



WEBINAIRE DE FORMATION U-3ARC N°43

Hygiène, Sécurité & Environnement dans le Secteur Froid/Climatisation

TRAINER:
Mr. Hammadi FERJANI



Juin 2025

Table des matières



Introduction

Hygiène

Sécurité

Environnement

Intégration HSE

Perspective africaine

Conseils et recommandations

Introduction



- ❑ La croissance démographique urbaine en Afrique atteindra +500 millions d'Africains en ville d'ici 2050, menaçant la santé publique et le climat.
- ❑ La demande en climatisation augmentera de 300% d'ici 2040, entraînant des enjeux critiques de pollution et de gaspillage énergétique.



Définitions clés du HSE

- ❑ **H** (Hygiène) : Maîtrise des risques biologiques/ chimiques (légionelles, biocides).
- ❑ **S** (Sécurité) : Prévention des risques techniques/ opérationnels (fuites, incendies).
- ❑ **E** (Environnement) : Réduction des impacts (GES, déchets, énergie).



Enjeux globaux



1. Climatiseurs inefficaces et réfrigérants à fort potentiel de réchauffement global (PRG)
 - ❑ En 2018, environ 35 % des climatiseurs vendus dans les 10 principaux pays africains (Algérie, Égypte, Ghana, Kenya, etc.) étaient des modèles à basse efficacité ($EER < 3,0 \text{ W/W}$)
 - ❑ Chaque année, 650 000 unités non conformes sont importées, souvent remiseses ou assemblées localement avec des composants inefficaces
 - ❑ Environ 40 % des unités utilisent encore le réfrigérant R-22 ($PRG = 1\,810$ fois celui du CO_2), tandis que 47 % du marché l'intègre selon certaines sources



Enjeux globaux

2. Fuites massives de GES dues aux HFC et HCFC

- ❑ Les fuites dans les réseaux de climatisation libèrent des HCFC/HFC, dont certains comme R-410A ont un PRG de $2088 \times \text{CO}_2$ et une durée de vie atmosphérique d'environ 30 ans
- ❑ L'usage massif de tels réfrigérants contribue à environ 2 % du réchauffement climatique global, via leur rejet direct ou indirect



Enjeux globaux

3. Matériel HVACR jeté et déchets électroniques

- ☐ L'importation d'appareils usagés non conformes contribue à un flux de déchets d'au moins 250 000 t/an, dont une large part de frigidaires et climatiseurs .
- ☐ Le traitement informel de ces déchets libère des réfrigérants, métaux lourds et composants toxiques, nuisibles pour l'air, le sol et l'eau .



Définition et risques sanitaires

- ❑ Biofilms dans les évaporateurs → Contamination Listeria.
- ❑ Tours aéroréfrigérantes → Légionellose (taux de mortalité : 10-15%).
- ❑ Conduits HVAC → Allergies (20% des Européens touchés).





Zones critiques

Zone critique	Risques associés
Évaporateurs & serpentins	Biofilms, moisissures, légionelles
Filtres à air / gaines HVAC	Accumulation de poussières → bactéries/aérosols
Planchers & joints de chambres	Contamination par résidus organiques/humidité
Condensats stagnants	Prolifération microbienne (pseudomonas, légionelles)
Surfaces en contact avec denrées	Transfert chimique ou microbien (ex. agents de nettoyage)
Points de stockage de produits chimiques	Risques de contamination croisée (corrosion, vapeurs)

Méthodes de contrôle



Zone critique	Actions recommandées	Méthodes de contrôle
Évaporateurs / serpentins	Nettoyage/désinfection mensuels	Inspection visuelle, analyse microbiologique (surface)
Filtres à air & gaines HVAC	Remplacement filtres / nettoyage régulier	Suivi planning, vérification état filtre
Condensats & bacs de récupération	Assurer drainage + désinfection	Test d'écoulement, contrôle présence biofilm
Surfaces & sols de chambres froides	Détergent alimentaire + désinfection	Prélèvements ATP, check-liste HACCP
Stockage produits chimiques	Stockage séparé, étanchéité, ventilation	Fiche de sécurité, plan d'implantation validé
Température & humidité	Suivi continu avec alarme	Enregistreurs, vérification journalière

Risques Santé pour:



Utilisateurs (opérateurs, personnel de stockage, etc.)

- ☐ Hypothermie, engelures, arythmies dues à l'exposition prolongée au froid ($< -10^{\circ}\text{C}$) Troubles de la vigilance, coordination réduite, risque accru d'accidents (glissades, manipulation difficile)
- ☐ Risques respiratoires ou allergiques dus à la contamination microbiologique de l'air (moisissures, légionelles dans les systèmes HVAC).

Techniciens d'intervention

- ☐ Exposition directe aux agents pathogènes (bactéries, moisissures) en manipulant des serpentins ou filtres contaminés
- ☐ Contact avec des produits chimiques désinfectants ou fuites de fluides frigorigènes nocifs.
- ☐ Fatigue physique et thermique, affectant la concentration et augmentant les risques de blessure

Conclusion : La prévention repose sur l'EPI adapté, une ventilation efficace, la formation et une maintenance régulière.

Normes internationales clés en hygiène froid & HVAC



- ☐ VDI 6022 (🇩🇪) : Norme européenne pour l'hygiène des systèmes CVC (conception, inspection, nettoyage).
- ☐ AIRAH (🇦🇺) : Guide australien pour l'évaluation et le nettoyage des composants HVAC.
- ☐ AHRI (🇺🇸) : +100 normes sur la performance, l'hygiène et la sécurité des systèmes HVACR.
- ☐ Hygienic By Design : Conception hygiénique des équipements pour prévenir la contamination.
- ☐ EN 12830, 13485, 13486 : Instruments de mesure et enregistreurs pour la chaîne du froid.
- ☐ ISO 23953 / ex-NF EN 441 : Exigences pour vitrines réfrigérées.
- ☐ Codex Alimentarius : Recommandations mondiales sur la sécurité alimentaire au froid.
- ☐ ISO 22000 : Management de la sécurité des aliments incluant la chaîne du froid.



Spécificités africaines

Fluides frigorigènes représentant 23% des émissions de GES
DEEE en Afrique de l'Ouest atteignant 500 000 tonnes par an

Étude de cas : Hôpital de Dakar

- ☐ Problème : Épidémie de légionellose liée à la tour de refroidissement.
- ☐ Solution : Nettoyage choc + capteurs IoT de surveillance.
- ☐ Résultat : 0 cas en 18 mois.



Définition et enjeux

- ❑ Risques électriques, thermiques, chimiques (fluides frigorigènes), mécaniques (rotations, pressions).
- ❑ Chutes de hauteur lors des installations ou maintenances.
- ❑ Inhalation de fluides toxiques (ex : ammoniac, HFC).
- ❑ Risques allergènes ou infectieux (conduits sales, bactéries comme la légionelle).

Risques chimiques



Fluides frigorigènes

- HFC, HCFC, HFO, hydrocarbures (R290, R600a), ammoniac (R717)
- Inhalation toxique, asphyxie, risque d'explosion ou d'incendie

Huiles lubrifiantes

- Peuvent contenir des additifs irritants ou nocifs
- Risques en cas de contact prolongé ou de projection

Produits de nettoyage ou de désinfection

- Aérosols, solvants, acides ou alcalins
- Inhalation, brûlures chimiques, réactions allergiques

Corrosion et dégradation de matériaux

- Formation de composés secondaires toxiques (oxydes, acides)

Fuites ou dégagements accidentels

- Risques d'exposition aiguë ou chronique pour les intervenants
- Contamination de l'air intérieur et de l'environnement

Risques techniques



Risque technique	Origines fréquentes	Conséquences
 Fuite de fluide frigorigène	Mauvaise étanchéité, vibrations, corrosion	Pollution, incendie, asphyxie, baisse de perfor-
 Surchauffe / surpression	Défaut de régulation, encrassement condenseur	Éclatement, feu, arrêt du système
 Défaut d'isolation ou de mise à la terre	Humidité, câblage vétuste, défaut d'installation	Électrocution, incendie
 Mauvais dimensionnement / installation	Erreurs de calcul, pratiques non conformes	Dysfonctionnements, surconsommation, usure rapide
 Défaut de ventilation / circulation d'air	Conduits sales, filtres colmatés, ventilateurs HS	Surchauffe, mauvaise QAI, inconfort
 Manutention et levage non sécurisés	Poids mal réparti, absence de fixation, mauvais EPI	Chute, blessure, accident grave

Accident réel 1 : Fuite d'ammoniac (Abidjan, 2022)



- ❑ Contexte :
 - Usine de poisson, vanne corrodée.
- ❑ Déroulement :
 - Fuite non détectée → 3 techniciens exposés sans EPI.
 - Décès par œdème pulmonaire (1), brûlures chimiques (2).
- ❑ Causes :
 - Absence de détecteurs
 - Maintenance préventive non réalisée.



Accident réel 2 : Incendie (Johannesburg, 2021)



- ❑ Contexte : Centre commercial, compresseur HVAC surchargé.
- ❑ Déroulement :
Court-circuit → Incendie dans les gaines.
Évacuation de 300 personnes, 2 blessés graves.
- ❑ Causes : Câblage défectueux, absence d'extincteurs adaptés.





Accident réel 3 : Asphyxie (Accra, 2023)

- ❑ Contexte : Entrepôt frigorifique (-30°C), fuite de CO₂.
- ❑ Déroulement :
 - Technicien intervenu seul → Détresse respiratoire → Décès.
- ❑ Causes : Procédure de travail isolé non respectée, détecteur de gaz absent.



Mesures préventives



❑ Prévention technique et humaine :

- EPI adaptés : gants, lunettes, masques, chaussures de sécurité
- Détection : gaz, fuites, pression, température
- Formation & habilitation : électricité, manipulation des fluides
- Entretien régulier : conduits, filtres, unités frigorifiques
- Manipulation sécurisée : récupération fluide, ventilation, stockage

❑ Prévention réglementaire et environnementale :

- Respect des normes : EN 378, ISO 5149, VDI 6022
- Gestion des déchets : fluides usagés, filtres, huiles
- Contrôles d'étanchéité, carnet de maintenance
- Remplacements fluides à fort GWP (HFC → R32, R290)

Normes internationales

❑ ISO 5149 (sécurité systèmes frigorifiques), NFPA 70 (électricité).



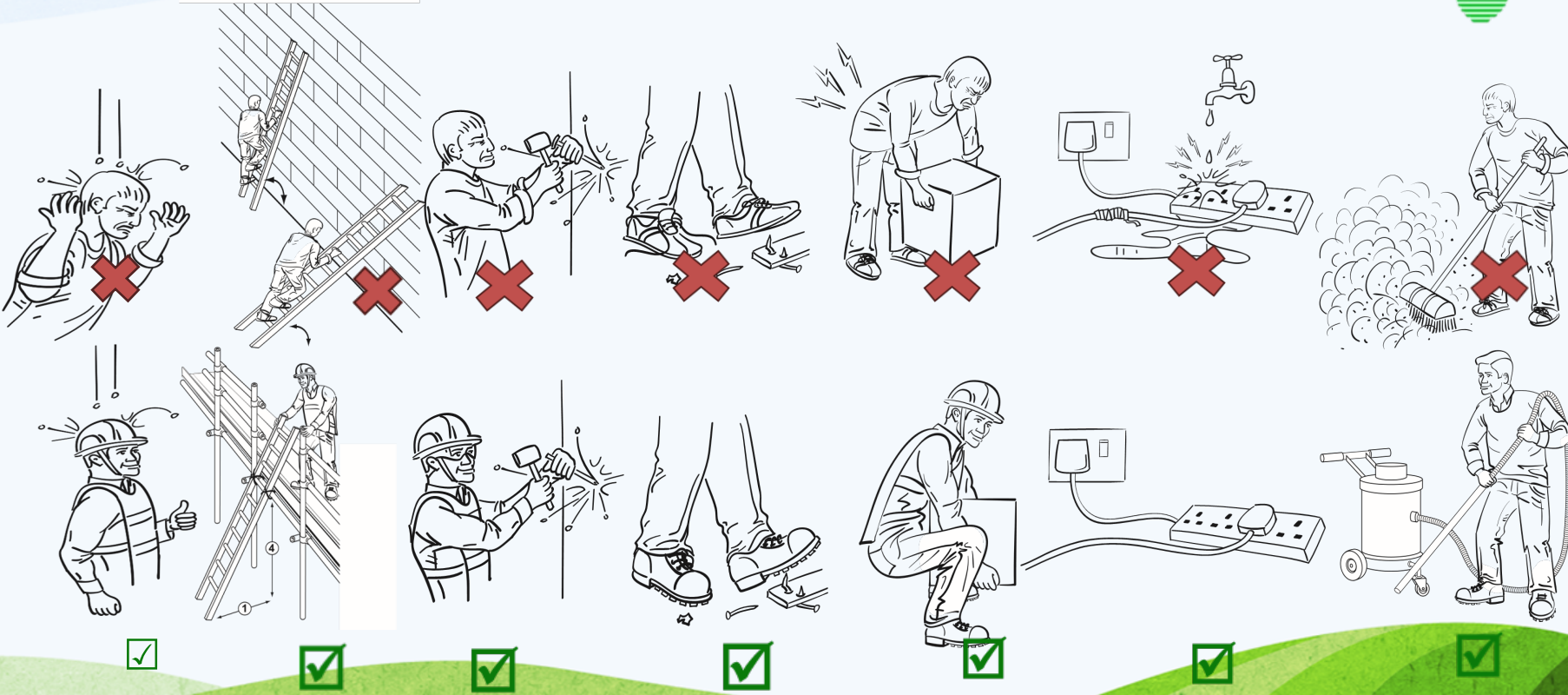
Réglementations africaines

Pays	État de la réglementation / normalisation sécurité HVACR
Tunisie	- Application stricte du règlement F-gaz UE.- Formation obligatoire des techniciens. - Contrôles périodiques équipements sous pression et installations électriques. - Inspections régulières et sanctions - .Difficultés d'application en zones rurales.
Côte d'Ivoire	- Adoption progressive des normes CEI et AFNOR. - Sécurité électrique renforcée. - Contrôles périodiques des équipements - .Formations axées sur risques chimiques et mécaniques. - Inventaire national des installations en projet. - Application et sanctions limitées dans le secteur informel.
Afrique du Sud	- Normes SANS robustes et complètes. - Certification obligatoire des techniciens. - Inspections régulières des installations. - Campagnes de sensibilisation continues. - Modèle avancé en Afrique pour la sécurité HVACR.



Travail en sécurité

Sécurité



Définition et impacts



- ❑ Fluides frigorigènes : R404A (PRG* = 3 922), R32 (PRG = 675).
- ❑ Consommation énergétique : 40% en HVAC dans le tertiaire (Afrique).

PRG = Potentiel de Réchauffement Global

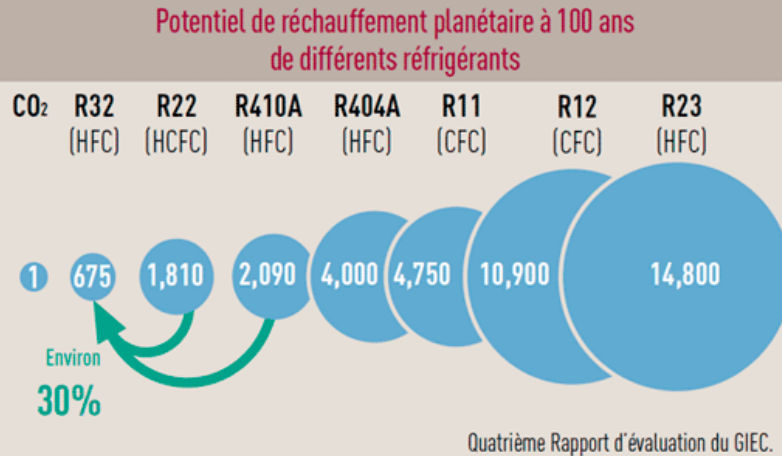




Technologies vertes

- ❑ Fluides naturels : NH_3 (PRG=0), CO_2 (PRG=1), hydrocarbures.
- ❑ Récupération chaleur : Efficacité +35%.

Les fluides frigorigènes ont un indicateur pour mesurer leur impact sur l'effet de serre : le PRG (Pouvoir de Réchauffement Global). Plus le PRG est faible, plus l'impact sur l'environnement est limité.





Étude de cas : Chaîne du froid solaire (Sénégal)

- ❑ Solution : Chambres froides solaires au CO₂ pour petits producteurs.
- ❑ Résultats :
 - Réduction GES : 30%.
 - Pertes alimentaires : -25%.

Normes internationales

Protocole de Montréal, Amendement de Kigali (réduction HFC).



Initiatives africaines

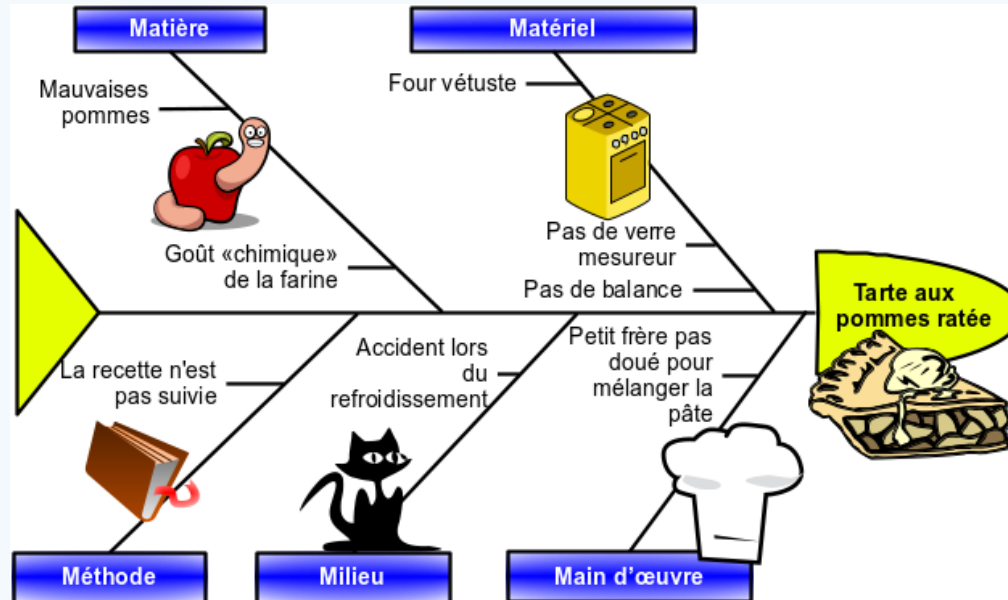
Pays	Normes & Règlementation HVACR	Objectifs principaux
Rwanda	MEPS, étiquetage, certification des techniciens	Réduire import HFCs, former techniciens
Tunisie	Normes Minimales de Performance Énergétique (NMPE) & étiquetage obligations	Économie d'énergie, sélection de produits performants
Afrique du Sud	SANS 941, SANS 10147, plan HCFC-Kigali	Sécurité, maintenance, réduction des substances nuisibles
Sahel	Adoption Kigali, projets pilotes HFC-free	Harmonisation régionale, renforcement technique

Interdépendance des axes



□ **Exemple** : Fuite de NH_3 →

- S : Danger mortel,
- H : Contamination air,
- E : Pollution sol/eau.





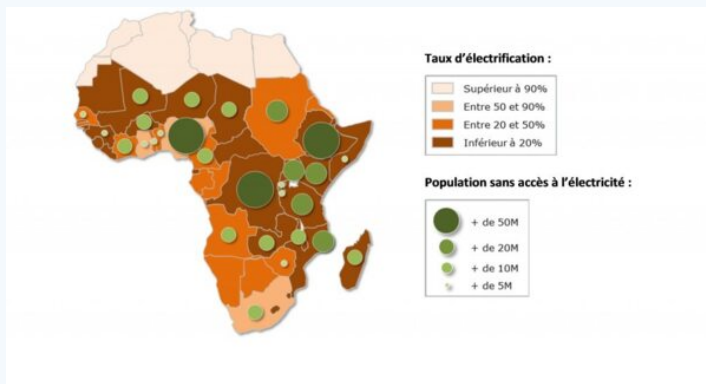
Outils de gestion intégrée

- ❑ **Systèmes** : ISO 14001 (environnement), ISO 45001 (sécurité).
- ❑ **Logiciels** : Gestion électronique des registres, audits combinés.



Perspective africaine

- ☐ Climat :
 - ☐ Stress thermique → Demande HVAC +60% d'ici 2050 (Banque Mondiale).
- ☐ Infrastructures :
 - 60% des zones rurales sans électricité.
 - Chaîne du froid défaillante → Pertes alimentaires > 40% (FAO).





Accidentologie en Afrique

- ❑ **Tendances :**
 - 70% des accidents liés à des équipements obsolètes importés.
 - Sous-déclaration chronique (manque de systèmes de reporting).
- ❑ **Facteurs clés :**
- ❑ Manque de formation, informalité, corruption.



Étude de cas : Projet ColdHubs (Nigeria)

- ❑ Solution : Chambres froides solaires en conteneurs (propane).
- ❑ Résultats HSE :
 - H : Réduction infections alimentaires (-35%),
 - S : 0 accident en 3 ans (formation continue),
 - E : 0 émission CO₂.





Leviers d'action

- ❑ **Technique** : Développer le froid solaire et les fluides naturels.
- ❑ **Réglementaire** : Harmoniser les normes via la CEDEAO ou l'UA.
- ❑ **Formation** : Créer des centres certifiants régionaux



Recommandations stratégiques

- ☐ **Priorité 1** : Intégrer l'HSE dans les appels d'offres publics.
- ☐ **Priorité 2** : Subventions pour fluides naturels.
- ☐ **Priorité 3** : Partenariats Nord-Sud pour le transfert technologique.

Conclusion synthèse



- En Afrique, l'HSE dans les systèmes frigorifiques/HVAC est une triple opportunité :



Sanitaire : Réduire les maladies liées à l'air et aux aliments



Économique : Éviter les pertes (accidents, énergie, denrées)



Écologique : Sauter vers des technologies bas-carbone

Recommandations générales HSE – Tous profils



☐ Hygiène :

- Maintenir surfaces et outils propres
- Éviter poussière et humidité
- Lavage des mains régulier
- Contrôle des filtres, joints

☐ Sécurité :

- Respect des consignes
- Port des EPI adaptés
- Formation premiers secours
- Identifier les risques (fluide, élec.)

☐ Environnement :

- Zéro rejet de fluide
- Tri des déchets
- Pratiques économes en énergie

Pour les installateurs – Bonnes pratiques HSE



☐ Avant l'installation :

- Analyser le site
- Préparer l'outillage
- Stocker proprement

☐ Pendant :

- Postures ergonomiques
- Protection du chantier
- Éviter câblages temporaires

☐ Après :

- Vérification des fuites
- Nettoyage de zone
- Étiquetage conforme

Pour les techniciens de maintenance



☐ Hygiène :

- Nettoyer filtres, échangeurs
- Éliminer moisissures
- Désinfection des outils

☐ Sécurité :

- Contrôle pression/température
- Détection d'usure
- Pas d'ouverture sous pression
- Tester les sécurités

☐ Environnement :

- Récupérer les fluides
- Stockage sécurisé
- Éviter gaspillage

Pour les utilisateurs finaux – Conseils essentiels



☐ Hygiène :

- Nettoyage régulier des grilles
- Ne pas obstruer les unités
- Aérer les locaux

☐ Sécurité :

- Ne pas manipuler en cas d'anomalie
- Couper l'alim avant intervention
- Appeler un professionnel certifié

☐ Environnement :

- Équipements à faible GWP
- Respect des entretiens
- Températures optimisées

Culture HSE et responsabilité collective



- ☐ Former continuellement aux bonnes pratiques
- ☐ Afficher les consignes visibles
- ☐ Remonter les incidents
- ☐ Auditer régulièrement les installations

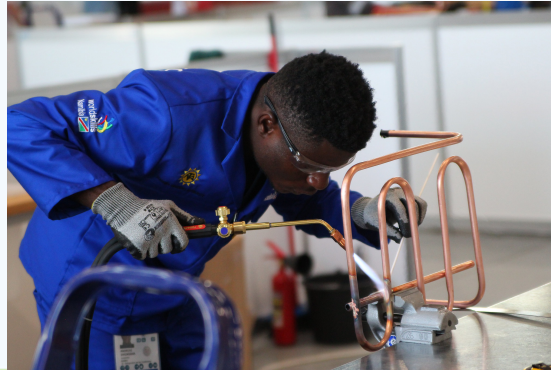
Conclusion

Un bon professionnel HVACR = sécurité, performance, écologie

Message final



"Investir dans l'HSE, c'est bâtir une industrie du froid résiliente, compétitive et humaine."





شكرا

Merci

Thanks

Gracias

Obrigado

Do you have any questions?

Hammadi.ferjani200266@gmail.com

+216 500 41 808