



Virtual Indus « Technicien Frigoriste CO2 »

Cellule de formation par réalité virtuelle à la manipulation du fluide frigorigène CO2

La cellule de formation virtuelle ERM « Virtual Indus »

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 de l'industrie** : « Virtual Indus ».

Destinée à la fois à la **formation initiale** et à la **formation continue**, Virtual Indus 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 (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 de la **Conduite de ligne production**, de la **maintenance industrielle** et de **l'habilitation électrique** (tertiaire et industrielle...), des aptitudes à la manipulation des fluides frigorigènes, travail en hauteur (R408). Notre bibliothèque de scènes 3D s'enrichit continuellement.

Virtual Indus 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 Indus 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, ...)

Bac Pro TISEC/TMSEC/TFCA

BTS FEE, FED, MS

IUT GTE

En partenariat avec



Points Forts

- ✓ Une **offre adaptée** aux différents besoins
- ✓ Une **mise en situation des apprenants** dans différents contextes et systèmes originaux souvent difficile 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)



Cellule de formation par réalité virtuelle à la manipulation du fluide frigorigène CO2

Virtual Indus « Technicien Frigoriste CO2 » est une déclinaison de Virtual Indus avec des scénarios 3D permettant d'acquérir et de consolider des compétences pratiques associées à des connaissances théoriques liées à la manipulation du fluide frigorigène CO2.

Délivrance des attestations d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes : Arrêté du 5 mars 2009 pris pour l'application de l'article 6 du règlement (CE) no 303/2008 de la Commission du 2 avril 2008 et modifiant l'arrêté du 13 octobre 2008 relatif à la délivrance des attestations d'aptitude prévues à l'article R. 543-106 du code de l'environnement.

L'attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes s'adresse aux salariés et artisans du secteur de la réfrigération, de la climatisation, du conditionnement d'air et du génie climatique réalisant des activités de contrôle d'étanchéité, de maintenance et entretien, de mise en service et de récupération des fluides.

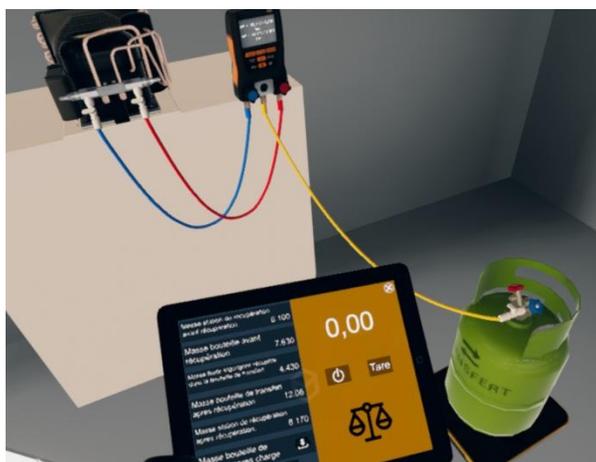
L'attestation d'aptitude se décompose en deux grandes étapes :

- Acquisition des connaissances théoriques
- Acquisition des compétences pratiques.

Virtual Indus « Technicien Frigoriste CO2 » a été conçu dans cet esprit, c'est-à-dire qu'il permet aux apprenants de mettre en œuvres des compétences pratiques (savoir-faire et savoir-être) au cours de la formation théorique avec le « droit à l'erreur » sans risque pour eux-mêmes et le matériel. Virtual Indus place l'apprenant au cœur de cette formation et permet au formateur de « retrouver » son rôle pédagogique.

Virtual Indus « Technicien Frigoriste CO2 » ne se substitue pas aux activités pratiques en situation réelle, mais c'est l'accélérateur pour acquérir des automatismes comportementaux reproductibles et transférables dans la réalité.

Tous les modules fournis intègrent des scénarios contextualisés dont les activités pratiques proposées ont une finalité plus large que les uniques tâches liées à l'attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes.



Réglementation & Virtual Indus « Technicien Frigoriste CO2 »

Plusieurs catégories existent ce qui permet aux entreprises de déterminer le type d'attestation nécessaire à son personnel en fonction de son secteur d'activité et des interventions qu'elles pratiquent. La cellule de formation par réalité virtuelle permet de préparer aux :

- ✓ **Catégorie I** : Contrôle d'étanchéité, maintenance et entretien, mise en service, récupération des fluides des équipements de tous les équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur.
- ✓ **Catégorie II** : Maintenance et entretien, mise en service, récupération des fluides des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur contenant moins de 2 kg de fluide frigorigène et contrôle d'étanchéité des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur.
- ✓ **Catégorie III** : Récupération des fluides des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur contenant moins de 2 kg de fluide frigorigène
- ✓ **Catégorie IV** : Contrôle d'étanchéité des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur.



Description du scénario: Technicien frigoriste CO2

L'objectif principal est de permettre au stagiaire d'acquérir les compétences nécessaires pour effectuer le **remplacement du filtre à huile d'une centrale frigorifique au CO₂**. Il devra suivre et appliquer des procédures rigoureuses, en respectant les normes de sécurité et les bonnes pratiques, jusqu'à être capable d'assurer la remise en service du filtre de manière autonome et efficace.

Mise en situation : L'utilisateur remplace le filtre coalescent du séparateur d'huile d'une centrale CO₂ en isolant et dégazant le séparateur avant de remettre la centrale en service.

Déroulé du scénario:

1. Précautions avant l'intervention

- Activer le système d'extraction d'air forcé.
- Porter les équipements de protection individuelle (EPI) : veste, casquette, lunettes de protection, gants.
- Les EPI se trouvent à gauche et doivent être enfilés avant de commencer.

2. Préparation de l'intervention

- Identifier les vannes protégées par un bouchon sur la station CO₂.
- Brancher le manomètre en desserrant et retirant les bouchons des vannes (1 à 5).
- Connecter le flexible rouge du manomètre à la vanne de service.
- Desserrer le presse-étoupe de la vanne de service et ouvrir cette dernière jusqu'à stabilisation à 50 bars sur le manomètre HP (rouge).

3. Isolation et dégazage du séparateur d'huile

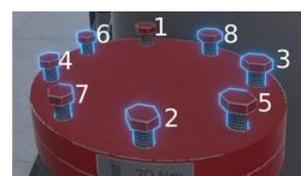
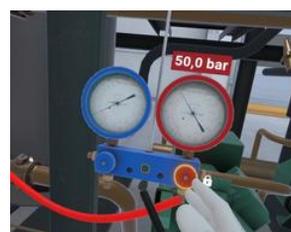
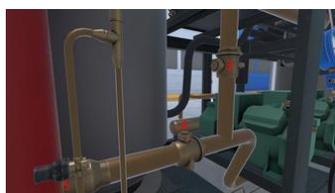
- Ouvrir la vanne de by-pass.
- Fermer les vannes d'entrée et de sortie du séparateur d'huile.
- Fermer la vanne à huile en bas du séparateur.
- Placer le flexible noir du manomètre à l'extérieur de la salle.
- Ouvrir la vanne rouge du manomètre jusqu'à ce que la pression HP atteigne 0 bar.

4. Remplacement du filtre coalescent

- Desserrer et retirer les vis du séparateur d'huile en laissant deux vis opposées.
- Décoller la flasque avec un tournevis plat, retirer les dernières vis et ouvrir le séparateur.
- Dévisser et retirer l'écrou du filtre coalescent, puis extraire le filtre avec une tige crochet.
- Placer le nouveau filtre et revisser l'écrou.
- Retirer l'ancien joint sous la flasque et le remplacer par un neuf, après l'avoir lubrifié avec une burette d'huile.
- Repositionner la flasque et remettre en place les vis.
- Régler la clé dynamométrique à 70 N.m et serrer les vis en croix pour éviter tout risque de fuite.

5. Remise en service du séparateur d'huile

- Raccorder le flexible noir du manomètre à la pompe à vide et l'allumer.
- Attendre que la pompe atteigne -1 bar, puis fermer la vanne rouge du manomètre et éteindre la pompe.
- Ouvrir les vannes d'entrée et de sortie du séparateur d'huile.
- Fermer la vanne de by-pass et ouvrir la vanne à huile en bas du séparateur.
- Démontez le flexible noir du manomètre de la pompe à vide.
- Fermer la vanne de service et resserrer le presse-étoupe.
- Ouvrir la vanne rouge du manomètre pour dégazer le flexible, puis débrancher le flexible rouge et remettre les bouchons des vannes.



Référence : VS010-08-1 : Module de formation virtuelle "Virtual Indus": Technicien Frigoriste CO2

Des variantes sont disponibles pour plusieurs licences pour un même établissement ou en location
Nous consulter



Environnement matériel « Virtual Indus »

Equipement matériel de la « Cellule de formation Virtual Indus »

Casque de réalité virtuelle :

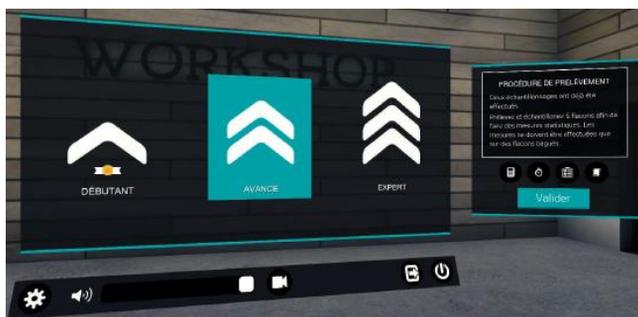
- ✓ Casque de réalité virtuelle Meta Quest 3 intégrant un écran pour chaque œil (1 832 x 1 920 pixels par œil), une centrale inertielle (accéléromètre, gyromètre) et capteurs de position pour ajuster l'image projetée
- ✓ Manettes (x2) sans fil avec centrale inertielle (accéléromètre, gyromètre) et capteurs 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



Choix de la séquence



Choix du niveau : débutant, avancé ou expert



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 Musculosquelettiques), 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 industrielle, une application évidente de la réalité virtuelle

- ✓ Pas d'obstacle technique majeur (de **nombreuses applications déjà utilisées dans l'industrie**)
- ✓ Un vivier de systèmes et modèles 3D disponibles dans les ateliers
- ✓ Nombreux scénarios pédagogiques envisageables :
 - Opérations de **diagnostic** de pannes
 - Mesurage, paramétrage et **mise en service**
 - **Pilotage de lignes de production complexes**
 - **Habilitation électrique**
 - **Manipulation des fluides frigorigènes**
 - **Travail en hauteur (R408)**
 - **Maintenance (diagnostic)**

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, milieu nucléaire/marin/ferroviaire)
- ✓ 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 SolidWorks 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 logiciel « Virtual Indus »

Fonctionnalités générales de la « Cellule de formation Virtual Indus »

Virtual Indus 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 Indus dont le casque (ou les lunettes), 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

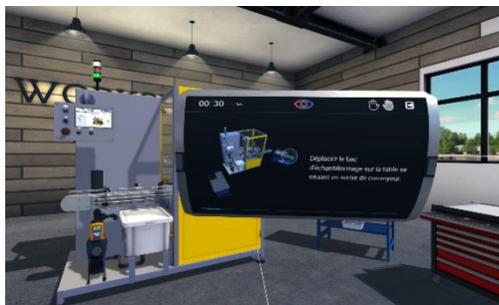
Les **boutons des manettes** permettent :

- ✓ 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 Indus 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.

