

Lycée Pradeau La Sède Site Saint Pierre 14 rue Mesclin 65000 TARBES Tél : 0562563360 Mail :	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux	Session 2018
--	---	---------------------

Aide au maintien en condition opérationnelle de freins hydrauliques MCO_FREINS

<i>Partenaire professionnel :</i> Safran Helicopter Engines Avenue Joseph Szydlowski, 64510 Bordes	<i>Étudiants chargés du projet :</i> Noms Prénoms -E1 -E2 -E3 -E4 -E5	<i>Professeurs ou Tuteurs responsables :</i> Noms Prénoms - MONCLA Francette - GAROBY Etienne
--	--	---

Reprise d'un projet : **NON**

Présentation générale du système supportant le projet :

Safran Helicopter Engines, leader mondial dans le domaine des turbomoteurs, possède de nombreux **bancs d'essai** qu'elle utilise pour tester ses turbomoteurs d'hélicoptères durant la phase de développement, de production, mais aussi lors de leur maintenance. Ces bancs d'essai sont répartis sur de nombreux **sites** aux quatre coins du monde. Lors d'un **essai**, le turbomoteur est placé sur un banc de test et vient s'accoupler avec un **frein hydraulique** qui absorbe la puissance mécanique du turbomoteur.



FREIN



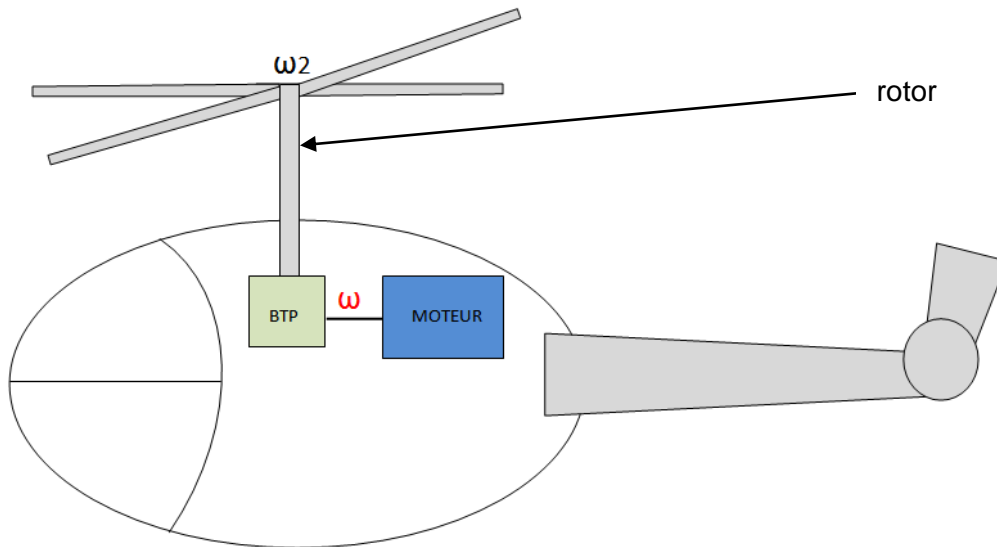
MOTEUR

L'objectif général de ce projet est **d'étudier la faisabilité** d'un **système d'aide au maintien en condition opérationnelle des freins hydrauliques** utilisés sur les bancs d'essai.

Ce système doit permettre de :

- Superviser l'état des freins hydrauliques et leurs temps d'utilisation
- Planifier des actions de MCO sur ces freins
- Tracer et acter les actions de maintenance
- Assurer la disponibilité des freins

Contexte d'utilisation d'un frein hydraulique



Lors des manœuvres effectuées par l'hélicoptère (décollage, atterrissage, vol stationnaire, avancement, charge de l'hélicoptère), le moteur doit fournir la **puissance mécanique** nécessaire tout en conservant les **vitesse de rotation** constantes (vitesse de régulation). Pour cela le moteur agit sur le **couple** (C)

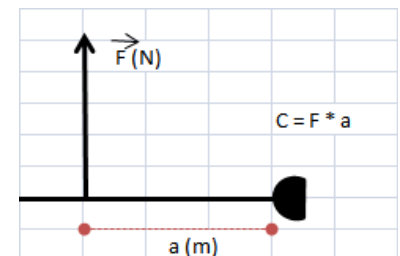
$$P = C \omega \quad \text{et} \quad \omega = \pi N / 30$$

P = Puissance mécanique exprimée en Watt

C = couple exprimé en N.m

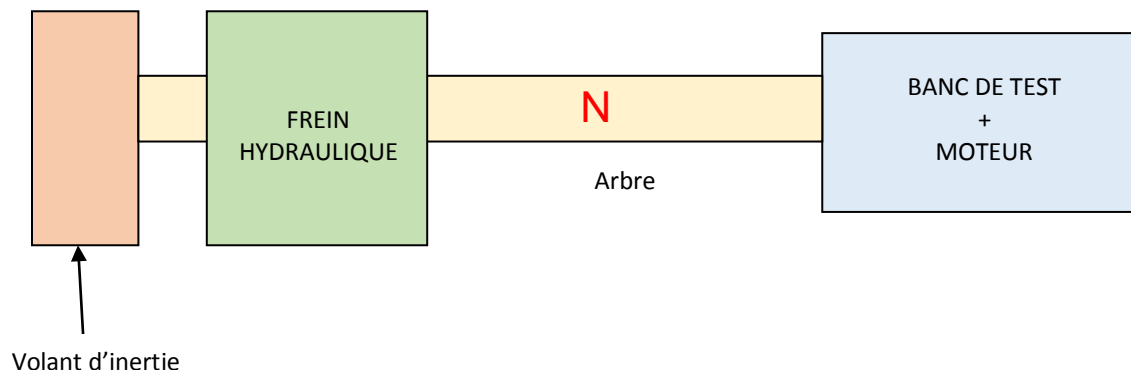
ω = vitesse exprimée en rad/s

N = vitesse exprimée en tr/min



Par exemple pour obtenir plus de puissance, le moteur augmente le couple.

Lors d'un **essai** le moteur est placé sur un banc d'essai et vient s'accoupler à un frein hydraulique.



SYNOPTIQUE DU BANC D'ESSAI AVEC LE FREIN HYDRAULIQUE

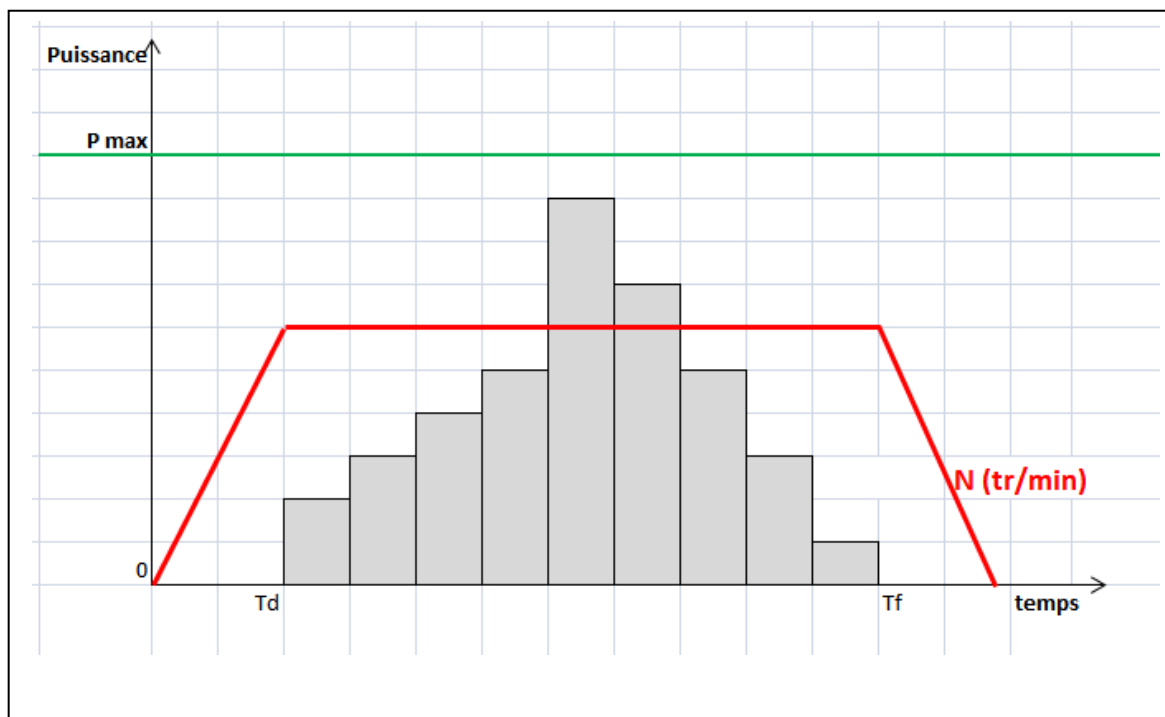
L'essai débute véritablement lorsque le moteur a atteint sa **vitesse de régulation** (N), qui **doit rester constante**.

Dès lors, on fait varier le couple, donc la **puissance** délivrée par le moteur, et on observe son comportement.

Ces variations de puissance ont pour objectif de reproduire les situations d'utilisation du moteur d'hélicoptère qui nécessitent des valeurs de puissance différentes.

Quelque soit la situation, le moteur doit délivrer la puissance nécessaire tout en restant à sa vitesse constante.

D'où le rôle sur le banc d'essai du **frein hydraulique** qui va venir absorber cette puissance pour maintenir la vitesse constante. Il vient compenser sur le banc d'essai l'absence du rotor. (l'eau génère un couple résistant)



REALISATION D'UN ESSAI

Caractéristiques des freins hydrauliques

Il existe **deux types** de freins hydrauliques, prévus pour deux gammes de moteurs.

Chaque gamme de frein est définie pour une **plage de vitesse** et une **puissance** maximum (**Pmax**)

GAMME	MOTEURS	HELICOPTERES	CLIENT
20000tr/min <N<24000tr/min 0 kW < P < 3000kW	RTM 322 ARDIDEN 3 MAKILA	NH90 / MERLIN Z15 SUPER PUMA	AirBus Helicopter Chinois AirBus Helicopter
6000tr/min <N<9000tr/min 0 kW < P < 1500kW	ARRIUS ARRIEL ARDIDEN 1 MTR 390 TM 333 ARRANO	COLIBRI ECUREUIL / DAUPHIN SHAKTI TIGRE DHRUV H160	AirBus Helicopter AirBus Helicopter Indien AirBus Helicopter HAL (Inde) AirBus Helicopter

Expression du besoin

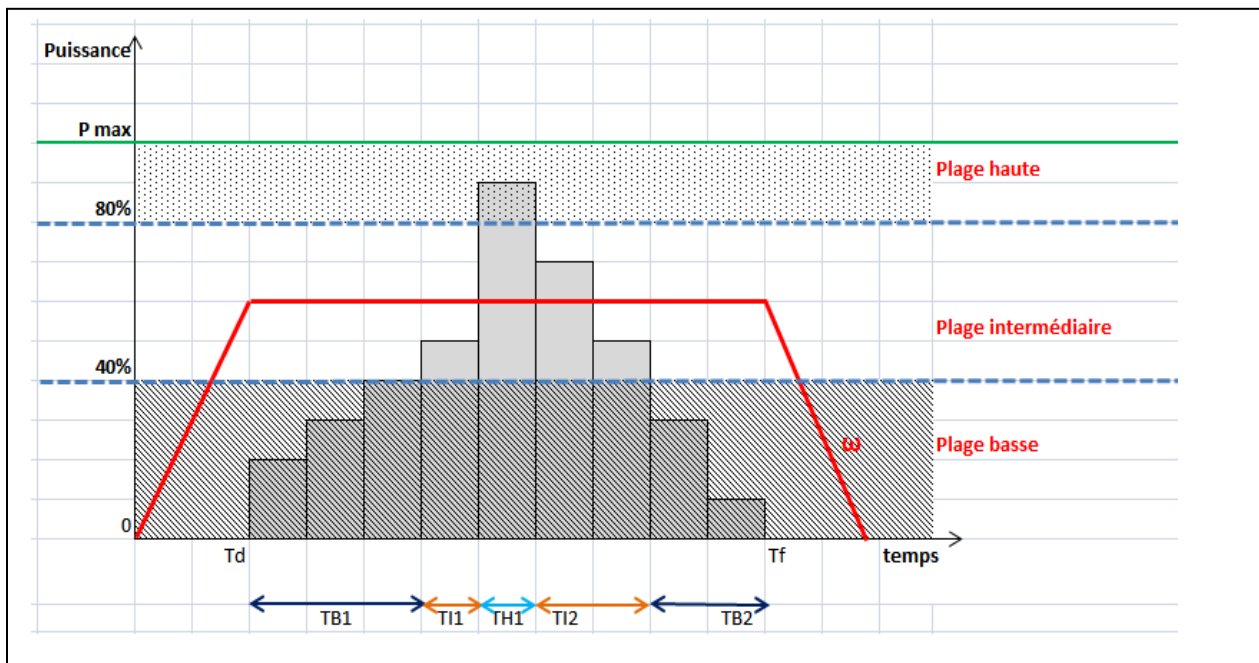
Il faut savoir qu'un frein hydraulique est indépendant du banc de test, il peut être déplacé d'un banc à un autre, d'un site géographique vers un autre. Il est donc difficile de connaître son temps total d'utilisation et d'assurer son maintien en condition opérationnelle (MCO).

Pour faciliter le MCO de ses freins, la société SHE souhaite équiper chacun de ses freins hydrauliques d'un **module** intelligent.

Pour les raisons expliquées ci-dessus, ce module ne doit pas être lié au moteur et à la configuration du banc de test, il doit être complètement détaché du banc de test.

Ce module doit être capable de fournir en sortie lors d'un essai les informations suivantes :

- La **durée de fonctionnement** du frein dans une **plage de puissance** (basse, intermédiaire, haute), ceci à chaque changement de plage.



TB1 et TB2 durées de fonctionnement en plage basse

TI1 et TI2 durées de fonctionnement en plage intermédiaire

TH1 durée de fonctionnement en plage haute

- Des **mesures de température** :
 - au niveau de la bague extérieure des roulements,
 - de l'entrée d'eau
 - de la sortie de l'eau.

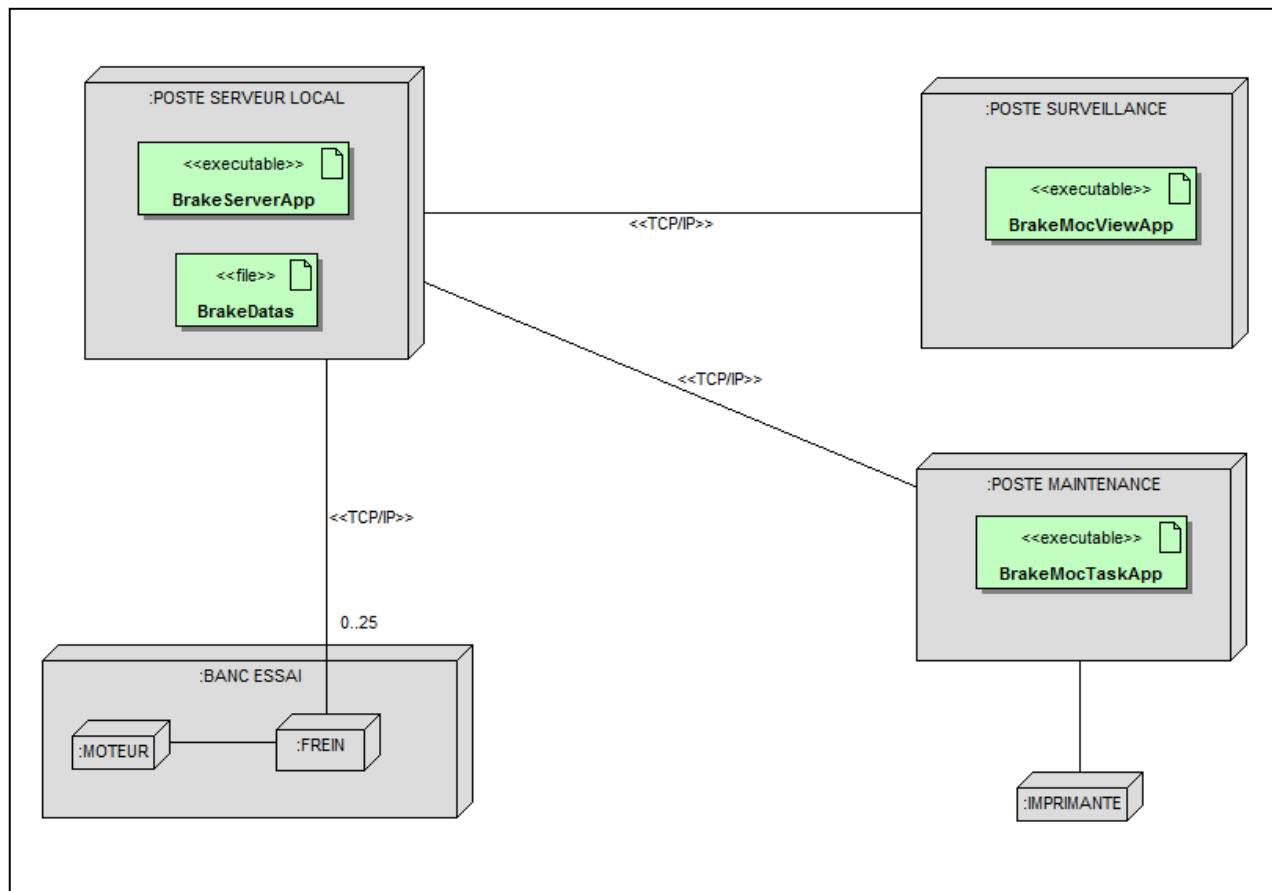
Ce module n'existe pas encore et reste à définir par le service des méthodes de l'entreprise SHE.

En revanche la société SHE souhaite que nous réalisons **un système** qui exploiterait les informations délivrées par **l'ensemble de ces modules**, afin d'organiser et tracer la **maintenance préventive**.

Nous nous limiterons dans ce projet au site de BORDES dans les Pyrénées Atlantiques qui possède **25 bancs** et **une trentaine de freins hydrauliques**, mais l'objectif final de SHE est d'élargir le système pour l'ensemble de tous ses freins répartis dans le monde entier.

Description structurelle du système

DIAGRAMME DE DEPLOIEMENT



Principaux constituants matériels :	Caractéristiques techniques :
Un PC serveur	Windows 7 + wampserver
Un PC superviseur	Windows 7
Un PC maintenance	Windows 7
Une imprimante	Celle de la salle

LE POSTE SERVEUR

Le poste serveur installé sur le site de Bordes concentre dans sa **base de données** « BrakeDatas » toutes les informations de tous les freins hydrauliques et les mesures les concernant, prélevées lors des essais.

Dans le cadre de notre étude cette base de données sera hébergée sous Wampserver, alors que dans la réalité il s'agira d'utiliser le système de gestion des données de Safran.

Pour chaque frein on doit trouver dans la base de données les informations suivantes :

- l'identifiant du frein
- le site géographique

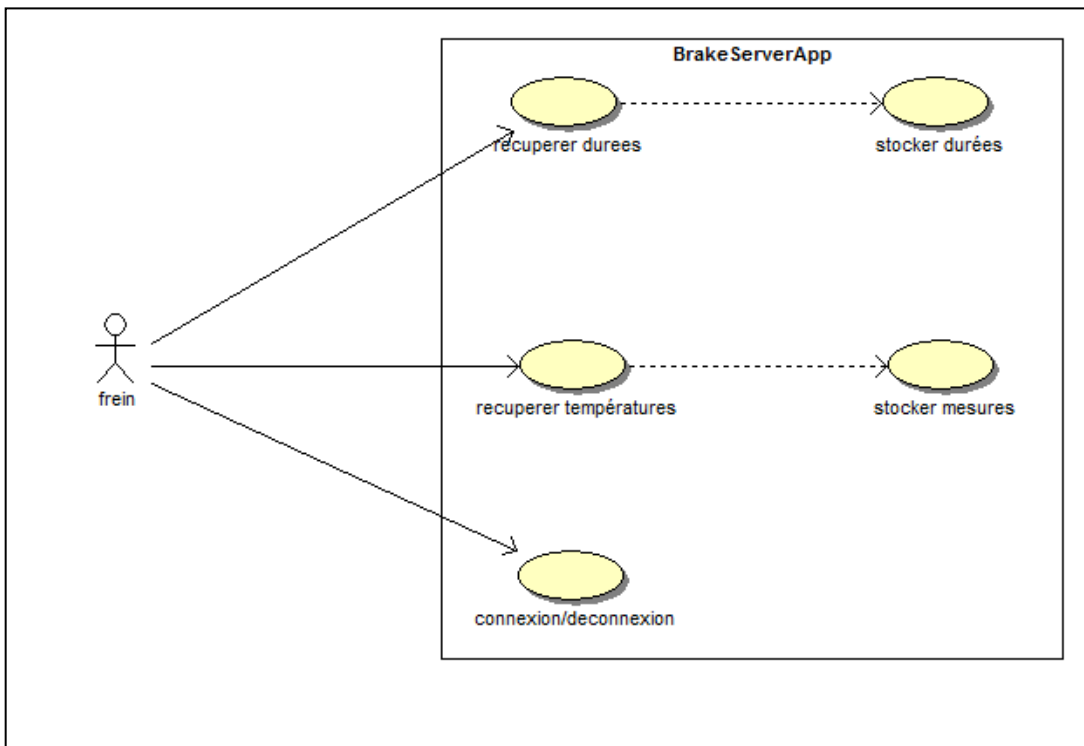
- le banc auquel il est associé
- la puissance Max qu'il peut absorber
- ses seuils théoriques : nombre d'heures max de fonctionnement Hmax (5000h), seuils de températures (seuilTR = 120°, seuilTE= 25°, seuilTS=55°, seuilDeltaT = 30°)
- son taux d'endommagement (dernier calcul)
- son état (affecté, en attente, en panne,)
- les mesures envoyées par le frein
-

Certaines de ses informations sont liées au **type** de frein, comme les seuils par exemple.

L'application « **BrakeServerApp** » déployée sur ce poste est une application **serveur**.

Cette application doit permettre de :

- Recevoir de tous les freins les **durées de fonctionnement** dans les différentes plages de puissance ceci à chaque fois qu'il y a un changement de plage lors d'un essai.
- Stocker ces durées dans la base de données
- Recevoir les dernières **températures** relevées sur la bague extérieure des roulements, et dans l'eau en entrée et en sortie du frein
- Stocker ces mesures dans la base de données



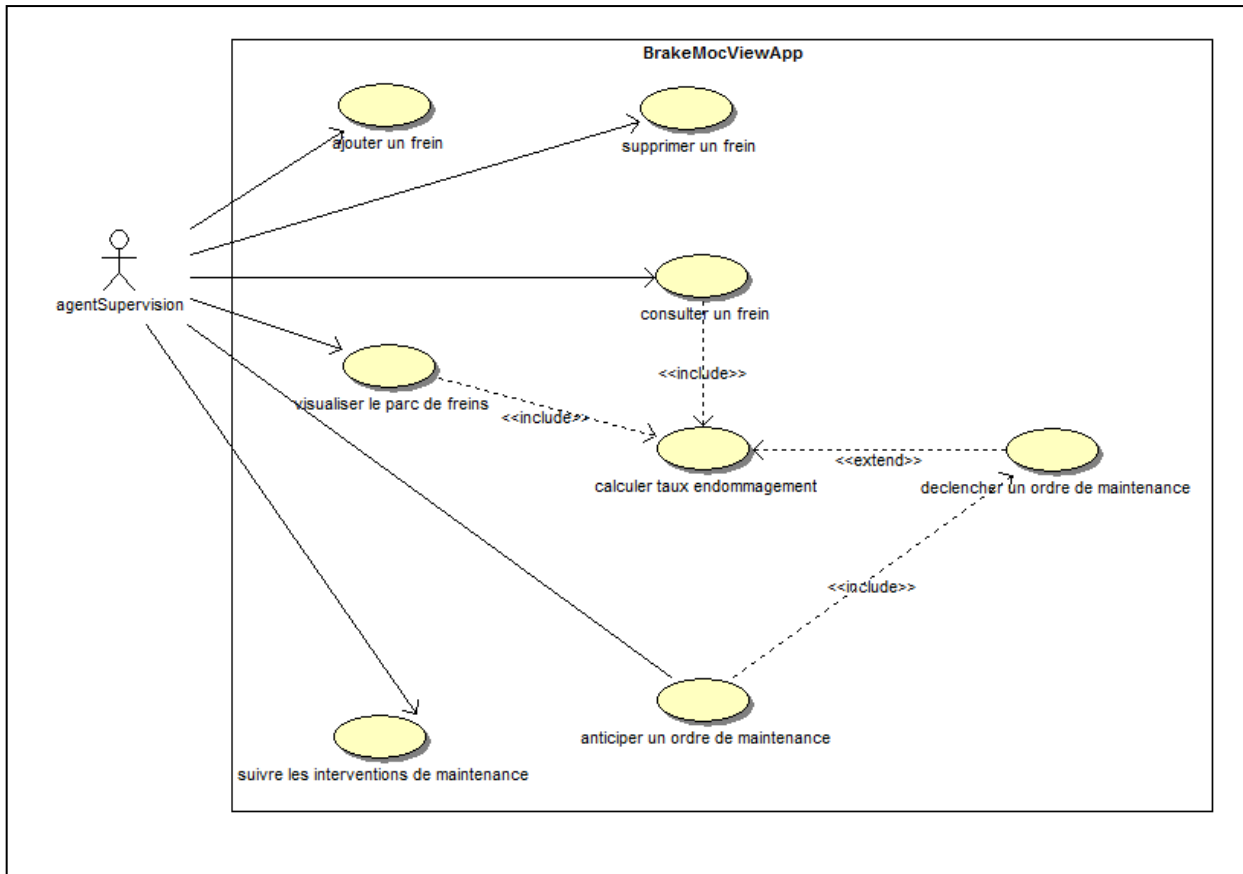
LE POSTE SURVEILLANCE

Le poste de surveillance est lui aussi installé sur le site de Bordes.

L'application « **BrakeMocViewApp** » déployée sur ce poste doit permettre de :

- Ajouter et supprimer un frein dans la base
- Calculer le **taux d'endommagement** d'un frein
- Visualiser de façon globale ou ciblée le parc des freins (affectation, temps total de fonctionnement, somme des temps dans chaque plage, taux d'endommagement, les températures.....)

- Déclencher un **ordre de maintenance**
- Suivre les actions de maintenance



Calcul du taux d'endommagement

Ce calcul sera fonction des paramètres suivants :

- Le temps total de fonctionnement TF
- Le temps de fonctionnement dans la plage basse TB
- Le temps de fonctionnement dans la plage intermédiaire TI
- Le temps de fonctionnement dans la plage haute TH

$$TF = \sum TH + \sum TI + \sum TB$$

L'endommagement du frein n'est pas le même pour un fonctionnement en plage haute et en plage basse. Pour cette raison il faudra calculer un temps total de fonctionnement **pondéré** (TP) avec des coefficients différents pour chaque plage

$$TP = \sum TH * 3 + \sum TI * 0.5 + \sum TB * 0.1$$

Et de là le taux

$$\text{Taux} = (TP * 100) / H_{\max}$$

Ordre de maintenance

Un ordre de maintenance préventive de **niveau 1** appelée **maintenance intermédiaire** doit être automatiquement déclenché tous les 25% de taux d'endommagement, ou toutes les 1000h de fonctionnement, ou lorsque les températures deviennent critiques par rapport aux seuils prédéfinis.

Un ordre de maintenance préventive de **niveau 2** appelée **révision générale** doit être automatiquement déclenché lorsque le taux de 100% d'endommagement est atteint.

Un ordre peut aussi être anticipé.

Chaque ordre de maintenance sera consigné dans la base de données.

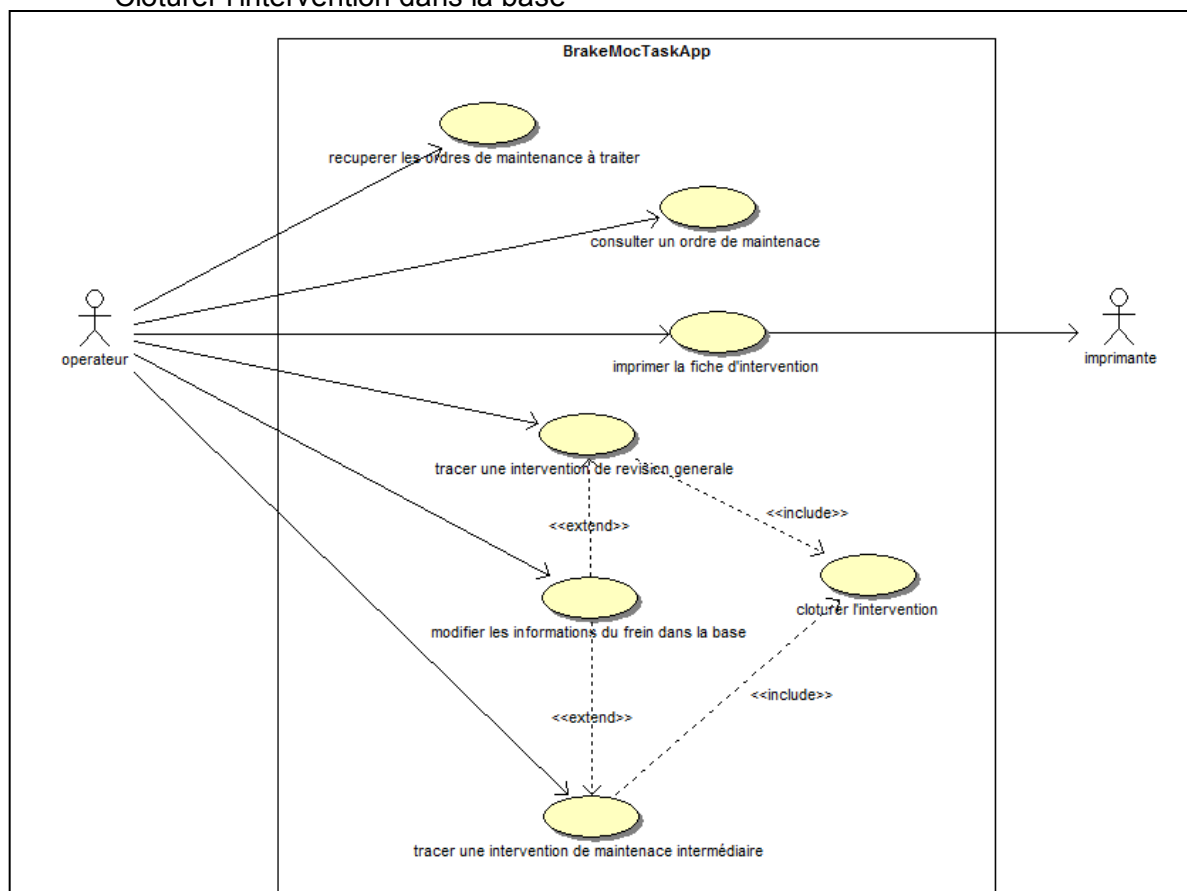
LE POSTE DE MAINTENANCE

Le protocole de maintenance est différent selon le niveau, il est exécuté par un opérateur de maintenance.

Cet opérateur a à sa disposition un poste sur lequel est installée l'application « **BrakeMocTaskApp** »

Cette application doit permettre à l'opérateur de:

- Récupérer dans la base de données les ordres de maintenance à traiter
- Consulter les ordres de maintenance
- Imprimer la fiche d'intervention
- Tracer l'intervention de maintenance intermédiaire
- Tracer l'intervention de révision générale
- Modifier les informations d'un frein (remise à zéro, état, Hmax, affectation.....) ceci en fonction des opérations de maintenance
- Clôturer l'intervention dans la base



PROTOCOLES DE MAINTENANCE

La maintenance intermédiaire

Elle comprend les contrôles suivants :

- Vérification des roulements
- Vérification du système d'étanchéité
- Contrôle vibratoire
- Contrôle visuel des cannelures de la ligne d'arbre
- Endoscopie de l'ensemble tournant
- Endoscopie des flasques d'écoulements
- Vérification de l'entartrage du collecteur de sortie

La révision générale

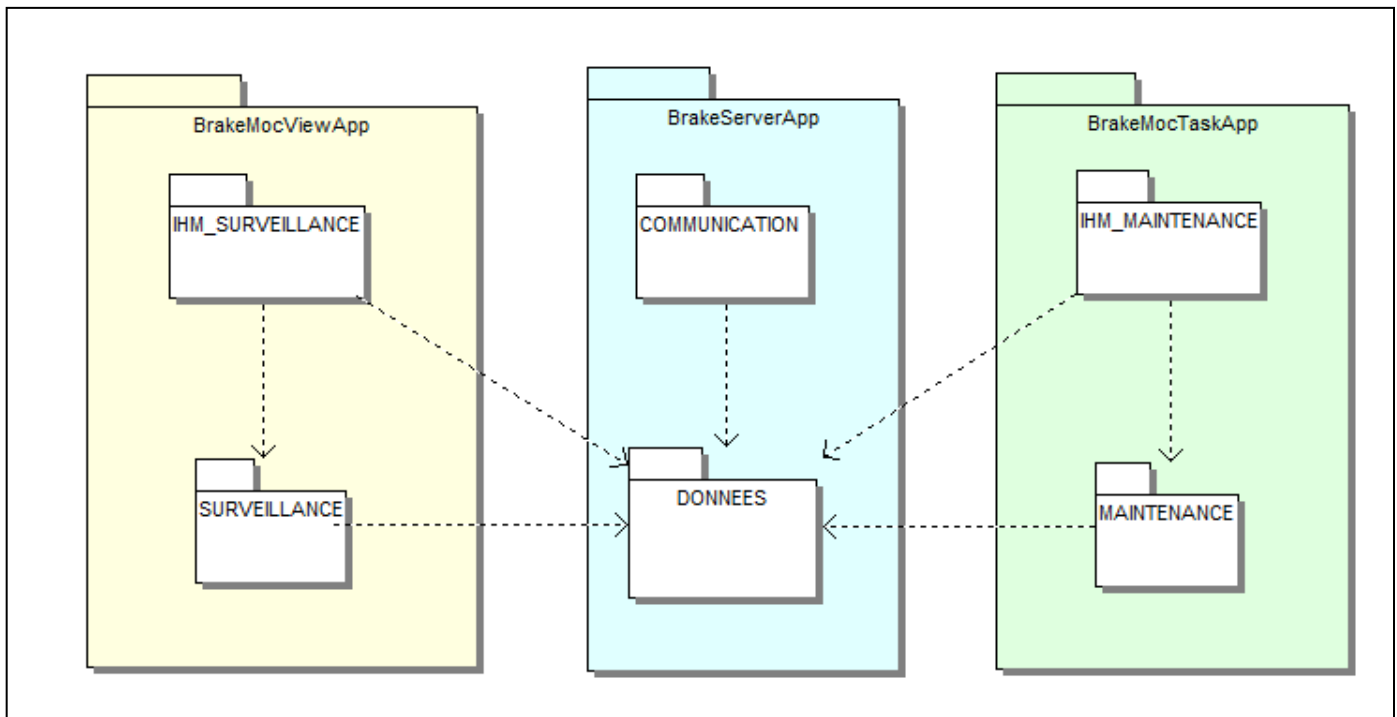
La révision générale impose la dépose du frein avec application du manuel de révision

On y trouve :

- Le changement des roulements
- Le changement des joints
- La vérification de la vanne d'entrée
- La vérification de la vanne de sortie
- Le contrôle par ressuage de l'ensemble tournant
- Le contrôle visuel de l'ensemble tournant
- Le contrôle par ressuage des flasques d'écoulements
- Le contrôle visuel des flasques d'écoulements

Principaux constituants logiciels :	Caractéristiques techniques :
Paquetage DONNEES	Ce paquetage représente l'ensemble des données du système collectées dans la base de données
Paquetage COMMUNICATION	Ce paquetage prend en charge l'aspect serveur de l'application BrakeServerApp. C'est lui qui récupère les informations en provenance des freins et les stocke dans la base de données
Paquetage IHM_SURVEILLANCE	Ce paquetage contient l'ensemble des classes d'interface homme-machine de l'application BrakeMocViewApp
Paquetage SURVEILLANCE	Ce paquetage contient l'ensemble des classes qui vont permettre de superviser les freins et d'organiser la maintenance
Paquetage IHM_MAINTENANCE	Ce paquetage contient l'ensemble des classes d'interface homme-machine de l'application BrakeMocTaskApp
Paquetage MAINTENANCE	Ce paquetage contient l'ensemble des classes qui vont permettre de gérer les interventions de maintenance

DIAGRAMME DES PAQUETAGES



Énoncé des tâches à réaliser par les étudiants :

	Fonctions à développer et tâches à réaliser	
Étudiant 1	Paquetage COMMUNICATION Définition d'un protocole Architecture de la base de données Proposition d'une solution pour simuler un module	Conception : Choix/Stratégies/Diagrammes UML Conception des classes du paquetage Configuration / Installation / Mise en œuvre : Librairies pour mise en œuvre d'un serveur Réalisation : Codage du paquetage COMMUNICATION Documentation : Dossier technique / Manuels de l'application
Étudiant 2	Ajout et suppression des freins dans la base Visualisation du parc Architecture de la base de données	Conception : Choix/Stratégies/Diagrammes UML Conception des classes Configuration / Installation / Mise en œuvre : Librairies nécessaires Réalisation : Codage des classes nécessaires Documentation : Dossier technique / Manuel utilisation de l'application
Étudiant 3	Calcul du taux d'endommagement Déclenchement des opérations de maintenance Suivi des interventions Architecture de la base de données	Conception : Choix/Stratégies/Diagrammes UML Conception des classes Configuration / Installation / Mise en œuvre : Librairies nécessaires Réalisation : Codage des classes Documentation : Dossier technique / Manuel utilisation de l'application
Étudiant 4	Récupération et visualisation des interventions de maintenance Impression de la fiche d'intervention	Conception : Choix/Stratégies/Diagrammes UML Conception des classes Configuration / Installation / Mise en œuvre : Librairies nécessaires Réalisation : Codage des classes Documentation : Dossier technique / Manuel utilisation de l'application
Étudiant 5	Traçage des interventions de maintenance intermédiaire Traçage de la révision générale Modifications des informations d'un frein Clôture d'une intervention	Conception : Choix/Stratégies/Diagrammes UML Conception des classes Configuration / Installation / Mise en œuvre : Librairies nécessaires Réalisation : Codage des classes Documentation : Dossier technique / Manuel utilisation de l'application

Inventaire des matériels et outils logiciels à mettre en œuvre par les candidats :

Désignation :	Caractéristiques techniques :
Logiciel Bouml pour la modélisation UML	Windows 7
Qt Creator pour le développement en C++	Windows 7 + WampServer
Une imprimante	Celle de la salle

Tâches	Revues	Contrats de tâche	Compétences	Candidat_1	Candidat_2	Candidat_3	Candidat_4	
		Expression fonctionnelle du besoin						
T1.4	R2	Vérifier la pérennité et mettre à jour les informations.	C2.1	x	x	x	x	x
T2.1	R2	Collecter des informations nécessaires à l'élaboration du cahier des charges préliminaire.	C2.2	x	x	x	x	x
T2.3	R2	Formaliser le cahier des charges.	C2.3 C2.4	x	x	x	x	x
T3.1	R2	S'approprier le cahier des charges.	C3.1	x	x	x	x	x
T3.3	R2	Élaborer le cahier de recette.	C3.5	x	x	x	x	x
T3.4	R2	Négocier et rechercher la validation du client.	C2.4	x	x	x	x	x
		Conception						
T4.2	R3	Traduire les éléments du cahier des charges sous la forme de modèles.	C3.1 C3.3	x	x	x	x	x
T5.1	R3	Identifier les solutions existantes de l'entreprise.	C3.1 C3.6					
T5.2	R3	Identifier des solutions issues de l'innovation technologique	C3.1 C3.6	x	x	x	x	x
T4.3	R3	Rédiger le document de recette.	C4.5	x	x	x	x	x
T6.1	R3	Prendre connaissance des fonctions associées au projet et définir les tâches.	C2.4 C2.5	x	x	x	x	x
T6.2	R3	Définir et valider un planning (jalons de livrables).	C2.3 C2.4 C2.5	x	x	x	x	x
T6.3	R3	Assurer le suivi du planning et du budget.	C2.1 C2.3 C2.4 C2.5	x	x	x	x	x
		Réalisation						
T7.1	R3	Réaliser la conception détaillée du matériel et/ou du logiciel.	C3.1 C3.3 C3.6	x	x	x	x	x
T7.2	RF	Produire un prototype logiciel et/ou matériel.	C4.1 C4.2 C4.3 C4.4	x	x	x	x	x
T7.3	RF	Valider le prototype.	C3.5 C4.5 C4.6	x	x	x	x	x
T7.4	RF	Documenter les dossiers techniques et de maintenance	C2.1 C4.7	x	x	x	x	x
T9.2	RF	Installer un système ou un service.	C2.5	x	x	x	x	x
T10.3	RF	Exécuter et/ou planifier les tâches professionnelles de MCO.	C2.5					
T11.3	RF	Assurer la formation du client.	C2.2 C2.5	x	x	x	x	x
T12.1	RF	Organiser le travail de l'équipe.	C2.3 C2.4 C2.5	x				
T12.2	RF	Animer une équipe.	C2.1 C2.3 C2.5	x				
		Vérification des performances attendues						
T9.1	RF	Finaliser le cahier de recette.	C3.1 C3.5 C4.5	x	x	x	x	x

<i>Avis de la commission</i>

- Les concepts et les outils mis en œuvre par le candidat (1-2-3-4-5)... correspondent au niveau des exigences techniques attendu pour cette formation :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3-4-5)

- L'énoncé des tâches à réaliser par le candidat (1-2-3-4-5)... est suffisamment complet et précis :

oui / à reprendre pour le candidat 1-2-3-4-5

- Les compétences requises pour la réalisation ou les tâches confiées au candidat (1-2-3-4-5) sont en adéquation avec les savoirs et savoir-faire exigés par le référentiel :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3-4-5)

- Le nombre d'étudiants est adapté aux tâches énumérées :

oui / trop / insuffisant

Commentaires

Date :

Le président de la commission