

### Périmètre d'exécution de la prestation

Ensemble des équipements des bancs « moteur thermique »

### Fonctions à maintenir

Chacun des bancs d'essai doit être maintenu sur les fonctions suivantes :

- Répartition de la puissance électrique sur les différents équipements du banc d'essai (FonctionM1)
  - Voir annexes Aa et Ab (synoptique et exemple de câblage de banc d'essai thermique)
- Gestion des Commandes de fonctions, des sécurités et des asservissements du banc d'essai (FonctionM2).
  - Gestion des commandes de fonctions, des sécurités et des asservissements du banc d'essai.
  - Certaines actions sont hors périmètre, cf paragraphe exception
- Machine de charge (Frein ou machine Électrique) (FonctionM3)
  - La fonction machine dynamométrique intègre un frein à courants de Foucault ou une machine électrique (synchrone ou asynchrone), son armoire de distribution et de gestion électrique à partir du réseau bâtiment, le tiroir de télécommande et tous les câblages électriques et pneumatiques entre ces équipements. Cette fonction doit assurer l'entraînement ou le freinage du moteur thermique en régulant son régime de rotation ou (et) son couple en respectant les performances et les différentes fonctions disponibles et annoncées par le constructeur.
- Transmission mécanique entre moteur thermique et machine dynamométrique (FonctionM4)
  - Les alignements machine / moteur thermique ne font pas partie du contrat.
  - Le prestataire devra être capable de réaliser le démontage et remontage, de la transmission pour pouvoir réaliser les opérations de maintenance (par ex : étalonnage du couplemètre de la machine)
- Mise en condition de l'eau du moteur thermique (température, + débit pour moteurs monocylindres) (FonctionM5)
  - La fonction doit assurer la régulation de température de l'eau de refroidissement du moteur thermique en utilisant le réseau d'eau adoucie du bâtiment (dureté Th 5°f, Température moyenne = 19 °C; Pmoyen = 4 bars, une alimentation et un retour d'eau par banc d'essai). La fonction intègre le circuit hydraulique depuis l'entrée de la vanne automatisée d'arrivée d'eau adoucie sur le banc d'essai, jusqu'à son retour gravitaire, en passant le (ou les) échangeurs, la vanne de régulation avec son convertisseur et son pilotage par voie de régulation par PID par une voie de l'automate, et la mesure de température de l'eau moteur.
  - Dans le cas des moteurs thermiques monocylindres (voir annexe B), pour assurer cette régulation de température, s'ajoutent sur le circuit d'eau du moteur, un réchauffeur d'eau de conception IFPEN pilotée par une voie de régulation à double sortie (chaud-froid) via un relais de puissance et un circulateur ou pompe à eau.
- Mise en condition de l'huile du moteur thermique (température, + pression pour monocylindre) (FonctionM6)
  - La fonction doit assurer la régulation de température de l'huile du moteur thermique en utilisant le réseau d'eau adoucie du bâtiment (Th 5°f, Tmoyen = 19 °C; Pmoyen = 4 bars, une alimentation et un retour d'eau par banc d'essai). La fonction intègre le circuit hydraulique depuis l'entrée de la vanne automatisée d'arrivée d'eau adoucie sur le banc d'essai, jusqu'à

son retour gravitaire, en passant le (ou les) échangeurs, la vanne de régulation avec son convertisseur et son pilotage par voie de régulation par PID par une voie de l'automate, et la mesure de température de l'huile du moteur. Cette fonction peut également être assurée à partir du réseau d'eau glacée, et ce avec le même périmètre.

- Dans le cas des moteurs thermiques mono cylindres (voir annexe B), pour assurer la mise en condition de l'huile du moteur, s'ajoutent sur le circuit d'huile, une réserve d'huile avec chauffage pilotée de conception IFPEN, une pompe pour le graissage sous pression avec déverseur intégré, et une pompe de ré aspiration des retours d'huile.
- Réglage de la contre-pression des gaz d'échappement du moteur thermique avec positionneur de volet (FonctionM7)
  - Cette fonction est assurée un ensemble du commerce comprenant un organe de commande électromécanique (moteur linéaire ou moteur synchrone) est d'une télécommande électrique. Le volet d'échappement est inclus dans le périmètre à maintenir.
- Mesure des grandeurs physiques standard (FonctionM9) :
  - Les voies de mesure (pression, température, tension, hygrométrie, couple, ...) sont suivies régulièrement métrologiquement
  - Ces fonctions intègrent la prise en compte de la valeur physique, à partir de la sortie du piquage (prise de pression ou de température), jusqu' à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition.
- Mesure du régime de rotation du moteur (FonctionM10)
  - Cette fonction chaîne de mesure intègre tous les équipements depuis la sortie d'un codeur angulaire ou d'une cible tournante jusqu'à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition.
- Chaînes de mesure en Analyses de gaz (FonctionM12).
  - Cette fonction M12 intègre le système d'analyse avec son système de prélèvement et tous les équipements nécessaires (lignes chauffées, tubes, câbles électriques, connecteurs, ...) délimités :
    - Pneumatiquement à partir des points situés en :
      - Aval des sorties des piquages de l'échappement du moteur
      - Aval des raccords de sortie des gaz étalon et des gaz de fonction sur la baie de seconde détente du réseau de gaz et d'air comprimé sur le réseau IFPEN
      - Amont des raccords des évacuations des gaz d'analyses et de condensât
    - Électriquement en aval de l'armoire de distribution électrique
  - La fonction est à assurer jusqu' à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition (via liaison analogique ou liaison numérique)
- Mesure de fumée des gaz d'échappement du moteur thermique par procédé automatique de noircissement de filtre (FonctionM13)

- Cette fonction chaîne de mesure intègre l'équipement de mesure avec sa télécommande et tous les équipements nécessaires, délimités :
  - A partir des points situés en :
    - Aval des sorties de piquages de l'échappement du moteur (entrée sonde).
    - Aval du raccord de sortie du banc en air comprimé (réseau IFPEN)
  - Électriquement en aval de l'armoire de distribution électrique
- La fonction est à assurer jusqu' à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition
- Mesure de la consommation du carburant du moteur thermique et gestion du remplissage de la cuve tampon avec mise à l'atmosphère (FonctionM14)
  - Cette fonction intègre tous les équipements nécessaires à la mesure du débit massique ou volumique du carburant réellement consommé par le moteur. Cette fonction chaîne de mesure est délimitée :
    - Tuyauterie à partir des points situés en :
      - Aval du raccord d'arrivée de carburant sur le banc d'essai
      - Amont du raccord commun d'évacuation du carburant sur le banc d'essai (vers réseau Slop)
      - Aval du raccord de sortie d'air comprimé du réseau
    - Électriquement à partir des points situés en :
      - Aval de l'armoire de distribution électrique
      - Amont du Connecteur de Sortie sur le banc d'essai de l'ordre Marche Arrêt de la pompe de la station de carburant
  - La fonction est à assurer jusqu' à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition
  - Cette fonction intègre notamment :
    - Une cuve de mise à l'atmosphère du carburant avec mesure de niveau et gestion de l'ordre d'alimentation en carburant, envoyé sur la station "carburant".
    - Une pompe assurant le débit de carburant, de la cuve au conditionneur (voir ci-dessous) et son ordre de commande émane de l'automate. L'ordre de pompage est lancé à la demande de remplissage du système de mesure de consommation de carburant via l'automate.
    - Un conditionneur de carburant (équipement du commerce) assurant une pressurisation constante et un refroidissement du carburant et des mises à l'air pour purges.
    - Un équipement de mesure du débit (équipement du commerce)
    - Le circuit bouclé (aller et retour) du carburant entre équipement de mesure et moteur
    - Vannes, tés, raccords et tubulures inox ou tressées inox
    - La boucle complète de régulation de la température du carburant circulant, entre équipement de mesure et moteur (échangeurs, vanne de régulation avec convertisseur et pilotage par voie de régulation par PID, mesure de température de l'eau moteur, pompe carburant, déverseur)
  - Les pompes de mise en pression du carburant à des valeurs supérieures à 10 bars sont hors du périmètre de la prestation
- Mesure (et régulation) du débit d'air Comburant à l'entrée du moteur thermique (FonctionM15)
  - La fonction est assurée par un débitmètre du commerce pour les moteurs multicylindres ou par un système de mesure et de régulation par col sonique sur les monocylindres
  - Il existe 2 possibilités de mesure du débit suivant le type de moteur :
    - Pour les multicylindres. La fonction de mesure du débit est assurée par un ensemble de débitmétrie d'air du commerce.

- Cette fonction intègre le débitmètre avec son transmetteur, son alimentation électrique, le transport et le conditionnement du signal, et les raccords mécaniques d'entrée et sortie.
- La fonction est à assurer jusqu' à l'affichage des valeurs de débit enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition
- Pour les monocylindres : les bancs d'essai utilisent un ensemble de régulation et mesure de débit massique conçu par l'IFPEN appelé "Multi-col".
  - Cette fonction intègre le circuit pneumatique complet, du raccord d'entrée de la vanne pilotée d'alimentation en air comprimé du banc d'essai, jusqu'à la sortie d'air issue de la bonbonne de tranquillisation en passant par l'ensemble" Multi-col"
  - Cette fonction intègre le circuit pneumatique, à partir des points situés en
    - Aval du raccord d'entrée de la vanne pilotée d'alimentation en air comprimé du banc d'essai.
    - Amont de la sortie de la bonbonne de tranquillisation pour alimentation en air du moteur.
  - Cette fonction intègre le circuit électrique, à partir des points situés en
    - Aval de l'armoire de distribution électrique
    - Amont des entrées sur la carte ou le module d'acquisition (signaux analogiques de mesure de pression et température entrée des cols)
    - Aval des sorties sur la carte ou modules d'acquisition (signaux logiques de pilotage des combinaisons de cols)
- Certaines actions sont hors périmètre, cf paragraphe Exception du cahier des charges
- Mesures rapides des pressions (FonctionM16)
  - Ce sont les mesures de pression dans les cylindres, et les tubes d'échappement et d'admission du moteur thermique.
  - Le nombre de chaînes de mesures variant d'un banc à une autre. Les chiffres ci-dessous sont exprimés pour la totalité des 2 bancs.
    - 55 mesures de pression par effet piézo-électrique (conditionnement du signal par amplificateur de charges)
    - 25 mesures de pression par effet piézo-résistif (conditionnement du signal par pont de jauges)
  - Cette fonction est à maintenir de la sortie du capteur (connecteur) à l'entrée du système d'acquisition et ainsi que le système de refroidissement du capteur piézo-électrique. Pour exemple : connecteurs, câbles haute impédance, amplificateur de charge

### Liste de fonctions variables réparties sur les bancs d'essai, à maintenir

Chacun des bancs d'essai n'utilise pas systématiquement les fonctions listées ci-dessous. Au gré des besoins, des bancs d'essai seront équipés de ces fonctions, pendant les durées de campagnes d'essais.

Dans le cadre d'un déplacement du besoin fonctionnel sur ces bancs d'essai, IFPEN a à sa charge le déplacement, la mise en service de ces fonctions et la mise à jour de la base de données de matériel.

- Régulation de la température d'air d'admission à l'entrée du moteur thermique par réchauffage (FonctionM18)
  - La fonction doit assurer la régulation de température de l'air admis par le moteur. Cette fonction intègre tous les équipements nécessaires à la mise en température régulée de l'air admis, à partir de la source de tension électrique du banc d'essai. Elle intègre notamment un relais statique de puissance (type commutation au point zéro tension) piloté en RCO par une

voie de régulation PID par une voie de l'automate, un réchauffeur électrique de conception IFPEN (avec élément chauffant du commerce)

- Mise en condition (température) et régulation en débit d'une partie des gaz d'échappement recirculés à l'admission (EGR) (FonctionM19)
  - La fonction doit assurer la régulation de température et en débit des gaz d'échappement rebouclés à l'admission (EGR). Cette régulation utilise le réseau d'eau adoucie du bâtiment (dureté Th 5°f, Température moyenne = 19 °C; Pmoyen = 4 bars, une alimentation et un retour d'eau par banc d'essai). La fonction intègre le circuit fluide depuis l'entrée de la vanne automatisée d'arrivée d'eau glacée, les compresseurs (2 ou 4) et les vannes d'arrêt présentes sur le circuit EGR sur le banc d'essai, jusqu'à son retour gravitaire, en passant le (ou les) échangeurs, la vanne de régulation avec son convertisseur et son pilotage par voie de régulation par PID par une voie de l'automate, et la mesure de température des gaz EGR suivant le schéma actuel et ses évolutions futures.
- Régulation de la température de l'air en "sortie compresseur" du moteur thermique par refroidissement (FonctionM20)
  - La fonction doit assurer la régulation de la température de l'air en sortie compresseur du moteur thermique, par refroidissement.
- Mesure du débit de gaz carter du moteur thermique dit "Blow by" (FonctionM21)
  - La fonction doit assurer la mesure du débit des gaz qui transite du carter "bas moteur" à l'admission du moteur.
  - Cette fonction intègre tous les équipements nécessaires ; pneumatiquement entre entrée et sortie du moteur, électriquement jusqu'à l'entrée analogique de la carte ou module d'acquisition ; (tuyaux, câbles électriques, équipement de mesure et sa télécommande, ...). Pour certains moteurs, les gaz ne seront pas rebouclés à l'admission mais envoyés vers une évacuation de gaz en dépression. Dans ce cas, le périmètre à maintenir intègrera aussi un décanteur d'huile (nombre maxi 2).
  - La fonction est à assurer jusqu'à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition.
- Mesure du débit d'eau de refroidissement (FonctionM26)
  - Cette fonction intègre le débitmètre avec son transmetteur, son alimentation électrique, le transport et le conditionnement du signal analogique jusqu'à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système de pilotage et d'acquisition.
  - Certaines actions sont hors périmètre, cf paragraphe exception
- Mesure du débit d'huile du moteur thermique (FonctionM27)
  - Cette fonction intègre le débitmètre avec son transmetteur, son alimentation électrique, le transport et le conditionnement du signal jusqu'à l'affichage des valeurs enregistrées sur le système d'acquisition.
- Entraînement en rotation, à régime variable, des pompes à carburant haute pression (FonctionM28)
  - Cette fonction comprend un moteur électrique, un accouplement, une pompe HP de série et un afficheur pour le réglage du régime rotation, et les câbles associés en intégrant la commande depuis le PC de supervision via le module de sortie analogique.

#### Exceptions à une maintenance de niveau 1 à 4

Les exceptions sont :

- L'automate de chaque baie de commande de banc d'essai associé à son afficheur ou son pupitre opérateur. Le soumissionnaire n'est pas autorisé à intervenir sur des composants de l'automate, son programme ou son chargement. Les actions du soumissionnaire se limiteront à lancer des actions au travers de celui-ci et à vérifier la cohérence des entrées et sorties au regard des modes de fonctionnement. Toute mise en cause de l'automate sera effectuée auprès du correspondant Maintenance IFPEN.
  - Remarques : les services de IFPEN assurent les opérations de maintenance sur l'automate
- Les vérifications périodiques des sécurités et leurs asservissements pour les bancs moteurs ne sont pas à la charge du soumissionnaire. Les actions du soumissionnaire se limiteront aux actions correctives et aux vérifications des détections sécurité et des asservissements remis en conformité.
  - Explications : les services de IFPEN, lors des opérations de mise en service d'une nouvelle étude sur un banc d'essai, sont déjà dans l'obligation de revérifier les systèmes sécurité qu'ils ont pu altérer ou modifier pour un nouveau besoin. De nouvelles vérifications ne sont donc pas utiles.
- L'ordinateur de supervision du banc d'essai (avec ses cartes ou modules d'acquisition et de communication, et son logiciel de supervision).
  - Pour des raisons d'organisation interne propres à IFPEN, la carte ou les modules d'acquisition et le logiciel d'acquisition sont hors du périmètre, des équipements à maintenir niveau 1 à 4. Les actions se limiteront à des détections de dysfonctionnement sur ces éléments (altérations de la chaîne de mesure), à des reconfigurations de voies, et à des recalibrages des chaînes de mesure par les coefficients a et b d'acquisition.
  - Dans le cas d'appareils de mesure utilisant des sorties numériques, la fonction d'interprétation de ces signaux est dans le périmètre de maintenance. A la charge du soumissionnaire de vérifier avec les outils informatiques de l'IFPEN (après formation), la conformité des signaux et données fournies par les appareils jusqu'à l'affichage des données sur le superviseur.
  - En cours de prestation, toute mise en cause, par le soumissionnaire, de ce matériel (carte ou module d'acquisition, ordinateur, carte de communication) dans l'altération des performances des chaînes de mesure doit être remontée directement auprès du correspondant Maintenance IFPEN. Celui-ci fera intervenir les personnes compétentes pour ce type de matériel.
- Les vérifications métrologiques débitmètres d'eau, d'huile et d'air qui nécessitent un raccordement extérieur.
  - IFPEN ne pouvant mettre actuellement d'étalons de travail à disposition du soumissionnaire, IFPEN assurera, sous sa propre responsabilité, le raccordement de ces chaînes de mesure par un laboratoire extérieur. Le soumissionnaire doit intervenir sur ces équipements dans la mesure où ces actions ne remettent pas en cause la réponse métrologique initiale de l'appareil. Dans le cas contraire, il procédera au remplacement du débitmètre par un équipement, mis à disposition par le correspondant maintenance de IFPEN et raccordé métrologiquement.
- Les vérifications métrologiques des capteurs d'hygrométrie.
  - IFPEN effectue, lui-même, en laboratoire l'étalonnage des capteurs d'hygrométrie (par lot). IFPEN mettra à disposition du soumissionnaire des capteurs vérifiés afin que le soumissionnaire puisse réaliser des échanges en cas de pannes ou de doutes.

- A la charge du soumissionnaire de réaliser la vérification de la chaîne de mesure d'hygrométrie en aval du capteur (utilisation d'un simulateur "étalon" numérique)

#### Important :

Pour ces exceptions de maintenance où IFPEN demande à assurer ces prestations par le biais d'un de ces services, le soumissionnaire n'est pas tenu responsable de l'intervention réalisée par IFPEN. Il est donc important, pour le soumissionnaire, de formaliser l'information auprès du correspondant maintenance IFPEN lorsqu'il a clairement identifié un dysfonctionnement particulier sur une fonction de son périmètre, où il n'est pas autorisé par IFPEN à intervenir. Ce n'est que dans ces conditions que le temps d'arrêt n'est pas imputé au soumissionnaire.

#### Prestations générales dues par le Prestataire au titre du forfait de base

Maintenance préventive, corrective et conditionnelle des bancs moteur thermique pour les niveaux 1 à 4 de la norme NFX 60-000. (Le recours éventuel à la sous-traitance ne constitue pas un critère de qualification du niveau de maintenance).

Actions de niveau 5 de démontage et remontage des équipements mentionnés dans le cahier de charge Réalisation)

Maintenance réalisée dans les délais contractuels

Maintenance selon gammes constructeurs et IFPEN

Conduite et surveillance des installations (dont suivi de la garantie des Installateurs)

Gestion des stocks des pièces

Gestion des déchets de l'activité suivant les normes en vigueur et les règles de l'IFPEN

Enregistrement des opérations dans le GMAO et émission de rapports d'intervention

#### Prestations spécifiques dues par le Prestataire au titre du forfait de base

HE<sup>(1)</sup>

HHE<sup>(2)</sup>

Accompagnement des organismes de contrôles (mandatés par IFPEN)

X

Maintenance préventive et corrective de niveau 1 à 4 ne nécessitant pas la programmation de coupures ou ne présentant pas de risque de rupture d'alimentation

X

Maintenance préventive et corrective de niveau 1 à 4 nécessitant une rupture d'alimentation impactant l'activité du site.

X

#### Fournitures et Consommables comprises dans le Forfait

Aucun

#### Services faisant l'objet d'une facturation hors forfait (refacturable à IFPEN)

Maintenance de niveau 5 de la norme NFX 60-000 (sauf les actions de démontage, expédition, remontage des équipements mentionnés dans le cahier de charge Réalisation)

Fourniture des consommables, pièces de rechange (hors gestion des stocks) : facturable avec l'application du coefficient de gestion

#### Causes d'adaptation du forfait

Augmentation / Réduction du nombre d'équipements à prendre en charge suite à rénovation de travaux ou ajout d'équipements.



Arrêt prolongé d'un moyen expérimental engendrant variation de volumétrie d'activité Maintenance (se référer au CCAP)

Changement de réglementation.

#### Obligations de l'IFPEN

Mise à disposition des accès au site, aux ateliers et aux locaux d'expérimentation

Pièces, articles, consommables refacturables à IFPEN par le Prestataire

Matériel spécifique mentionné sur le cahier des charges « Réalisation » dans la limite de la liste.

Garantir la fourniture des fluides (eau potable, eau industrielle, air comprimé, électricité) nécessaires au fonctionnement des prestations

#### Rappel des références documentaires, réglementaires ou normatives

Selon norme en vigueur

(1) HE : Heure d'exploitation

(2) HHE : Hors Heure d'exploitation

Le Prestataire restant garant de l'atteinte de ses objectifs de résultats.

Les gammes de maintenance constituent un minimum d'opérations de maintenance à réaliser et peuvent être adaptées par ce dernier en cas de besoin (sous condition d'information et de validation de l'IFPEN)

#### GAMMES MINIMALES DE MAINTENANCE

Ci-dessous exemple d'une fiche de maintenance d'un banc thermique.

Répartition de la puissance électrique									
Armoires de puissance servitude									
Thermographie des armoires électriques									
Dépoussiérage intérieur et extérieur									
Nettoyage de la grille d'aération et vérification du bon fonctionnement des voyants et contrôle goulottes									
Resserrage des connexions dans les armoires électriques suivant indication du rapport thermographique									
Contrôles visuels									
Gestion des commandes, sécurités et asservissements									
Contrôles l'ensembles des pressostats et Thermostats de sécurité banc (à détailler)									
Machine dynamométrique									
Analyse vibratoire sans spécimen									
Heures de fonctionnement									
Contrôle connectiques machine									
Contrôles d'isolement de la machine									
Contrôle du filtre à air									
Contrôle de l'état du capteur de couple (visuel)									
Armoire de puissance									
Thermographie des armoires électriques									
Heures machine									
Dépoussiérage intérieur et extérieur									
Nettoyage de la grille d'aération et vérification du bon fonctionnement des voyants et des ventilateurs									
Contrôles serrage									
Rack de commande									



Dépoussiérage
Changement des filtres
Contrôle des voyants et ventilateur
<b>Mise en condition du Circuit hydraulique banc (eau, huile)</b>
Contrôle et réglage des convertisseurs I/P voir avec l'exploitant banc
Contrôle des vannes de régulation
Contrôle 4-20mA sortie automate
Contrôle des différentes pressions du circuit
Contrôle et/ou nettoyage échangeur circuit d'eau
Contrôle du filtre sur le réseau d'eau adoucie
<b>Révision annuelle équipement de mesure de consommation KMA 4000</b>
<b>Révision annuelle des fumimètres</b>
<b>Mesure des grandeurs physiques standards</b>
<b>Méetrologie des voies de mesure</b>