



# Virtual Construct « Travail en hauteur sur échafaudage R408 »

Module de formation en réalité virtuelle aux travaux en hauteur sur échafaudage

## Cellule de formation virtuelle ERM « Virtual Construct »

A la pointe de l'innovation sur les solutions didactiques pour les formations technologiques et professionnelles, ERM a engagé le développement d'une **cellule de formation par réalité virtuelle aux métiers du BTP** : « Virtual Construct ».

Destinée à la fois à la **formation initiale**, la **formation continue** et la **formation en entreprises**, Virtual Construct associe un **environnement matériel** intégrant les **dernières technologies 3D** à des **scènes de formation** conçues en coopération avec des experts en formation sur les métiers/technologies abordés dans la scène. Cette cellule de formation est idéale pour l'**acquisition**, la **consolidation** et l'**évaluation des compétences professionnelles**.

Une fois l'acquisition de « l'environnement matériel » de la cellule de formation Virtual Indus / Construct (réf : VI06 ou VI07) réalisée, les établissements de formation peuvent investir progressivement dans les « **Scènes 3D de formation virtuelle** » (réf : VSxx) disponibles dans la bibliothèque.

Les premières scènes 3D ont été développées sur le thème des risques de chantier et de l'habilitation échafaudage R408. Notre bibliothèque de scènes 3D s'**enrichit continuellement**.

Les modules de formation ont été conçus avec des formateurs experts en se référant aux documents officiels.

Virtual Construct intègre l'**environnement Vulcan**, plateforme de gestion en temps réel des compétences et des indicateurs associés. Elle permet la gestion des apprenants, des parcours pédagogiques, le suivi des résultats et s'intègre dans les ENT et LMS existants.

Virtual Construct est fourni avec des documents d'accompagnement sous format numérique comprenant :

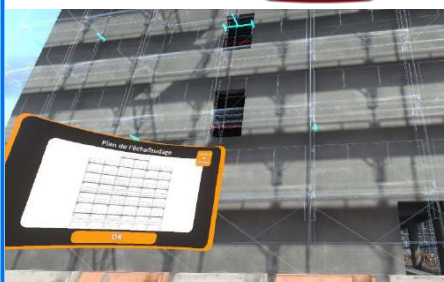
- ✓ Notices d'installation et d'utilisation
- ✓ Description des systèmes virtualisés intégrés dans les scènes 3D
- ✓ Espace de formation « Vulcan » (gestion des activités, des apprenants, des résultats, ...)

Filières de formation Bâtiment, Travaux Publics, Electricité, Energétique...

Retrouvez les vidéos sur notre chaîne



En partenariat avec



Vue 3D aérienne du lieu de chantier

## Thèmes abordés dans le module « Travail en hauteur sur échafaudage R408 »

- ✓ Prise de conscience des dangers liés à un échafaudage mal monté
- ✓ Evaluation de la qualité de montage d'un échafaudage
- ✓ Repérage des défauts d'un échafaudage pour correction et sécurisation



Choix des EPC et EPI



Identification des dangers

## Points Forts

- ✓ Une **offre adaptée** aux différents **besoins**,
- ✓ Une **mise en situation des apprenants** dans différents contextes et chantiers originaux impossibles à intégrer dans une plateforme de formation
- ✓ Une **expérience virtuelle au plus proche de la réalité** (tracking tête et mains, objets virtualisés...)
- ✓ Une **multiplication des situations d'apprentissages** pour **accélérer le développement des compétences professionnelles**
- ✓ Des activités pratiques en toute autonomie avec le « droit à l'erreur » **sans risque pour l'apprenant et le matériel**
- ✓ **Individualisation de la formation** avec **suivi du parcours pédagogique** (espace de formation Vulcan)



## Informations générales sur la réalité virtuelle

### La réalité virtuelle au service de la formation industrielle

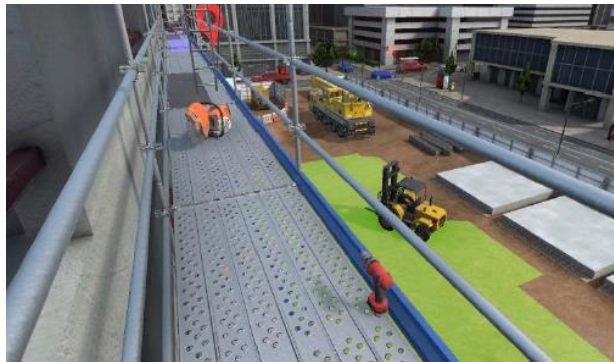
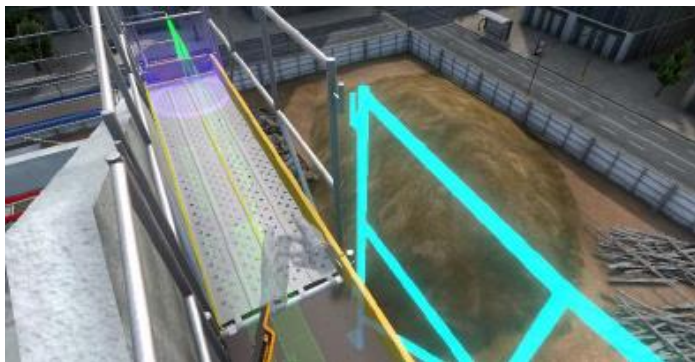
Depuis quelques années, la réalité virtuelle est de plus en plus utilisée dans l'industrie suivant différentes orientations.

- 1) **Simulation de conduite / pilotage** : Applications les plus connues de la réalité virtuelle, les postes de simulation de conduite permettent de valider les expériences de l'utilisateur final en mêlant Physique et Virtuel.
- 2) **Optimisation des conceptions industrielles: Anticiper et préparer toute opération relative au Process et au Produit durant son cycle de vie** : La réalité virtuelle permet d'améliorer et valider la montabilité, d'anticiper et valider la faisabilité d'opérations telles que l'entretien ou la maintenance.
- 3) **Conception ergonomique des postes de production** : Les maquettes virtuelles permettent d'anticiper des problèmes de TMS (troubles Musculo-Squelettiques), d'accélérer le process de conception des postes, de détecter les risques et dysfonctionnements, de favoriser l'appropriation des postes de travail par les équipes.
- 4) **Formation aux gestes et situations techniques** : Les applications de formation par réalité virtuelle permettent de:
  - ✓ Acquérir le meilleur geste/décision technique grâce à l'utilisation d'analyses multicritères
  - ✓ Améliorer la qualité de formation par une mise en situation de l'apprentissage de gestes et compétences
  - ✓ Optimiser les investissements (temps d'utilisation), réduire les encombrements du plateau technique et les coûts de matières d'œuvre



### Complémentarité de la Réalité virtuelle & des Serious games

- ✓ Pourquoi les **Serious games** ?
  - Apprentissage des **savoirs**
  - Découverte du quotidien d'un métier (ex: Compréhension d'un cahier des charges, Présentation d'une solution à un client, Préparation d'une intervention...)
- ✓ Pourquoi la **réalité virtuelle** ?
  - Formation aux **gestes/compétences professionnels en situation**
- ✓ La solution idéale: insérer des scènes de réalités virtuelles dans un scénario de Serious games



### La formation Batiment & TP, une application évidente de la réalité virtuelle

- ✓ Pas d'obstacle technique majeur (de nombreuses applications déjà utilisées dans les entreprises du BTP)
- ✓ Un vivier de scènes 3D BIM disponibles
- ✓ Nombreux scénarios pédagogiques envisageables:
  - Identification des risques chantier
  - Organisation de chantier
  - **Habilitation échafaudage R408**
  - **Habilitation électrique**
  - **Habilitation frigorifique**
  - ...

### Une réponse idéale à l'évolution des formations initiales et continues

- ✓ **Attractivité de la solution** pour les apprenants
- ✓ **Mises en situation originales** et impossibles à reproduire dans un espace de formation (maintenance d'un parc de batteries, chantiers de construction...)
- ✓ Enrichissement et **évolution permanente du système** avec de nouvelles scènes 3D
- ✓ **Taux d'utilisation important de la cellule**: quelle que soit la séquence de formation, une scène 3D peut répondre à un besoin
- ✓ **Individualisation** du parcours de formation
- ✓ ...

### Le travail de création d'une scène 3D de formation

Une scène 3D de formation virtuelle est basée sur un **scénario pédagogique défini avec une équipe d'experts en formation métiers/technologies**. Ce scénario définit **les compétences, les savoirs associés et les gestes** à acquérir dans la scène.

Ce scénario est ensuite transformé en scène 3D lors d'une phase de développement logiciel:

- ✓ Création de la scène dans le moteur de rendu 3D physique à partir d'un modèle 3D BIM (Revit) et/ou de photos/vidéos traités par infographie
- ✓ Création et déroulement du scénario virtuel avec la suite logicielle de création et déploiement d'applications de réalité virtuelle



## Environnement matériel

### Equipement matériel de la « Cellule de formation Virtual Construction »

#### Casque de réalité virtuelle :

- ✓ Casque de réalité virtuelle Meta (Ou équivalent) intégrant un écran pour chaque œil (1200 x 1080 px), une centrale inertielle (accéléromètre, gyromètre) et capteurs de position pour ajuster l'image projetée
- ✓ Manettes (x2) sans fil avec centrale inertielle (accéléromètre, gyromètre) et capteurs de position pour l'évolution des mains dans l'aire de la réalité virtuelle
- ✓ Emetteurs infrarouges (x2) fournis avec des trépieds professionnels fournis réglables (installation mobile) et équerres de fixation (installation fixe) permettant de positionner le casque et les manettes dans l'aire d'évolution
- ✓ Station de travail fournie (deux modèles disponibles) :
  - Station de travail au format tour avec écran incluant clavier et souris, Windows 10 (réf VI06), une caisse de rangement et de transport (réf VI08)
  - Station de travail portable avec écran 17,3 pouces incluant haut-parleurs, Windows 10 (réf VI07) et caisse de rangement et de transport.



Casque Meta Quest 3S



## Module logiciel « Travail en hauteur sur échafaudage R408 »

### Enjeu & Bénéfices

L'enjeu de ce module s'articule autour de 3 objectifs pédagogiques complémentaires à l'enseignement théorique :

1. La **prise de conscience en immersion des dangers** encourus sur un échafaudage de chantier BTP.
2. L'apprentissage de **méthodes analytiques pour identifier les dangers**, gérer les situations à risques, et **sécuriser les postes de travail avec EPI et EPC**.
3. La validation des connaissances de l'apprenant grâce à une scénarisation des situations pilotée par le formateur via la plateforme Vulcan.

Bénéfices de l'utilisation des modules de formation « Virtual Construction » :

- ✓ Multipliez le temps de pratique de vos apprenants
- ✓ Réduisez les risques d'accident du travail
- ✓ Dynamisez le recrutement de la filière
- ✓ Améliorez les performances de vos apprenants ou salariés
- ✓ Développez l'attractivité de la formation grâce à la réalité virtuelle
- ✓ Évaluez en temps réel l'acquisition des compétences de vos apprenants

### Apprentissage Etape par étape

Virtual Construction «Travail en hauteur sur échafaudage R408 » se compose de plusieurs scénarios de mise en situation, d'apprentissage tutoré et d'évaluation séquentielle de la gestion des risques et leur résolution.

#### MODE LIBRE

Le mode libre propose de se **déplacer librement sur les échafaudages**. Tous les dangers disponibles sur les échafaudages sont présents et des **erreurs fatales** ont lieu si l'utilisateur s'approche trop près d'un des dangers.

Le but de cet exercice est la **prise de conscience** par l'apprenant des dangers liés à un échafaudage mal monté, sans possibilité de sécuriser les dangers qu'il rencontre.

#### EXERCICES DE RECEPTION: MODE GUIDE & MODE EVALUATION

Les exercices de Réception se déclinent en quatre variantes :

- Mode guidé – échafaudage **façadier** & échafaudage **multidirectionnel**
- Mode évaluation – échafaudage **façadier** & échafaudage **multidirectionnel**

Dans ces exercices, l'utilisateur devra **évaluer la qualité de montage de l'échafaudage**, et **pointer les éventuels défauts pour correction**.

En **mode guidé**, l'utilisateur sera aidé à chaque étape et sera invité à corriger ses éventuelles erreurs au fur et à mesure pour assimiler les bonnes pratiques.

En **mode évaluation**, l'utilisateur n'a aucune instruction particulière et le contrôle des erreurs de l'utilisateur interviendra à la fin de l'exercice.

#### EXERCICES D'UTILISATION

Les exercices de ce mode proposent de s'entraîner à une **utilisation classique d'un échafaudage par différents corps de métiers**. Dans ce mode, on considérera que **l'échafaudage a déjà été réceptionné et contrôlé**.

Il sera donc question d'acquérir les bonnes pratiques du quotidien :

- Gestion des EPI
- Vérification de la pancarte
- Circulation entre les étages
- Gestion des obstacles

Le mode Utilisation est décliné en quatre variantes correspondant à des métiers différents :  
Finitions, Étude des constructions, Gros Œuvre, Ossature bois

Chaque métier sera amené sur une zone différente :



## Module logiciel « Travail en hauteur sur échafaudage R408 » → Présentation

### Fonctionnalités générales de la « Cellule de formation Virtual Construction »

Virtual Construction intègre de **grandes fonctionnalités** transversales disponibles pour chaque module de formation notamment pour le **déplacement**, les **interactions** et la **gestion des activités**.

Les déplacements et les interactions sont gérés par la partie matérielle de Virtual Construction dont le casque, les manettes et le dispositif de suivi.

Le dispositif de suivi accompagné du **casque** ou des **lunettes** permet :

- ✓ De visualiser en stéréoscopie les scènes (vision 3D)
- ✓ De géolocaliser l'utilisateur, en particulier sa tête et ses yeux, pour adapter la scène 3D à sa vision

Les **boutons des manettes** permettent :

- ✓ D'interagir avec l'environnement virtuel et les objets présents dans la scène avec la possibilité de les saisir, de les déplacer et de les poser
- ✓ De se téléporter d'un endroit à un autre afin de remédier à la contrainte physique entre la grandeur de la scène virtuelle et de la zone d'évolution physique réelle
- ✓ De zoomer sur une partie, de réaliser des captures d'écran,...

La **gestion des activités** est gérée avec un bureau virtuel intégrant un **écran d'accueil virtuel** permettant :

- ✓ D'**identifier l'utilisateur** avec son nom, sa classe pour assurer le suivi des activités réalisées ou à réaliser, pour visualiser ses résultats et sa progression dans la formation (environnement Vulcan)
- ✓ De **choisir une activité** (mode libre) ou de réaliser une activité prédéfinie par le formateur (mode cursus / parcours de formation)
- ✓ De **choisir le matériel virtualisé** sur lequel l'apprenant va intervenir (système de production dans une usine, installation électrique dans un bâtiment tertiaire (mode libre))
- ✓ De **choisir le module de formation** avec le niveau de difficulté associé (débutant, avancé et expert). Le module de formation intègre un scénario et une scène 3D. Les différents modules de formation sont classés par grandes catégories (maintenance, production, électrotechnique, énergétique)
- ✓ D'**accéder aux paramètres généraux** des scènes 3D (choix de la langue, niveau du volume, enregistrement,...)

D'autres fonctionnalités sont implémentées comme la **guidance dans les activités** avec une **tablette connectée au poignée**, la diffusion de message sonore,...

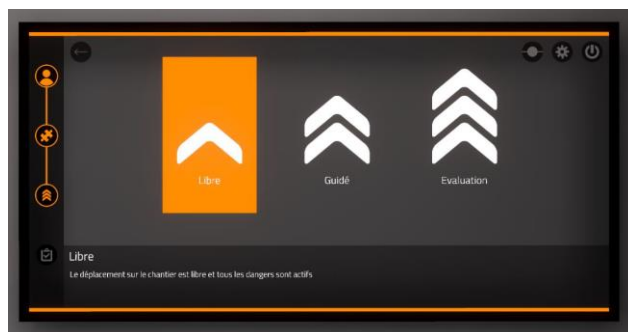
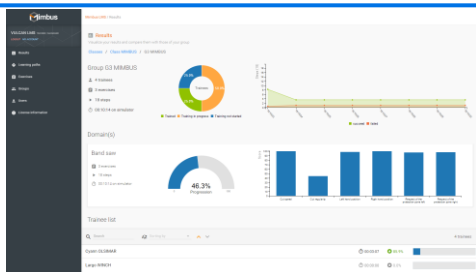
### Fonctionnalités avec l'environnement Vulcan

Virtual Construction intègre l'**environnement Vulcan**, soit en version local, soit en version cloud avec les grandes fonctionnalités :

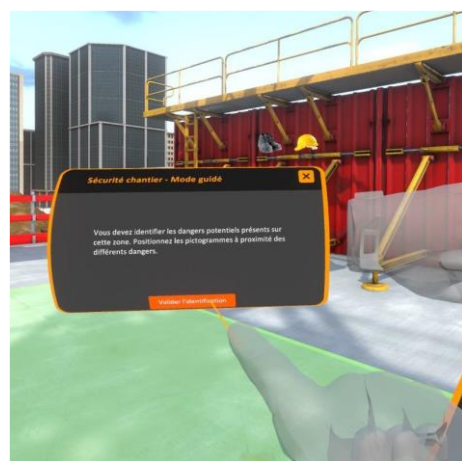
- ✓ **Gestion des formations, des classes, des groupes, des apprenants, des parcours de formation, des activités pédagogiques**
- ✓ **Suivi de l'évolution des compétences** métiers de chaque apprenant en temps réels et analyse des résultats.
- ✓ Enregistrement de la scène pour une visualisation à postériori permettant une **analyse de(s) défaillance(s)** et **proposition de remédiations objectives** (connaissance, méthode,...)

Vulcan permet au formateur d'**interagir sur le parcours de formation** dans un esprit d'**individualisation**.

Vulcan s'intègre dans les ENT et les LMS existants.



Choix du mode « Libre », « Guidé » ou « Evaluation »



Instructions d'assistance au poignet



Téléportation



Ecran de score avec évaluation par crière

Tableau de bord Vulkan des performances de l'apprenant

**Module logiciel « Travail en hauteur sur échafaudage R408 » → Exercices de réception**

**Objectifs des exercices de réception**

L'utilisateur devra évaluer la qualité de montage de l'échafaudage, et pointer les éventuels défauts pour correction.

En mode guidé, l'utilisateur sera aidé à chaque étape et sera invité à corriger ses éventuelles erreurs au fur et à mesure pour assimiler les bonnes pratiques.

En mode évaluation, le contrôle des erreurs de l'utilisateur interviendra à la fin de l'exercice.

**Préparation de l'intervention**

**Étape 1:** En début d'exercice, un **briefing** est présenté en synthèse vocale par le donneur l'ordre de mission à l'apprenant

**Étape 2:** Après validation de la mission, un bulletin météo apparaît. L'utilisateur doit déterminer si les **conditions météorologiques** sont favorables à une intervention sur le chantier.

**Étape 3:** Dans le vestiaire, un casier est ouvert avec une interface permettant de **choisir les équipements de protection** à mettre pour se rendre sur la zone. Si l'utilisateur fait un mauvais choix, celui-ci est mis en évidence, et l'apprenant est invité à se corriger avant de passer à l'étape suivante.



Validation des conditions météorologiques



Choix des EPI

**Arrivée sur chantier**

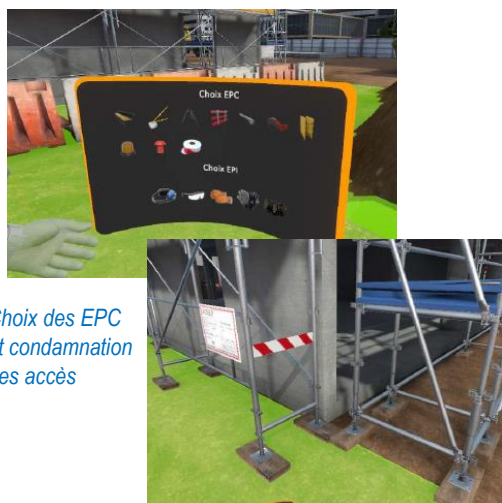
**Étape 1:** L'utilisateur est amené automatiquement sur le **lieu d'intervention, face à deux échafaudages**. Il doit choisir quel échafaudage correspond à son ordre de mission en se plaçant devant celui-ci.

**Étape 2:** Avant son intervention, l'utilisateur doit **sécuriser les accès à l'échafaudage** en choisissant et installant les EPC adéquats pour condamner les accès.

**Étape 3:** L'utilisateur confirme que les **ancrages de l'échafaudage sont correctement placés**. Pour cela, il visualise le plan de l'échafaudage et vérifie visuellement la conformité. Pour l'aider dans cette étape, un bouton « vue rayon X » permettra de mettre les ancres en valeur.



Zone des deux échafaudages



Choix des EPC et condamnation des accès



Validation des ancrages & Vue « Rayons X »



### Identification des dangers

La phase préparatoire terminée, l'utilisateur passe à la phase d'identification des dangers

Il s'agit de pointer méthodiquement tous les défauts de montage de l'échafaudage, étage par étage. Ces derniers auront été générés aléatoirement en fonction des instructions données par le formateur sur la plateforme VULCAN, afin que chaque session soit différente pour l'apprenant.

À l'aide d'un laser, l'utilisateur pointera les pièces qu'il considère comme défectueuses ou mal montées.

Une fois que l'utilisateur considère avoir relevé tous les défauts d'un étage, il passe à l'étage suivant en utilisant la trappe prévue à cet effet.

### Liste des dangers « Façadier »

**Ancrages:** Ancrages incorrects

**Base Jack:** Pointes manquantes

**Plateau:**

- ✓ Crochet de maintien déformé
- ✓ Plateau Déformé
- ✓ Plateau Oxydé
- ✓ Crochet de maintien mal enclenché

**Cadre:**

- ✓ Déformé
- ✓ Oxydé

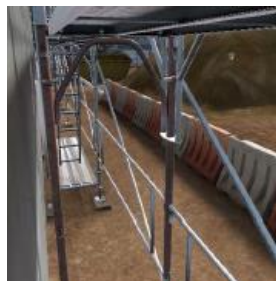
**Barrière de sécurité:**

- ✓ Déformée
- ✓ Oxydée

**Plinthe: Mal enclenchée**

**Plateau de trappe:**

- ✓ Barreau cassé
- ✓ Accroche cassée



### Liste des dangers « Multidirectionnel »

**Base Jack:** Pointes manquantes

**Plateau:**

- ✓ Crochet de maintien déformé
- ✓ Plateau Déformé
- ✓ Plateau Oxydé
- ✓ Crochet de maintien déformé

**Tube horizontal:** Clavette mal positionnée

**Plinthe: Mal enclenchée**

**Plateau de trappe:**

- ✓ Barreau cassé
- ✓ Mauvais câble



### Bilan de l'exercice

L'utilisateur observe le résultat de son exercice au pied de l'échafaudage, avec les identifications correctes et incorrectes mises en évidence.

Une zone de téléportation permettra de revenir dans le vestiaire et prendre connaissance de l'évaluation de son exercice.



## Module logiciel « Travail en hauteur sur échafaudage R408 » → Exercices d'utilisation

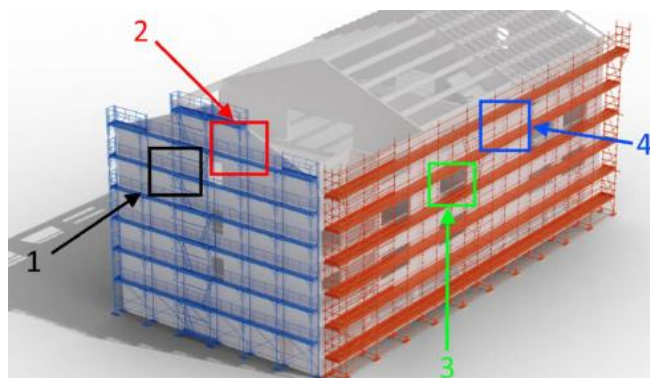
### Objectifs des exercices de réception

Les exercices de ce mode proposent de s'entraîner à une **utilisation classique d'un échafaudage par différents corps de métiers**. Dans ce mode, on considérera que l'échafaudage a déjà été réceptionné et contrôlé.

Il sera donc question d'acquérir les bonnes pratiques du quotidien :

- Gestion des EPI
- Vérification de la pancarte
- Circulation entre les étages
- Gestion des obstacles

Le mode Utilisation est décliné en quatre variantes correspondant à des métiers différents : Finitions, Étude des constructions, Gros Œuvre, Ossature bois. Chaque métier sera amené sur une zone différente :



Lieu des différentes opérations

### Préparation de l'intervention

Comme pour les exercices de Réception, les exercices d'Utilisation débutent dans le vestiaire par un ordre de mission rappelant les éléments de scénarisation : métier de l'apprenant, échafaudage à utiliser...

Après validation de l'ordre de mission, l'utilisateur est invité à confirmer que les conditions météo sont favorables pour son intervention, puis à équiper les EPI nécessaires.

### Arrivée sur chantier

**Étape 1:** L'utilisateur est amené automatiquement sur le **lieu d'intervention, face à deux échafaudages**. Il doit choisir quel échafaudage correspond à son ordre de mission en se plaçant devant celui-ci.

**Étape 2:** Avant de monter sur l'échafaudage, l'utilisateur doit s'assurer que les spécifications de celui-ci sont conformes aux besoins liés au métier choisi dans le scénario. Ainsi, l'utilisateur devra lire la pancarte pour vérifier la charge maximale :

- 1) Finitions : échafaudage supportant 200kg/m<sup>2</sup> ou plus
- 2) Étude des constructions : échafaudage supportant 150kg/m<sup>2</sup> ou plus
- 3) Gros oeuvre : échafaudage supportant 600kg/m<sup>2</sup> ou plus
- 4) Ossature bois : échafaudage supportant 450kg/m<sup>2</sup> ou plus

Si la valeur n'est pas suffisante, le programme fera une ellipse temporelle et le panneau sera remplacé pour que l'utilisateur puisse être dans de bonnes conditions pour l'intervention.



Vérification de la catégorie d'échafaudage

### Interventions

Le simulateur va évaluer la capacité de l'utilisateur à circuler dans les bonnes conditions de sécurité, notamment sa capacité à refermer chaque trappe d'accès derrière lui.

Il va devoir se rendre sur la zone d'intervention ponctuée d'une aide de localisation.

Sur son chemin vers l'objectif, l'utilisateur pourra éventuellement rencontrer des obstacles : charges lourdes ou matériels qui encombrant le passage ou se trouvent en milieu de travée.

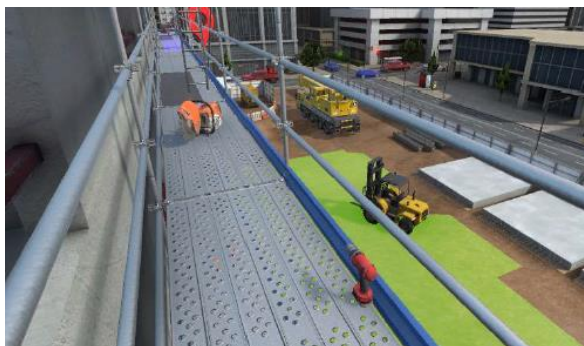
Dans ces cas, il devra désigner les objets pour les remettre en bonne place.

Une fois arrivé sur le lieu d'intervention, l'apprenant devra marcher sur le marqueur violet. Un son confirme que l'intervention s'est bien déroulée, et l'utilisateur est invité à redescendre de l'échafaudage en continuant à respecter les gestes de sécurité.

Il sera alors téléporté dans le vestiaire pour et prendre connaissance de l'évaluation de son exercice.



Lieux d'opération pour un travail d'ossature



Obstacles lors de l'escalade jusqu'au point des opérations



## Références

**VS10-10:** Module de formation virtuelle "Virtual Construct": Travail en hauteur Echafaudage R408

**VI06:** Casque de réalité virtuelle META QUEST 3S, tracking, ordinateur, paramétrage du matériel

**VI07:** Casque de réalité virtuelle META QUEST 3S, tracking, ordinateur portable, paramétrage du matériel

**VI04:** Casque de réalité virtuelle HTC Vive Pro, tracking, ordinateur, paramétrage du matériel

**VI05:** Casque de réalité virtuelle HTC Vive Pro, tracking, ordinateur portable, paramétrage du matériel

**VI09:** Adaptateur sans fil pour casque HTC utilisé dans VI04 et VI05