MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Acheteur
État - Ministère des Transports - Direction Générale de l'Aviation Civile - SAC SPM

Objet du marché
Fourniture d’une balayeuse de piste automotrice destinée au SAC SPM

TABLE DES MATIERES

1. INDICATIONS GENERALES 3

1.1. Objet du Cahier des Clauses Techniques Particulières 3

1.2. Description générale de la balayeuse 3

1.3. Normes et règlements de construction de la balayeuse 3

1.4. Réception du matériel 3

1.5. Garantie 3

1.5.1 - Garantie sur les ensembles mécaniques et électriques 4

1.5.2 Garantie sur les autres composants 4

1.5.3 Étendue de la garantie 4

1.5.4 Pièces détachées 4

1.6. Manuels et catalogues 4

1.7. Formation 4

1.8. Livraison 4

2. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE LA BALAYEUSE 5

2.1. Exigences générales 5

2.2. Châssis porteur 5

2.3. Dimensions, cadre, capot et réservoirs 5

2.3.1. Dimensions (valeurs réelles à déclarer par le candidat) 5

2.3.2. Cadre 6

2.3.3. Capot de protection 6

2.3.4. Réservoirs de carburant 6

2.4. Moteur auxiliaire, électricité et hydraulique 6

2.4.1. Moteur auxiliaire 6

2.4.2. Système électrique 6

2.4.3. Système hydraulique 7

2.4.4. Entraînement hydrostatique 7

2.5. Brosse et support 7

2.5.1. Brosse 7

2.5.2. Entrainement 7

2.5.3. Appui au sol 7

2.5.4. Support et châssis de brosse 8

2.6. Système de soufflage 8

2.7. Lame chasse-neige (5,6 m) 8

2.8. Commandes, affichage, alarmes et sécurité 9

2.8.1. Boîtier de commande 9

2.8.2. Commandes 9

2.8.3. Affichage permanent (Tableau de bord) 9

2.8.4. Alarmes et signalisation des défauts 9

2.8.5. Protections automatiques (Sécurités moteurs) 9

2.8.6. Langue d'affichage 9

2.8.7. Sécurité 10

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES.

1. INDICATIONS GENERALES

1.1. Objet du Cahier des Clauses Techniques Particulières

Le présent CCTP définit les spécifications et les conditions de fourniture d'une balayeuse soufflante de déneigement de piste compacte automotrice, avec sa lame chasse-neige et ses pièces de rechange, destinée à la Section Exploitation Aéroportuaire du Service de l'Aviation civile de Saint-Pierre-et-Miquelon.

Le matériel n'intègre pas de système de pulvérisation de produit dégivrant. Toute mention d'une marque, d'un type ou d'une norme s'entend **« ou équivalent ».**

1.2. Description générale de la balayeuse

La balayeuse proposée est la version commerciale standard, du modèle le plus récent, éprouvée en exploitation. Le constructeur devra justifier d'une expérience significative dans la construction de ce type de matériel.

Elle comprend :

- **Une lame chasse-neige frontale à panneaux;**
- **Une brosse rotative inter-essieu ;**
- **Un système de soufflage arrière.**

L'ensemble est monté sur un camion 4x4 du commerce.
Le matériel est intégralement neuf et opérationnel dès sa réception.
Il est livré complet avec tous les accessoires standards nécessaires à sa parfaite fiabilité dans toutes les conditions d'exploitation, qu'ils soient explicitement exigés ou non au présent CCTP.
Le titulaire est **l'interlocuteur unique** pour l'ensemble porteur + équipement, y compris pour la garantie et le service après-vente.

1.3. Normes et règlements de construction de la balayeuse

Sauf indication contraire, les normes citées sont celles en vigueur à la date de signature du marché, notamment :

- **Euro 6** pour le moteur du porteur ;
- **EuroMot 5** (ou Tier 4 Final) pour le moteur auxiliaire ;
- **Marquage CE** et compatibilité électromagnétique du système de commande ;
- Plaque d'attelage conforme à la norme **EN 15432-1**.

Le constructeur doit être certifié **ISO 9001** (certificat à joindre à l'offre) et fournir une liste de références aéroportuaires pour ce type de machine.

1.4. Réception du matériel

Le fournisseur procède à un test et une inspection complète de la balayeuse avant sa livraison. Elle est préparée et lubrifiée avec des produits (huiles, fluides, graisses) parfaitement adaptés aux conditions climatiques de l'Amérique du Nord (Canada / Saint-Pierre-et-Miquelon).

L'assemblage des pièces éventuellement désassemblées pour le transport ainsi que la mise en service finale sont assurés directement sur site par le fabricant ou son représentant agréé, et sont suivis d'essais contradictoires.
La réception est prononcée lorsque l'Acheteur dispose :

- De tous les manuels et catalogues exigés à l'article 1.6, validés par l'Acheteur ;
- Du certificat de conformité CE et de compatibilité électromagnétique.

L'Acheteur se réserve le droit de refuser le matériel, d'inspecter la machine à toute étape de sa production et de faire corriger tout défaut de conformité avant la réception définitive.

1.5. Garantie

Le fournisseur sera responsable des réparations sous garantie. Dans le cas d'une intervention par un technicien de la société fabriquant le matériel, il prendra à sa charge toutes les dépenses de transport, d'hébergement et de main-d'œuvre.

Dans le cas où l'Acheteur aurait à sa charge les réparations pendant la garantie, il se réserve le droit d'exiger, la fourniture des pièces détachées et le remboursement du coût de la main-d'œuvre. Le coût de cette main-d'œuvre sera calculé en fonction des barèmes de réparation et des tarifs horaires du fabriquant.

1.5.1 - Garantie sur les ensembles mécaniques et électriques

Les ensembles mécaniques et électriques (moteurs, ponts, pompes hydrauliques, boîtes d'engrenage, différentiels, souffleuse, embrayage, dispositifs d'entraînement de la brosse, dispositifs de sécurité et d'arrêt de toutes sortes) sont couverts par une garantie pièces et main-d'œuvre d'une durée minimale de **2 000 heures d'utilisation ou 24 mois de service**, au premier des deux termes atteints, prenant effet à compter de la date de réception de la balayeuse.

1.5.2 Garantie sur les autres composants

À l'exception des ensembles précités, tous les autres composants de ce matériel sont couverts par une garantie pièces et main-d'œuvre d'une durée minimale de **1 000 heures d'utilisation ou 18 mois de service**, au premier des deux termes atteints, prenant effet à compter de la date de réception.

1.5.3 Étendue de la garantie

La garantie doit couvrir toutes les pannes ainsi que celles attribuables à l'absence de dispositifs de sécurité, notamment les dispositifs d'arrêt du moteur, embrayage unidirectionnel, à une mauvaise installation ou des défauts de fabrication des matériels, etc.

1.5.4 Pièces détachées

La disponibilité des pièces détachées est garantie pendant une durée minimale de **10 ans**. Le candidat doit indiquer précisément dans son offre le délai maximal de livraison des pièces courantes et d'urgence à Saint-Pierre.

1.6. Manuels et catalogues

Les manuels d'utilisation, d'entretien et les catalogues de pièces sont obligatoirement fournis **en langue française**. Ils sont livrés en deux (2) exemplaires papier et en version électronique (clé USB ou support numérique dédié), accompagnés d'un guide pratique plastifié pour l'exploitation et l'entretien quotidien.

Les manuels d'entretien décrivent le démontage et le montage des pièces mécaniques et électriques, et comprennent l'ensemble des dessins d'assemblage ainsi que les schémas hydrauliques et électriques détaillés. Ils indiquent, pour chaque composant majeur (moteur, pompes, soufflerie, etc.), la référence exacte et les coordonnées du fabricant d'origine (première monte).

1.7. Formation

Le fournisseur assure sur le site de l'aérodrome de Saint-Pierre la formation complète :

- Des conducteurs (8 personnes) ;
- Des mécaniciens (2 personnes).

Le candidat détaillera dans son offre le programme, le contenu pédagogique et la durée proposée pour ces formations.

1.8. Livraison

La balayeuse est livrée « clé en main » à l'aérodrome de Saint-Pierre, transport maritime, déchargement et formalités douanières d'importation compris, au plus tard le **31 décembre 2027**.

2. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE LA BALAYEUSE

2.1. Exigences générales

La balayeuse est un matériel compact de déneigement de piste. Ses caractéristiques d'exploitation doivent répondre aux exigences suivantes :

- Fonctionnement continu pendant au moins **24 heures sans graissage** intermédiaire ;
- Plage de fonctionnement thermique garantie de -30 °C à +20 °C ;
- Plein rendement opérationnel sur revêtements en béton et béton bitumineux ;
- Diamètre de braquage maximal de **19 m** (rayon de braquage ≤ 9 m).

La machine doit pouvoir être utilisée en continu pendant 24 heures à une vitesse de travail de 40 km/h au maximum de la puissance spécifiée, sans défaillance. Sa vitesse de transport haut-le-pied doit être d'au moins 60 km/h.

À 40 km/h, la brosse ne doit générer aucun sautillement et les roues ne doivent produire aucune oscillation latérale, quel que soit le réglage et pour toute orientation du balai comprise entre 32° à gauche et 32° à droite.

À cette vitesse de 40 km/h, le système doit enlever au moins **80 % de la neige** résiduelle laissée par le chasse-neige jusqu'à une épaisseur de 13 mm (½ pouce), ainsi que le sable, la poussière, l'eau et les débris légers (FOD).

- **Largeur de balayage** : Comprise entre 3,50 m et 4,50 m.
- **Peinture :** Peinture de signalisation aéroportuaire haute visibilité. Partie haute orange (type RAL 2011), partie basse grise.
- **Commandes :** Utilisation de symboles internationaux normalisés, indépendants de la langue.
- **Gestion de flotte** : La fourniture d'un système de gestion de flotte (données en temps réel, plans de maintenance, alertes, historique) est requise (à détailler par le candidat).

2.2. Châssis porteur

Le porteur est un camion 4x4 de grande série du commerce. Le candidat devra démontrer dans son offre l'existence d'une chaîne logistique ou d'un accord d'assistance permettant l'approvisionnement des pièces du porteur à Saint-Pierre-et-Miquelon.

- **Transmission :** Intégrale 4x4 permanente ou enclenchable avec blocages de différentiels (inter-ponts et inter-roues).
- **Boîte de vitesses :** Automatique ou robotisée, avec mode de sélection manuelle des rapports par le conducteur.
- **Moteur porteur :** Puissance nette minimale de 250 kW, conforme à la norme antipollution Euro 6.
- **Essieu avant :** Capacité de charge admissible minimale de 10 tonnes. Essieux de type ultra-robuste avec traitement anticorrosion renforcé.
- **Directivité :** Deux essieux directeurs pour garantir le rayon de braquage ≤ 9 m. L'essieu arrière directeur doit se recentrer automatiquement au-delà de 30 km/h et pouvoir être activé ou désactivé manuellement depuis la cabine.
- **Freinage :** Pneumatique à double circuit avec système ABS et rattrapage de jeu automatique.
- Pneumatiques : Pneus d'hiver radiaux sans chambre (tubeless), dimensionnés pour supporter 110 % de la charge maximale autorisée de l'essieu. Échange des roues facilité**.**
- **Réservoir porteur :** Capacité minimale de 350 litres de gazole (si le réservoir est distinct de celui du moteur auxiliaire).
- **Interface frontale :** Plaque d'attelage EN 15432-1 type F1/C et prise de force avec pompe hydraulique dédiée aux mouvements de la lame (relevage, délestage, volets).
- **Électricité du porteur :** Tension de bord 24 V avec coupe-circuit général accessible. Éclairage conforme au Code de la Route, prise d'éclairage avant pour déport sur la lame, 2 phares de travail de zone et un gyrophare LED haute intensité.
- **Cabine :** Équipée de ceintures de sécurité 3 points, d'un pare-brise chauffant, de rétroviseurs électriques dégivrants et d'un pré-équipement pour l'installation de 2 radios aéroportuaires. Exempté de chronotachygraphe.

2.3. Dimensions, cadre, capot et réservoirs

2.3.1. Dimensions (valeurs réelles à déclarer par le candidat)

- **Longueur du châssis porteur, de l'avant à l'arrière :** < 10 m**.**

- **Longueur totale avec lame :** ≤ 12,0 m**.**
- **Largeur hors-tout de travail :** entre 4,50 m et 5 m, pour correspondre à la lame**.**
- **Largeur au transport :** ≤ 2,60 m**.**

2.3.2. Cadre

Le cadre de la balayeuse est construit en acier haute résistance soudé, dimensionné pour absorber les efforts de torsion et éviter toute déformation des longerons du camion porteur.
L'ensemble de la structure subit un traitement anticorrosion renforcé intérieur et extérieur pour résister durablement aux projections d'eau saline et aux produits chimiques de dégivrage aéroportuaire (la mise en œuvre d'une protection complémentaire de type cire de cavités doit être confirmée dans l'offre).

2.3.3. Capot de protection

Le capot est de construction robuste et traité contre la corrosion. Pour la maintenance, il bascule hydrauliquement vers l'arrière et donne un accès sécurisé à une plateforme de maintenance intégrée avec échelle escamotable. Une pompe à main de secours permet l'ouverture du capot en cas de panne électrique ou hydraulique. Les trappes d'accès disposent d'un système de blocage mécanique en position ouverte. Le compartiment technique est doté d'un éclairage périphérique LED pour les interventions de nuit.

2.3.4. Réservoirs de carburant

Le réservoir de carburant du moteur auxiliaire présente un volume utile minimal de **600 litres**, avec une géométrie garantissant l'aspiration jusqu'au niveau technique minimum. Le point de remplissage s'effectue depuis le sol et porte la mention claire « DIESEL » en lettres de 50 mm de hauteur. Chaque moteur (porteur et auxiliaire) dispose de son propre réservoir d'AdBlue, également remplissable depuis le sol.

2.4. Moteur auxiliaire, électricité et hydraulique

2.4.1.Moteur auxiliaire

Moteur diesel monté dans le compartiment arrière, développant une puissance nette continue minimale **de 250 kW (350 ch)**, justifiée par la documentation officielle du constructeur.

Il sera équipé de tous les dispositifs d'arrêt automatique réagissant aux conditions suivantes : faible pression ou bas niveau d'huile du moteur, surchauffe et bas niveau du liquide de refroidissement, bas niveau du liquide hydraulique, surchauffe du différentiel et surchauffe de l'huile hydraulique.
Il sera également équipé de tous les accessoires standards nécessaires pour garantir l'efficacité dans toutes les conditions d'utilisation.

Caractéristiques requises : injection directe, turbocompresseur avec refroidisseur d'air de suralimentation (intercooler), gestion électronique intégrée et refroidissement par liquide. Un système de ventilation soufflante inversée ou filtrée empêche toute aspiration ou accumulation de neige sous le capot.
Le moteur est équipé de sécurités positives provoquant son **arrêt automatique** dans les cas suivants :

- Pression d'huile moteur trop basse ou niveau d'huile bas ;
- Surchauffe du liquide de refroidissement ou niveau bas ;
- Surchauffe de l'huile hydraulique ou niveau bas dans le réservoir ;
- Surchauffe du différentiel ;
- Activation d'un arrêt d'urgence.

Note : En cas de détection de surchauffe (liquide de refroidissement ou huile), l'automate commande d'abord un retour automatique au régime de ralenti avant l'arrêt complet.

2.4.2.Système électrique

Circuit indépendant en 24 V, comprenant au minimum :

- 2 batteries de capacité ≥ 200 Ah, avec un courant de démarrage à froid ≥ 1500 A (norme EN) ;
- Un alternateur de capacité ≥ 100 A sous 28 V ;
- Un feu stroboscopique / flash LED sur la partie arrière la plus haute ;
- Deux projecteurs de travail LED orientés vers la brosse et son mécanisme d'articulation ;

- Des feux de gabarit LED étanches aux extrémités de la brosse et de la tuyère de soufflage ;
- Deux blocs optiques arrière étanches et renforcés (fonctions feux de position et stop).

Le moteur auxiliaire est obligatoirement équipé d'un **chauffe-bloc alimenté en 220 V / 50 Hz** d'une puissance minimale de **1 500 W**, immergé dans le liquide de refroidissement pour les démarrages hivernaux. Les systèmes en 110 V avec transformateur externe ne sont pas acceptés.
L'ensemble du câblage est protégé par des gaines annelées haute résistance, fixées solidement au cadre, et chaque conducteur est identifié à ses extrémités par un code couleur ou un repérage alphanumérique permanent.

2.4.3. Système hydraulique

Le circuit hydraulique assure l'orientation et le levage des buses d'air ainsi que celui de la brosse.

Il comprend :

- une pompe à débit variable pour l'entraînement hydrostatique de la brosse ;
- une pompe à débit variable pour l'entraînement hydrostatique de la soufflante ;
- une pompe à engrenages pour les mouvements et le refroidissement du circuit ;
- une bâche d'au moins 80 l, avec mise à l'air libre, indicateur de niveau et un filtre aspiration/retour facile à échanger.

Les composants, électrovannes et commandes sont de type industriel ultra-robuste, protégés contre l'eau, la saleté et l'humidité, avec filtres remplaçables et limiteurs de pression. Une **centrale électrohydraulique de secours** permet, en cas de panne du moteur auxiliaire, de relever et de replier la brosse et les buses de soufflage en position de transport sans démarrer le moteur. L'huile hydraulique fournie d'origine doit être de type Grand Froid, adaptée pour fonctionner jusqu'à **-30 °C**

2.4.4. Entraînement hydrostatique

La brosse et la turbine de soufflage sont entraînées de manière purement hydrostatique, sans embrayage mécanique ni boîte de transfert intermédiaire, permettant des démarrages progressifs et des arrêts quasi instantanés. Un capteur de pression en boucle fermée surveille en permanence l'effort sur la brosse permettant à l'automate d'ajuster dynamiquement sa vitesse de rotation et sa force d'appui au sol.

2.5. Brosse et support

2.5.1. Brosse

- Largeur minimale de travail : 4,20 m.
- Diamètre de la brosse (neuve) : ≥ 0,90 m.
- La brosse est livrée complète, dotée d'un anneau de levage dédié pour la manutention. L'âme du fût de la brosse fait l'objet d'un équilibrage dynamique rigoureux en usine.
- Le fût est constitué d'un seul tenant en aluminium extrudé, doté d'au moins 21 profils en T pour recevoir une garniture de balayage à cassettes (au choix : acier, polypropylène ou mixte). Le remplacement des cassettes doit pouvoir s'effectuer rapidement, sans nécessiter le démontage complet du fût.
- La garde au sol entre la brosse relevée au maximum et la piste est d'au moins 10 cm avec des cassettes neuves.

2.5.2. Entrainement

L'entraînement est assuré par deux moteurs hydrauliques intégrés aux extrémités du fût, excluant toute transmission par chaîne ou cardan intermédiaire. Le régime de rotation est réglable en continu de **200 à 700 tr/min** et s'asservit automatiquement à la vitesse d'avancement du porteur et au degré d'usure des fibres.

2.5.3. Appui au sol

Le système ajuste l'appui au sol de manière automatique et uniforme sur toute la largeur, sans nécessiter de capteur mécanique en contact direct avec la zone de travail de la neige. Le profil d'appui se présélectionne et s'ajuste au millimètre près directement depuis la cabine pour éviter toute usure prématurée. Un mode de réglage manuel de secours reste accessible sur le boîtier de commande.

2.5.4. Support et châssis de brosse

Le support est dimensionné pour encaisser les surcharges importantes de neige accumulée. Le carter supérieur intègre un panneau fixe et un déflecteur avant réglable empêchant les projections de neige ; ce déflecteur couvre au moins la moitié supérieure de la brosse et s'ajuste automatiquement selon la réduction du diamètre de cette dernière.
Le support repose sur la piste via au moins deux roues pivotantes à 360°, équipées de pneumatiques gonflés et d'amortisseurs de roues spécifiques tarés pour éliminer tout phénomène d'oscillation latérale ou de louvoiement à la vitesse de 40 km/h.
Le relevage de l'ensemble s'effectue par un mécanisme en parallélogramme offrant une suspension totalement indépendante des mouvements d'oscillation du châssis porteur. L'orientation hydraulique permet de couvrir un angle de **32° à gauche et 32° à droite**, en plus de la position verrouillée pour le transport. Les butées mécaniques de fin de course sont dimensionnées pour résister aux pressions maximales du circuit d'orientation.

2.6. Système de soufflage

Le système de soufflage est destiné à éliminer l'intégralité des résidus de neige, de glace ou d'eau non raclés par la brosse, sur toute la largeur balayée.

- **Implantation :** Intégré dans le porte-à-faux arrière du châssis.
- **Largeur hors-tout de la tuyère de soufflage :** Au moins 3,0 mètres.
- **Entraînement :** Hydrostatique direct (moteur hydraulique monté directement sur le moyeu de la turbine, sans embrayage).
- **Performances :** Débit d'air minimal de **8 800 l/s**. Le candidat précisera dans son offre le débit réel, la vitesse de l'air au sol ainsi que la méthodologie de mesure appliquée.
- **Fonctionnalités :**
    - Puissance de soufflage réglable sur au moins 2 niveaux depuis le boîtier en cabine.
    - Flux d'air orientable à gauche et à droite, avec un système d'alignement automatique asservi à l'angle d'orientation de la brosse centrale.
    - L'orientation hydraulique doit permettre un angle spécifique adapté au nettoyage des feux de piste encastrés.
    - Relevage automatique de la tuyère à au moins 15 cm du sol lors du passage de la marche arrière ou en mode transport ; abaissement de travail possible jusqu'à 7 cm de la piste.
    - L'aspiration de la turbine est protégée par un carter aérodynamique empêchant la pénétration et la formation de glace dans les conduits. Les sorties d'air non utilisées doivent pouvoir être obturées si nécessaire.

2.7. Lame chasse-neige (5,6 m)

La lame frontale est de type multi-panneaux en acier, conçue pour le raclage à haute vitesse. Chaque panneau suit de manière indépendante le profil de la chaussée et s'efface instantanément lors du franchissement d'un obstacle (feux de piste en saillie, joints de dilatation) avant de revenir en position de travail sans dommages pour la structure.

- **Largeur de déneigement :** Supérieure à **4,75 m** lorsque la lame est orientée à son angle maximal de 32°, garantissant l'ouverture d'une voie plus large que l'empreinte de balayage de la brosse centrale.
- **Structure :** Comprend au moins 6 panneaux indépendants montés sur un système de basculement à ressorts, reliés individuellement au châssis de la lame par des liaisons amortissantes et des butées en polyuréthane.
- **Cinématique :** Compensation automatique du dévers latéral de la piste. Les panneaux d'extrémité de lame sont surélevés. Les interstices entre les panneaux sont rendus totalement étanches par des bavettes en caoutchouc renforcé.
- **Volets d'éjection :** Présence de volets latéraux de rétention (joues d'extrémité) à commande hydraulique indépendante droite/gauche
- **Attelage :** Relevage parallèle hydraulique se fixant sur la plaque EN 15432 (Forme A) du porteur. Verrouillage de sécurité double (hydraulique et mécanique) pour le mode transport.
- **Orientation :** Réglable à 32° à gauche et 32° à droite par deux vérins hydrauliques double effet, protégés par des valves de choc contre les surpressions (rencontre d'obstacles).
- **Accessoires :** Équipée de béquilles de dépose réglables pour le remisage, d'une signalisation LED indiquant le gabarit et l'état d'ouverture/fermeture des volets en cabine.
- **Finition :** Châssis structurel peint en gris foncé, panneaux de lame peints en orange haute visibilité

(type RAL 2011).

2.8. Commandes, affichage, alarmes et sécurité

2.8.1. Boîtier de commande

Le boîtier de commande ergonomique est installé en cabine à portée de main du conducteur. Il est protégé contre les chocs et les projections d'humidité, et dispose d'un rétroéclairage d'intensité réglable pour le travail de nuit. Il intègre un écran couleur d'une diagonale minimale de **5 pouces**, configuré pour basculer automatiquement sur l'affichage de la caméra de recul lors de l'engagement de la marche arrière.

2.8.2. Commandes

Un **joystick unique** (mono-levier) permet de commander, de façon totalement synchronisée ou séparée, les mouvements de relevage et d'orientation de l'ensemble des trois outils (lame, brosse, soufflerie).
Le boîtier intègre également :

- La clé de démarrage/arrêt et le potentiomètre de régulation des gaz du moteur auxiliaire ;
- Les interrupteurs d'engagement de la brosse et de la turbine ;
- Les touches de réglage fin de l'appui au sol de la brosse ;
- La commande d'ouverture/fermeture hydraulique du capot arrière ;
- Le sélecteur des modes de fonctionnement : Manuel (maintien en appui), Automatique (cycles synchronisés), Maintenance, et Transport ;
- L'interrupteur d'activation de la directivité de l'essieu arrière.

2.8.3. Affichage permanent (Tableau de bord)

L'écran fournit en temps réel et de manière permanente les données suivantes :

- Régime (tr/min) et compteur horaire du moteur auxiliaire ;
- Température du liquide de refroidissement et pression d'huile du moteur auxiliaire ;
- Pression du circuit hydraulique d'entraînement, vitesse de rotation de la brosse et de la turbine ;
- Niveau de pression du système de délestage de la lame avant ;
- Niveaux des réservoirs de carburant et d'AdBlue du moteur auxiliaire.

2.8.4. Alarmes et signalisation des défauts

Tout dysfonctionnement génère instantanément l'apparition d'un message d'erreur explicite à l'écran, associé à une alarme sonore en cabine. Les alertes couvrent au minimum :

- Surchauffe ou niveau bas du liquide de refroidissement du moteur auxiliaire ;
- Pression d'huile basse ou niveau d'huile bas du moteur auxiliaire ;
- Niveau d'huile hydraulique bas ou température d'huile excessive dans le réservoir ;
- Colmatage du filtre à air du moteur auxiliaire ;
- Défaut de charge de l'alternateur (absence de signal D+) ;
- Déclenchement de l'un des boutons d'arrêt d'urgence.

2.8.5. Protections automatiques (Sécurités moteurs)

- Alerte thermique : En cas de surchauffe mineure du liquide de refroidissement, l'automate force le moteur auxiliaire à revenir à son régime de ralenti et affiche l'alerte.
- Arrêt d'urgence / Panne critique : L'activation d'un bouton d'arrêt d'urgence, une chute critique de la pression d'huile moteur ou un niveau d'huile hydraulique sous le seuil minimal déclenchent l'arrêt immédiat automatique du moteur auxiliaire pour préserver l'intégrité du matériel.
- AdBlue : Un message d'avertissement s'affiche en cas de niveau bas d'additif.

2.8.6.Langue d'affichage

Pour garantir une parfaite compréhension et s'affranchir des contraintes linguistiques en situation d'urgence, l'ensemble des fonctions de travail et de sécurité est représenté par des pictogrammes et symboles internationaux

intuitifs (normes ISO). Les textes d'accompagnement, menus de configuration et messages d'erreurs textuels sont obligatoirement configurés en **langue française**

.

2.8.7. Sécurité

- La machine comporte au moins **4 boutons d'arrêt d'urgence type « coup de poing »** rouge, répartis stratégiquement : un (1) en cabine de conduite, deux (2) à la périphérie extérieure de la machine, et un (1) à l'intérieur de l'armoire électrique du compartiment technique arrière. Chaque bouton coupe instantanément l'intégralité des fonctions dynamiques et le moteur auxiliaire.
- **Cinématique de marche arrière :** L'engagement de la marche arrière du porteur déclenche automatiquement et instantanément le relevage de sécurité de la lame, de la brosse centrale et de la tuyère de soufflage arrière pour éviter tout talonnage ou détérioration.
- Des plaques signalétiques rigides, schémas de graissage et autocollants d'avertissement conformes aux symboles ISO de sécurité sont apposés de manière durable sur tous les points névralgiques de la machine (zones de cisaillement, composants chauds, haute pression, etc.).