres modules sont en cours de développement, notamment pour les étudiants du centre MMD – Motorisation et Mobilité Durable – sur le montage et le démontage de groupes motopropulseurs électriques et hybrides, mais également un module fédéral IFPEN sur la lutte contre l'incendie.

En 2020, IFP School a rénové un de ses bâtiments pour y créer un laboratoire de réalité virtuelle (Lab VR) : 95 mètres carrés dédiés aux réalités immersives et à leur utilisation dans un contexte pédagogique. L'objectif de ce lieu est de pouvoir déployer facilement des expériences immersives pédagogiques.

Afin d'agrémenter ce laboratoire d'expériences immersives et permettre une démocratisation de la réalité virtuelle dans les enseignements de l'école, mais également afin d'acculturer les salariés IFPEN à ces nouvelles technologies, IFPEN fait appel à un prestataire externe spécialisé pour le développement de certains contenus immersifs pédagogiques full-3D.

3.1.2 Objectifs

Outre la conception pédagogique et la production des modules immersif en tant que tel, IFPEN attend du prestataire qu'il réponde aux exigences suivantes :

- Être force de proposition quant aux activités pédagogiques imaginées par les équipes pédagogiques de IFP School et/ou les équipes des directions recherches/supports de IFPEN ;
- Permettre la réalisation des modules sur différentes plateformes : casques de réalité virtuelle, PC, tablette, smartphone ;
- Permettre la supervision par le formateur et le contrôle à distance des modules lors de leur utilisation sur des casques autonomes (lancement, arrêt, changement de scénario, assistance à l'apprenant, etc.) ;
- Simplifier l'ergonomie des modules, tant pour le formateur que pour les apprenants :
    - Formateur : suivi des apprenants à distance, suivi du scénario, présentation et export de rapports détaillés lui permettant un débriefing efficace.
    - Apprenant : réalisation en autonomie avec ou sans guidage, rapports statistiques et debriefings personnalisés, etc.
- Être en veille et être force de proposition dans le développement et la mise à jour des expériences en réalité virtuelle pour suivre les futures innovations dans le domaine (accessoires haptiques, …).

4 EXPRESSION DES BESOINS

4.1 Les besoins

Le laboratoire de réalité virtuelle (Lab VR) est un espace physique au sein de IFPEN dédié à la formation par expériences immersives en réalité virtuelle et augmentée. Cet espace dédié aux réalités immersives doit permettre une utilisation plus efficace des modules de réalité virtuelles à visée pédagogiques développés à IFP School, mais également être un lieu d'acculturation à cette technologie pour l'ensemble des entreprises du groupe IFPEN.

D'une surface de 85,25 m², la salle Lab VR est aujourd'hui dédiée à l'utilisation de casques de réalité virtuelle autonomes et peut accueillir jusqu'à 14 apprenants équipés simultanément. Elle est dotée d'un réseau Wi-Fi spécifique à l'espace VR, permettant un accès à internet pour l'ensemble des casques. Un îlot technique comprenant un PC connecté à ce même réseau permet au formateur de superviser et de piloter à distance les casques des apprenants. Ce PC est relié à un vidéoprojecteur, utilisé pour projeter des supports de présentation ou le retour écran de la supervision des casques, afin de faciliter les démonstrations collectives et les débriefings.

Cet espace est relié par une porte à la Learning Room 1 (TA459). Il est ainsi possible de réserver ces deux salles pour réaliser à la fois des ateliers ou des formations dans la Learning Room, et des activités en réalité virtuelle dans le laboratoire de réalité virtuelle.

Afin d'utiliser au maximum les capacités de la salle Lab VR, mais également dans un but d'amélioration des programmes de IFP School et d'acculturation du personnel de IFPEN aux possibilités de la réalité virtuelle, de nouvelles expériences immersives pédagogiques doivent être développées et déployées par la suite dans cet espace.

Pour cela, IFPEN fait appel à un prestataire en mesure de réaliser, conjointement avec les équipes pédagogiques et techniques de IFPEN (dont IFP School), des modules, à raison de un ou deux modules par an. Ces modules pédagogiques, d'une durée d'environ 15-30 minutes, traiteront des problématiques des divers programmes de formation de IFP School et des besoins pédagogiques des différentes directions de recherche ou supports de IFPEN.

Quelques exemples de modules réalisés par le passé ou en cours de réalisation pour IFP School ou pour des directions de recherche ou supports de IFPEN :

- Module de démarrage d'équipements industriels : pompes centrifuges, turbines à vapeur
  - Module IFP School à destination des étudiants du centre PEC de IFP School
  - Dans ce module, les apprenants doivent identifier les éléments constitutifs des équipements sus-cités, puis les démarrer, les arrêter ou les permuter en respectant des procédures précises

- Module de montage et démontage d'un groupe motopropulseur hybride et d'un groupe motopropulseur électrique
  - Module IFP School à destination des étudiants du centre MMD de IFP School
  - Dans ce module, les apprenants doivent identifier les composants d'un GMP électrique et hybride, puis les construire en prenant soin de bien câbler les éléments entre eux

- Module d'identification et d'assemblage des différentes parties composant un moteur thermique et une machine électrique (pour la direction de recherche R10 - Mobilité et Systèmes).
  - Module IFPEN à destination des salariés IFPEN et des élèves du centre MMD de IFP School

- Modules de formation (x10) en réalité virtuelle sur la thématique de la sécurité incendie visant à former aux grands concepts du feu (triangle du feu, classes de feu, etc.) et aux consignes d'urgence à appliquer sur les sites IFPEN (pour la direction support F01 - Ressources Humaines et la direction support F03 - Sécurité, Environnement et Support aux Activités).
    - Module IFPEN à destination des salariés IFPEN
    - Utilisation d'extincteurs et de défibrillateurs, chasses aux risques…

4.1.1 Production de modules immersifs pédagogiques 3D

Le module devra être conçu en suivant le storyboard détaillé par l'équipe prescriptrice IFPEN et/ou IFP School. Tous les éléments pédagogiques conçus par les équipes IFPEN et/ou IFP School seront mis à la disposition du prestataire, afin que celui-ci puisse en évaluer la faisabilité technique. De plus, le prestataire pourra faire des propositions dans le but d'améliorer l'ergonomie du module, mais également la pédagogie ou encore le design.

Du point de vue des éléments conçus en 3D, ceux-ci devront se rapprocher au mieux des éléments fournis par IFPEN et/ou IFP School (images de synthèse, images 360°, photographies, etc.). Une grande importance devra être apportée au design des éléments techniques (équipements industriels, pièces mécaniques, etc.).

Une attention toute particulière sera apportée à l'ergonomie des modules, qui représente un des atouts majeurs de l'appropriation de la solution par les usagers. Le prestataire devra proposer une interface ergonomique et simple à utiliser. Un menu sera toujours accessible pour les apprenants en cliquant sur un bouton de manettes (cas d'une utilisation sous casque de réalité virtuelle) ou sur un élément interactif (cas d'une utilisation sur PC / tablette).

4.1.2 Fonctions avancées pour simplifier l'UX – User eXperience

Chaque module devra proposer des fonctionnalités permettant de simplifier l'expérience utilisateur. Parmi celles-ci, IFPEN exige que le prestataire propose les fonctions suivantes :

- Lobby d'accueil :
    - A l'instar d'un menu, cet espace virtuel permet à l'apprenant de sélectionner et paramétrer le module de son choix, ou de lancer un tutoriel d'utilisation pour apprendre à se déplacer et à interagir avec divers éléments

- Tutoriel d'utilisation du module à l'ouverture
    - Module type démonstration permettant d'apprendre à se déplacer, à utiliser les manettes, etc.)
    - A l'instar des modules introductifs que l'on peut trouver sur des casques type Oculus Quest (app First Steps)

- Possibilité de paramétrer la réalisation d'un module :
    - Avec ou sans voix-off orientant l'apprenant dans les actions à réaliser
    - Avec ou sans aide visuelle orientant l'apprenant dans les actions à réaliser

- Possibilité d'accéder à un menu permettant :
    - D'aborder les consignes des activités (conditions initiales, conditions finales, objectifs à réaliser)
    - De paramétrer la langue du module (cas d'un module multilingue)

- Possibilité pour le formateur d'extraire en direct live, puis en différé sous la forme d'une synthèse, pour chaque apprenant, un résumé des actions réalisées, des erreurs commises et

du temps passé dans le module. De même, chaque apprenant pourra visualiser et télécharger un rapport des actions qu'il aura réalisé.

4.1.3 Pilotage formateur et contrôle à distance des casques

Les applications VR devront obligatoirement proposer un mode formateur permettant au formateur de suivre et de piloter à distance l'utilisation des casques depuis le PC formateur. Ce mode devra répondre aux exigences suivantes :

- Possibilité pour le formateur de visualiser en temps réel, de manière stable et fluide, le retour écran de chaque casque, avec la capacité de superviser jusqu'à 20 casques simultanément.
- Compatibilité avec différents types de casques de réalité virtuelle (Meta Quest 3, Pico, ou tout autre casque autonome ou connecté), sans dépendance à une marque ou un constructeur spécifique.
- Fonctionnement possible avec ou sans accès à internet, afin de permettre le déplacement du parc de casques et du PC superviseur sur différents sites IFPEN et autres ne disposant pas tous d'une connexion internet.
- Possibilité de contrôler à distance le lancement, l'arrêt et le changement des scénarios pour un ou plusieurs utilisateurs (contrôle ciblé ou groupé).
- Possibilité de fournir une aide contextuelle aux apprenants, y compris la capacité de reprendre ou d'orienter leurs déplacements dans l'environnement virtuel à distance, de manière individuelle ou pour un groupe.
- Possibilité d'installer, de mettre à jour et de désinstaller des applications à distance sur les casques via le PC formateur.
- Détection automatique de l'ensemble des casques par le pc formateur dès leur allumage, sans action manuelle supplémentaire de la part du formateur.
- **Capacité à intégrer dans l'interface de contrôle formateur les expériences immersives existantes ainsi que les futures à venir, quel que soit le prestataire ou l'entité ayant développé les modules.**
- Interface de contrôle ergonomique et intuitive, proposant a minima un tableau de bord permettant de visualiser l'état de chaque casque (connecté, en cours de scénario, en pause, hors ligne, etc.), de filtrer et de sélectionner rapidement un ou plusieurs casques, ainsi que d'accéder en quelques clics aux principales actions (lancement/arrêt de scénario, aide, installation d'applications, etc.), puis de passer en une vision mosaïque des streaming en cours sur la même page, afin de limiter la charge cognitive du formateur pendant les sessions.
- Hébergement des données et des éventuelles composantes serveur sur des infrastructures situées en France, afin de respecter les exigences de souveraineté et de conformité réglementaire.

4.1.4 Compatibilité multi-devices

Comme expliqué précédemment, les expériences devront être utilisables à minima sur des casques de réalité virtuelle. Le laboratoire de réalité virtuelle (Lab VR) de IFPEN est actuellement principalement équipé de casques autonomes (par exemple Meta Quest 3), connectés à un PC formateur dédié.

Les modules devront être compatibles avec un parc hétérogène de casques (casques autonomes et/ou casques connectés à un PC VR-Ready), sans dépendance à une marque ou à un écosystème propriétaire spécifique, dès lors que ces casques répondent aux prérequis techniques définis dans le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP).

4.2 Charte graphique

La charte graphique restera simplifiée et se limitera à l'utilisation des couleurs de IFPEN, IFP School et LAB e-nov. Il est demandé au prestataire de respecter les logos Lab e·nov, IFPEN et IFP School qui lui seront confiés pour intégration dans les modules.

Pour assurer une cohérence, chaque module proposera, à l'ouverture de ce dernier, un lobby dans lequel l'apprenant pourra sélectionner l'activité à réaliser, et son paramétrage.

4.3 Organisation et suivi des projets

4.3.1 Principes généraux pour l'organisation des équipes du prestataire

Le prestataire sera l'interlocuteur unique et direct de IFPEN. En sa qualité de maître d'œuvre (MOE), il assurera la responsabilité pleine et entière de toutes les prestations couvertes par le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP). Il lui incombe de procéder à la bonne transmission des informations entre tous les intervenants pour chaque projet confié. Il lui appartient de définir pour chaque commande passée l'organisation de son équipe projet et l'implication d'éventuels partenariats.

Le Prestataire a identifié dans son offre technique valant engagement contractuel un(e) unique Référent(e) Contrat, contact principal de IFPEN pour le pilotage de l'accord-cadre au niveau technique, administratif et financier.

Les intervenants affectés par le Prestataire aux prestations de l'accord-cadre sont ceux qui auront été identifiés et désignés par lui dans son offre technique valant engagement contractuel. Afin de garantir la qualité des prestations, IFPEN souhaite autant que possible une stabilité des équipes du Prestataire sur un même projet de développement ou de maintenance d'un module VR. Si un intervenant est amené à changer, le Prestataire en informe IFPEN au plus tôt et met à disposition un nouvel intervenant correspondant au profil attendu pour exécuter les prestations de l'accord-cadre et disposant d'un niveau de compétence, d'expérience et de formation similaire au(x) profil(s) sur lequel il s'est contractuellement engagé.

En cas d'absence ou au départ d'un intervenant affectée à l'exécution des prestations, le Prestataire dès qu'il en a la connaissance, doit aviser par écrit IFPEN et prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer une continuité des prestations de l'accord-cadre. Le Prestataire signale à IFPEN dès qu'il en a la connaissance, toute démission, licenciement affectant la composition de l'équipe d'intervenant et la bonne exécution des prestations. Tout remplacement s'effectue à niveau égal de compétence, d'expérience et de formation sans augmentation du montant des prestations. A ce titre, le Prestataire désigne un remplaçant de niveau au moins équivalent. Il doit en informer à IFPEN dans un délai de 48 heures après l'avis d'absence, de démission ou de licenciement. En aucun cas, le remplacement du personnel du Prestataire ne peut entraîner une modification des conditions d'exécution de l'accord-cadre.

Pour chaque projet engagé dans le cadre de l'accord-cadre, IFPEN désignera une équipe pour le suivi opérationnel et technique. Cette équipe, composée d'une ou plusieurs personnes rassemblant les compétences d'un ingénieur pédagogique et d'un expert technique, travaillera en étroite collaboration avec le prestataire.

Pour faciliter la mise en œuvre et le déroulement du projet, une équipe Microsoft Teams (ou autre logiciel du même type) sera mise en place. On y retrouvera l'ensemble des documents nécessaires à la conception du module, le planning, et un canal de discussion où il sera possible d'échanger facilement et de manière transparente entre les équipes du prestataire et IFP School.

4.3.2 Conduite du projet et responsabilités

Le prestataire a une obligation de résultat sur l'ensemble des prestations décrites dans le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP). Il a l'obligation de réunir tous les moyens, méthodes et techniques qui permettent de satisfaire aux exigences du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP). Il lui appartient de se conformer à l'ensemble de l'accord-cadre, de conseiller IFP School durant le projet et de l'avertir dans les meilleurs délais de toute difficulté qu'il pourrait percevoir.

Le prestataire proposera à l'agrément de IFPEN les règles d'organisation et de fonctionnement des structures de coordination et de suivi de projet. Ces règles devront préciser les relations entre le prestataire et IFPEN dans le cadre d'un plan d'assurance qualité (PAQ) ou d'un document d'organisation.

4.3.3 Réunion de lancement

Une réunion de lancement sera organisée par le prestataire et IFPEN au démarrage du contrat puis lors de chaque prestation de conception d'un module pédagogique commandée au travers le présent contrat. Les modalités d'organisation de ces réunions de lancement et les sujets abordés sont précisés à l'article 9.2 du Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP).

4.3.4 Modalités de suivi des prestations

Les modalités de suivi des prestations exécutées sont précisées article 9.3 et 9.4 du Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP).

4.4 Contraintes

IFPEN et IFP School doivent pouvoir utiliser la technologie proposée sans avoir besoin de recourir systématiquement à des compétences informatiques et techniques. Une formation initiale de prise en main de l'outil par le prestataire sera proposée à chaque livraison de module, à la fois pour les formateurs, mais également pour les équipes pédagogiques qui accompagneront les formateurs lors de la réalisation des sessions de formation. Celle-ci doit impérativement aboutir à une autonomie maximale pour IFPEN et IFP School.

Un accompagnement lors de la première formation nécessitant l'usage du module pourra être réalisée, notamment lorsque celui-ci est utilisé par un formateur novice dans l'utilisation de la réalité virtuelle à visée pédagogique.

4.4.1 Contraintes liées au matériel du laboratoire de réalité virtuelle

IFPEN a déjà mis en place son laboratoire de réalité virtuelle. Il est primordial que les modules développés puissent être déployés sur le matériel actuellement en place au Lab VR de IFPEN, à savoir :

- **Casques de réalité virtuelle autonomes** : principalement des casques de type Meta Quest 3 (et modèles équivalents), utilisés en mode autonome et connectés à un PC formateur pour le pilotage et le suivi des sessions.

- **Poste PC VR-Ready** : station de travail de type PC portable, dédié notamment au rôle de PC formateur.

- **Infrastructure réseau locale** : réseau Wi Fi dédié reposant sur une carte 5G et une borne TP Link BE19000 tri bande, permettant de diffuser le signal localement au sein du Lab VR pour la connexion simultanée des casques et du PC formateur. Le dispositif doit également pouvoir être déplacé sur certains ateliers, avec la possibilité de fonctionner sans la carte 5G et donc en

réseau local dépourvu d'accès à internet, sans dégradation notable de l'expérience de formation ni des fonctions essentielles de suivi des sessions VR en local.

- **Environnement logiciel** : écosystèmes et plateformes compatibles avec les casques autonomes (par exemple : Meta Quest, SteamVR ou équivalents).

Les solutions proposées devront s'intégrer à cet environnement sans imposer de dépendance forte à un matériel ou à un écosystème propriétaire unique, et permettre le déploiement et la mise à jour des modules sur l'ensemble du parc existant.

4.4.2 Contraintes liées à l'infrastructure réseau IFPEN

L'intégration d'une nouvelle architecture applicative est réalisée en collaboration avec IFPEN. Le prestataire doit fournir à IFPEN l'ensemble des prérequis d'infrastructures (OS, matériel, configuration réseau, …).

4.4.3 Contraintes d'évolutivité : maintenance évolutive et garantie

Le prestataire devra être en mesure de fournir une version corrigée dans les 3 mois après la livraison du module finale dans le cas où une erreur mineure est détectée par les équipes IFPEN et/ou les équipes IFP School.

Le prestataire devra être en mesure de mettre à niveau les modules développés dans le cas d'une évolution du matériel présent dans le laboratoire de réalité virtuelle (Lab VR) de IFPEN.

5 ATTENDU D'IFP SCHOOL SUR LE CONTENU DE LA PRESTATION

5.1 Étendue des prestations

La responsabilité du prestataire s'étend sur le périmètre suivant :

- Le management de chaque projet de réalisation d'un module immersif, et l'assurance qualité
- La fourniture des logiciels (applications VR, solutions de pilotage…)
- La mise en œuvre de l'application ou de l'outil et son intégration dans le SI des élèves de IFP School et/ou le SI de IFPEN
- Dans un objectif d'autonomie pour IFPEN, le transfert de compétence auprès de IFPEN

5.1.1 Le management du projet et l'assurance qualité

Le management de projet

Cette prestation concerne l'ensemble des activités du prestataire relatives à ses actions de management du projet : organisation et pilotage du projet, gestion du cycle projet, gestion de la qualité, gestion documentaire, gestion de configuration, gestion des risques, méthode appliquée.

Le prestataire s'engage en termes de résultat sur la mise en œuvre, la fiabilité des modules produits, ses performances et leur évolutivité. Le suivi de l'atteinte des engagements pris devra être intégré dans le pilotage du projet et être instrumenté dans le tableau de bord de pilotage, prévu par le prestataire.

Le prestataire formalisera un organigramme détaillé des tâches du projet au lancement de chaque nouveau projet de conception d'un module pédagogique. Le prestataire assure la gestion du référentiel documentaire relatif à l'ensemble de ses prestations.

5.1.2 Production des modules

La production des modules de réalité virtuelle comprend l'ensemble des activités nécessaires à la conception et à la réalisation des expériences, en étroite collaboration avec les équipes IFPEN et/ou IFP School. Elle couvre notamment :

- La co-conception des scénarios et parcours pédagogiques, à partir des objectifs de formation définis par IFPEN ou l'École, en intégrant les contraintes techniques et d'exploitation du Lab VR.
- L'infographie 2D/3D (modélisation, texturing, animation, intégration des environnements et des objets interactifs) dans le respect de l'identité visuelle de IFPEN ou l'École et des exigences de performance sur casques autonomes.
- Le développement fonctionnel et technique des modules (interactions, logiques métier, intégration des assets, instrumentation pour le suivi par le formateur), en garantissant la compatibilité avec l'environnement matériel et logiciel du Lab VR.
- Les tests techniques et fonctionnels (stabilité, performance, compatibilité matériel/réseau) ainsi que les tests utilisateurs ciblés (formateurs, apprenants pilotes) pour valider la pertinence pédagogique et la qualité de l'expérience.
- La conception UI/UX des interfaces et des parcours utilisateurs (écrans d'accueil, menus, aides contextuelles, feedbacks visuels et sonores), afin d'assurer une prise en main intuitive pour les apprenants et les formateurs, y compris dans le cadre du mode superviseur.

5.1.3 Fourniture et installation des matériels et logiciels

Le prestataire doit fournir les logiciels nécessaires au fonctionnement de chaque module en conformité avec les exigences de IFPEN. Le prestataire s'engage sur les performances de la solution mise en place.

5.1.4 Accompagnement du changement

De la responsabilité du prestataire :

- Transfert de connaissance auprès des membres de l'équipe projet IFPEN et/ou IFP School pour chaque projet de développement de module ;
- Rédaction de la documentation utilisateur et administrateur, en français et en anglais.

5.1.5 Récapitulatif des prestations et livrables

IFPEN a identifié les prestations et livrables indiqués dans le tableau ci-après.

Prestations	**Contenu des prestations**	**Livrables**

Suivi du projet	Assurer le suivi de chaque module	• Organiser la réunion de lancement du projet
		• Réalisation des réunions en mode virtuel à distance, dans le module en cours de développement
		• Livrables :
		  ○ Supports des réunions (à remettre sous 3 jours ouvrés pour la réunion de lancement et opérationnelle et 5 jours ouvrés pour les réunions d'avancement)
		  ○ Comptes rendus des réunions, etc.
		  ○ Livraisons intermédiaires pour validation des contenus 3D, de l'ergonomie des modules, etc.
		  ○ Planning de réalisation et jalons

Accompagnement pédagogique	Accompagner les équipes pédagogiques dans le choix des activités les plus pertinentes	• Être force de proposition sur les activités les plus adaptées à la modalité « réalité virtuelle » et proposer des nouveautés permettant de simplifier la réalisation des formations en réalité virtuelle • Livrable : revue d'une révision de storyboard

Conception du module	Produire le module (Développement, Infographie 2D/3D) selon le storyboard fourni par les équipes pédagogiques IFP School	• Livrables :
		  ○ Exécutables intermédiaires pour revues synchrones
		  ○ Autres productions nécessaires à la bonne utilisation du module : tutoriel interactif de prise en main côté apprenant, documentation papier pour formateurs, etc.

Installation de l'outil	Installer, ou assister IFP School dans l'installation du module	• Livrables :
		  ○ Exécutable pour les Meta Quest 3 (casques autonomes)
		  ○ Autres fichiers nécessaires au déploiement dans l'infrastructure IFP School / IFPEN
		• Si possible : assister IFP School dans la réalisation des premières formations utilisant le module développé

Mode formateur et suivi des casques	Mettre en place et configurer l'interface de contrôle formateur permettant de piloter, suivre et assister à distance les casques de réalité virtuelle pendant les sessions de formation.	• Interface configurée (tableau de bord, listes de casques, scénarios, etc.) • Documentation d'utilisation pour les formateurs • Procédure de prise en main (démarrage d'une session, lancement / fermeture des scénarios, assistance à distance) • Documentation de procédure d'intégration des modules VR avec l'interface de contrôle (remontée de scores, démarrage de scénarios synchronisés, évènements.) •
Optimisation performance et maintenance évolutive	Optimiser les modules pour les casques autonomes et prévoir les modalités de maintenance évolutive (nouvelles versions de casques, évolutions réseau, nouvelles fonctionnalités).	• Rapport de tests performance (FPS, temps de chargement, stabilité sur Meta Quest 3 et équivalents) • Plan de maintenance évolutive (types d'évolutions, délais, modalités de versioning) • Changelog documenté pour les mises à jour majeure • Recommandations techniques pour l'ajout futur de nouveaux casques ou fonctionnalités
Garantie	Effectuer un support suite à la VSR, puis possibilité d'interventions sur demande	• Correction des anomalies à postériori • Mise à jour des modules en cas d'évolution majeure des systèmes

Le prestataire complètera cette liste avec les éléments qu'il juge opportuns pour la réalisation du projet. Il pourra aussi détailler les éléments déjà listés.

La réception de la qualité des livrables sera effectuée formellement par IFPEN. Aucune réception tacite ne sera acceptée.

5.2 Prestation supplémentaire éventuelle : TMA des modules VR existants de IFPEN

L'Accord-cadre comporte une seule et unique prestation supplémentaire éventuelle (PSE) facultative. L'objet de la PSE est le suivant : « La Tierce Maintenance Applicative (TMA) des Modules pédagogiques de réalité virtuelle dit « full-3D », à l'échéance de leur période de Garantie, déjà conçus, réalisés et fournis à IFPEN par un prestataire tiers et actuellement mis en œuvre et utilisés par IFPEN (y compris IFP School) dans le cadre de ses activités de formation. ». Le choix de retenir la PSE est effectué lors de l'attribution de l'Accord-cadre, l'Acte d'engagement de l'Accord-cadre précise si la PSE a été retenue par IFPEN ou non. Si IFPEN choisi de retenir la PSE, l'exécution des prestations objets de la PSE est valable uniquement sur la durée de l'Accord-cadre.

Si IFPEN choisi de retenir la PSE, l'exécution des prestations objets de la PSE sera réalisée comme indiquée à l'article 13.5 du CCAP. Dans le cadre de la TMA, le Titulaire devra assurer pour les Modules concernés (listés à l'Annexe 2 du présent CCTP : Liste des modules de réalité virtuelle développés par un prestataire tiers et exploités par le Lab VR de IFPEN) les Prestations suivantes :
- Le support ;
- La Maintenance corrective des Modules relative aux Incidents impactant ceux-ci ;
- La Maintenance évolutive et adaptative des Modules relative à l'implémentation d'Évolutions.

Les modalités de prises en charge des Modules concernés par la PSE sont celles prévues dans le Plan de prise en charge des modules de réalité virtuelle en exploitation de l'Acheteur figurant dans l'offre du Titulaire valant engagement contractuel.

ANNEXE AU CCTP :

ANNEXE 1 : CONTEXTE INFORMATIQUE D'IFP ENERGIES NOUVELLES

ANNEXE 2 : LISTE DES MODULES DE REALITE VIRTUELLE DEVELOPPES PAR UN PRESTATAIRE TIERS ET EXPLOITES PAR LE LAB VR DE IFPEN