

Procédure adaptée
**(art. L2123-1, R2123-1 à R2123-7 du Code de la Commande
publique)**

**Développement d'une capsule pédagogique en
réalité virtuelle pour l'IFCE**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
PARTICULIERES N°2025-49**

1. Présentation générale	4
Intégration dans une formation	4
Public visé	5
Description de l'activité professionnelle	6
2. Prestation de base : conception de la séance en réalité virtuelle.....	7
Objectifs de formation	7
Méthode pédagogique et déroulé de la séance	7
1.1.1 Méthode pédagogique	7
1.1.2 Déroulé envisagé de la séance en VR.....	8
Scénario pédagogique envisagé	8
Précisions sur les attentes	10
Vagin artificiel.....	10
1.1.3 Mannequin.....	10
1.1.4 Position du stagiaire.....	11
1.1.5 Simulation de l'étalon.....	11
1.1.6 Streaming et feedback.....	12
1.1.7 Intégration dans le SI de l'IFCE	12
1.1.8 Internationalisation (i18n)	13
1.1.9 Remise des fichiers sources	13
1.1.10 Formation initiale et déploiement.....	13
1.1.11 Méthodologie de travail	14
Éléments à exclure.....	14
1. Pas besoin de réalité augmentée.	14
2. Absence de retour de force	15
3. Utilisation multi-utilisateurs.....	15
4. Formation autonome du stagiaire	15
Support de la solution	16
Moyens	16
Ressources audiovisuelles pour le projet.....	16
1.1.12 Capture de mouvement.....	16
1.1.13 Matériel de réalité virtuelle.....	17

1.1.14	Matériel spécifique à l'activité de récolte	18
1.1.15	Moyens humains et contraintes de calendrier	Erreur ! Signet non défini.
1.1.16	Rétro planning prévisionnel.....	Erreur ! Signet non défini.
3.	Prestations complémentaires : Développements spécifiques et évolutions applicatives à la demande.....	20
	Objectif	20
	Attendus	20
1.	Modifications de composants graphiques/sonores simples.....	21
2.	Modification de composants graphiques complexes.....	21
3.	Prise en compte d'une nouvelle erreur détectée sur le stagiaire.....	21
4.	Ajout d'un niveau de complexité au scénario	21
5.	Ajout d'une étape de réalité virtuelle dans le scénario pédagogique.....	21
6.	Modification du réalisme de la simulation VR	21
1.1.17	Traduction en langue anglaise.....	22

1. Présentation générale

Intégration dans une formation

Le projet concerné par ce présent marché s'inscrit dans la formation préparant au certificat d'aptitude aux fonctions d'inséminateur dans les espèces équines et asines (certification du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire - RS 5651 <https://www.francecompetences.fr/recherche/rs/5651/>).

L'IFCE est le seul organisme de formation habilité par le Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA) à délivrer cette formation en France, qui est dispensée sur le site de la Jumenterie du Pin (61). Celle-ci est encadrée par l'arrêté du 21 janvier 2014 relatif aux certificats d'aptitude aux fonctions d'inséminateur et de chef de centre d'insémination artificielle dans les espèces équine et asine et dont l'annexe II en précise la durée (5 semaines), le programme et les épreuves.

Dans le cadre de la reproduction équine, l'activité de récolte de semence d'étalon n'est pas anodine et se doit d'être maîtrisée dans le respect du bien-être des chevaux et de la sécurité des opérateurs. La formation « inséminateur équin » dispensée par l'IFCE et préparant au certificat susnommé, forme à cette technique spécifique. Chaque séance est encadrée par un des trois formateurs de la Jumenterie, expert sur cette activité professionnelle.

Les retours d'expérience des participants et des formateurs concernant cette pratique révèlent deux points de vigilance importants, notamment en début de formation :

1. Les stagiaires inexpérimentés ne respectent pas toujours les consignes de sécurité, notamment en ce qui concerne leur positionnement par rapport à l'étalon et au mannequin.
2. La proximité de l'étalon et son comportement peuvent être intimidant pour les novices, en particulier lorsque celui-ci se cabre pour monter sur le mannequin.

Au regard de ces constats, le Pôle Formation Professionnelle (PFP) de l'IFCE souhaite créer une séance, avec une activité de type serious game en réalité virtuelle de récolte de semence d'un étalon, en début de formation « insémination équine » qui se déroule sur 5 semaines.

Le projet consiste à concevoir une capsule pédagogique de réalité virtuelle (VR) simulant cette activité de reproduction équine. La capsule numérique sera hébergée préférentiellement dans des casques VR autonomes avec retranscription en miroir sur un écran pour visibilité de la séance par le formateur.

Actuellement, les stagiaires sont immergés en situation réelle dès le 2ème jour de formation. Beaucoup d'entre eux manquent de confiance en eux et se trouvent

impressionnés, parfois démunis, lors des premières mises en situation sur la récolte de semence d'un étalon. La gestion de la charge émotionnelle et des enjeux de sécurité est une forte préoccupation pour les formateurs et les stagiaires.

Ces observations soulignent la nécessité d'une approche pédagogique progressive et d'un encadrement attentif dans les premières phases de la formation.

De fait, le besoin a émergé de trouver une alternative pour former les stagiaires à cette activité dans un premier temps, avant mise en situation réelle, pour des raisons de sécurité et de prise de confiance, ainsi que de respect du bien-être des étalons.



Figure 1 : image légendée d'une récolte de semence d'étalon

Public visé

Le public cible concerne les stagiaires de la formation professionnelle continue, donc des adultes, soit déjà en situation professionnelle, ou en reconversion ou demandeurs d'emploi, sélectionnés sur la formation « devenir inséminateur équin ». Celle-ci prépare au passage du certificat d'aptitude aux fonctions d'inséminateur dans les espèces équine et asine.

Le nombre de stagiaires touchés par cette formation est de 40 à 50 par an (ci-dessous, tableau de répartitions hommes/femmes), avec 4 à 5 sessions de 10 stagiaires :

<i>Année</i>	<i>Part de femme</i>	<i>Part d'homme</i>
<i>2022</i>	74 %	26 %
<i>2023</i>	68 %	32 %
<i>2024</i>	74 %	26 %

Les prérequis pour candidater à cette formation sont ceux identifiés par la section 2 article 3 de l'arrêté du 21 janvier 2014, soit :

- Les titulaires d'un diplôme de niveau IV ou plus du ministère chargé de l'agriculture, dans le domaine des productions animales.
- Après contrôle de leurs connaissances en élevage équin :
 - Les titulaires d'un certificat d'aptitude aux fonctions d'inséminateur pour une autre espèce animale ;
 - Les personnes ayant une expérience professionnelle d'au moins trois ans dans le domaine de l'élevage équin.

Description de l'activité professionnelle

La récolte de semence d'un étalon est un acte pouvant se révéler à risque, notamment lorsqu'elle n'est pas correctement pratiquée. Cette activité consiste à insérer la verge d'un étalon dans un vagin artificiel lorsque celui-ci chevauche un mannequin prévu à cet effet afin de récolter sa semence.

Il est important de développer les bonnes pratiques afin de manipuler la verge de l'étalon correctement, d'avoir la bonne inclinaison du vagin artificiel pour enverger et d'accompagner les mouvements de l'étalon pendant la saillie afin de garantir son confort et la réussite de la récolte de semence.

De plus, le récolteur doit se placer d'une certaine manière par rapport au mannequin et à l'étalon afin de garantir sa sécurité et celle de l'animal, du début à la fin de la récolte jusqu'à la descente de l'étalon du mannequin.

Cette pratique professionnelle, notamment pour des non experts, peut engendrer du stress pour le récolteur. En effet, la proximité et l'état d'excitation de l'étalon participe à rendre cette pratique risquée et chargée émotionnellement.

La vidéo ci-après présente une récolte d'étalon à partir de 2'28" :



Figure 2 : vidéo "Récolte d'un étalon : les bonnes pratiques" (IFCE)

2. Prestation de base : conception de la séance en réalité virtuelle

La séance en VR a pour vocation de simuler l'acte de récolte de semence d'un étalon dans une activité de type serious game où l'apprenant est acteur et interagit dans le jeu.

Objectifs de formation

La séance en VR envisagée vise deux objectifs principaux :

- Permettre aux stagiaires d'appréhender les gestes professionnels de la technique de récolte de semence d'un étalon sur mannequin à l'aide d'un vagin artificiel.
- Sensibiliser et habituer le stagiaire à la présence et la proximité de l'étalon lors de la récolte de semence (masse de 500 à 700 kg qui se cabre et peut s'agiter), afin qu'il garde son sang-froid et sa présence d'esprit lors de cette activité.

Méthode pédagogique et déroulé de la séance

1.1.1 Méthode pédagogique

La simulation en VR se déroulera en séance continue, avec feedback à la fin de l'activité répertoriant les erreurs et propositions de correction, et avec des erreurs "fatales" qui

provoqueront un "game over", c'est-à-dire l'arrêt immédiat de la séance, avec feedback et remédiation.

Les apprenants y auront à réaliser une récolte de semence d'étalon, en préservant l'intégrité de l'étalon et en respectant les règles de sécurité des opérateurs.

On imagine une VR comprenant trois types d'évènements :

- Des choix tels que « j'agis, j'attends, je recule, où je me place... »
- Des « cliquez quand c'est le bon moment » par exemple « cliquez quand l'étalon est prêt » ou « cliquer quand l'étalon a terminé »
- Des gestes, des placements, des postures adaptées ; par exemple se placer correctement à côté de l'étalon, faire le geste dans le bon sens lors de l'envergement, ...

Il est attendu des interactions entre les actions du joueur et les réactions de l'étalon. Les choix, postures, gestes, déplacement du joueur pourront influencer le comportement de l'étalon durant la récolte de semence.

1.1.2 Déroulé envisagé de la séance en VR

- Séance en demi-groupe de 5 stagiaires, soit 2 groupes par session de formation.
- Un casque par demi-groupe, soit 2 casques pour une séance simultanée de chaque demi-groupe.
- Dans chaque groupe, un stagiaire met le casque et lance le jeu en VR, les autres sont en observation (donc prévoir la possibilité d'un écran miroir où le formateur et les stagiaires en observation peuvent visualiser ce que fait le joueur).
- A la suite de la VR, une séance de débriefing a lieu.
- Choix du mode programmé (choix du formateur) ou du mode aléatoire pour la séance.
- La simulation pourra également être jouée en autonomie par un stagiaire après la prise en main initiale lors de la séance en groupe avec le formateur.

Scénario pédagogique envisagé

Le scénario pédagogique présenté et sa réalisation en VR n'est qu'une partie du processus complet de récolte du sperme. Il est focalisé sur l'activité de récolte, au moment de l'action de l'étalon, en omettant volontairement toute la partie de préparation et post-opératoire (qui a lieu sans l'étalon). L'objectif de la réalisation en réalité virtuelle est bien de se focaliser sur les gestes à acquérir en situation de monte

avec l'animal, partie qui est la plus risquée de l'activité de récolte. En conséquence, tous les points de préparation sont exclus de la capsule VR. Il faut concevoir la capsule VR comme un point en particulier d'une séquence pédagogique plus complète.

Le stagiaire représenté en VR devra être équipé à l'image avec casque d'équitation (vue de la visière), un gilet protecteur (si vu dans la séance), des chaussures de sécurité. Une vidéo représentant un agent équipé des EPI (équipements de protection individuels) pourrait être insérée avant le jeu du scénario.

Globalement, le scénario pédagogique envisagé suit un ordre précis d'actions chronologiques de la part du stagiaire (positionnement, gestes à accomplir, éléments à vérifier dans le champ visuel, etc.). Ces actions induisent également des réactions spécifiques de la part de l'animal qu'il conviendra de reproduire pour rendre l'acte de formation plus réaliste.

Les étalons pouvant avoir des réactions assez différentes selon leur caractère, nous avons imaginé renforcer le scénario pédagogique avec des niveaux de complexité variables, basé sur 2 à 3 variations de difficulté.

L'annexe 1 présente le scénario détaillé prévisionnel avec les erreurs possibles et conséquences sur le comportement des étalons selon le niveau de difficulté.

Sur les trois niveaux de difficulté envisagés dans le scénario, celui qui est identifié comme intermédiaire est optionnel et il peut faire l'objet d'un bon de commande dans les prestations complémentaires.

Le nombre de réactions de l'étalon en fonction des erreurs du stagiaire pourra être ajusté selon leur degré d'importance au niveau pédagogique. La richesse du scénario ne doit pas être un frein.

Voici un exemple d'une étape du scénario pédagogique avec les différents niveaux de difficultés demandés et les réalisations optionnelles.

- **Étape** : Approche du stagiaire vers l'étalon, lors de la phase d'envergement.
- **Description** : L'étalon est positionné correctement sur le mannequin, le stagiaire doit s'approcher de l'étalon pour commencer la récolte.
- **Durée estimée** : 5 secondes.
- **Étape optionnelle** : Non, à intégrer systématiquement.
- **Position et mouvements du cheval** : Est monté sur le mannequin, suffisamment avancé, en équilibre, verge en érection.
- **Action du stagiaire attendue** : Le stagiaire se dirige vers le mannequin et l'étalon. (un ou deux pas vers l'avant pour initier le déplacement du stagiaire en VR)

- **Position du vagin artificiel :** Dans la main du stagiaire, tenu sur le dessus à une main et l'autre main gantée sur le devant du vagin.
- **Gestion des erreurs et niveaux de complexité :**
 - Le stagiaire met trop de temps pour aller vers le mannequin.
 - Conséquence niveau 1 facile : Le cheval attend le stagiaire. Pas de conséquence pour le stagiaire. Le feedback final de l'application mentionne que le stagiaire était trop lent sur cette étape.
 - Conséquence niveau 2 complexe : Le cheval n'attend pas le stagiaire et donne des coups de rein. L'action VR se coupe et indique au stagiaire que la récolte ne peut plus avoir lieu.

Précisions sur les attentes

Vagin artificiel

Il est souhaité qu'un vagin artificiel réel soit tenu en main par le stagiaire lors du jeu de la séance en VR. En effet, le poids du vagin forme une contrainte observée lors de l'activité de récolte de semence, et il semble important qu'il soit représenté en simulation.



Figure 3 : vagin artificiel



Figure 4 : tenue correcte du vagin avant la récolte

Le vagin est d'abord tenu à une main lors de l'envergement, ensuite il est tenu à deux mains, une qui tient la poignée située au-dessus du vagin et l'autre à plat sous le vagin pour aider à maintenir sa position.

1.1.3 Mannequin

Pour améliorer le réalisme de la simulation VR, il est envisagé de pouvoir utiliser le mannequin de monte réel ou une alternative permettant de le simuler, notamment pour avoir le contact physique. Ce dernier est une composante de l'acte de récolte car il permet au cheval de se placer correctement et au récolteur de se positionner par

rapport au mannequin avec le vagin artificiel qui frotte contre pour accompagner les mouvements de l'étalon. C'est un élément physique indispensable à la récolte et il serait intéressant, dans le cadre de la solution, de pouvoir l'intégrer d'une manière ou d'une autre, (qu'il soit présent visuellement dans la solution VR, positionné à l'endroit adapté).

Un capteur de position peut être utilisé pour faciliter l'adéquation représentation virtuelle par rapport au positionnement physique réel de l'objet pour permettre au stagiaire de se placer correctement par rapport à celui-ci.

1.1.4 Position du stagiaire

La position des mains est une notion importante qui peut influencer le bon déroulement ou non de la récolte, ainsi que le placement du stagiaire par rapport au mannequin et à l'étalon. Il n'est pas envisagée d'adaptation pour les gauchers, pas d'alternatives pour la position du stagiaire par rapport à l'étalon ou de ses mains sur le vagin.

Le positionnement des pieds est important également, néanmoins cela restera en **option** d'utiliser des capteurs pour les représenter en VR, selon le coût de cette prestation.

Le stagiaire doit être parallèle au mannequin avec l'épaule droite légèrement décalée du mannequin. Cette dernière ne doit pas être appuyée sur le mannequin. Si une erreur de position est détectée, le feedback de la solution devra mentionner cette erreur en fin de séance. De plus, le récolteur se sert du mannequin pour prendre appui avec le vagin artificiel, qui réalise un mouvement de frottement dessus pour accompagner les coups de rein de l'étalon. Dans tous les cas, il serait intéressant de pouvoir gérer ce positionnement de corps par rapport au mannequin (par exemple par retour haptique ou sonore, de le positionner en VR par rapport à son positionnement dans l'environnement réel).

Les pieds doivent être dans le prolongement et dans le même axe que le corps du stagiaire et ne pas se trouver trop près des pieds de l'étalon pour éviter tout écrasement. Néanmoins, la position fine des pieds n'est pas un élément indispensable, leur représentation en VR pourrait être déterminée par le positionnement du buste du joueur.

1.1.5 Simulation de l'étalon

Les mouvements et déplacements de l'étalon doivent être fidèles à la réalité. Le niveau de détail de la robe, des muscles, de l'animation des articulations attendu n'est pas exigeant. Pour les besoins de la formation, la représentation fine des poils et des crins n'a pas d'intérêt. En revanche, tout ce qui a un intérêt pédagogique, en lien avec le

scénario détaillé doit être présent avec un niveau de détail adapté à la captation par le stagiaire.

Par exemple, ce qui est attendu comme niveau de détail se situe notamment au niveau de la croupe et du mouvement de la queue lors de l'éjaculation, point de repère important dans le déroulement de la récolte pour le récolteur.

Il est également attendu une reproduction relativement fidèle du pas de l'étalon qui s'approche du mannequin et lorsqu'il se cabre pour monter sur le mannequin et mouvement/positionnement des antérieurs lorsqu'il se positionne/est dessus, lorsqu'il redescend et recule, qu'il se tourne pour sortir du hangar de monte. On attend la reproduction de coups de pied lorsque la situation s'y prête, notamment en cas d'erreurs "fatales" entraînant un "game over".

La simulation de l'étalon comprend également des sources sonores comme des hennissements, des cris, ainsi que les bruits de l'étalon qui monte sur le mannequin (et qui en redescend), tout en gérant le bruit des sabots sur le sol. Ces sons font partie intégrante des signaux perçus par le récolteur pour permettre à ce dernier de suivre l'état du cheval en fonction des différentes étapes du processus. L'IFCE sera en mesure de fournir ces sources sonores si besoin.

1.1.6 Streaming et feedback

Il est souhaité de pouvoir enregistrer le streaming du casque de manière à repasser la scène pas à pas en séance pédagogique avec le groupe de stagiaires ainsi que de pouvoir la regarder se dérouler en temps réel sur un autre écran en miroir de la scène qui se passe dans le casque.

Un rapport sera généré en fin de simulation répertoriant les erreurs commises lors de son déroulement, avec explications pédagogiques. Il s'agira des erreurs non "fatales" qui ne risquent pas ou peu de mettre un terme à la récolte. Elles pourront néanmoins être perçus lors de la simulation par le stagiaire par un moyen ne perturbant pas le déroulement de la séquence (retour haptique, sonore, visuel...).

Les erreurs graves pouvant impacter fortement le bon déroulement de la récolte et mettant en danger le récolteur ou l'étalon provoqueront un "Game over" dans la simulation. En pratique réelle, ce sont des situations qui provoquent des réactions chez l'étalon ne permettant pas de le récolter (descente du mannequin, glissade...).

1.1.7 Intégration dans le SI de l'IFCE

Pour des questions de coûts, de facilité logistique et de sécurité, la capsule VR devrait rester autonome et non intégrée au système d'information de l'IFCE, que ce soit sur la partie réseau (accès aux ressources) ou sur la partie authentification. Les fichiers binaires d'installation peuvent être stockés sur le SI de l'IFCE, uniquement pour en garder une copie et redéployer l'application. De fait, l'application dans son ensemble

doit être utilisable en autonomie sans utiliser d'autres ressources (stockage/réseau/gestion utilisateurs), sauf l'alimentation électrique.

1.1.8 Internationalisation (i18n)

L'interface et les voix utilisées par la solution doivent être présentées en français. Toutefois, il est indispensable de mettre en place un système d'internationalisation (i18n) de la solution pour pouvoir la traduire facilement et la mettre à disposition de publics parlant une autre langue que le français.

Ce dispositif d'internationalisation concerne principalement la possibilité d'afficher les textes présents dans la solution, qu'ils soient affichés dans l'interface de configuration ou de préparation ou dans le contenu pédagogique.

De la même manière, si la solution met en œuvre des voix (sons) en français, elle doit permettre d'ajouter ultérieurement d'autres voix dans d'autres langues, dès la phase de conception, sans avoir à recoder l'application.

La traduction dans d'autres langues (texte et voix) est une autre prestation du présent marché qui sera soumise à bon de commande, sur toute la durée du marché.

1.1.9 Remise des fichiers sources

A la fin de la prestation le titulaire du marché remettra à l'équipe de Maîtrise d'Ouvrage les différents éléments numériques des fichiers sources permettant de faire fonctionner la solution VR (non exhaustivement : les fichiers des éléments graphiques, de modèle 3D, des textures, des sons et des fichiers d'animation qui forment le paquet diffusé sur les casques VR, ainsi que les fichiers sources de développement de la solution avant compilation et avec commentaires), après avoir au préalable effectué les dernières corrections éventuelles en fonctionnement réel sur le site de formation et validation par le maître d'ouvrage (corrections graphiques et développement).

1.1.10 Formation initiale et déploiement

Après développement et correction de la solution de contenu en réalité virtuelle, le prestataire formera les agents concernés sur l'utilisation de la capsule, sur les points qui suivent :

- Mettre en place la solution physiquement dans le hangar de monte.
- Mise en place du calibrage des instruments (vagin artificiel/casque et mannequin + trackers).
- Réaliser les paramétrages en fonction du scénario choisi.
- Assister les stagiaires dans leur manipulation physique de la solution.
- Lancer le streaming et savoir enregistrer une séquence.

Les agents concernés sont 2 ingénieurs formations et 2 formateurs référents.

Pour gérer la partie déploiement, le prestataire fournira une documentation technique permettant de déployer la solution :

- Sur les casques VR.
- Sur le matériel indispensable au fonctionnement de la capsule.

Cette documentation présentera en détail les modalités de déploiement et de paramétrage initial de la solution, à partir des livrables binaires fournis par le prestataire en fin de projet.

1.1.11 Méthodologie de travail

L'IFCE souhaite être en relation tout-au-long du développement du projet avec l'entreprise prestataire et être sollicité dès que le besoin s'en fera ressentir par le prestataire.

En effet, l'IFCE souhaite suivre de près l'avancement du projet et collaborer un maximum afin que le produit réponde le plus fidèlement possible aux attentes.

Éléments à exclure

A l'inverse, nous avons déjà listé quelques points qui ne doivent pas être intégrés dans la solution VR proposée, soit parce qu'ils n'ont pas d'intérêt pédagogique ou technique, soit parce qu'ils sont couverts par d'autres dispositifs.

La première idée à retenir est que le projet de réalisation de capsule VR ne doit pas être envisagé comme une reproduction complètement fidèle d'une mise en situation réelle. Cela serait à la fois techniquement trop complexe et coûteux.

Le deuxième point à intégrer est que cette séance pédagogique en réalité virtuelle reste incluse dans le déroulé de la formation globale et n'est qu'une introduction à l'acquisition des compétences sur cette activité professionnelle qu'est la récolte d'un étalon. Les stagiaires auront ensuite plusieurs récoltes en réel à effectuer pendant la formation.

1. Pas besoin de réalité augmentée.

Après étude interne, l'utilisation de la réalité augmentée (AR) ne paraît pas pertinente d'un point de vue pédagogique et par rapport à la complexité de la simulation. Si la réalité augmentée semble être une approche adaptée aux exigences du scénario pédagogique qui requiert d'utiliser de nombreux éléments techniques physiques (vagin artificiel, mannequin, positionnement du stagiaire), elle pose des problèmes de simulation par rapport à l'intégration de l'étalon virtuel dans un environnement physique, notamment par rapport à sa position relative combinée au vagin artificiel et au mannequin.

2. Absence de retour de force

Il n'est pas nécessaire de simuler la verge de l'étalon avec un système de retour de force.

Un point important de l'activité de récolte est la gestion de la verge de l'étalon. Le récolteur doit la manipuler et gérer ensuite la position du vagin artificiel. Enfin, la verge de l'étalon réalise des mouvements amples, avec la force d'un animal de plus de 500 kg.

Toutefois, d'un point de vue pédagogique et pour des raisons de coûts et de difficulté de réalisation technique, prévoir un système de retour de force, au niveau du vagin artificiel, pour simuler les mouvements de la verge du cheval, ne semble pas pertinent.

Les stagiaires seront confrontés à ces mouvements lors des manipulations en réel et ne pas avoir de force à gérer leur permettra d'apprendre plus facilement à mieux positionner le vagin artificiel, sans devoir corriger cette dernière avec un poids conséquent.

3. Utilisation multi-utilisateurs

Il n'est pas utile de mettre au point une solution multi-utilisateurs interactifs.

Au niveau logistique de formation, les stagiaires qui seront une dizaine maximum par session ne seront jamais confrontés à des situations interactives entre eux. La récolte s'effectue sur un cheval par un seul stagiaire.

La solution VR doit être orientée à faire participer un seul stagiaire, sans intervention d'un public externe interactif qui serait représenté dans la capsule.

De même, il n'est pas utile de représenter le formateur dans la simulation.

4. Formation autonome du stagiaire

Il n'est pas utile de prévoir un mode de formation du stagiaire pour que ce dernier puisse être complètement autonome dans la capsule VR, sans avoir suivi de préparation initiale.

L'équipe pédagogique est présente pour assurer la formation du stagiaire. Les stagiaires ne seront jamais confrontés à une formation autonome de récolte sans avoir été assisté par un formateur avant. Il n'est donc pas utile de réaliser un mode didactique pas à pas pour enseigner l'activité de récolte sans assistance.

La simulation doit en revanche pouvoir être jouée par les stagiaires, sans le formateur, en mode continu avec une évaluation finale, notamment un feedback sur leur séquence. Cependant, il n'est pas envisagé de back office pour enregistrement des résultats de chaque apprenant.

Support de la solution

La prestation comprend le support et la maintenance de base de l'application de capsule VR dont notamment :

- La correction des bugs bloquants non détectés pendant la phase de recette.
- L'assistance de base pour les problèmes de déploiement (faire en sorte que le mécanisme de déploiement reste fiable et fonctionnel, par exemple dans le cadre du déploiement par un portail).

Elle exclut complètement :

- Le développement pour portage vers une solution technique nouvelle (un nouveau casque VR ou un nouveau framework).
- L'ajout de nouveaux contenus pédagogiques.
- La modification des sources graphiques et sonores.
- La modification du scénario pédagogique dans ses enchaînements.

Moyens

Ressources audiovisuelles pour le projet

L'IFCE est en mesure de mettre à disposition plusieurs ressources nécessaires au développement du projet :

- Des sources sonores.
- Des photos HD.
- Des vidéos à la demande.

L'IFCE dispose d'un technicien de l'audiovisuel, dédié à la sphère de la formation et mobilisable sur le projet. Il utilise le matériel et les logiciels qui suivent :

- Appareils photos numériques hybrides (caméra et photos) : Panasonic LUMIX GH6 et GH5.
- Pour les prises de son, enregistreur numérique Zoom H1 et micro Sennheiser MKH416 monté sur une perche (possibilité de le relier aux boîtiers photos sus-cités).
- En logiciels : Adobe Première Pro pour le montage de vidéos et Adobe AfterEffects pour les animations.

1.1.12 Capture de mouvement

La technique de capture de mouvement (« motion capture ») peut être utilisée (mais pas obligatoirement) par le prestataire pour faciliter l'acquisition et la modélisation des

différentes phases de mouvement de l'étalon à reproduire dans la capsule de formation en VR.

En termes de moyens techniques de capture de mouvement, l'IFCE ne dispose pas de matériel spécifique, mais possède une expérience significative de capture de mouvement sur les chevaux dans le cadre de plusieurs projets de recherche sur la performance sportive.

L'IFCE peut mettre à disposition les fichiers de capture de mouvement (fichiers au format c3d) issus de ces projets recherches. Toutefois, il est souligné que ces fichiers ont été réalisés dans le cadre d'une activité physique équine très différente de celle de la reproduction et il y a peu de chances qu'ils puissent complètement recouvrir le spectre des mouvements reproduits dans la capsule VR.

L'IFCE peut mettre à disposition du prestataire un ou plusieurs chevaux pour réaliser une capture de mouvement spécifique sur l'activité de récolte de semence d'étalon. L'IFCE recommande au prestataire de se faire assister par un tiers disposant d'une expérience significative de capture de mouvement appliquée aux chevaux, pour tenir compte de ses spécificités, notamment en ce qui concerne le positionnement des marqueurs de position sur l'animal, ainsi que leur taille généralement supérieure à celle des marqueurs utilisés sur les humains.

La séance de capture de mouvement sur étalon sera accompagnée par la mise à disposition de la part de l'IFCE du personnel qualifié pour la manipulation des animaux (équipe vétérinaire, soigneurs et étalonniers).

1.1.13 Matériel de réalité virtuelle

Le matériel envisagé correspond à des casques autonomes avec enregistrement de la simulation (type Meta Quest 3 ou Pico 4 ou autre matériel recommandé), ainsi que le matériel associé permettant la diffusion de la séance en miroir sur un écran (PC, tablette...).

Néanmoins, il est également possible d'envisager utiliser des casques VR qui ne font que diffuser un flux vidéo généré depuis un PC dédié qui effectuera les calculs de rendu graphique.

Toutefois, si cette solution devait être privilégiée par le prestataire, il conviendra de veiller à éviter l'utilisation d'un câble entre la machine dédiée et le casque de réalité virtuelle pour des raisons de déplacements dans le hangar de monte, de logistique et de préparation de l'activité.

Par ailleurs, l'IFCE a pour projet d'utiliser des capsules VR développées par d'autres établissements. Elles sont basées sur une solution de rendu par PC dédié avec streaming vers le casque VR (Meta Quest 2). Il sera attendu du prestataire, dans la mesure du possible, de concevoir la capsule de formation de récolte de semence

d'étalon de telle manière que le casque VR utilisé puisse faire fonctionner les autres capsules, même si la solution développée repose sur le mode autonome du casque.

Dans le cadre de ce projet, l'IFCE procédera à l'acquisition des casques VR, des capteurs et de tout matériel supplémentaire pour faire fonctionner la solution, par ses propres moyens. En conséquence, **l'acquisition de la partie matérielle de la solution ne fait pas partie du présent appel d'offre.**

L'IFCE procédera à l'acquisition du matériel nécessaire à la solution développée, selon les recommandations du prestataire, en tenant compte des possibilités de mutualisation énoncées précédemment sur le matériel de rendu VR. Néanmoins, étant donné les délais entre la fourniture de ces éléments et la réalisation de l'achat définitif, le prestataire devra être en mesure de prêter le matériel nécessaire à l'IFCE, lors de la phase de conception ainsi que pour la réalisation des tests.

1.1.14 Matériel spécifique à l'activité de récolte

Concernant le vagin artificiel, le besoin identifié est de reproduire la position, le mouvement et l'inclinaison du vagin artificiel physique (qui sera tenu par les stagiaires lors de la séance en VR) avec son expression graphique dans la capsule de VR.

En termes de possibilité technique, on peut envisager :

- De greffer une ou plusieurs manettes sur le vagin artificiel.
- D'utiliser un ou plusieurs dispositifs de suivi spécifique (tracker).
- Ou tout autre moyen permettant de gérer la position, l'angle et le placement relatif du vagin artificiel par rapport au mannequin de monte.

Le vagin artificiel, déjà propriété de l'IFCE, qui sera utilisé pour la simulation VR sera dédié à cette activité. On peut donc envisager d'y placer un capteur fixe de manière définitive ou l'adapter si besoin. La solution de simulation peut d'ailleurs faire appel à autant de capteurs possibles pour pouvoir monitorer les différentes positions du stagiaire par rapport aux exigences du scénario pédagogique.

Néanmoins, l'installation de ces capteurs ne doit pas demander un temps de préparation supérieur à 10 minutes par stagiaire, pour des raisons de logistique et de temps de formation. De plus, leur intégration et leur nombre dépendra du coût en découlant.

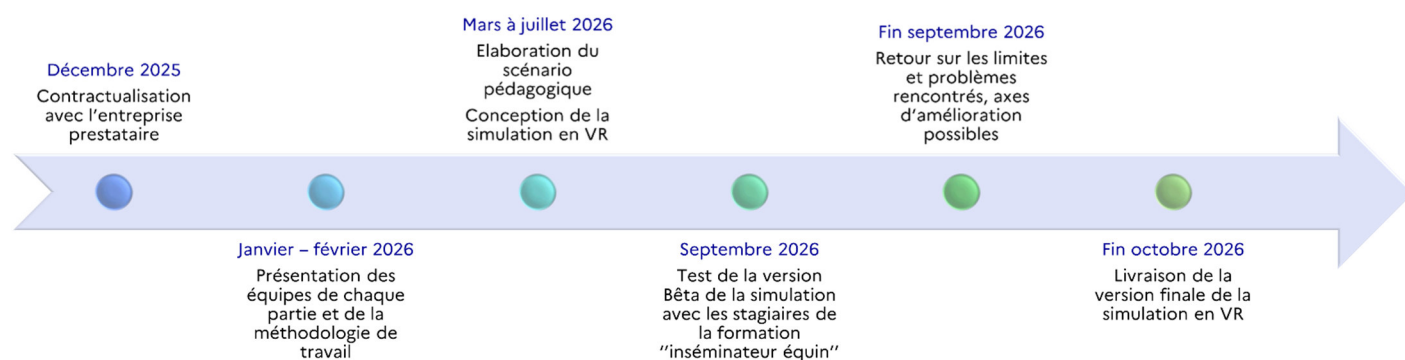
1.1.15 Planning prévisionnel

Les périodes de l'automne et de l'hiver marquent la pleine saison de formations à la Jumenterie du Pin, ce qui implique une moindre disponibilité des formateurs à cette période. Il serait préférable pour l'avancement du projet que la phase de conception de la solution VR se déroule en fin d'hiver et sur le printemps-début été (de mars à

juillet), afin de bénéficier de l'attention complète de l'équipe de formation sur le projet.

De manière optimale, le test de la version Bêta se fera début septembre 2026 avec les premiers groupes de stagiaires de la formation « inséminateurs équins ». Cela permettra de relever les éventuels bugs et les limites de la solution afin d'être en mesure de réajuster et améliorer la simulation avant la livraison finale par le prestataire.

Tout-au-long du projet, le chef de projet à l'IFCE se tiendra à disposition de l'entreprise afin de répondre à ses questions et fera le lien entre les formateurs et l'équipe de l'entreprise prestataire, de manière à ce que le projet avance sans retard.



3. Prestations complémentaires : Développements spécifiques et évolutions applicatives à la demande

Objectif

Il est possible que le contenu développé dans le cadre de la prestation n°1 de fourniture de capsule VR ait besoin d'être modifié de manière limitée ultérieurement, que ce soit à des fins correctives qui dépasseraient le cadre du support de la précédente prestation, ou à des fins d'ajout de contenu non prévu dans la première phase.

L'objectif de la prestation est de pouvoir réaliser des commandes d'évolutions applicatives :

1. Soit au niveau du contenu de la capsule de formation (amélioration des rendus graphiques, modifications de sources sonores).
2. Soit au niveau de la logique d'enchaînement des scénarios, par exemple en incluant une détection supplémentaire d'erreur.
3. Soit par l'ajout d'une nouvelle partie de séquence pédagogique qui n'aurait pas été mentionnée dans l'annexe du **scénario détaillé prévisionnel**.

La prestation fera l'objet d'un ou plusieurs bons de commandes auprès du prestataire pour une réalisation supplémentaire.

En termes de limites, la prestation de développement supplémentaire n'inclut pas le support et la maintenance technique de la capsule VR dans son périmètre de réalisation initial (prestation n°1). Cette dernière est déjà incluse dans la prestation n°1.

Le présent marché s'effectuera sur une durée de 4 ans, ce qui permettra de faire évoluer la solution si nécessaire et de mettre en œuvre des bons de commandes en sus de la base forfaitaire.

Attendus

En termes de réponse au présent marché, l'IFCE attend du prestataire la remise d'une grille tarifaire détaillant les coûts des différentes natures de travaux indiqués ci-dessous, par ordre de complexité. Les différents travaux incluent l'intégration des modifications présentées et la livraison d'une nouvelle version de la capsule équipée des nouveaux composants. L'IFCE souhaite une proposition de coût journalier sur 4 ans, selon les catégories présentées, en jour- hommes et avec un montant en € pour chaque jour-homme.

Les prestations ci-dessous concernent les bons de commande supplémentaires à la base forfaitaire de ce présent marché.

1. Modifications de composants graphiques/sonores simples

Il s'agit ici de modifier un fichier son ou de texture de la capsule VR, soit pour améliorer le rendu, soit pour l'adapter aux conditions de la formation. Par exemple, on peut souhaiter vouloir modifier la robe du cheval afin de faciliter sa visualisation par le stagiaire.

2. Modification de composants graphiques complexes

Il s'agit ici de modifier principalement les éléments d'animation de l'étalon ou de toucher à ce qui est relatif au positionnement des objets dans l'espace VR. On peut également y inclure la refonte complète des textures de toutes les scènes.

3. Prise en compte d'une nouvelle erreur détectée sur le stagiaire

Sans ajouter un nouveau niveau de difficulté au scénario, il s'agit de prendre en compte une nouvelle action de la part du stagiaire qui pourrait poser problème, comme par exemple un défaut d'action ou une mauvaise position à un moment du scénario pédagogique.

4. Ajout d'un niveau de complexité au scénario

Sans ajouter une nouvelle étape au scénario, on souhaite ici ajouter un niveau de difficulté supplémentaire. Cela implique d'ajouter un paramètre de difficulté dans la gestion de la capsule avant son lancement par le stagiaire et de recréer les conditions de détection des erreurs (qui peuvent être nouvelles, comme le point précédent) ainsi que les réactions de l'étalon possibles.

Le scénario détaillé qui fait l'objet d'un document spécifique du présent marché présente un exemple de niveau de difficulté supplémentaire tel qu'imaginé par les formateurs initialement.

5. Ajout d'une étape de réalité virtuelle dans le scénario pédagogique

Il s'agit d'ajouter une nouvelle étape dans le scénario pédagogique ce qui implique de définir une nouvelle séquence de réalité virtuelle avec notamment un ajout de rendu d'animation de l'étalon supplémentaire et la prise en compte de nouvelles erreurs ou choix de difficulté.

6. Modification du réalisme de la simulation VR

Pour ce niveau de travaux, on attend une refonte importante de l'application pour qu'elle intègre un nouveau dispositif technique qui améliore significativement la gestion et la précision des positions du stagiaire par rapport au mannequin ou au vagin artificiel. Elle peut comprendre l'ajout de capteurs spécifiques de position ou tout dispositif technique capable de renforcer la réalité dans la simulation réelle.

7. Traduction en langue anglaise

La capsule VR de formation sera fournie, dans son cadre forfaitaire (prestation n°1) uniquement en langue française, mais avec un système d'internationalisation (i18n).

L'objectif de cette prestation à bon de commande, consiste à traduire la solution VR en anglais pour la mettre à disposition d'un public non francophone qui pourrait réaliser des stages de récolte au sein de l'IFCE. Elle comprend notamment :

- La fourniture des fichiers textes traduits en langue anglaise.
- La fourniture des fichiers sons de voix spécifiques à la langue anglaise.
- L'intégration des fichiers suscités dans le système d'internationalisation présent dans la solution initiale.
- La livraison de l'application disponible avec la langue anglaise :
 - Soit sous forme d'une application distincte de l'application en français
 - Soit intégrée à une seule application gérant plusieurs langues et permettant le choix de la langue au moment de la configuration de l'application.