

Refroidisseur de liquide / groupe d'eau glacée

Manuel V2 — Niveau Technicien

AUTOFORMATION GRATUITE · DÉTAILS · EXERCICES · CORRIGÉS · PDF

Version de travail du 5 octobre 2026 — NON VALIDÉ MÉTIER

Ce manuel enseigne une démarche sûre et documentée. Il n'autorise ni mesure sous tension improvisée, ni shunt, ni alimentation directe, ni intervention en mouvement, ni ouverture non autorisée du circuit frigorifique. Toute valeur dépendante du matériel vient de la documentation du modèle exact.

Sommaire

1. Mission, causalité et preuve
2. Analyse des risques, consignation et procédé
3. Variantes, plaque et documentation
4. Architecture frigorifique
5. Commande, sondes, débit et protections
6. Hydraulique, charge et distribution
7. Séquence et états observables
8. Métrologie et qualité de preuve
9. Intermittence et preuve avant remplacement
- P1 — La température de départ reste trop élevée
- P2 — Le débit est faible, absent ou déclaré insuffisant
- P3 — Le groupe ne démarre pas ou devient intermittent
- P4 — Une alarme de condensation ou de haute pression apparaît
- P5 — Une alarme de basse température, gel ou basse pression apparaît
- P6 — Le réseau perd de l'eau, de la pression ou présente une fuite
- P7 — Un bruit, une vibration ou une cavitation apparaît
- P8 — Un terminal, une zone ou la régulation réseau reste en défaut
18. Entretien contrôlé et remise en service
19. Arbre de décision transversal
20. Dossiers de synthèse et exercices de causalité
21. Évaluation finale /32 et corrigé
22. Glossaire, sources et contrôle final Technicien

> Statut éditorial : NON VALIDÉ MÉTIER — hors ligne — non publiable. Cette source prépare une autoformation gratuite avec exercices, corrigés et futur PDF gratuit, sans achat ni compte. Les valeurs, réglages et procédures du modèle exact priment.

1. Mission, causalité et preuve

Le Technicien reconstitue l'architecture réelle, formalise le normal attendu, hiérarchise des causes concurrentes et choisit un contrôle discriminant. Il documente l'incertitude et ne remplace jamais sur un symptôme seul.

La plaque, le manuel et le protocole du site priment. Toute température, pression, résistance, intensité, temporisation, consigne ou procédure dépend du modèle et de l'état observé. Le cours, les exercices, les corrigés et le futur manuel restent gratuits sans achat ni compte.

2. Analyse des risques, consignation et procédé

Identifier énergie, fluide frigorigène, liquide caloporteur, pression, surfaces, eau, pièces mobiles, risque d'inflammation et continuité du procédé avant l'intervention. Organiser séparation, condamnation, vérification et protection selon l'habilitation.

Aucune mesure sous tension improvisée, aucun shunt, aucune alimentation directe, aucun réarmement répété, aucune intervention sur pompe, ventilateur ou accouplement en mouvement, aucune ouverture du circuit frigorigène et aucune purge de réseau hors personnel, procédure et outillage autorisés. La réception technique ne décide pas seule de la remise en exploitation du procédé.

3. Variantes, plaque et documentation

Distinguer refroidisseur à air ou à eau, compresseur scroll, vis ou autre, mono ou multi-circuits, pompe intégrée ou externe, débit constant ou variable, eau ou mélange caloporteur, usage confort ou procédé et récupération éventuelle de chaleur.

Photographier les repères autorisés et vérifier références des pièces. Une procédure valable sur une famille ne s'applique pas automatiquement à une autre.

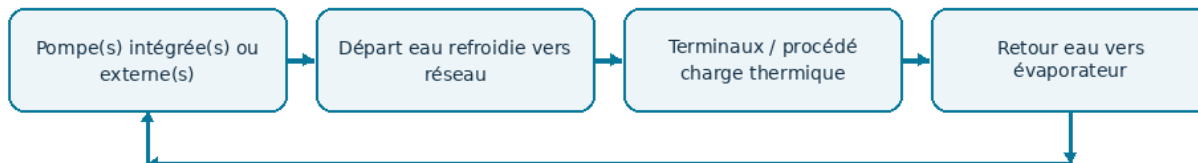
4. Architecture frigorifique

Architecture d'un groupe d'eau glacée

BOUCLE FRIGORIFIQUE



BOUCLE HYDRAULIQUE



COMMANDE, PROTECTIONS ET PREUVES

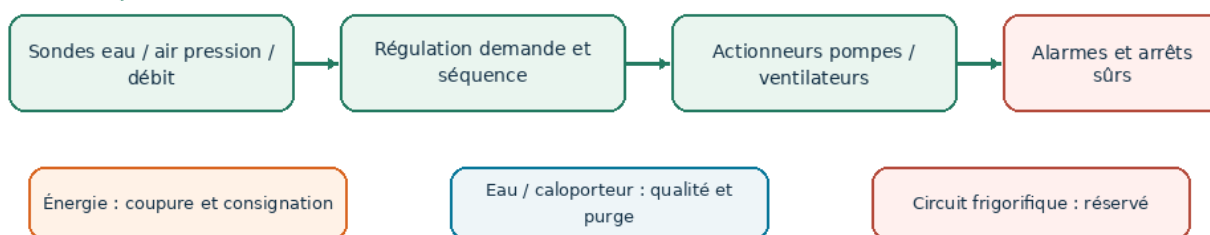


Schéma fonctionnel, non plan de câblage. Architecture exacte, fluide et organes à confirmer sur le modèle.

Nommer les deux boucles et leurs interfaces avant tout diagnostic.

Le compresseur, le condenseur, l'organe de détente et l'évaporateur forment un circuit fermé. Pompes, vannes, filtres, échangeurs, terminaux et rejet de chaleur déterminent l'échange. La commande ne compense pas une charge ou une installation hors enveloppe.

Avant toute hypothèse de circuit, démontrer charge, circulation hydraulique, rejet de chaleur et séquence de commande. L'ouverture du circuit reste strictement réservée.

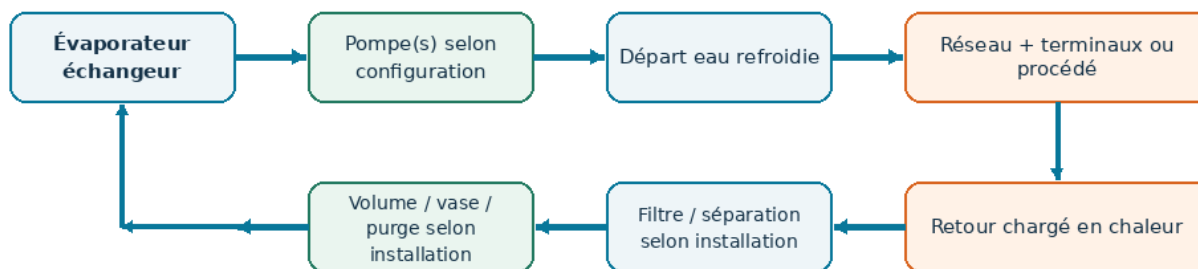
5. Commande, sondes, débit et protections

Tracer alimentation, demande, preuve de débit, autorisations, sorties, étages et retours d'état. Une sonde mesure un point, pas tout le réseau. Antigel, temporisations et protections conditionnent la séquence.

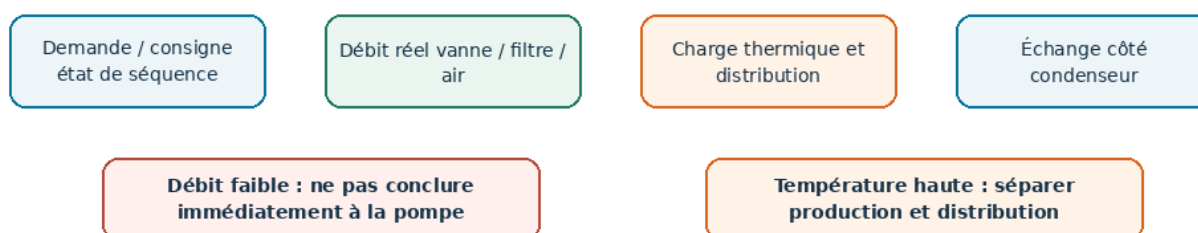
Conserver codes et historique avant acquittement. Privilégier les contrôles hors tension. Toute mesure dynamique doit être explicitement prévue, réalisée par une personne habilitée et encadrée.

6. Hydraulique, charge et distribution

Réseau hydraulique, débit et échange



CAUSES À DISTINGUER AVANT D'OUVRIR OU REMPLACER



Débit, pression, température et concentration sont liés au circuit réel, à l'instrument et à la notice.

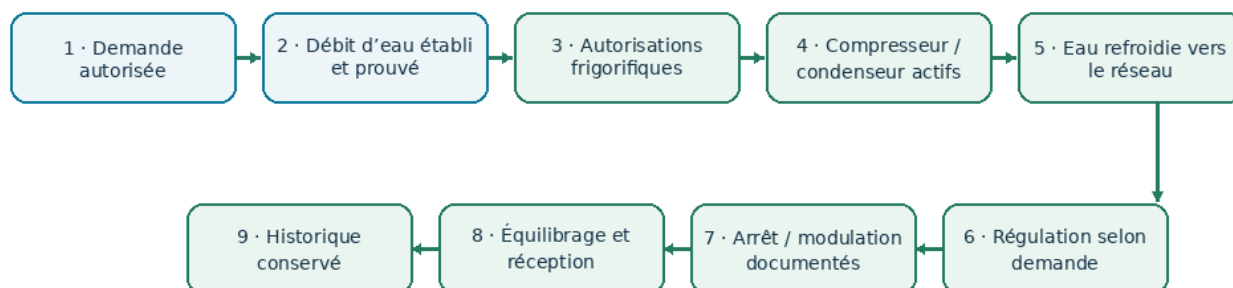
Séparer débit, production, distribution, charge et échange condenseur.

Cartographier départ, retour, pompes, vannes, bypass, ballon, filtre et branches. Associer chaque zone défaillante à son chemin hydraulique, sa demande, sa vanne, son capteur et son terminal avant de généraliser.

Quantifier sans seuil universel : points de mesure, phase, charge, positions, ambiance, évolution et incertitude. Le schéma réel prime sur toute architecture générique.

7. Séquence et états observables

Séquence normale : chercher la première étape absente



LECTURE CAUSALE

- 1 Demande absente → mode, horaire, consigne, entrée ou autorisation.
- 2 Demande présente sans débit → hydraulique avant boucle frigorifique.
- 3 Débit prouvé sans froid → séquence, protections, échange et circuit selon rôle.
- 4 Résultat instable → chronologie, intermittence, distribution et charge réelle.

Aucune temporisation universelle : l'ordre exact provient de la notice et des conditions observées.

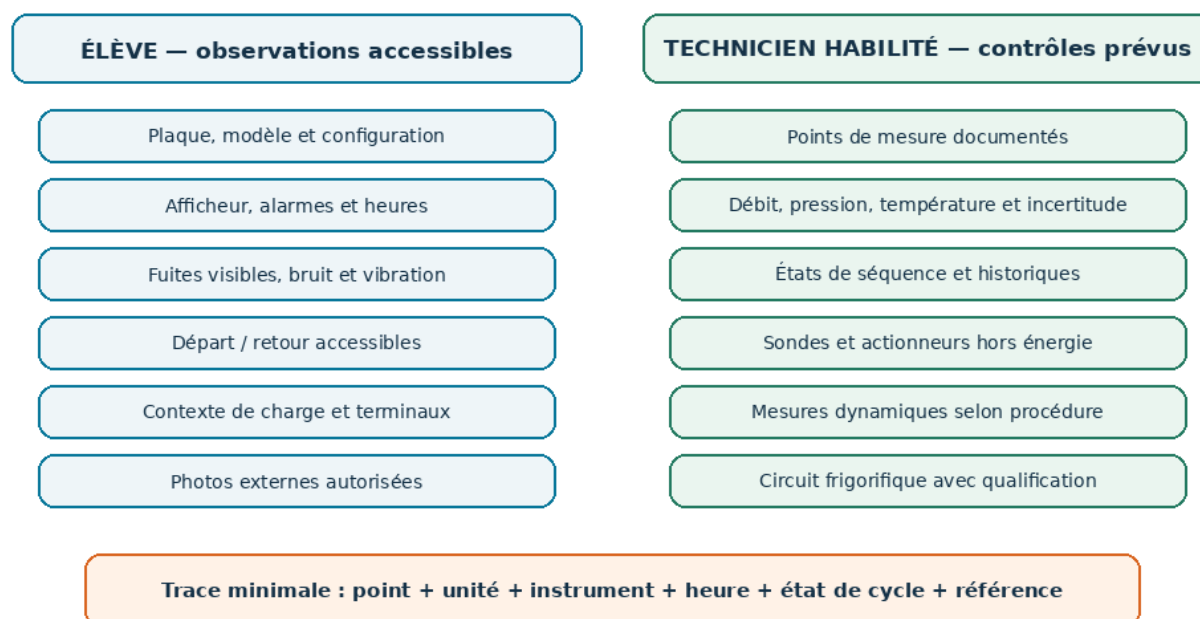
Chercher la première étape absente sans inventer de seuil ni temporisation.

Décrire demande, circulation, autorisations, sortie, étage de capacité, transfert thermique, régulation et arrêt selon le modèle. Associer chaque transition à un état observable sûr.

La première transition absente guide le contrôle. Une séquence complète sans résultat oriente vers charge et échange ; une séquence interrompue oriente vers commande ou protection.

8. Métrologie et qualité de preuve

Observation et métrologie : séparation des rôles



Sans documentation, autorisation ou point sûr : arrêter, marquer « à confirmer » et transmettre.

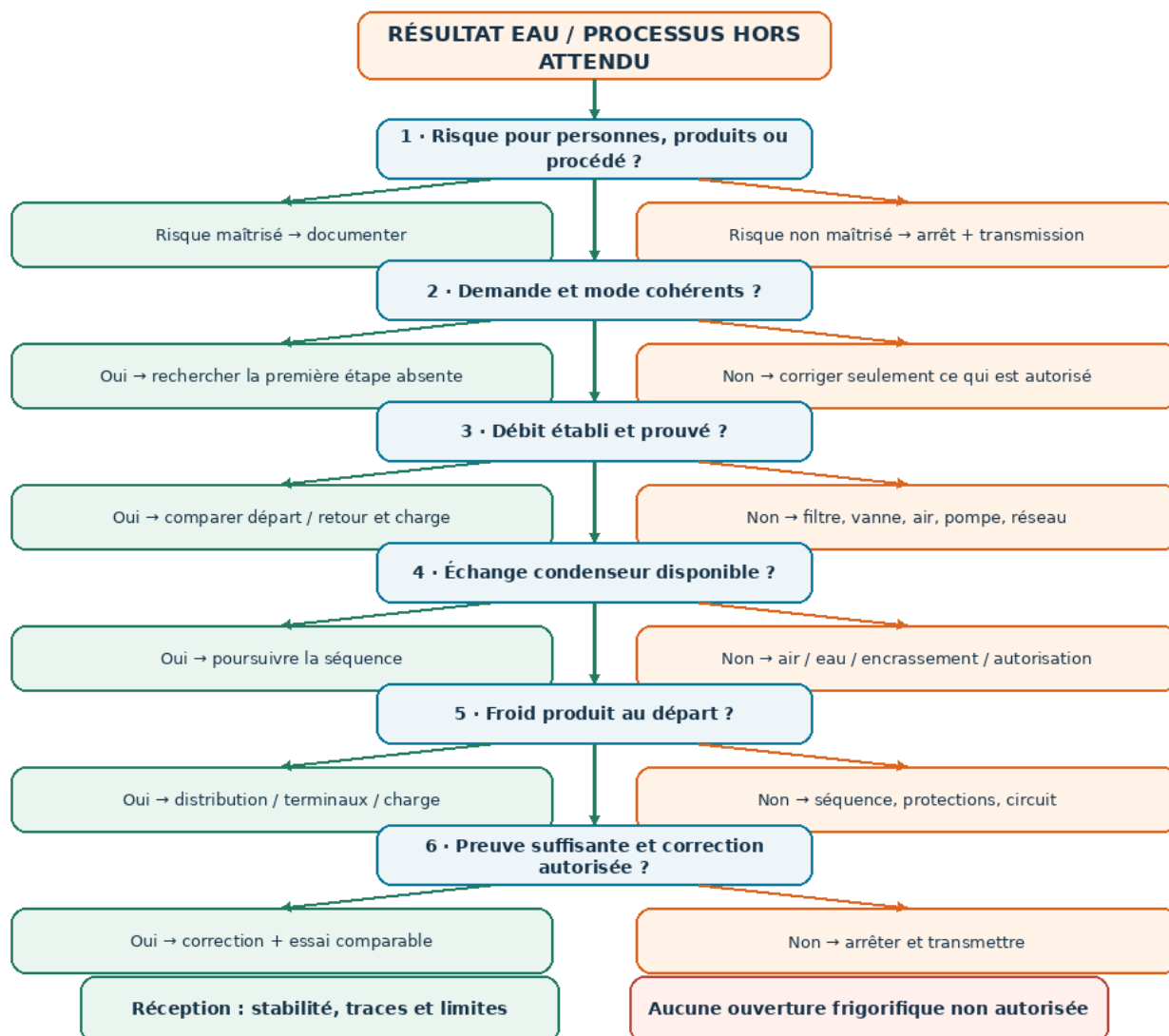
Associer chaque relevé à son point, son unité, son instrument et l'état du cycle.

Pour chaque relevé : point, grandeur, instrument, unité, phase, charge, position de vanne, ambiance, heure, référence et incertitude. Vérifier l'instrument et la méthode avant d'interpréter.

Une mesure isolée ne suffit pas. Chercher répétabilité, contraste entre zones et cohérence avec le symptôme. Les pressions ou grandeurs internes ne sont envisagées que si le protocole et l'habilitation les autorisent.

9. Intermittence et preuve avant remplacement

Arbre de décision : production, débit ou distribution ?



Protéger, localiser, prouver, corriger seulement si autorisé, puis réceptionner.

Construire une chronologie commune : demande, pompe, débit, démarrage, étages, alarme, températures, bruit et ambiance. Ne pas effacer l'historique avant capture.

Changer une seule variable autorisée à la fois. La preuve comprend défaut confirmé, normal documenté, causes concurrentes, contrôle discriminant, résultat interprété, correction et réception. Sans preuve, consigner une réserve.

P1 — La température de départ reste trop élevée

Symptôme

La température du liquide au départ ne rejoint pas la consigne documentée ou dérive pendant une demande stable.

Fonctionnement normal attendu

Le groupe enlève la charge thermique et fournit un liquide dans l'enveloppe prévue, avec débit, retour, ambiance et séquence compatibles avec le modèle.

Causes concurrentes

Charge excessive, consigne ou mode, débit incorrect, bypass, échangeur encrassé, condenseur mal ventilé ou mal alimenté en eau, sonde, commande, étage de capacité, compresseur ou circuit frigorifique.

Outils et documents

Plaque, schéma hydraulique, manuel exact, consigne autorisée, températures départ/retour horodatées, débit ou preuve de circulation, ambiance, alarmes et historique de charge.

Sécurité et limites

Ne pas ouvrir un réseau pressurisé, modifier une consigne protégée ni conclure à un manque de fluide sur une seule température.

Ordre des contrôles

Confirmer point et instrument, demande et charge, vérifier circulation et vannes visibles, comparer départ/retour et rejet de chaleur, puis séparer sonde, commande, capacité et circuit.

Résultats et interprétation si/alors

Si l'écart suit une charge ou un débit anormal démontré, corriger cette cause et suivre la récupération ; s'il persiste à conditions comparables, poursuivre par la chaîne de commande et d'échange.

Correction autorisée

Rétablir seulement mode, consigne autorisée, vannes accessibles, filtres et dégagements prévus ; commande, pompe, échangeur et circuit exigent preuve et procédure.

Contrôle final

Comparer départ, retour, débit et charge sur une période représentative, vérifier stabilité, alarmes et desserte des terminaux.

Arrêt et transmission

Arrêter et transmettre pour protection, gel possible, fuite, odeur, échauffement, bruit brutal ou absence de maîtrise du procédé desservi.

Guidage Technicien

Relier charge, débit, échange, commande et capacité par une chronologie et des mesures contextualisées.

Dossier corrigé P1

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

P2 — Le débit est faible, absent ou déclaré insuffisant

Symptôme

Le contrôleur signale un défaut de débit, la pompe ne produit pas la circulation attendue ou le différentiel entre départ et retour devient incohérent.

Fonctionnement normal attendu

La pompe, les vannes, le filtre, l'air du réseau et l'échangeur assurent la circulation requise avant l'autorisation frigorifique.

Causes concurrentes

Pompe arrêtée, vanne fermée, filtre obstrué, air, manque d'eau, sens ou vitesse, clapet, bypass, capteur de débit, perte de charge, échangeur ou commande.

Outils et documents

Schéma hydraulique, état des pompes et vannes, pression statique documentée, alarmes, purgeurs visibles, filtre, sens de rotation hors danger et mesure de débit autorisée.

Sécurité et limites

Ne jamais ouvrir filtre, bride ou purge sous pression ni approcher un accouplement en mouvement. Toute purge suit la procédure du site.

Ordre des contrôles

Protéger le procédé, confirmer défaut et zone, vérifier niveau ou pression statique, position des vannes et état pompe, puis séparer obstruction, air, capteur et commande.

Résultats et interprétation si/alors

Si la circulation revient après une position ou un filtre traités selon procédure, confirmer la stabilité ; sinon distinguer pompe, réseau, échangeur et capteur avant remplacement.

Correction autorisée

Rétablir les positions autorisées et nettoyer uniquement l'élément accessible dans l'état sûr ; pompe, variateur, capteur et ouverture du réseau exigent compétence et consignation.

Contrôle final

Vérifier débit ou preuve équivalente, départ/retour, absence de bruit, fuite et alarme pendant plusieurs transitions de charge.

Arrêt et transmission

Transmettre si la pompe cavite, si la pression est inconnue, si une ouverture sous pression serait nécessaire ou si le gel devient possible.

Guidage Technicien

Séparer énergie de pompe, hydraulique, capteur et autorisation par contrôles discriminants.

Dossier corrigé P2

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

P3 — Le groupe ne démarre pas ou devient intermittent

Symptôme

Une demande existe mais le groupe reste arrêté, démarre puis s'arrête, ou change d'état avec une alarme intermittente.

Fonctionnement normal attendu

La séquence valide circulation, autorisations, temporisations et protections avant de commander les étages nécessaires.

Causes concurrentes

Mode, planning, arrêt externe, demande absente, défaut de débit, temporisation, sonde, communication, alimentation, protection, commande, ventilateur, pompe, compresseur ou circuit.

Outils et documents

Manuel et schéma fonctionnel, états de commande, alarmes non effacées, historique, chronologie demande-débit-départ, contrôles hors tension et documents d'habilitation.

Sécurité et limites

Aucun shunt, alimentation directe, réarmement répété ou mesure dynamique improvisée. Une protection inexpliquée reste active.

Ordre des contrôles

Confirmer la demande, vérifier mode et arrêt externe, prouver débit et autorisations, respecter les temporisations, conserver les codes, puis tracer sortie, protection et charge.

Résultats et interprétation si/alors

Si une condition externe bloque le départ, la corriger puis observer ; si les autorisations sont présentes sans action, séparer commande, puissance et organe avant toute pièce.

Correction autorisée

Rétablir uniquement mode, planning ou condition externe autorisés ; câblage, protection, variateur, compresseur et circuit exigent preuve et procédure.

Contrôle final

Observer demande, autorisations, démarrage, tenue, production de froid et arrêt normal sur une séquence complète.

Arrêt et transmission

Maintenir à l'arrêt pour protection répétée, câble dégradé, odeur, arc, bourdonnement, fluide inconnu ou accès à une pièce mobile.

Guidage Technicien

Tracer demande-autorisation-sortie-action-effet et corrélérer l'intermittence aux états du réseau.

Dossier corrigé P3

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

P4 — Une alarme de condensation ou de haute pression apparaît

Symptôme

Le groupe réduit sa capacité, s'arrête ou signale un défaut associé au rejet de chaleur ou à la pression haute.

Fonctionnement normal attendu

Le condenseur reçoit le débit d'air ou d'eau prévu et rejette la chaleur sans obstruction, recirculation ni protection.

Causes concurrentes

Condenseur sale, ventilateur ou pompe, air recirculé, ambiance, vanne ou tour, filtre, eau trop chaude, charge excessive, sonde ou pressostat, commande, fluide non condensable ou circuit.

Outils et documents

Type de condensation, manuel, alarmes, ambiance, état visuel, positions de vannes, preuve de débit, températures d'eau autorisées et chronologie de charge.

Sécurité et limites

Ne pas arroser un équipement électrique, approcher un ventilateur, forcer une protection ni intervenir sur une tour sans procédure sanitaire et de hauteur.

Ordre des contrôles

Conserver l'alarme, qualifier charge et ambiance, vérifier dégagements ou circuit d'eau visible, prouver ventilateur ou pompe, puis réserver pression et circuit aux habilités.

Résultats et interprétation si/alors

Si l'alarme suit une obstruction ou un débit insuffisant démontré, corriger et comparer ; sinon séparer capteur, commande, échange et circuit.

Correction autorisée

Nettoyer et rétablir seulement les éléments accessibles selon le manuel ; ventilateur, pompe, vanne, tour et circuit frigorifique demandent procédure et preuve.

Contrôle final

Rejouer une charge comparable, vérifier rejet de chaleur, absence d'alarme, échauffement et stabilité du liquide.

Arrêt et transmission

Arrêter pour ventilateur non protégé, pression non maîtrisée, eau près de l'électricité, fuite, protection répétée ou besoin d'ouvrir le circuit.

Guidage Technicien

Séparer charge thermique, débit de rejet, capteur, commande et circuit avant remplacement.

Dossier corrigé P4

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

P5 — Une alarme de basse température, gel ou basse pression apparaît

Symptôme

Le groupe s'arrête sur protection antigel, le liquide approche une limite documentée ou une alarme basse apparaît.

Fonctionnement normal attendu

Le débit, la concentration éventuelle du fluide caloporteur, la charge et la régulation maintiennent l'échangeur dans l'enveloppe du modèle.

Causes concurrentes

Débit faible, vanne fermée, filtre, air, consigne, sonde, mélange caloporteur non conforme, faible charge thermique, évaporateur encrassé, détente, manque de fluide, restriction ou commande.

Outils et documents

Manuel, nature du liquide, preuve documentée de concentration, départ/retour, débit, état des vannes, alarmes, historique et contrôles autorisés.

Sécurité et limites

Ne pas réarmer plusieurs fois, ajouter un produit au hasard, chauffer l'échangeur ou ouvrir le circuit. Protéger personnes et réseau contre une rupture par gel.

Ordre des contrôles

Maintenir l'arrêt prévu, confirmer mesure et liquide, vérifier circulation et positions, comparer charge et consigne, puis séparer sonde, commande, échangeur et circuit.

Résultats et interprétation si/alors

Si une cause hydraulique prouvée explique la protection, la corriger et observer ; si elle revient, poursuivre sans neutraliser l'antigel ni condamner le fluide frigorigène.

Correction autorisée

Rétablir débit, position ou paramètre explicitement autorisé ; traitement du liquide, capteur, détente et circuit exigent procédure et personnel compétent.

Contrôle final

Observer plusieurs cycles avec débit prouvé, températures stables, protection active et absence de glace, fuite ou alarme.

Arrêt et transmission

Transmettre si le liquide est inconnu, le gel visible, la pression instable, une fuite présente ou la protection récidive.

Guidage Technicien

Distinguer débit, charge, liquide, sonde, échange et circuit avec une preuve par étape.

Dossier corrigé P5

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

P6 — Le réseau perd de l'eau, de la pression ou présente une fuite

Symptôme

Le niveau ou la pression statique baisse, un appoint devient fréquent, une flaque ou une trace humide apparaît.

Fonctionnement normal attendu

Le circuit hydraulique reste fermé ou compensé selon sa conception, sans appoint anormal ni eau sur l'électricité ou les isolants.

Causes concurrentes

Raccord, bride, pompe, purgeur, soupape, vase d'expansion, vidange, échangeur, flexible, corrosion, condensat externe, appoint automatique ou instrument.

Outils et documents

Schéma du réseau, pression et niveau documentés, compteur d'appoint, repères secs, inspection des raccords, historique, état du vase et procédure du site.

Sécurité et limites

Baliser, isoler l'électricité menacée et ne jamais resserrer, ouvrir ou colmater un réseau sous pression. Le liquide peut être chaud, froid ou traité.

Ordre des contrôles

Sécuriser, distinguer fuite et condensation, dater la perte, localiser le premier point humide, contrôler appoint et soupape visibles, puis transmettre toute ouverture du réseau.

Résultats et interprétation si/alors

Si une source externe est prouvée, corriger et suivre pression ou niveau ; si la perte continue, séparer instrument, appoint, expansion, soupape et fuite réelle.

Correction autorisée

Sécher, baliser et rétablir une position autorisée ; joint, vase, soupape, pompe, échangeur et traitement du liquide demandent isolement et procédure.

Contrôle final

Suivre pression, niveau ou appoint sur une durée suffisante, vérifier sécheresse, absence d'air, alarmes et stabilité thermique.

Arrêt et transmission

Maintenir hors service si eau et électricité se croisent, si la pression est inconnue, si le liquide est dangereux ou si l'origine reste cachée.

Guidage Technicien

Quantifier la perte et séparer expansion, soupape, appoint, instrument et fuite avant ouverture.

Dossier corrigé P6

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

P7 — Un bruit, une vibration ou une cavitation apparaît

Symptôme

Un grondement, sifflement, claquement ou vibration apparaît sur une pompe, un ventilateur, une tuyauterie ou le groupe pendant une phase précise.

Fonctionnement normal attendu

Les organes tournants et le réseau fonctionnent sans frottement, cavitation, contact de tuyau, déplacement ni vibration croissante.

Causes concurrentes

Air, pression d'aspiration insuffisante, filtre, vanne, pompe, sens ou vitesse, support, désalignement, tuyau en contact, ventilateur, compresseur, fluide ou commande.

Outils et documents

Chronologie descriptive, phase, pompe active, positions, pression documentée, inspection externe, historique, manuel et contrôles hors énergie des fixations accessibles.

Sécurité et limites

Ne pas tenir une pièce en marche, retirer un carter, approcher un accouplement ou chercher une fuite avec la main. Un bruit brutal impose l'arrêt.

Ordre des contrôles

Capturer la phase, sécuriser si brutal, localiser sans toucher, vérifier pression ou niveau et positions, mettre hors énergie, puis examiner supports et contacts autorisés.

Résultats et interprétation si/alors

Si le bruit suit une condition hydraulique démontrée, corriger et comparer ; s'il reste lié à un organe, séparer support, commande, roulement et circuit par preuve.

Correction autorisée

Rétablir niveau, position ou support explicitement autorisés ; pompe, alignement, ventilateur, compresseur et tuyauterie demandent intervention compétente.

Contrôle final

Rejouer les phases pertinentes, vérifier absence de bruit, vibration, fuite, échauffement et maintien du débit.

Arrêt et transmission

Arrêter pour choc, déplacement, échauffement, fuite, vibration croissante, cavitation persistante ou protection.

Guidage Technicien

Corréler pression, débit, vitesse, phase et support avant dépose ou remplacement.

Dossier corrigé P7

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

P8 — Un terminal, une zone ou la régulation réseau reste en défaut

Symptôme

Le groupe semble produire du froid mais une zone, un échangeur terminal ou la régulation centrale ne reçoit pas le résultat attendu.

Fonctionnement normal attendu

Production, pompage, distribution, vannes terminales, capteurs et demandes coopèrent selon le schéma hydraulique et la stratégie du site.

Causes concurrentes

Vanne locale, équilibrage, air, filtre, pompe, bypass, sonde, actionneur, communication, séquence centrale, charge locale, échange terminal ou capacité du groupe.

Outils et documents

Schéma hydraulique et de commande, liste des zones, demandes, positions, départ/retour par branche autorisés, alarmes, tendance et horaires.

Sécurité et limites

Ne pas forcer une vanne motorisée, neutraliser un interverrouillage ou intervenir sur un plafond, une hauteur ou un local technique sans moyens adaptés.

Ordre des contrôles

Définir l'étendue, comparer zones alimentées et défaillantes, prouver production et pompage, suivre la branche, puis séparer hydraulique, terminal et communication.

Résultats et interprétation si/alors

Si une seule branche échoue, concentrer le contrôle sur sa distribution et son terminal ; si plusieurs zones dérivent, rechercher une cause commune avant le groupe.

Correction autorisée

Rétablir uniquement planning, demande ou position accessible et autorisée ; vanne, équilibrage, actionneur, réseau et régulation exigent preuve et procédure.

Contrôle final

Comparer zones et branches sur une charge représentative, vérifier stabilité, communications, alarmes et réception par le responsable du site.

Arrêt et transmission

Transmettre si le schéma est inconnu, si l'accès impose une hauteur improvisée, si une vanne doit être forcée ou si le procédé reste non maîtrisé.

Guidage Technicien

Distinguer production, distribution, terminal et régulation par des mesures synchronisées et une seule variable à la fois.

Dossier corrigé P8

Un constat reprend le symptôme sans nommer de pièce. Le normal est recherché dans le manuel exact. Deux causes restent ouvertes jusqu'au contrôle discriminant. La correction se limite au périmètre autorisé ; la réception répète le résultat dans une phase comparable et consigne l'arrêt si la preuve manque.

18. Entretien contrôlé et remise en service

Préparer état initial, autorisations, continuité du procédé, pièces identifiées, isolement hydraulique, gestion de l'eau, critères d'arrêt et traçabilité. Après correction, rétablir panneaux, câbles, terre, vannes, isolants, filtres, protections et qualité du liquide selon le modèle.

La remise en service vérifie fuite, bruit, échauffement, séquence, débit, rejet de chaleur et stabilité. La durée d'observation doit couvrir le défaut recherché ; sinon une réserve reste ouverte.

19. Arbre de décision transversal

- 1 Eau, électricité, pression ou procédé en danger ? Sécuriser et transmettre. 2. Identité et architecture prouvées ? Sinon relever plaque et schéma. 3. Défaut de production ou de distribution ? Cartographier. 4. Cause externe démontrée ? Corriger et comparer. 5. Séquence interrompue ? Chercher la première transition absente. 6. Séquence complète sans résultat ? Séparer charge, débit, échange et circuit. 7. Preuve obtenue ? Corriger puis réceptionner. 8. Preuve absente ? Arrêter sans remplacement.

Cet arbre n'autorise ni seuil universel, ni shunt, ni mesure dynamique improvisée.

20. Dossiers de synthèse et exercices de causalité

Pour chaque dossier P1 à P8, établir cinq colonnes : fait, normal, causes concurrentes, contrôle discriminant, réception. Ajouter point de mesure, phase et critère d'arrêt.

Exercices : distinguer affichage et mesure de départ ; séparer débit et capacité ; tracer demande-autorisation-étage ; analyser le rejet de chaleur ; traiter une protection antigel ; quantifier une perte d'eau ; documenter une cavitation ; séparer production et terminal.

Corrigé : au moins deux causes restent ouvertes jusqu'au résultat, aucun essai dangereux n'est permis et le remplacement attend une preuve.

21. Évaluation finale /32 et corrigé

Huit situations valent 4 points : symptôme et normal ; causes concurrentes ; ordre et interprétation ; correction, réception et arrêt. Les cas reprennent P1 à P8 avec données incomplètes à structurer.

Le corrigé exige identité du modèle, protection des personnes et du procédé, contrôle discriminant, mesure contextualisée, correction limitée et réception comparable. Toute valeur universelle, shunt, alimentation directe, réarmement répété, mesure sous tension improvisée, ouverture non autorisée du circuit ou remplacement sans preuve bloque la validation.

22. Glossaire, sources et contrôle final Technicien

Chaîne de preuve : lien entre symptôme, normal, hypothèses, contrôle, résultat, correction et réception.

Transition : passage entre deux états de la séquence. Cartographie : comparaison synchronisée de zones nommées. Réserve : limite explicite à lever.

Sources primaires

- Carrier — AquaSnap 30RB, refroidisseurs à condensation par air
- Carrier — AquaSnap 30WG, refroidisseurs à condensation par eau
- Trane — documentation officielle des refroidisseurs
- Daikin Applied — bibliothèque des manuels IOM
- Grundfos — Pump Handbook
- Copeland — centre de ressources de sécurité compresseur et fluide
- INRS — prévention du risque électrique

Contrôle final Technicien

- Architecture et modèle démontrés avant mesure.
- Hydraulique, charge, rejet, commande et circuit séparés puis reliés.
- Huit pannes avec dix repères et contrôle discriminant.
- Métrologie contextualisée et preuve avant remplacement.
- Réception technique et décision de remise en exploitation séparées.
- Aucune valeur universelle ni procédure dangereuse inventée.