

version V6 05 11 2005



Repères pour la formation

Brevet de technicien supérieur MAINTENANCE INDUSTRIELLE

SOMMAIRE

	Pages
1. Fondements du référentiel.....	2
1.1. évolutions liées au nouveau référentiel	2
1.2. Présentation générale du référentiel	3
2. Stratégie et organisation de la formation	
2.1. Introduction	3
2.2. Stratégie et organisation par spécialité	
2.2.1 Analyse fonctionnelle et structurelle	4
2.2.2 Automatique	9
2.2.3 Génie électrique	12
2.2.4 Stratégie de maintenance.....	16
2.2.5 Activités pratiques	20
2.3. Projet et stage	26
2.3.1 Développement du projet	27
2.3.2 Typologie des projets techniques	31
3. Certification	
3.1. Contrôle en cours de formation.....	31
3.2. Supports d'évaluation de stratégie de maintenance.....	33
3.3. Grilles d'évaluation	37
4. Guide d'équipement	
4.1. Introduction	37
4.2. Définition des zones et équipements associés.....	38
5. Réseau national pédagogique maintenance industrielle	
5.1. Rôle du RPMI	41
5.2. Site internet	41
6. Ressources / Formation.....	41

1. FONDEMENTS DU REFERENTIEL

La fonction maintenance contribue à optimiser le fonctionnement des entreprises dans une optique de qualité totale et de développement durable. Les objectifs de la maintenance sont les suivants :

- assurer la disponibilité des outils de production de biens ou de services au moindre coût ;
- assurer la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.

Pour atteindre ces objectifs, et en tenant compte d'un contexte de mondialisation visant à réduire les coûts pour assurer la compétitivité des entreprises, celles-ci ont besoin de techniciens ayant des compétences très fortes tant dans les domaines techniques que dans l'approche économique des problèmes et dans la capacité à manager les hommes.

Cette évolution des besoins constitue la base du nouveau référentiel de formation du technicien supérieur en maintenance industrielle.

1.1. Evolutions liées au nouveau référentiel

Le nouveau référentiel intègre les évolutions suivantes :

è **Acquisition renforcée des savoirs disciplinaires**

- ž S5 : analyse fonctionnelle et structurelle ;
- ž S6 : automatique ;
- ž S7 : génie électrique ;
- ž S8 : stratégie de maintenance ;
- ž S9 : activités pratiques.

Ces savoirs font l'objet d'horaires d'enseignement en cours et/ou TD et/ou TP. Ce choix est dicté par la volonté de favoriser l'acquisition des connaissances par les étudiants en privilégiant la méthode inductive.

è **Une sous épreuve d'intervention évaluée en CCF (contrôle en cours de formation)**

Composante de l'épreuve professionnelle de synthèse, l'épreuve d'intervention intègre les quatre grands domaines de la maintenance industrielle : le diagnostic, la réparation, la maintenance préventive et l'amélioration.

è **Un projet technique en milieu professionnel**

Le titulaire du BTS MI est capable d'analyser un besoin réel au sein d'une entreprise, d'élaborer une solution et de la mettre en œuvre en s'intégrant au sein d'une équipe.

Au cours de la seconde année de formation, la période en entreprise passe de 3 à 6 semaines avec une problématique à résoudre intégrant obligatoirement la phase de réalisation.

è **Des compétences en stratégie de maintenance évaluées en CCF**

Le titulaire du BTS MI doit maîtriser les outils qui lui permettront d'analyser les problèmes d'un point de vue technico-économique en s'intégrant à la politique de maintenance de l'entreprise et en mettant en œuvre une stratégie de maintenance. Les savoirs et savoir-faire correspondants sont évalués dans le cadre de l'examen au travers d'une épreuve en CCF intitulée : « Stratégie de maintenance ».

è **Introduction d'une compétence spécifique à la santé et sécurité au travail**

Même si la sécurité ne constitue pas, pour le titulaire du BTS MI, une activité professionnelle en tant que telle, celle-ci se trouve complètement intégrée dans toutes les activités techniques du BTS MI et fait l'objet d'une compétence spécifique évaluée lors de la mise en œuvre de l'épreuve d'intervention.

è **Introduction d'une compétence liée à l'animation**

Le titulaire du BTS MI ne travaille pas seul, son niveau de formation peut l'amener à animer et à encadrer une équipe. La prise en compte de cette réalité se traduit par l'apport d'une compétence spécifique qui sera évaluée dans le cadre de l'examen répondant ainsi à la demande des industriels qui ont participé à l'élaboration de ce nouveau diplôme.

1.2. Présentation générale du référentiel

Le référentiel du diplôme commence par une présentation des activités ou tâches professionnelles que le titulaire du diplôme est amené à exercer après quelques années d'expérience professionnelle. C'est le référentiel des activités professionnelles qui constitue le référent principal pour la VAE (validation des acquis issus de l'expérience).

L'acquisition des compétences transcrites dans le référentiel de certification est l'objet même de la formation et de l'enseignement prodigué. Les indicateurs d'évaluation constituent les critères d'évaluation des épreuves d'examen.

2. STRATEGIE ET ORGANISATION DE LA FORMATION

2.1. Introduction

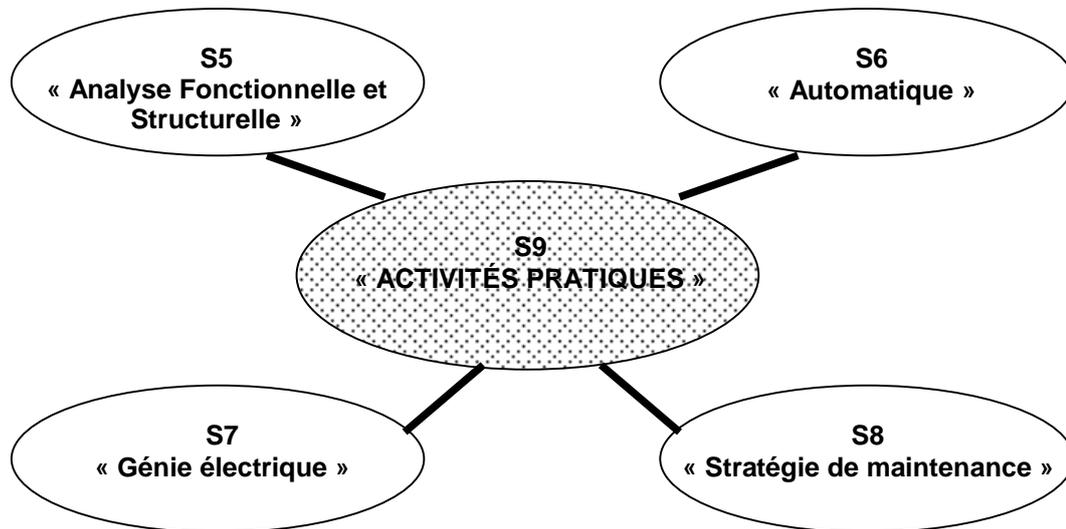
Interaction entre les différents enseignements

Les enseignements dispensés dans les domaines professionnels (S5 à S9) donnent au futur technicien des compétences lui permettant d'accomplir les tâches professionnelles liées à son métier.

Lors des « Activités pratiques » (S9), l'étudiant apprend le métier de technicien de maintenance en réalisant des activités de maintenance corrective, de maintenance préventive, d'amélioration et d'intégration de nouveaux biens.

La mise en œuvre de ces activités nécessite des savoirs et savoirs-faire spécifiques issus des autres domaines de formation (S5, S6, S7 et S8). Cela implique une interdépendance des enseignements.

La planification des apprentissages des différents domaines (S5, S6, S7 et S8) doit répondre au besoin exprimé dans l'évolution temporelle des activités pratiques (S9).



Tous ces éléments nécessitent de repenser fortement les pratiques d'enseignement au sein des sections de T.S.M.I.

Cela nécessite un travail d'équipe important afin de définir et mettre en place une organisation temporelle cohérente des différents contenus d'enseignement.

2.2. Stratégie et organisation par spécialité

2.2.1 Analyse fonctionnelle et structurelle

Préambule

Le professeur d'Analyse Fonctionnelle et Structurelle s'appuie sur les connaissances acquises par les élèves en bac technologique. Il travaille en lien avec le professeur de physique appliquée, pour coordonner les enseignements de la mécanique.

2.2.1.1. Stratégie de formation

La finalité de l'enseignement d'AFS est double :

- z permettre l'analyse de l'organisation fonctionnelle et des solutions mécaniques réalisant les fonctions opératives ;
- z rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions mécaniques réalisant les fonctions opératives.

Au-delà de cette finalité il est important de souligner que les savoirs et savoir-faire associés à l'AFS sont également utilisés par ailleurs. En effet, certains acquis sont notamment utilisés lors des « Activités Pratiques » telles que le diagnostic, la réparation, l'amélioration et la maintenance préventive. Il est donc nécessaire d'en tenir compte dans l'organisation temporelle de cet enseignement.

Exemples :

- z Dans le cadre du montage/démontage des roulements, l'approche théorique du montage, ainsi que son principe se fait préalablement en Analyse Fonctionnelle et Structurelle. L'opération de maintenance liée à cette problématique s'effectue en Activité pratique (S9) ;
- z L'approche mécanique préalable à une analyse vibratoire (S8 et S9) s'effectue en Analyse Fonctionnelle et Structurelle.

D'autre part, la stratégie de formation de l'AFS prend en compte les points suivants :

- z Cet enseignement est développé d'un point de vue maintenance, il est valorisé par l'authenticité des problèmes de maintenance abordés ;
- z L'ensemble des savoirs et savoir-faire de l'Analyse Fonctionnelle et Structurelle s'articule autour d'une première compétence d'analyse de l'existant. Celle-ci s'étend de l'entreprise jusqu'au composant en passant par la ligne et le système automatisé de production ;

Cette analyse porte sur la description fonctionnelle :

- d'un bien :

Elle est menée sur les systèmes techniques utilisés en activités pratiques ;

- d'une ligne de production :

Elle est menée à partir d'une réalité industrielle (visite entreprise, film, dossier technique, ...) ;

Ces descriptions sont utilisées par exemple en diagnostic, lors de l'implantation d'une GMAO, ...

L'analyse de l'existant porte également sur les solutions constructives liées aux fonctions techniques des sous-ensembles et des composants. À cette analyse sont également associés les outils de description et de représentation correspondants.

Il importe que cette analyse de l'existant soit menée sur des composants réels présents dans les zones d'activités des sections de techniciens supérieurs MI.

1^{ère} année de formation

En 1^{ère} année, l'objectif des travaux pratiques d'AFS est de faciliter l'acquisition des savoirs et savoir-faire par une activité pratique où les étudiants sont constamment en mesure de faire le lien entre les objets réels et leur représentation 2D ou 3D et où ils peuvent effectuer des activités de :

- ž décomposition fonctionnelle et structurelle de matériels existants ;
- ž caractérisation et détermination de composants ;
- ž montage et démontage (permettant de mieux appréhender l'agencement des différentes pièces ainsi que les procédures d'assemblage, de réglage et de maintenance) ;
- ž calcul et dimensionnement ;
- ž recherche de solutions d'amélioration ;
- ž modification de maquette numérique.

L'organisation des TP se fait autour d'items génériques¹. Leur identification s'effectue à partir de l'analyse des compétences, des savoirs et savoir-faire définis par le référentiel. Elle est du domaine de compétence de chaque enseignant au sein de l'équipe pédagogique.

Exemples d'items génériques :

- ž Description fonctionnelle ;
- ž Transmission de puissance ;
- ž Fonctions techniques ;
- ž Dimensionnement et matériaux ;
- ž Amélioration d'un système (recherche de solution, élaboration dossier de réalisation) ;
- ž ...

Pour chaque item, l'enseignant s'attache à développer des TP permettant l'étude d'un panel représentatif des solutions constructives existantes.

Au cours de ces TP, l'enseignant fait constamment appel aux outils de description et de représentation de ces solutions.

2^{ème} année de formation

En 2^{ème} année, les séances de TD, permettent d'aborder des aspects théoriques difficiles. Ils répondent également à une problématique de :

- ž Analyse d'un existant à partir d'un dossier industriel ;
- ž Recherche de solutions d'amélioration ;
- ž Elaboration de dossier de réalisation.

¹ Item générique : partie d'un ensemble qui regroupe des éléments présentant des caractères communs

Les TD s'appuient sur les mêmes items que précédemment mais un même TD peut en aborder plusieurs. Cette différence est fondamentale par rapport aux travaux pratiques de 1^{ère} année. Il s'agit alors de s'assurer que, sur l'ensemble des TD, tous les items sont abordés.

2.2.1.2. Évolution

Les principales évolutions concernent :

- ž La stratégie de formation, basée sur une démarche inductive à partir de travaux pratiques, en 1^{ère} année de formation (cf. chapitre précédent) : cette 1^{ère} évolution induit :
 - l'existence ou l'acquisition de matériels servant de supports aux TP (cf. guide d'équipement) ;
 - le travail sur les systèmes et sous-systèmes des zones d'activités des sections de technicien supérieur en MI.
- ž Les travaux pratiques et les travaux dirigés sont abordés d'un point de vue maintenance. Les problématiques sont exclusivement des problématiques de maintenance.
- ž L'enseignement de l'Analyse Fonctionnelle et Structurelle exploite largement les capacités de l'outil informatique :
 - Modeleur volumique (son utilisation facilite la lecture du 2D) ;
 - Logiciels de mécanique ;
 - Logiciels d'aide au choix de composants ;
 - Bibliothèques de composants numérisés (3D).
- ž L'acquisition de savoirs et savoir-faire concernant les matériaux.

2.2.1.3. Organisation

L'organisation des enseignements d'AFS prend en compte les deux compétences visées :

- ž Analyse de l'existant ;
- ž Recherche et définition de solutions d'amélioration.

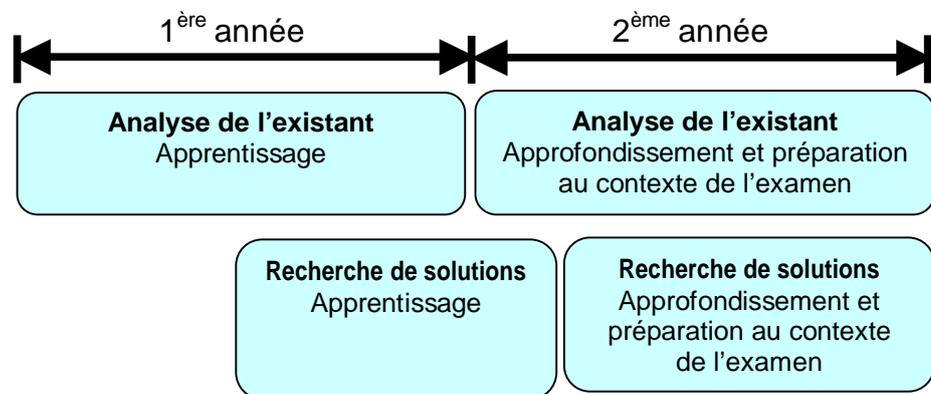
La formation liée à chacune de ces deux compétences se décompose en deux phases :

- ž Phase d'apprentissage ;
- ž Phase d'approfondissement et de préparation au contexte de l'examen.

C'est ainsi que l'enseignement de l'AFS peut se décomposer en quatre périodes de formation :

- ż **1^{ère} période** : Analyse de l'existant à apprentissage
 Les activités sont réalisées dans le cadre de cours et de TP en lien avec des matériels réels présents au sein des zones des sections de TSMI.
- ż **2^{ème} période** : Analyse de l'existant à approfondissement et préparation au contexte de l'examen
 Les activités sont menées dans le cadre de TD sur des dossiers techniques industriels.
- ż **3^{ème} période** : Recherche et définition de solutions à apprentissage lié à l'utilisation des outils logiciels et aux méthodologies de choix et de détermination de composants
 Ce travail s'effectue item par item.
- ż **4^{ème} période** : Recherche et définition de solutions à mise en œuvre d'une démarche d'amélioration sur une problématique industrielle de maintenance
 Une même étude aborde plusieurs items.

Organisation temporelle des enseignements



Exemple de répartition du temps d'enseignement par item

Items génériques	%
Description fonctionnelle	12
Transmission de puissance	25
Fonctions techniques	25
Dimensionnement matériaux	8
Amélioration d'un système	30

2.2.2 Automatique

2.2.2.1. Stratégie de la formation

L'enseignement de l'automatique a pour finalité l'acquisition des savoirs nécessaires à la mise en oeuvre des activités professionnelles : diagnostiquer, améliorer, surveiller ...

Cet enseignement est développé selon un point de vue maintenance. Les problématiques abordées sont au plus proche de celles rencontrées en milieu industriel. L'environnement système est donc à privilégier pour l'acquisition des savoirs, savoir-faire et savoir être (seule la confrontation à un système peut préparer au comportement professionnel de l'étudiant) ; il est parfois nécessaire d'utiliser des postes de simulation pour atteindre ces objectifs.

L'étude des problématiques rencontrées se fait dans le laboratoire d'automatique sur des postes permettant la simulation des solutions et leur validation.

L'organisation des TP d'automatique se fait autour d'items génériques, complétés par des TP spécifiques (approfondissement, validation de développement théorique ...) réalisés ponctuellement sur une période qui ne doit pas dépasser 3 à 4 séances.

Exemples d'items génériques pouvant être dégagés du programme d'automatisme :

- ž Architecture d'une chaîne fonctionnelle ;
- ž Représentation et schématisation ;
- ž Pilotage et dialogue ;
- ž Comportement (dysfonctionnement et défaillance) ;
- ž Sécurité des Systèmes Automatisés ;
- ž Surveillance ;
- ž Commande des SA (proportionnelle et asservi).

Les séances de TD peuvent permettre :

- ž D'aborder des aspects théoriques difficiles liés à l'analyse et à la recherche de solutions d'automatique d'un point de vue maintenance ;
- ž De présenter, par groupe, les procédures de mise en oeuvre des matériels et des logiciels.

2.2.2.2. Évolution

La caractéristique des horaires d'enseignement de l'automatique est l'attribution d'horaires de TP visant à privilégier la pédagogie inductive.

L'organisation des séquences pédagogiques se fait autour de TP visant un ou deux items génériques complétés par un ou deux TP spécifiques visant un point particulier du programme.

Tous les étudiants réalisent ces TP spécifiques. Ceux-ci peuvent déborder sur deux séquences pédagogiques.

	TP Séquence n				Synthèse	Séq n+1	
	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4			
B1	SP1	SP2	1	2			
B2	3	SP1	SP2	4			
B3	2	4	SP1	SP2			
B4	SP2	1	3	SP1			
B5	1	2	SP1	3		SP2	
B6	4	3	2	1		SP2	SP1

4 TP : 1,2,3,4 autour d'un ou deux d'items génériques: il n'y a pas obligation pour tous les binômes de réaliser les 4 TP.

SP1 et SP2 : deux TP spécifiques avec obligation de passage : les binômes B5 et B6 les réaliseront au cours de la séquence n+1

Les compétences attendues en fin de formation sont :

- z Analyser le fonctionnement et l'organisation d'un système automatisé (CP2.3) ;
- z Analyser les solutions de production, de distribution et de conversion des énergies pneumatique et hydraulique (CP2.5) ;
- z Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions des fonctions d'automatisme (CP4.2) ;
- z Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions liées à la production, la distribution et la conversion de l'énergie pneumatique et hydraulique (CP4.4).

Les savoirs et savoir-faire liées aux énergies pneumatiques et hydrauliques qui ne font pas l'objet d'un enseignement particulier (exemple : la schématisation d'un circuit pneumatique ou hydraulique) sont étudiées lors de la mise en oeuvre de l'item générique « Représentation et schématisation ».

L'aspect maintenance (comportement et défaillance) concernant les moyens mis en oeuvre, des domaines pneumatique et hydraulique, est privilégié.

L'environnement pédagogique doit faire appel aux nouvelles technologies (réseau, site WEB...) permettant de mettre en phase les étudiants de BTS MI avec leur environnement quotidien (réseau, Internet ...).

La simulation 3D et la génération de programmes associés sont envisagées. Elles permettent la validation virtuelle des solutions d'amélioration avant leur mise en place sur les systèmes.

2.2.2.3. Organisation

Répartition du programme d'automatique sur les deux années de formation :

Le référentiel précise :

- z 1^{ère} année : 1 heure de cours, 1 heure de Travaux Dirigés et 2 heures de travaux pratiques par semaine ;
- z 2^{ème} année : 1 heure de cours et 2 heures de travaux pratiques par semaine.

Cela correspond approximativement à 48 heures de cours, 28 heures de travaux dirigés et 96 heures de travaux pratiques.

La contrainte majeure dans la répartition temporelle de l'apprentissage est le respect des pré-requis nécessaires aux activités pratiques.

L'enseignement de l'automatique s'étale sur les deux années de formation et peut être décomposé en trois étapes :

1^{ère} étape :

- z Vérification et harmonisation des acquis de fin de terminale ;
- z Acquisition des pré-requis nécessaires aux premières séquences des Activités Pratiques.

2^{ème} étape :

- z Consolidation et approfondissement des acquis de la 1^{ère} étape ;
- z Apport de nouvelles connaissances.

3^{ème} étape :

- z Poursuite de l'apport de nouvelles connaissances ;
- z Préparation à l'examen.

1 ^{ère} année		2 ^{ème} année	
ACTIVITÉS PRATIQUES			
Phase 1 : Phase d'apprentissage	Phase 2 : Phase d'approfondissement	Phase 3 : Phase de préparation à la certification	
AUTOMATique			
Étape 1	Étape 2	Étape 3	

Proposition de répartition temporelle

Items Génériques	Étape 1	Étape 2	Étape 3
Architecture d'une chaîne fonctionnelle			
Représentation et schématisation			
Pilotage et dialogue			
Comportement			
Sécurité des SA			
Surveillance			
Commande des SA			

Le temps imparti à chaque IG est du domaine de la stratégie pédagogique adoptée par l'équipe d'enseignants.

2.2.3 Génie électrique

2.2.3.1. Stratégie de la formation

Les enseignements de génie électrique ont pour dessein l'acquisition des savoirs et savoir-faire nécessaires à la mise en œuvre des activités professionnelles (diagnostiquer, améliorer, surveiller ...). Cet enseignement est développé selon un point de vue maintenance.

La finalité de cet enseignement est double :

- z permette l'analyse et la compréhension des systèmes, afin de pouvoir mener à bien la démarche de diagnostic ;
- z permettre à l'étudiant de suivre, de comprendre et de proposer les solutions techniques nécessaires à l'amélioration des installations.

L'organisation des travaux pratiques se fait autour d'items génériques, complétés par des travaux spécifiques (approfondissement, validation de développement théorique ...) réalisés ponctuellement sur une période qui ne doit pas excéder 3 à 4 séances.

Les travaux pratiques proposés dans un même cycle doivent tous converger vers un même but caractérisé par un même item. L'identification des items génériques se réalise à partir de l'analyse des compétences, des savoirs et savoir-faire définis par le référentiel du diplôme. Cette identification est du domaine de compétence de chaque enseignant.

Exemples d'items génériques pouvant être dégagés du programme de génie électrique

	Items génériques
IG 1	Approche des systèmes
IG 2	Distribution et gestion de l'énergie électrique
IG 3	Protection des personnes
IG 4	Protection des biens
IG 5	Constituants des chaînes d'énergie électrique
IG 6	Commande en puissance
IG 7	Comportement des systèmes réels

2.2.3.2. Évolution

Les principales évolutions concernent :

- ž La stratégie de formation, basée sur une démarche inductive à partir de travaux pratiques (cf. chapitre précédent) ;
- ž L'évolution technologique :

- **Actionneurs électriques et modes de commande**

Les possibilités techniques des actionneurs électriques évoluent rapidement et leurs associations avec des dispositifs de commande les rendent de plus en plus performants.

Afin de pouvoir intervenir efficacement sur ces matériels, le technicien de maintenance doit connaître le fonctionnement de ces machines, leurs caractéristiques techniques ainsi que :

- F les effets et les risques de l'énergie électrique ;
- F les lois et performances des différents types de commandes ;
- F les logiques de choix de ces actionneurs.

Les étudiants doivent avoir une base de connaissance minimale pour bien comprendre toute la problématique que représentent le pilotage et la protection des moteurs. Ils doivent, en particulier, pouvoir :

- F Justifier le choix de l'appareillage nécessaire à la mise en œuvre du matériel de conversion de l'énergie électrique ;
- F Justifier et choisir les appareils de commande ;
- F Identifier les modes de défaillances et définir les actions de maintenance associées (diagnostics à réaliser sur les moteurs de type asynchrone, brushless, à courant continu : tests électriques et diélectriques, test des accessoires).

- **Outils d'analyse, de mesures et de surveillance des réseaux électriques**

F Le titulaire d'un BTS Maintenance industrielle est amené, dans ses activités, à mesurer ou à relever des valeurs, effectuer des réglages. Il doit être capable de choisir l'appareil de mesure le mieux adapté en vérifiant notamment les calibres, les gammes nécessaires, la précision requise. Ces activités le conduisent à analyser les modes de défaillance, à démonter les systèmes, à effectuer les différentes interventions programmées, à procéder au remontage. Il réalise divers tests, essais, mesures et contrôles qui permettent de valider la qualité du travail ou d'attester le bon fonctionnement des systèmes ou sous-systèmes.

F Les performances des équipements sont directement liées à la qualité de la tension d'alimentation. Les équipements d'un utilisateur peuvent générer des perturbations importantes sur le réseau, susceptibles de gêner les autres utilisateurs.

Le technicien de maintenance industrielle doit mettre en œuvre un système de contrôle ou de mesure fournissant les données nécessaires pour enregistrer et analyser les perturbations constatées sur les réseaux ou optimiser la consommation d'énergie en fonction de la grille tarifaire.

z **L'utilisation de l'outil informatique**

Des logiciels sont utilisés notamment pour :

- vérifier les notes de calcul des installations électriques et la conformité des installations et des équipements ;
- tracer les schémas électriques unifilaires de principe des installations contrôlées ;
- élaborer les consignes de manœuvres spécifiques de certains équipements : cellules et appareils des installations à haute tension, appareils de levage ...

2.2.3.3. Organisation

Cet enseignement se déroule en séances de cours et de travaux pratiques. Les séances de travaux pratiques d'apprentissage, nécessitent la mise en œuvre de moyens matériels qui se trouvent dans les différents ateliers, laboratoire d'étude de systèmes ou de sous-systèmes. Elles se déroulent en groupe d'atelier.

Les étudiants sont alors confrontés à la résolution d'un problème auquel ils ont été préparés à l'occasion de situations d'apprentissage précédentes.

L'enseignant utilise des exemples de la vie d'entreprise ; il se base sur le dossier technique d'un système comportant les schémas électriques, les notices des fournisseurs de matériel électrique ...

Les travaux pratiques de génie électrique s'appuient sur des systèmes réels, des maquettes didactisées, et des postes informatiques. Les outils informatiques sont largement utilisés pour :

- ž analyser le fonctionnement d'un bien ;
- ž concevoir les solutions d'amélioration ;
- ž choisir les composants électriques ;
- ž élaborer le dossier technique ;
- ž simuler et vérifier le fonctionnement de tout ou partie d'installation.

Exemple de répartition du temps d'enseignement par item générique

	Items génériques	Proportion
IG 1	Approche des systèmes	10%
IG 2	Distribution et gestion de l'énergie électrique	25%
IG 3	Protection des personnes	15%
IG 4	Protection des biens	10%
IG 5	Constituants des chaînes d'énergie électrique	20%
IG 6	Commande en puissance	10%
IG 7	Comportement des systèmes réels	10%

La formation à la prévention des risques d'origine électrique en vue de la certification des acquis théoriques, est organisée au sein de l'enseignement de génie électrique.

L'acquisition des savoir-faire liés à la prévention des risques d'origine électrique, et la certification des tâches associées, sont développées dans les « activités pratiques ».

2.2.4 Stratégie de maintenance

2.2.4.1. Stratégie de la formation

L'enseignement de la stratégie de maintenance vise l'acquisition des compétences nécessaires à la définition, la préparation, l'ordonnancement et l'optimisation des activités de maintenance.

Afin de mettre en place une stratégie de formation, les équipes pédagogiques porteront une attention particulière sur l'interaction des différents enseignements.

Relations majeures entre S8 et S9 :

Les enseignements de la stratégie de maintenance (S8) et des activités pratiques (S9) ont un dénominateur commun : les activités de maintenance. Cela nécessite une cohérence sur l'utilisation de la terminologie de maintenance, sur l'exploitation des documents de gestion de la maintenance (Demande de Travail, Bon de Travail, Compte rendu...) et sur la mise en œuvre des moyens (outils de contrôle, GMAO ...).

La réalisation des activités pratiques (S9) nécessite des **acquis préalables** abordés en stratégie de maintenance (S8).

Exemples :

- ž Dans le cadre de l'analyse vibratoire, les principes de base, les types de mesure, les critères de définition d'une mesure vibratoire seront présentés d'abord en stratégie de maintenance (S8) avant la mise en œuvre d'une surveillance vibratoire en activités pratiques (S9);
- ž L'apprentissage des fonctionnalités d'un logiciel de GMAO, les principes de découpage arborescent et de codification seront abordés en stratégie de maintenance (S8) avant son exploitation lors des activités pratiques (S9).
- ž ...

Les **acquis préalables** nécessaires aux activités pratiques de maintenance doivent être clairement identifiés afin de fixer les **jalons importants** concernant la programmation des apprentissages liés à la stratégie de maintenance (S8).

La diversité des travaux réalisés lors des activités pratiques (S9) mettant en œuvre de la maintenance corrective, de la maintenance préventive, de l'amélioration et de l'intégration de nouveaux biens, **favorise l'apprentissage** des savoirs et des savoir-faire liés au domaine de la stratégie de maintenance (S8).

Exemple :

- ž La mise en œuvre des activités de maintenance préventive en utilisant les documents associés (gamme, procédure, fiche de suivi...) renforce les connaissances de l'étudiant dans le domaine de la stratégie de maintenance (S8) sur le choix, la définition et la préparation des opérations préventives.

z ...

Les apprentissages des savoirs et savoir-faire de stratégie de maintenance structurés en séquences pédagogiques (un ensemble de séances de travaux dirigés et de cours) s'appuient sur des problématiques réelles de maintenance.

La résolution d'études de cas issues de réalités industrielles met en relation les différents savoirs et savoir-faire nécessaires à la définition, la préparation, l'ordonnancement et l'optimisation des activités de maintenance.

2.2.4.2. Évolution

Des logiciels standards (tableur, grapheur, traitement de texte ...) sont exploités lors des séances de travaux dirigés. Ils facilitent le traitement des indicateurs techniques (fiabilité, maintenabilité, disponibilité) et économiques. Le gain de temps est utilisé à l'apprentissage de l'analyse des données et à la recherche des solutions. Le traitement de texte est utilisé pour la rédaction d'un rapport de synthèse lié à une problématique de maintenance étudiée.

La préparation d'une ronde de mesures (analyse vibratoire, thermographie ...), l'exploitation des données issues des mesures et la rédaction d'un rapport de surveillance sont réalisées à l'aide de logiciels spécifiques lors des séances de travaux dirigés. Ces mêmes logiciels spécifiques liés aux outils de contrôle sont utilisés lors des séances d'activités pratiques (S9).

Un même logiciel de GMAO est exploité en stratégie de maintenance (S8) et en activités pratiques (S9).

Concernant la stratégie de maintenance, la création d'une entreprise virtuelle dans le logiciel de GMAO permet d'aborder les différents aspects de la fonction maintenance par simulation :

- z organisation et logistique de maintenance ;
- z préparation des interventions ;
- z analyse des indicateurs techniques et économiques ;
- z création de tableaux de bord ;
- z ...

2.2.4.3. Organisation

L'analyse des horaires de formation montre que :

- z 2/3 de la formation est assurée en 1^{ère} année
- z 1/3 de la formation est assurée en 2^{ème} année
- z 80% des enseignements sont dispensés en travaux dirigés

z 20% des enseignements sont dispensés en cours

Les compétences sont certifiées par une épreuve spécifique (E62) réalisée en contrôle en cours de formation (CCF).

Les différentes phases de la formation :

1 ^{ère} année		2 ^{ème} année	
FORMATION			Certification
Apprentissage	Renforcement	Préparation à la certification	Sous-épreuve
Acquérir les savoirs et savoir-faire	Renforcer les savoirs et savoir-faire	Mobiliser les savoirs et savoir-faire liés aux compétences	E62
- Les 13 chapitres sont abordés - Limitation des acquisitions pour certains chapitres	- Compléter les acquisitions - Approfondir, remédier		
Cours – TD spécifiques Étude de cas	TD spécifiques Étude de cas	Étude de cas type examen	Compétences à certifier
Évaluation des Savoirs – Savoir-faire - Compétences			- CP2.1 - CP3.1 - CP3.2 - CP3.3 - CP3.4 - CP3.5

La phase d'apprentissage :

En première année, cette phase permet d'aborder l'ensemble des 13 chapitres du référentiel tout en limitant le champ d'acquisition de certains savoirs.

Exemple : les indicateurs de fiabilité (nombre de défaillances, taux de défaillance moyen, MTBF) sont acquis en première année, par contre la fonction de fiabilité $R(t)$ est plutôt abordée en deuxième année.

L'approche d'une démarche inductive facilite l'acquisition des savoirs et des savoir-faire au travers de travaux dirigés de découverte, d'application et de synthèse.

Exemple : les savoirs associés aux coûts liés à la maintenance sont abordés uniquement en travaux dirigés.

Des connaissances générales et des apports théoriques sont apportés uniquement à partir de séances de cours.

Exemple : Les savoirs associés à la fonction maintenance sont traités uniquement en cours.

Certains apprentissages sont organisés autour de séances de travaux dirigés et de cours.

Exemple : les connaissances théoriques concernant les outils de contrôle sont abordées en cours, les savoir-faire liés à la

préparation et l'exploitation des mesures sont appréhendés en séances de travaux dirigés.

Des études de cas simples sont proposées en travaux dirigés de première année afin de fédérer l'apprentissage des savoirs autour d'une problématique de maintenance.

La phase de renforcement :

En deuxième année, cette phase va compléter et approfondir l'acquisition des savoirs et savoir-faire uniquement à partir de séances de travaux dirigés.

La mobilisation des nouveaux savoirs et le renforcement des acquisitions de première année permettent d'aborder des études de cas de plus en plus complexes.

La préparation à la certification :

Cette phase permet la validation des compétences afin de préparer la certification. Des études de cas « type examen » sont proposées.

La programmation du contenu de la formation :

La répartition temporelle des apprentissages de stratégie de maintenance est fonction :

- du type de savoirs ;
- de la complexité du savoir ;
- des moyens didactiques mis en œuvre ;
- de la stratégie pédagogique ;
- des acquis préalables nécessaires aux activités pratiques (S9).

Exemple de répartition :

Chapitres	Proportion
1- Fonction maintenance	4 %
2- Fiabilité	8 %
3- Maintenabilité	4 %
4- Disponibilité	5 %
5- Coûts en maintenance	6 %
6- Indicateurs de maintenance	10 %
7- Défaillances et pannes	5 %
8- Maintenance corrective	10 %
9- Maintenance préventive	15 %
10- Outils de contrôle	10 %
11- Organisation et logistique de maintenance	15 %
12- Externalisation des travaux	4 %
13- Qualité	4 %

Le découpage précis entre 1^{ère} année, 2^{ème} année, cours, TD et étude de cas relève de la responsabilité de chaque équipe pédagogique.

2.2.5 Activités pratiques

2.2.5.1. Stratégie de la formation

Les activités pratiques ont pour finalité **l'acquisition des savoir-faire** nécessaires à la **mise en oeuvre des activités professionnelles** :

- ž diagnostiquer ;
- ž réparer ou dépanner ;
- ž surveiller ;
- ž améliorer.

Cet enseignement est systématiquement contextualisé par une approche métier du technicien supérieur en maintenance industrielle. Les problématiques abordées sont définies par les tâches professionnelles du Référentiel des Activités Professionnelles.

Contrairement aux enseignements disciplinaires l'acquisition des savoir-faire et des savoir-être professionnels ne peut se faire qu'en référence à des systèmes, ou sous systèmes, et à leur environnement (contraintes de production, sécuritaires, logistiques, ...)

Les activités pratiques sont en terme de savoirs, une activité qui mobilise des savoirs disciplinaires en analyse fonctionnelle et structurelle (S5), en automatique (S6), en génie électrique (S7), en stratégie de maintenance (S8). Les savoirs spécifiques (S9) seront également abordés (prévention des risques professionnels, communication technique, gestion de projet, ...).

La professionnalisation de ces activités pratiques interdit tout développement de TP disciplinaires.

La mise en oeuvre des TP d'activités pratiques se fera essentiellement dans 2 zones : la zone systèmes/sous systèmes et la zone réparation. Le secteur de formation STI pourra être utilisé.

L'organisation des TP d'activités pratiques se fait autour d'items génériques, complétés par des TP spécifiques, réalisés ponctuellement sur une période qui ne devrait pas dépasser 3 à 4 séances.

Ces items génériques sont de type « activité de maintenance » et **ne sont pas de même nature que les items génériques disciplinaires.**

Exemples d'items génériques pouvant être dégagés du référentiel:

- ž Le pilotage des systèmes ;
- ž Le diagnostic ;
- ž La réparation :
 - Des chaînes d'action ;
 - Des chaînes d'acquisition ;
 - Des parties commande ;
 - ...
- ž Surveillance et inspection :
 - Par analyse vibratoire ;
 - Par thermographie ;
 - Par analyseur de réseau ;
 - ...
- ž Adaptations et améliorations ;
- ž Réglages, mise au point, mise en service.

La logistique de maintenance et **la prévention des risques professionnels** ne sont pas des items génériques mais des compétences transversales à **mettre en œuvre systématiquement tout au long de la formation.**

Stratégie pédagogique :

Les équipes pédagogiques mettent en œuvre une démarche inductive pour améliorer l'efficacité de l'enseignement en permettant de mieux appréhender la diversité des solutions technologiques répondant à une fonction donnée.

L'élaboration de séquences pédagogiques (1 séquence pédagogique est constituée de plusieurs séances) autour d'un seul item générique doit permettre aux étudiants de mieux structurer l'acquisition des savoir-faire.

La stratégie d'apprentissage nécessite une graduation dans les difficultés liées aux interventions et dans le niveau d'autonomie de l'étudiant pour effectuer sa tâche. Les premières activités pratiques doivent pouvoir être réalisées sans qu'aucun cours préalable ne soit nécessaire.

Dans cet objectif, trois axes sont privilégiés :

- ž Des travaux pratiques de type « découverte de l'activité » suivi d'une synthèse, exemple : Maintenance corrective des effecteurs ;

- ž Des synthèses sur des activités clés : montage de roulement, réglages de jeux, ...
- ž Des travaux pratiques de type « approfondissement » permettant l'ancrage des savoir-faire professionnels.

2.2.5.2. Évolution

è **Évolution de la sous épreuve E61 : « Intervention »**

Les activités pratiques sont totalement centrées autour de compétences opérationnelles de réalisation. Cette problématique est prise en compte par l'existence au sein de la sous épreuve E61 « Intervention » de deux situations d'évaluation portant sur :

- ž 1^{ère} situation : Diagnostic ;
- ž 2^{ème} situation : Réparation et/ou maintenance préventive et/ou amélioration ;

Cette sous épreuve a un coefficient de 4 sur 27.

è **Intégration de la prévention des risques**

Les activités pratiques constituent des situations privilégiées pour mettre en œuvre les savoirs et savoir-faire nécessaires à l'acquisition de la compétence CP1.6 : « Identifier les risques, définir et mettre en œuvre les mesures de prévention adaptées ».

Pour atteindre cet objectif, l'enseignement de la prévention des risques professionnels doit s'appuyer sur quatre points fondamentaux :

ž **Créer de la compréhension**

La compréhension doit porter sur :

- l'articulation des différents éléments qui constituent une situation de travail et sur leur incidence en terme de risque ;
- le processus d'apparition des dommages (accidents ou des atteintes à la santé).

Ce souci d'apporter de la compréhension répond à un double objectif :

- permettre aux étudiants d'avoir une représentation du risque de dommage proche de la réalité et donc de prendre conscience de leur exposition ;
- donner les clés pour pouvoir maîtriser les risques.

Cette compréhension est un élément fondamental pour éviter que la prévention soit perçue uniquement comme un ensemble de règles à respecter.

ž **Apporter de la méthodologie**

La méthodologie est essentielle pour permettre l'appréhension des risques quelle que soit la situation de travail. Différentes démarches de prévention peuvent être utilisées en fonction de la problématique :

- Démarche d'analyse d'un accident ;
- Démarche de maîtrise des risques ;
- Démarche ergonomique.

Toutes ces démarches contribuent de manière différente à la prévention des risques. Il importe qu'elles soient perçues de façon cohérente dans leur spécificité, leur complémentarité, mais aussi dans leurs limites. Si les trois démarches sont abordées, la démarche de maîtrise des risques est privilégiée en vertu de sa capacité à s'appliquer simplement dans une très grande majorité de situations (niveau taxonomique 4).

ž **Intégrer dans les pratiques professionnelles**

Si l'intérêt d'une méthodologie est essentiel, sa mise en application constitue le seul moyen pour la traduire en compétence à assurer sa propre sécurité et santé au travail et contribuer à celles des différents acteurs présents dans une situation de travail donnée.

La démarche de maîtrise des risques est abordée dès le début de la 1^{ère} année de formation afin de permettre aux étudiants de l'intégrer dans toutes leurs activités. Il est indispensable que cette intégration soit évaluée tout au long de la formation. Tous les enseignants intervenant en activités pratiques doivent être formés à cette démarche.

ž **Connaître les principaux risques**

Chaque risque constitue un champ de connaissances très important. Par conséquent, il est indispensable de bien délimiter les savoirs relatifs à chaque famille de risque. Pour permettre de situer chaque risque dans une approche transversale, les enseignants utilisent le vocabulaire spécifique à la démarche de maîtrise des risques : phénomène dangereux/danger, situation dangereuse, événement dangereux, dommage, mesure de prévention.

La mise en œuvre des tâches professionnelles liées à l'habilitation électrique s'effectue dans le cadre des activités pratiques, en conformité avec le référentiel de formation à la

prévention des risques d'origine électrique. Cette mise en œuvre nécessite obligatoirement une phase d'apprentissage avant d'aborder la phase de certification des tâches pratiques.

è **Introduction d'une compétence liée à la communication et à l'animation**

Les activités pratiques doivent prendre en compte les compétences spécifiques CP51, CP52 et CP53 concernant la communication technique et l'animation d'une réunion technique.

L'évaluation de ces compétences se fait dans la sous épreuve E63 : « activités en milieu professionnel », mais la formation s'effectue durant les activités pratiques.

Une stratégie pédagogie spécifique sera mise en œuvre avec des outils et des moyens adaptés (caméscope, vidéo projecteur, ...)

è **Introduction d'une compétence liée à la réalisation d'un projet technique en milieu professionnel.**

La réalisation d'un projet technique en milieu professionnel fait l'objet d'une compétence spécifique CP15.

La formation à la démarche de projet est effectuée en activités pratiques, l'évaluation de cette compétence se fait dans la sous épreuve E63 : « activités en milieu professionnel ».

L'apprentissage à cette démarche prend en compte les 3 phases :

- ž Définition du projet à élaboration de la note de cadrage ;
- ž Etude à réalisation de l'étude préalable et élaboration du dossier de réalisation ;
- ž Réalisation à mise en œuvre de la solution retenue.

Cette formation est assurée avant les journées banalisées consacrées à la production de la note de cadrage.

2.2.5.3. Organisation

La répartition des volumes horaires pour les activités pratiques prévoit :

- ž 1^{ère} année : 1 heure de cours et 5 heures de TP hebdomadaires ;
- ž 2^{ème} année : 6 heures de TP hebdomadaires.

Exemple de répartition sur les deux années de formation

Type d'activité / domaine de formation	Proportions
Pilotage des systèmes	4 %
Réparation	20 %
Diagnostic	24 %
Améliorations et adaptations	24 %
Maintenance préventive	18 %
Prévention des risques	4 %
Animation d'une réunion	2 %
Gestion du projet technique	4 %

Cette répartition est du domaine de la stratégie pédagogique adoptée par l'équipe d'enseignants.

2.2.5.4. Exemples d'activité pratiques

Réparation

- Échange standard d'un réducteur ;
- Échange standard d'une pompe ;
- Remplacement d'un couple conique dans un réducteur ;
- Remplacement de joints d'étanchéité statique/dynamique ;
- Changement de roulements ;
- Changement d'un capteur et réglage correspondant ;
- Changement d'un actionneur et réglage associé ;
- Changement d'un pré actionneur, d'un organe de protection et réglage associé

...

Diagnostic

- Diagnostic suite à l'arrêt en cours de cycle (défaut capteur, pré actionneur, effecteur) ;
- Diagnostic suite à une intervention de l'opérateur de production (arrêt d'urgence, ...) ;
- Diagnostic suite à un déclenchement d'une fonction de sécurité ;
- Diagnostic suite à un fonctionnement dégradé ;
- Diagnostic suite à la modification de paramètres entraînant un dépassement des limites technologiques (temps de réponse d'une chaîne d'acquisition) ;

...

Amélioration

Installation d'un capteur, réglage et paramétrage correspondants ;
Mise en place d'une surveillance : temps enveloppe, discordance d'état (capteur), retour d'état (relais) ;
Amélioration de la maintenabilité par édition de message sur console de dialogue ;
Changement de technologie électrique / hydraulique / pneumatique et paramétrage associé sur un système ;
Surveillance des paramètres de fonctionnement d'un actionneur ;
Contrôle d'isolement automatique par module dédié ;
Surveillance par réseau (Ethernet,...) ;
Aide au diagnostic intégré sur automate (sur page Web...) ;
Mise en place d'un régulateur PID sur un circuit hydraulique et réglage correspondant ;
Mise en place d'une carte de commande d'axe asservi et réglage correspondant ;
...

Maintenance préventive

Surveillance de machine tournante par analyse vibratoire ;
Surveillance d'une installation par thermographie ;
Surveillance des lubrifiants sur une installation hydraulique ;
Contrôles non destructifs (par courant de Foucault, ultra-son, ressuage ...)
Surveillance des réseaux ;
...

2.3. Projet et stage

Rappel

Le projet technique réalisé en deuxième année de BTS Maintenance doit rendre l'étudiant capable de :

- Réaliser un projet technique en milieu professionnel (CP1.5) ;
- Animer une réunion technique (CP 5.3).

Les compétences sont certifiées par la deuxième partie de l'épreuve ponctuelle E63 : « *Réalisation d'un projet technique en milieu professionnel* » ;

Le projet technique est formalisé par l'annexe IIIc du référentiel.

2.3.1 Développement du projet

2 aspects sont abordés dans ce projet :

ž **La démarche de projet**

Le référentiel met en exergue l'aspect réalisation technique. L'expression du besoin (objectifs, contraintes) et l'organisation (répartition des tâches, macro planning, revue de projet) sont formalisées et font partie intégrante du travail demandé à l'étudiant.

La réalisation d'une note de cadrage et d'un macro planning justifie la période de trois jours banalisés prévue en septembre.

ž **La réalisation du projet**

DEMANDE DE REALISATION D'UN PROJET ISSUE DE L'ENTREPRISE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ :

(effectuée par l'équipe pédagogique)

Vérification de la compatibilité du projet avec la formation et la certification de l'épreuve E63 :

- ž niveaux des savoirs et savoir-faire mobilisés ;
- ž validation des compétences ;
- ž durée ;
- ž moyens nécessaires et/ou mis à disposition.

Le PROJET est retenu et confié à un étudiant

NOTE DE CADRAGE

L'étudiant rédige la note de cadrage à partir des informations collectées durant la semaine banalisée du mois de septembre.

Validation du projet par une commission inter académique

MACROPLANNING

L'étudiant définit, ordonne et planifie les tâches nécessaires à la réalisation du projet :

- ž tâches de l'étude technique préalable si besoin ;
- ž tâches de l'étude de réalisation ;
- ž tâches de mise en œuvre de la réalisation.

EXECUTION DES TACHES

Pendant le déroulement du projet, un suivi est mis en place et permet à l'étudiant d'animer des réunions techniques (dont une sert de validation)

BILAN DU PROJET

La fourniture correspond-elle à la demande ?

Demande de réalisation d'un projet (de la part de l'industriel)

Cette demande est la conclusion d'une discussion entre l'étudiant (aidé par l'équipe pédagogique) au cours de son stage de première année et l'entreprise qui l'a accueilli. Une présentation des différentes typologies de projet peut être envisagée pour faire émerger la demande de projet.

Il est impératif qu'à la recherche d'un stage de première année soit associée la réalisation d'un projet en deuxième année.

ÉTUDE DE FAISABILITE

L'équipe pédagogique vérifie la compatibilité du projet avec les objectifs du référentiel, les contraintes temporelles et les données technico-économiques.

Le projet est confié à un étudiant

Il est recommandé de n'affecter qu'un seul étudiant par projet (plus grande garantie d'équité, d'autonomie). Si plusieurs candidats sont associés dans la réalisation d'un projet, une attention particulière sera portée à la répartition des tâches dans la note de cadrage.

NOTE DE CADRAGE

Une proposition de document type formalisant la note de cadrage est disponible sur le RPMI.

Ce document permet de clarifier le projet. Il est rédigé par l'étudiant à partir d'un travail d'équipe (étudiant, entreprise, équipe pédagogique). Il précise :

- Le contexte du projet technique :

- F L'expression du besoin : (exemples : remplacer la commande des poussoir des fours, mettre en place une aide au diagnostic intégrée au système automatisé ...) ;
- F Le but ciblé ;
- F Le secteur concerné (maintenance, production...) ;
- F Les équipements, moyens, personnels concernés ;
- F Les acteurs du projet :
 - ž L'entreprise : dénomination, secteur d'activité, coordonnées ;
 - ž Le maître d'ouvrage : service concerné de l'entreprise, nom du responsable du projet, nom du tuteur ...) ;
 - ž Le maître d'œuvre : dénomination du lycée, nom de l'étudiant, nom du pilote : enseignant) ;
- F Les partenaires internes (autres services de l'entreprise concernés par le projet) et externes (expert, sous-traitants ...)

- L'environnement du projet :

- F Délai (date de début, date de fin) ;
- F Budget ;
- F Moyens mis à disposition ;
- F Etudes antérieures ;
- F Contraintes techniques particulières ;
- F Politique d'entreprise ;

- **Les services à réaliser :**

- F Etude technique préalable ;
- F Etude de réalisation ;
- F Mise en œuvre (montage, câblage, raccordement, programmation, tests réalisation d'opérations de maintenance ...)

- **Les livrables du projet :**

- F Dossier relatif à l'étude préalable ;
- F Dossier de réalisation ;
- F Le système installé ;
- F Résultats des tests à la mise en service.

MACROPLANNING

Le projet technique est divisé en 3 étapes :

- Étape 1 : jours banalisés en septembre permettant la réalisation de la note de cadrage ;
- Étape 2 : réservée à l'étude de réalisation, l'étudiant peut néanmoins commencer, si possible, la mise en œuvre. C'est vers la fin de cette étape que le candidat organise la revue de projet.
- Étape 3 : réservée exclusivement à la réalisation (mise en œuvre de la solution).

Les équipes pédagogiques fixent le positionnement des périodes de stage correspondant aux étapes 2 et 3 dans l'année scolaire en tenant compte des contraintes suivantes :

- L'étape 2 ne peut débuter qu'après la validation par la commission inter académique ;
- L'intervalle entre les étapes 2 et 3 doit pouvoir absorber les délais de livraison du matériel commandé suite à l'étude en vue de la mise en œuvre ;
- La fin de la période 3 (fin du stage) doit permettre à l'équipe pédagogique d'organiser les CCF ;
- ...

Le macro planning doit préciser l'organisation temporelle des étapes 2 et 3, en faisant apparaître l'organisation des tâches permettant la mise en œuvre du projet technique.

BILAN

L'étudiant réunit, dans le cadre de la présentation de son projet à l'épreuve orale du BTS :

- La note de cadrage ;
- Le macro planning ;
- Les documents relatifs à l'étude préalable (si elle a été demandée) ;
- Les documents du dossier technique réalisés par le candidat ;
- Les éléments permettant de montrer aux membres du jury la réalisation : photos, vidéo ...
- Le bilan technique de la solution mise en œuvre et la justification des écarts (temporel, technique...) entre la solution réalisée et la solution prévue.

2.3.2 Typologie des projets techniques

Rappel annexe IIIb du référentiel

Activités pouvant être réalisées :

- z Étudier, installer et mettre au point un moyen de surveillance ;
- z Étudier, installer et mettre au point un système d'aide au diagnostic sur une ou plusieurs machines ;
- z Concevoir et réaliser des solutions d'amélioration d'un système de production en vue d'améliorer sa fiabilité et/ou sa maintenabilité et/ou sa sécurité ;
- z Concevoir et réaliser un outillage spécifique d'aide à la maintenance ;
- z Préparer l'installation et participer à la réception et la mise en service de nouveaux biens ;
- z Définir ou optimiser, un plan de maintenance préventive et le valider par sa mise en œuvre ;
- z Optimiser la gestion quotidienne de la fonction maintenance et valider les solutions par leur mise en œuvre ;
- z Préparer et participer à une intervention lourde de maintenance corrective ou préventive systématique.

3. CERTIFICATION

3.1. Contrôle en Cours de Formation

è **Nouveau règlement général du brevet de technicien supérieur**
Décret N°2004-1380 du 15-12-2004 (BO N°2 du 13 janvier 2005)

Article 22 :

- Conditions de délivrance du diplôme pour les candidats préparés par la voie scolaire :
 - z Au moins 3 épreuves ponctuelles ;
 - z Une ou plusieurs épreuves validées totalement ou partiellement par contrôle en cours de formation ;
 - z La définition des épreuves est donnée par chaque référentiel.
- Conditions de délivrance pour les candidats du BTS MI préparés par la voie scolaire :

Sur les 6 épreuves définies par le référentiel :

 - z 5 épreuves sont ponctuelles E1 à E5
 - z L'épreuve E6 (EPS) est validée partiellement par contrôle en cours de formation

Sous épreuve E61 (intervention)	2 situations en CCF
Sous épreuve E62 (stratégie de maintenance)	1 situation en CCF
Sous épreuve E63 (activités en milieu professionnel)	Ponctuelle orale

è **Définition de la mise œuvre des CCF au brevet de technicien supérieur**
Note de service n°97-077 du 18 mars 1997

A - Principes de l'évaluation en CCF

- L'évaluation certificative sert à déterminer le niveau terminal par rapport au niveau requis du diplôme.

Remarque : il ne s'agit pas de mesurer des progrès.

- L'usage de situations d'évaluation permet la réalisation d'une activité, dans un contexte donné, défini par le référentiel.

Remarques :

ž le CCF suppose une approche globale de l'ensemble d'une ou plusieurs compétences ;

ž ne jamais prendre en compte le moment où l'on évalue.

B - Champ d'application

- Pour les BTS, décret N°2004 - 1380 ;
- Les établissements publics pratiquent de droit le CCF.

C - Modalité de mise en œuvre

- Choix et périodicité des situations d'évaluation :

- ž L'organisation et la vérification des acquis sont sous la responsabilité des formateurs et des IA-IPR ;
- ž Les formateurs conçoivent les situations d'évaluation en fonction du cadre fixé par le règlement de l'examen ;
- ž Les candidats sont informés des objectifs visés et des conditions de déroulement ;
- ž Les évaluations sont étalées dans le temps ;
- ž Pour les épreuves professionnelles, l'évaluation peut être organisée dans le même temps pour tous les candidats ;
- ž Les évaluations peuvent être organisés pendant la période de stage.

- Caractéristiques des situations d'évaluation :

- ž Ce sont des situations construites pour évaluer en fonction de la qualification visée par le diplôme ;

L'analyse des activités professionnelles facilite la définition des situations d'évaluation (*cf. Définition des activités professionnelles du RAP*).

- ž Ces situations d'évaluation doivent être définies à partir :

- F des compétences à évaluer (*cf. : Règlement d'examen «Contenu de l'épreuve»*) ;
- F des conditions d'évaluation (*cf. : Règlement d'examen «Conditions de réalisation » et Définition des CP : « Données »*) ;

- F de la définition de l'activité à réaliser et de ses conditions de réalisation (cf. : *Règlement d'examen «Mode d'évaluation» et Définition des compétences «Actions»*) ;
- F des performances attendues (cf. : *Définition des compétences «Indicateurs de performance»*).
- F des critères d'évaluation. *Des grilles nationales d'évaluation sont établies et communiquée chaque année par les services chargés des examens : aucune autre grille ne peut être utilisée.*

- **Évaluation finale, rôle du jury et des IA-IPR :**

- ž L'ensemble des résultats des situations donne lieu à une note proposée par l'équipe pédagogique au jury qui reste seul compétent pour arrêter cette note ;
- ž La proposition de note présentée au jury est argumentée par la grille d'évaluation ;
- ž Le jury peut émettre des observations sur la pertinence des situations choisies ;
- ž Le corps d'inspection veille à la qualité, au bon déroulement et à la conformité au règlement de l'examen ;
- ž Sous le contrôle du corps d'inspection, les équipes pédagogiques assurent l'harmonisation de la pratique du CCF ;
- ž Une commission de suivi sera mise en place en tant que de besoin.

3.2. Supports d'évaluation de stratégie de maintenance

Quel que soit le mode d'évaluation, contrôle en cours de formation ou forme ponctuelle, la sous épreuve E62 « Stratégie de maintenance » est une épreuve orale d'une durée de 20 minutes précédée d'une phase de préparation de 1H30.

Le support de l'épreuve est un dossier technique, issu du monde industriel, qui décrit une problématique de maintenance. À partir de ces problématiques, les équipes pédagogiques préparent les sujets conformément à la définition des situations d'évaluation du référentiel de certification du diplôme.

Pour les équipes pédagogiques, l'attention doit porter sur les points suivants :

- La typologie des sujets présentés ;
- L'organisation de l'évaluation en CCF.

3.2.1. Typologie des sujets

L'ensemble des sujets proposés doit permettre de couvrir l'ensemble des compétences à valider. S'il est impossible d'évaluer dans une même situation toutes les compétences de la sous épreuve E62, le problème posé doit cependant permettre d'évaluer le candidat à partir d'un champ d'actions suffisamment large. Une problématique ne portant que sur une seule action d'une compétence unique ne peut être retenue comme situation d'évaluation.

Il s'agit donc de définir des sujets répondant à des problématiques réelles de maintenance et permettant soit de traiter plusieurs actions cohérentes d'une même compétence, lorsque celle-ci couvre un champs d'action suffisamment large, soit de traiter plusieurs compétences ayant un lien très concret entre elles.

L'analyse des champs des situations d'évaluations précisées dans le référentiel permet de dégager des typologies de sujets assurant une validation de l'ensemble des compétences. Exemples :

SUJET TYPE 1	
Problématique de maintenance	Données
Définir les axes d'améliorations de la stratégie de maintenance (type de maintenance, méthodes, moyens...) à partir des indicateurs de disponibilité et de coûts.	Présentation de l'entreprise, du process, du bien étudié, Période d'étude (ex : année 2004), Bilan des temps de production, temps de maintenance, temps de non production, Bilan des coûts de main d'œuvre, des pièces détachées, d'arrêt de production imputable à la maintenance, Taux horaire machine, taux horaire de maintenance Les données sont fournies dans des tableaux au format Excel.
Le travail demandé	
Questionnement	Compétences évaluées
A) Les équipements les plus pénalisants déterminer les temps de disponibilité déterminer les temps d'indisponibilité calculer la disponibilité calculer les coûts de maintenance calculer les coûts d'indisponibilité identifier les machines les plus pénalisantes	CP3.1. Définir et/ou optimiser la stratégie de maintenance : déterminer les indicateurs de disponibilité déterminer les coûts liés à la maintenance des biens identifier les biens les plus pénalisants du point de vue technico-économique
B) La nouvelle stratégie de maintenance définir les axes d'améliorations de la stratégie (type de maintenance, méthodes, moyens...)	CP3.1. Définir et/ou optimiser la stratégie de maintenance : définir et justifier la stratégie de maintenance

SUJET TYPE 2	
Problématique de maintenance	Données
Fiabiliser un bien en mettant en place un suivi vibratoire d'une installation.	Présentation de l'entreprise, du process, du bien étudié, Période d'étude (ex : année 2004), Bilan du nombre de pannes, temps de production, temps de maintenance, temps d'arrêt de production, Historique consultable sur la <u>GMAO</u> Documents constructeurs, Résultat d'une analyse vibratoire,
Le travail demandé	
Questionnement	Compétences évaluées
A) La fiabilité définir puis calculer les indicateurs de fiabilité de la machine identifier les composants les plus pénalisants du point de vue de la fiabilité proposer des axes de solutions visant à améliorer la fiabilité du composant le plus pénalisant	CP2.1. Analyser la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité d'un bien : déterminer les indicateurs de fiabilité du bien identifier les sous-ensembles ou les composants les plus pénalisants du point de vue de la <u>fiabilité</u> et/ou de la maintenabilité proposer des axes de solutions visant à améliorer la <u>fiabilité</u> , la maintenabilité et la sécurité du bien
B) La préparation de la solution préventive justifier le choix des opérations préventives définir les opérations préventives analyser la courbe de tendance analyser un spectre	CP3.3. Définir, préparer, ordonnancer, optimiser la maintenance préventive : définir le type d'opérations préventives définir les opérations de maintenance conditionnelle ou prévisionnelle exploiter les informations issues de la surveillance

*Repères pour la formation du
Brevet de technicien supérieur Maintenance industrielle*

SUJET TYPE 3	
Problématique de maintenance	Données
Accroître la disponibilité d'un équipement en améliorant sa maintenabilité et la logistique de maintenance.	Présentation de l'entreprise, du process, du bien étudié, Période d'étude, Bilan du nombre de pannes, temps de production, temps de maintenance, temps d'arrêt de production, délai logistique Extrait de l'historique, Les moyens logistiques actuels,
Le travail demandé	
Questionnement	Compétences évaluées
A) La maintenabilité définir puis calculer les indicateurs de maintenabilité de la machine identifier les composants les plus pénalisants du point de vue de la maintenabilité proposer des axes de solutions visant à améliorer la maintenabilité du composant le plus pénalisant	CP2.1. Analyser la fiabilité, la <u>maintenabilité</u> et la sécurité d'un bien : déterminer les indicateurs de <u>maintenabilité</u> du bien identifier les sous-ensembles ou les composants les plus pénalisants du point de vue de la fiabilité et/ou de la <u>maintenabilité</u> proposer des axes de solutions visant à améliorer la fiabilité, la <u>maintenabilité</u> et la sécurité du bien
B) La logistique déterminer les temps de maintenance identifier les points pénalisants du point de vue de la logistique de maintenance définir des solutions d'amélioration de la logistique de maintenance	CP3.5. Définir et/ou optimiser l'organisation des activités de maintenance : déterminer les temps de maintenance identifier les points pénalisants du point de vue de la logistique de maintenance définir des solutions d'amélioration de la logistique de maintenance

SUJET TYPE 4	
Problématique de maintenance	Données
Justifier et préparer une intervention corrective importante suite à un dépannage	Présentation de l'entreprise, du process, du bien étudié, Période d'étude, Bilan du nombre de pannes, temps de production, temps de maintenance, temps d'arrêt de production, délai logistique Taux horaire machine, taux horaire de maintenance Extrait de l'historique, Les documents techniques, Les moyens logistiques actuels, Les contraintes diverses,
Le travail demandé	
Questionnement	Compétences évaluées
A) La stratégie de maintenance calculer les coûts dans le cas d'un dépannage calculer les coûts dans le cas d'une réparation justifier la stratégie de l'entreprise	CP3.1. Définir et/ou optimiser la stratégie de maintenance : déterminer les coûts liés à la maintenance des biens définir et justifier la stratégie de maintenance
B) La préparation définir les opérations à réaliser définir les moyens matériels définir les moyens humains déterminer les dates d'interventions créer le dossier de préparation	CP3.2. Définir, préparer, ordonnancer, optimiser la maintenance corrective: définir le processus opératoire définir les moyens matériels et humains nécessaires planifier les opérations liées au dépannage et/ou à la réparation élaborer le dossier de préparation

SUJET TYPE 5	
Problématique de maintenance	Données
Justifier et préparer une amélioration	Présentation de l'entreprise, du process, du bien étudié, Période d'étude, Bilan du nombre de pannes, temps de production, temps de maintenance, temps d'arrêt de production, délai logistique Taux horaire machine, taux horaire de maintenance Extrait de l'historique, La solution d'amélioration et son dossier de mise en œuvre : plans, schémas... Les moyens mis à disposition Les contraintes diverses (horaires de maintenance, horaires de production...)
Le travail demandé	
Questionnement	Compétences évaluées
A) La fiabilité définir puis calculer les indicateurs de fiabilité de la machine identifier les composants les plus pénalisants du point de vue de la fiabilité justifier la solution d'amélioration proposée	CP2.1. Analyser la <u>fiabilité</u> , la maintenabilité et la sécurité d'un bien : déterminer les indicateurs de fiabilité du bien identifier les sous-ensembles ou les composants les plus pénalisants du point de vue de la <u>fiabilité</u> et/ou de la maintenabilité
B) La préparation de l'amélioration définir les opérations à réaliser définir les moyens matériels calculer la charge de travail définir les moyens humains déterminer les dates d'interventions créer le dossier de préparation	CP3.4. Définir, préparer et ordonnancer les travaux d'amélioration ou d'intégration d'un nouveau bien: définir le processus opératoire définir les moyens matériels et humains nécessaires déterminer la charge de travail planifier les opérations d'amélioration ou d'installation élaborer le dossier de préparation

Cette typologie de sujets n'est pas exhaustive, elle veut simplement illustrer la façon dont les sujets devront être bâtis.

3.2.2. Organisation de l'évaluation du CCF

Une situation d'évaluation est proposée au candidat lors de la deuxième moitié de la formation. La période choisie peut être différente pour chacun des candidats. L'organisation du CCF tient compte des contraintes suivantes : présence d'un représentant de la profession, durée des séances de TD de 2 heures, disponibilité des postes informatiques.

3.2.3. Exemple de situation d'évaluation

Un exemple de situation d'évaluation est disponible sur le site du RPMI
<http://www.rpmi.fr/>

3.3. Grilles d'évaluation

Les grilles d'évaluation concernent :

- La sous épreuve E61 : Diagnostic (fiche E61a) ;
- La sous épreuve E61 : Intervention (fiche E61b) ;
- La sous épreuve E62 : Stratégie de maintenance (fiche E62) ;
- La sous épreuve E63 : Rapport de stage (fiche E63a) ;
- La sous épreuve E63 : Projet en milieu professionnel (fiche E63b) ;
- La sous épreuve E63 : Animation d'une réunion technique (fiche E63c).

Une grille de synthèse pour l'ensemble de l'épreuve professionnelle de synthèse est également élaborée (fiche E6).

Les grilles d'évaluation sont fournies chaque année par le service des examens. Elles sont disponibles sur le site du RPMI.

4. GUIDE D'EQUIPEMENT

4.1. Introduction

Le référentiel présente des évolutions certaines : nouvelles compétences, nouvelles technologies abordées, nouvelle stratégie pédagogique à mettre en œuvre dans les différents domaines.

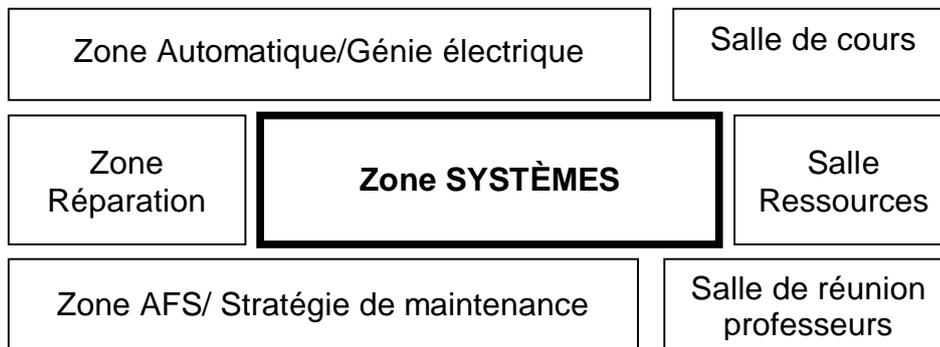
Les principales données du guide d'équipement restent d'actualité (locaux, surface, ...). Il est cependant nécessaire d'actualiser certains supports pédagogiques (logiciel, système, poste de simulation ...).

L'organisation des enseignements, centrée sur un environnement systèmes, impose :

- ž Des systèmes industriels assurant une fonction réelle : le système doit pouvoir fonctionner de la même façon qu'en entreprise et permettre la réalisation d'opérations de maintenance corrective, préventive, amélioration, surveillance, au plus près de la réalité industrielle ;
- ž Des sous systèmes permettant d'étudier des problématiques spécifiques ;
- ž Des postes de simulation matériels ou virtuels dans les laboratoires correspondant aux différents enseignements ;
- ž Des postes spécifiques permettant d'effectuer les apprentissages des savoir-faire élémentaires.

4.2. Définition des zones et équipement associés

4.2.1 Définition des zones d'enseignement



Utilisation des zones / enseignement

- ž **S9 « Activités pratiques »** : zone systèmes et zone réparation
- ž **S6 « Automatique »** : zone systèmes et zone Automatique/Génie électrique
- ž **S7 « Génie électrique »** : zone systèmes et zone Automatique/Génie électrique
- ž **S5 « AFS »** : zone AFS/Stratégie de maintenance et zone systèmes
- ž **S8 « Stratégie de maintenance »** : zone AFS/Stratégie de maintenance et zone systèmes

Remarque : la zone systèmes est le support commun aux différents enseignements.

Fonction des salles

ž **Salle de cours**

Elle permet de réaliser :

- les cours en classe complète ;
- des synthèses en activités pratiques ;
- ...

Elle est équipée d'un ensemble complet de vidéo-projection.

ž **Salle de réunion professeurs**

Elle est destinée :

- aux travaux de concertation de l'équipe pédagogique ;
- à l'accueil des partenaires industriels ;
-

ž **Salle ressources**

Elle permet de rassembler la documentation, matérielle et informatisée, liée aux différents enseignements.

4.2.2 Zone Systèmes

Les supports de formation des «activités pratiques» sont constitués majoritairement par des systèmes pluri-technologiques. Ils sont aussi référents des enseignements d'automatique, du génie électrique, de l'analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes (AFS) et de la stratégie de maintenance.

Caractéristiques globale des systèmes

Les indications suivantes constituent des points indispensables du cahier des charges définissant un système didactique pluri-technologique.

- ž Les systèmes permettent la mise en œuvre des modes de marches et d'arrêt d'un système automatisé ;
- ž La conception des systèmes est au plus proche de ceux existant en milieu industriel : technologies mises en œuvre, énergies utilisées, solutions techniques, caractéristiques du produit, critères de production ... ;
- ž Les systèmes intègrent des moyens de surveillance locale ou à distance ;
- ž Les dossiers fournis avec les systèmes permettent une exploitation complète dans les différents domaines de formation. ils sont numérisés et exploitables. Les logiciels utilisés permettent d'adapter les documents au besoin de l'enseignement ;
- ž Les éléments de la partie opérative sont définis sous modeleur 3D.

Aide au recensement de l'existant et à la définition de nouveaux systèmes

Le tableau présenté ci-après permet de choisir les équipements nécessaires selon la situation des établissements.

Deux situations d'aménagement de la zone « Systèmes » sont possibles :

1. Le BTS MI existe dans l'établissement : une réactualisation des équipements de la zone « Systèmes » est donc à prévoir.
Le tableau permet d'établir un bilan de la situation actuelle afin de prévoir les investissements permettant de couvrir les évolutions de la formation et de la certification.
2. Le BTS est créé dans l'établissement : le tableau est une aide au choix des équipements de la section.

Le tableau proposé recense les activités principales qui sont réalisées sur l'ensemble des systèmes.

Pour un système donné, l'utilisation de ce guide consiste à recenser les activités possibles sur le système en prenant en compte :

- ž La qualité des activités envisagées ;
- ž L'adéquation au niveau enseigné (BTS) ;
- ž La pertinence des solutions techniques mises en œuvre.

Pour une activité donnée, le bilan global sera positif si sur l'ensemble des systèmes cette activité peut être mise en œuvre.

L'analyse finale de la situation doit dégager des besoins nouveaux qui permettent de définir le profil du ou des systèmes complémentaires de la zone système

Activités pratiques		Systèmes			
		SYST 1	SYST 2	SYST n	Bilan global
Réparation	Échange standard d'un réducteur				
	Échange standard d'une pompe				
	Remplacement d'un couple conique dans un réducteur				
	Remplacement de joints d'étanchéité statique et dynamique				
	Changement de roulements				
	Changement de capteur et réglage correspondant				
	Changement d'actionneur et réglage associé				
	Changement de convertisseur de fréquence et réglage associé				
...					
Diagnostic	Diagnostic suite à l'arrêt en cours de cycle (défaut capteur, pré actionneur, effecteur				
	Diagnostic suite à une intervention de l'opérateur de production (arrêt d'urgence, passage en mode manu ...)				
	Diagnostic suite à un déclenchement d'une fonction de sécurité				
	Diagnostic suite à un fonctionnement dégradé				
	Diagnostic suite à la modification de paramètres entraînant un dépassement des limites technologiques (temps de réponse d'une chaîne d'acquisition)				
...					
Amélioration	Installation d'un capteur, réglage et paramétrage correspondants				
	Mise en place d'une surveillance : temps enveloppe, discordance d'état (capteur), retour d'état (relais)				
	Amélioration de la maintenabilité par édition de message sur console de dialogue				
	Changement de technologie électrique / hydraulique / pneumatique et paramétrage associé sur un système				
	Surveillance des paramètres de fonctionnement d'un actionneur				
	Surveillance des paramètres de fonctionnement d'un préactionneur				
	Contrôle d'isolement automatique par module dédié				
	Surveillance par réseau (Ethernet,...)				
	Aide au diagnostic intégré sur automate (sur page Web...)				
	Mise en place d'un régulateur PID sur un circuit hydraulique et réglage correspondant				
	Mise en place d'une carte de commande d'axe asservie et réglage correspondant				
...					
Maintenance préventive	Surveillance de machine tournante par analyse vibratoire				
	Surveillance d'une installation (armoires électriques ...)				
	Surveillance des lubrifiants sur une installation hydraulique				
	Contrôles non destructifs (ultra-sons, magnétoscopie, courant de Foucault, ressuage ...)				

Pour chaque activité, les équipes pédagogiques prendront soin de déterminer les critères qui permettront d'effectuer une analyse qualitative plus fine de la mise en œuvre de l'activité.

4.2.3 Zone Réparation

4.2.4 Zone Automatique/Génie électrique

4.2.5 Zone AFS/Stratégie maintenance

5. RPMI / Réseau national Pédagogique Maintenance Industrielle

5.1. Rôle du RPMI

- ž Développer des projets pédagogiques correspondant aux besoins de la filière ;
- ž Mettre à disposition des ressources techniques et pédagogiques ;
- ž Faciliter l'accès aux informations relatives à la spécialité ;
- ž Promouvoir la prévention des risques professionnels ;
- ž Faciliter l'échange d'expériences et de productions locales.

Le RPMI peut également, à la demande des IA/IPR, intervenir dans les académies pour assurer la formation des enseignants de la filière maintenance industrielle dans des domaines particuliers : prévention des risques professionnels appliquée à la maintenance industrielle, Mise en œuvre des tâches professionnelles liées à l'habilitation électrique, Démarche de diagnostic, ...

5.2. Site internet

Un site de référence pour la filière Maintenance Industrielle : <http://www.rpmi.fr/>



6. RESSOURCES / FORMATION