

REPÈRES POUR LA FORMATION

BTS Maintenance des Systèmes

- Option : systèmes de production
- Option : systèmes énergétiques et fluidiques
- Option : systèmes éoliens

Ce document est proposé par

Mohamed BAZIZ	<i>I.G.E.N. Sciences et techniques Industrielles</i>
Jean-Pierre COLLIGNON	<i>I.G.E.N. Sciences et techniques Industrielles</i>
Dominique PETRELLA	<i>IA-IPR Sciences et techniques Industrielles</i>
Jean-Pierre DELORME	<i>IA-IPR Sciences et techniques Industrielles</i>
Alain DORNIOL	<i>IA-IPR Sciences et techniques Industrielles</i>
Yves FLAMMIER	<i>IA-IPR Sciences et techniques Industrielles</i>
Francis FORTIER	<i>IA-IPR Physique-chimie</i>
Jean-Paul KREBS	<i>IEN-ET Sciences et techniques Industrielles</i>
Eric BADEFORT	<i>Professeur Sciences Industrielles de l'ingénieur</i>
Pascal DENIS	<i>Professeur Sciences Industrielles de l'ingénieur</i>
Marc DUMAS	<i>Chef de travaux Sciences et techniques Industrielles</i>
Olivier GODIN	<i>Professeur Sciences Industrielles de l'ingénieur</i>
Gaétan BIGOT	<i>Professeur Sciences Industrielles de l'ingénieur</i>
Aurélien RAYMOND	<i>Professeur Sciences Industrielles de l'ingénieur</i>
Serge SANDRE	<i>Professeur Sciences Industrielles de l'ingénieur</i>
Robert SUC	<i>Professeur Sciences Industrielles de l'ingénieur</i>

La rénovation d'un diplôme professionnel ne se termine pas à la publication de son référentiel dans le journal officiel. C'est une étape très importante qui acte un travail collaboratif avec les professionnels. Pour accompagner la mise en place de ce BTS Maintenance des Systèmes en établissements, ce document **Repères pour la Formation** est destiné à préciser les objectifs, les modalités, et l'organisation de la formation et de la certification de ce nouveau diplôme ainsi que les moyens mis en œuvre pour les atteindre.

Sommaire

1. Les principes et les orientations du référentiel.....	4
1.1. Le contexte de la rénovation du référentiel.....	4
1.2. Les enjeux de la rénovation.....	4
1.3. Les principes fondamentaux de la formation.....	4
1.4. Une formation cultivant une culture professionnelle commune de la maintenance.....	5
1.5. Un socle commun de compétences et de savoirs technologiques.....	6
1.6. Un stage professionnalisant de 10 semaines en entreprise.....	7
1.7. Une passerelle possible en cours de formation entre 2 options « systèmes éoliens » et « systèmes de production ».....	8
1.8. Une architecture commune de certification.....	9
2 – Organisation générale de la formation.....	10
2.1. Stratégie de formation.....	10
2.2. L’enseignement de Physique et Chimie.....	11
2.3. Le co-enseignement de l’anglais avec les sciences et techniques industrielles.....	13
2.4. L’accompagnement personnalisé.....	14
3. Proposition d’organisation pédagogique de la 1ère année.....	15
4. Propositions d’organisation pédagogique de la 2e année.....	18
4.1. Proposition de parcours de formation pour l’option « Systèmes de production ».....	18
4.2. Proposition de parcours de formation pour l’option « Systèmes énergétiques et fluidiques ».....	20
4.3. Proposition de parcours de formation pour l’option « Systèmes éoliens ».....	22
5. Commentaires sur les savoirs S8 : Santé, sécurité et environnement.....	25
6. Commentaires sur les savoirs S9 : Stratégie et organisation de la maintenance.....	28
7. Commentaires sur la formation aux interventions de maintenance et sur S10.....	34
8. Conception de la sous-épreuve E32 Physique et Chimie pour le CCF.....	37
9. L’épreuve nationale E4 : Analyse technique d’un bien.....	41
10. La sous-épreuve E51 : Maintenance corrective d’un bien.....	43
11. La Sous-épreuve E52 : Organisation de la maintenance.....	45
12. La Sous-épreuve E53 systèmes énergétiques : Conduite d’une installation.....	47
13. La sous-épreuve E53 systèmes Eoliens : Amélioration ou intégration d’un bien.....	49
14. La sous-épreuve E61 : Rapport d’activités en entreprise.....	51
15. La Sous-épreuve E62 : Étude et réalisation de maintenance en entreprise.....	54
16. Plan de formation des enseignants.....	59
17. Les équipements et espaces de formation.....	61
18. Ressources sur le domaine de l’éolien.....	68

Des documents annexes sont associés à ce document et sont téléchargeables sur le portail national de ressources Eduscol STI : <http://eduscol.education.fr/sti/formations/bts-maintenance-des-systemes-ms>

- Fiches nationales d’évaluation des sous-épreuves : E31, E32, E51, E52, E53, E62, E62 ;
- Fiches de validation du CdC de E62 ;
- Exemples de CCF en E32 Physique-Chimie ;
- Sujets « 0 » E41 et E42 ;
- Exemples de CCF en E52 ;

1 – Les principes et les orientations du référentiel.

1.1. Le contexte de la rénovation du référentiel.

La rénovation du référentiel du BTS Maintenance Industrielle (MI) répond à la convergence de plusieurs composantes :

- le BTS MI dont le référentiel datant de 2005 rentrait dans une phase nécessitant son actualisation face aux évolutions des activités et techniques de maintenance. Ce BTS est proposé par 187 établissements de formation dont 108 en apprentissage ;
- les sections de BTS MI intègrent majoritairement des titulaires du baccalauréat professionnel, notamment MEI et ELEEC ;
- les représentants des professionnels de la maintenance des systèmes énergétiques souhaitent un diplôme de niveau III rénové s'appuyant sur les contenus et les activités techniques du BTS MI. Ce métier est accessible par le BTS Fluides-Énergies-Environnements (FEE) option maintenance et gestion des systèmes fluidiques et énergétiques, qui est proposé par 38 établissements de formation dont 30 en apprentissage ;
- enfin, les récentes et futures évolutions du parc éolien français « Offshore » et « Onshore » ont induit la nécessité de mettre en place une formation et un diplôme de niveau III adaptés aux métiers de la maintenance dans ce secteur.

1.2. Les enjeux de la rénovation.

La rédaction de ce référentiel a été structurée autour d'une formation professionnelle de maintenance la plus commune possible en réponse aux trois domaines techniques (production industrielle, énergétique et fluide, éolien), complétée par des apports spécifiques aux différentes technologies. Cette formation s'appuie sur les mêmes démarches de maintenance historiquement construites et mises en place dans les métiers de la maintenance industrielle.

En conséquence, la structure du référentiel des activités professionnelles du BTS MS est majoritairement adossée à celle du BTS M.I. actuel, tout en répondant aux évolutions d'activités du métier en termes de :

- capacités d'interventions pratiques renforcées en liaison avec les évolutions des systèmes techniques et des pratiques (prélèvement et consultation des données de comportement des systèmes techniques, dialogue homme-machine à distance), ainsi que les contraintes des différents domaines techniques, notamment pour le secteur éolien où les interventions de maintenance sont très souvent déjà définies par le constructeur lui-même ;
- maintien des capacités du technicien supérieur à organiser et mettre en œuvre des actions de maintenance à partir d'une politique de maintenance définie sur un parc de systèmes, d'équipements ou d'installations ;
- prise en compte des activités de conduite des systèmes énergétiques et fluidiques (mise en fonctionnement, arrêt, réglages, paramétrages, fonctionnement en mode dégradé, surveillance...), complétant les autres activités transversales de maintenance.

1.3. Les principes fondamentaux de la formation.

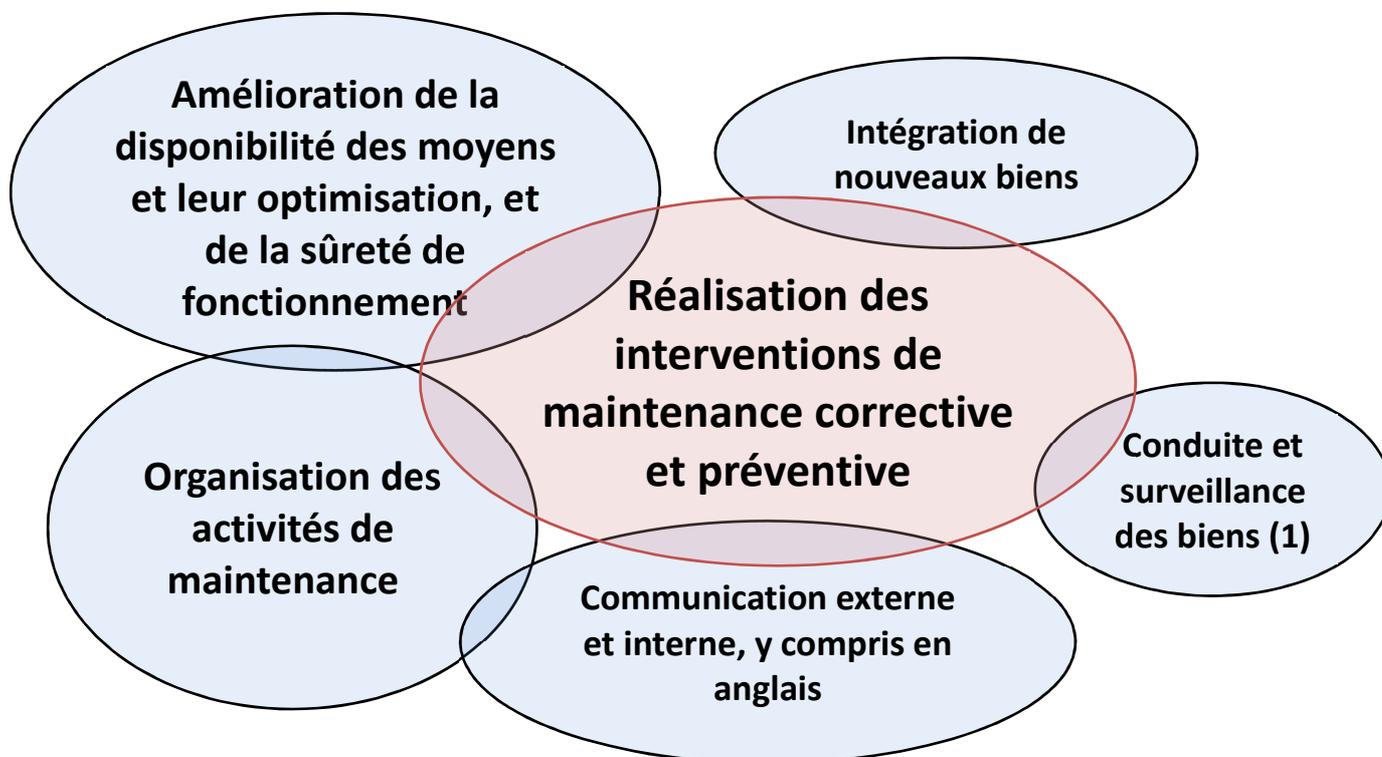
La formation au BTS MS est centrée sur la connaissance des principes et des solutions technologiques les plus couramment mis en œuvre dans les systèmes techniques pour produire des biens, de l'énergie sous toutes ses formes en vue de les maintenir dans un état de fonctionnement optimal.

Bien que le cœur de métier du BTS MS, mobilise des compétences et des savoirs communs; les activités et tâches professionnelles ne sont pas intégralement identiques dans les trois domaines techniques (systèmes de production, systèmes énergétiques et fluidiques, systèmes éoliens). Une adaptation de la formation et de la certification à la spécificité technique de chaque domaine a été retenue afin de répondre aux exigences de la maintenance de ces systèmes au travers d'un BTS à trois options.

1.4. Une formation cultivant une culture professionnelle commune de la maintenance.

Les activités du technicien de maintenance sur un système technique (de production, énergétique et fluide, éolien) nécessitent lors de la formation, des démarches techniques identiques quelle que soit l'option du diplôme :

- une démarche d'analyse des systèmes aux plans fonctionnel, structurel, temporel et comportemental avant toute action de maintenance sur le bien ;
- une prise en compte de l'état physique du bien et de son historique de maintenance ;
- une capacité à intervenir sur des systèmes pluritechnologiques avec les modalités et des outils professionnels les plus adaptés aux technologies et aux problématiques de maintenance à résoudre ;
- une gestion et une préparation des activités de maintenance dans le cadre d'un service organisé autour d'une politique de maintenance ;
- un respect constant d'exigences transversales : sécurité, habilitation à intervenir, normalisation, contraintes environnementales, qualité des interventions, préoccupation des coûts ;
- une capacité à communiquer avec les professionnels en relation avec la maintenance (y compris en anglais) et à reporter les informations suite aux événements et interventions sur les biens.



(1) L'activité de « conduite » constitue une activité importante pour l'option « systèmes énergétiques et fluidiques » et n'est pas exigée dans les 2 autres options du BTS MS. Cependant elle constitue une étape formative nécessaire pour toutes les options, au niveau de la maîtrise du démarrage et de l'arrêt du système technique.

1.5. Un socle commun de compétences et de savoirs technologiques.

Le technicien supérieur doit être capable d'assurer toutes les interventions de maintenance sur des équipements industriels ou sur des installations intégrées à des ouvrages publics ou privés. Bien qu'il soit formé pour intervenir sur une typologie de systèmes (production, énergétique et fluide, éolien), une grande partie des compétences et des connaissances sont à construire d'une manière transversale au cours de la formation :

Option du diplôme	Compétences visées
Systèmes de production	Toutes sauf C61 et C62
Systèmes Éoliens	Toutes sauf C61 et C62
Systèmes Énergétiques et Fluidiques	Toutes les compétences

Les savoirs scientifiques et technologiques à acquérir sont structurés autour d'une base commune de connaissances complétée par des apports en fonction de l'option technique du diplôme.

Exemple : la structure du savoir S4 – Physique et chimie

S4 - PHYSIQUE ET CHIMIE	MODULES	Commun aux 3 options	Systèmes de production et éoliens	Systèmes énergétiques et fluidiques
	S4.1 - Énergie	X		
	S4.2 - Distribution de l'énergie électrique	X		
	S4.3 - Électromagnétisme		X	
	S4.4 - Conversion de l'énergie électrique		X	
	S4.5 - Capteurs et chaîne de mesures	X		
	S4.6 - Les ondes mécaniques	X		
	S4.7.1 - Thermodynamique : fondamentaux	X		
	S4.7.2 - Thermodynamique : applications			X
	S4.8 - Transferts thermiques	X		
	S4.9 - Mécanique des fluides	X		
	S4.10 - États de la matière			X
	S4.11 - pH-métrie et réactions acide-base			X
	S4.12 - Chimie : Oxydoréduction	X		
S4.13 - Matériaux organiques		X		

Concernant, les savoirs technologiques (S5 à S10) associés aux compétences professionnelles, sur **80 items de connaissances**, seules 25% de ces connaissances possèdent un niveau taxonomique de maîtrise à atteindre, différent entre les 3 options.

Sx	Description des savoirs	Systèmes		
		Prod.	Énerg.	Éolien
	Connaissances <i>Le niveau taxonomique de maîtrise des connaissances est identifié de 1 à 4, soit équivalent, soit différent suivant l'option du BTS.</i>	3	3	3

1.6. Un stage professionnalisant de 10 semaines en entreprise.

Le stage en entreprise tient une place importante dans la formation pour l'acquisition de compétences professionnelles en action sur des systèmes techniques réels, notamment pour des interventions de maintenance en vraie grandeur et une prise en compte de la gestion et de l'organisation du service de la maintenance. Ce stage permet également de procurer aux apprenants des problématiques authentiques « d'étude et de réalisation de maintenance » s'appuyant sur des parcs et des équipements dont la maintenance est assurée par l'entreprise.

Ce stage fait l'objet de deux productions évaluées pour la certification du diplôme :

- **Sous-épreuve E61** - Rapport d'activités en entreprise (rédigé suite aux 4 semaines de stage de 1^{ère} année) ainsi que de l'évaluation de compétences sur le terrain de l'entreprise.
- **Sous-épreuve E62** - Étude et réalisation de maintenance en entreprise (en liaison avec les 6 semaines de stage de 2^e année).

Objectifs du stage industriel	BTS MS Systèmes de production	BTS MS Systèmes énergétiques et fluidiques	BTS MS Systèmes éoliens (en italique ce qui diffère)
4 semaines (en fin de première année)	<ul style="list-style-type: none"> • Insertion dans un service de maintenance • Réalisation en autonomie d'activités de maintenance préventive, de surveillance, d'inspection • Renseignement des outils de report de l'information (compte-rendu...) • Présentation du service de maintenance et de son organisation en relation avec le parc des systèmes de production 	<ul style="list-style-type: none"> • Insertion dans un service de maintenance • Réalisation en autonomie d'activités de maintenance préventive, de surveillance, d'inspection • Renseignement des outils de report de l'information (compte-rendu...) • Présentation du service de maintenance et de son organisation en relation avec le parc des systèmes énergétiques et fluidiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Insertion dans un service de maintenance • Renseignement des outils de report de l'information (compte-rendu...) • Présentation du service de maintenance et de son organisation en relation avec le parc des systèmes éolien • <i>Description des conditions et des outils spécifiques pour intervenir sur un système éolien</i>
6 semaines (1^{er} semestre de 2^e année)	<ul style="list-style-type: none"> • Étude technique d'un projet d'amélioration d'un bien ou d'intégration d'un nouveau bien dans un parc de systèmes de production • Réalisation d'un projet d'amélioration d'un bien ou d'intégration d'un nouveau bien dans un parc de systèmes de production • Présentation et soutenance orales des solutions techniques en réponse au problème posé 	<ul style="list-style-type: none"> • Étude technique d'un projet d'amélioration d'un bien ou d'intégration d'un nouveau bien dans un parc de systèmes de production • Réalisation(*) d'un projet d'amélioration d'un bien ou d'intégration d'un nouveau bien dans un parc de systèmes de production • Présentation et soutenance orales des solutions techniques en réponse au problème posé 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Réalisation en autonomie d'activités de maintenance préventive, de surveillance, d'inspection sur une éolienne</i> • <i>Validation de la formation à la prévention des risques professionnels liés à l'éolien</i> • <i>Présentation et soutenance orales des techniques et des méthodes de maintenance pour intervenir sur une éolienne</i>

(*) La réalisation du projet pour les trois options, est arrêtée lors de la commission de validation des projets pour l'examen. Cette réalisation pour l'option « systèmes énergétiques et fluidiques » pourra dans certains cas et après approbation de cette commission, être reportée à une année ultérieure de l'année du stage dans la mesure où l'étude technique sera suffisamment développée par le candidat en établissant un dossier complet et exploitable par l'entreprise.

Le stage en entreprise est le moyen de cultiver des liens étroits des établissements de formation avec le monde de l'entreprise dans le domaine de la maintenance, afin de pérenniser une cohérence de formation aux plans technique et professionnel. C'est le lieu pour observer et mobiliser pour les apprenants la mise en

œuvre des attendus du référentiel des activités professionnelles concernant les exigences transversales : prévention des risques, habilitation à intervenir, respect des normes, prise en compte des contraintes environnementales, optimisation de la qualité des interventions, préoccupation des coûts.

1.7. Une passerelle possible en cours de formation entre 2 options « systèmes éoliens » et « systèmes de production ».

Ce BTS MS propose une forte proximité des objectifs de formation entre les deux options « systèmes de production » et « systèmes éoliens ». La formation et la certification des candidats dans ces 2 options, leur permet soit au cours de la formation (en cas d'inaptitude physique pour l'éolien par exemple), soit au cours de leur carrière de technicien, d'évoluer d'un champ technique vers l'autre. Cette évolution sera bien moins envisageable pour la spécialité de l'option « systèmes énergétiques et fluidiques » vers « systèmes de production » ou « système éoliens » ou réciproquement.

Similitude de formation entre les deux options :

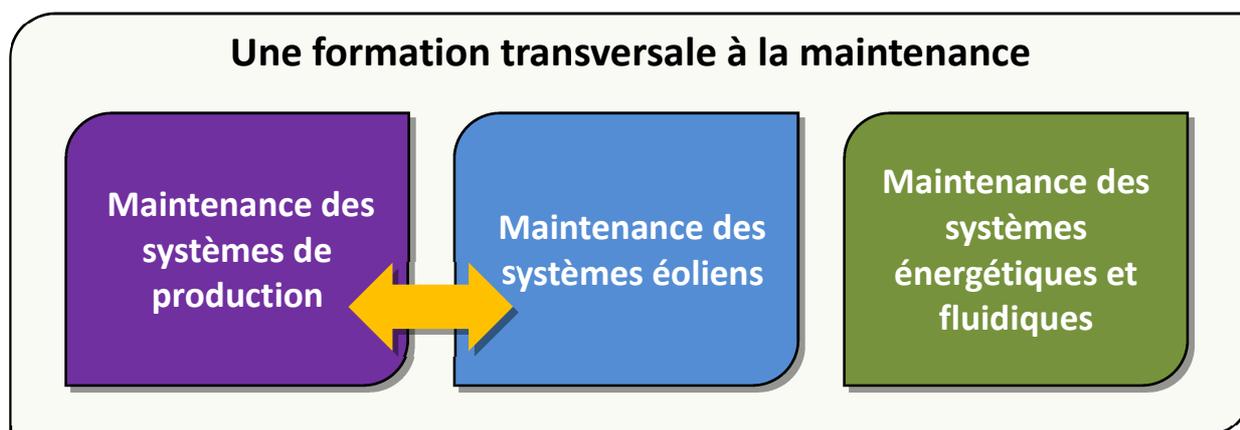
- mêmes compétences visées par le diplôme ;
- mêmes modules d'enseignement en physique-chimie ;
- la plupart du temps le même niveau taxonomique sur les mêmes savoirs : seuls 20 items de connaissances sur 80 items possèdent un niveau différent.

En conséquence la formation peut être organisée d'une manière commune sur la 1^{ère} année de formation (voir organisation des enseignements au chapitre suivant), tout en approchant les solutions technologiques spécifiques à chaque option.

Pour autant la spécificité de la maintenance des éoliennes, impose des aptitudes physiques ainsi qu'une formation aux habilitations particulières du technicien :

- Intervenir en hauteur (50m) dans des conditions de sécurité adaptées et dans une maîtrise du vertige ;
- Intervenir en milieu marin (éolienne « offshore »).

Afin de prendre en compte des difficultés rédhibitoires des apprenants face à ces aptitudes exigées, il peut être envisagé pour l'apprenant, un changement d'option au cours de la 1^{ère} année de formation entre les options « système éolien » et « système de production ».



1.8. Une architecture commune de certification.

L'ensemble des épreuves possède la même structure pour les 3 options :

Nature des épreuves	Unités	Coef.	Modalités pour les établissements habilités au CCF
E1 - Culture générale et expression	U1	3	Épreuve ponctuelle écrite commune
E2 – Anglais	U2	2	2 situations en CCF
E3 - Mathématiques - Physique et chimie (coef. 4)			
Sous-épreuve E31 : mathématiques	U31	2	2 situations en CCF
Sous-épreuve E32 : Physique et chimie	U32	2	2 situations en CCF
E4 – Analyse technique d'un bien (Coef. 6)			
Sous-épreuve E41 : Analyse fonctionnelle et structurelle	U41	2	Épreuve ponctuelle écrite commune
Sous-épreuve E42 : Analyse des solutions technologiques	U42	4	Épreuve ponctuelle écrite spécifique à l'option
E5 – Activités de maintenance (Coef. 6)			
Sous-épreuve E51 : Maintenance corrective d'un bien	U51	3 ou 2	1 ou 2 situations en CCF suivant l'option
Sous-épreuve E52 : Organisation de la maintenance	U52	3 ou 2	1 situation en CCF identique aux 3 options
Sous-épreuve E53 : Conduite d'une installation ou Amélioration/intégration d'un bien	U53	2	1 situation en CCF spécifique à l'option
E6 – Épreuve Professionnelle de Synthèse (Coef. 6)			
Sous-épreuve E61 : Rapport d'activités en entreprise	U61	2	1 épreuve ponctuelle orale identique
Sous-épreuve E62 : Étude et réalisation de maintenance en entreprise	U62	4	1 épreuve ponctuelle orale identique

Ce BTS à trois options implique donc une certification prenant en compte :

- la spécificité technique des systèmes,
- les modalités d'intervention et d'action sur ces systèmes (leur accessibilité, leur mise à disposition et les conditions d'évaluation possibles, par exemple, la maintenance préventive d'une éolienne ne peut s'exercer qu'en entreprise)

L'ensemble des compétences professionnelles du référentiel est vérifié au travers des **épreuves E4, E5 et E6**. Seule l'option « Systèmes énergétiques et fluidiques » évalue lors de l'examen les 2 compétences C61 et C62 dédiées à la conduite de systèmes.

2 – Organisation générale de la formation.

2.1. Stratégie de formation.

Les principes qui président à l'organisation de la formation sont assis sur **une approche par compétences professionnelles** et en rupture avec la parcellisation des enseignements par des enseignants spécialisés sur un domaine technique. Ceci tourne clairement le dos à l'organisation pédagogique du précédent référentiel BTS MI où les enseignements technologiques étaient structurés autour d'un enseignement d'analyse fonctionnelle et structurelle, d'automatique et de génie électrique.

En effet, dans une continuité avec les réformes du baccalauréat technologique STI2D, les compétences des enseignants se sont largement ouvertes vers **la pluritechnologie des solutions** intégrant les concepts d'analyse, de chaînes d'énergie et d'information pour approcher et appréhender une fonction assurée par un système technique de plus en plus communicant.

La mise en place de la formation du BTS MS nécessite de la part de chaque établissement et de ses équipes, une étude approfondie du référentiel et une analyse des compétences, de l'expérience et des potentialités pédagogiques de l'équipe qui peut prendre en charge cette formation.

Comme dans toutes les formations de BTS, il est impératif d'éviter l'émiettement du référentiel sur les horaires d'enseignement et sur de nombreux professeurs spécialisés. Il est suggéré une répartition réduite des enseignements technique et professionnel, **sur trois professeurs intervenants** par année en recherchant les complémentarités disciplinaires pour obtenir une polyvalence collective de formation.

⇒ **La nécessité d'une approche globale systémique pour intervenir.**

Les professionnels lors du travail en CPC ont largement insisté sur la nécessaire approche systémique et globale d'un système technique, tant pour l'appropriation et la compréhension des équipements que pour les méthodes et les techniques de maintenance. Il est donc indispensable d'aborder les équipements dans leur globalité technologique. On ne pratique pas la maintenance de partie opérative mécanique, totalement indépendamment de la maintenance des parties énergétiques ou des systèmes de commande correspondants. Les démarches d'analyse et de diagnostic sur un système doivent être menées en complète intégration de toutes les technologies présentes, avant d'assurer ensuite l'intervention sur les composants ou organes de ces solutions technologiques.

Afin de répondre à cette exigence de formation, on ne peut donc admettre qu'un seul enseignant assure complètement et uniquement la formation à l'une des trois approches du système (partie opérative ou partie énergétique, ou partie commande) en assurant strictement l'enseignement de S5 ou de S6 ou de S7. La chaîne d'énergie et la chaîne d'information doivent être abordées en parallèle sur un même système pour montrer toutes les interrelations dans une même fonction de ce système. Les enseignants concernés doivent travailler en équipe en se concertant pour construire une équipe pluridisciplinaire et polyvalente sur l'ensemble des compétences mise en jeu.

Pour l'enseignement identifié « Études pluri technologiques des systèmes »

- Pour une division complète (24 à 30 apprenants), il convient de ne pas envisager plus de deux professeurs prenant en charge également l'approche systémique et fonctionnelle. Il est donc souhaitable de passer du concept « un professeur » pour « un groupe » à celui d'une classe pour deux professeurs. Si les espaces de formation le permettent ces professeurs peuvent intervenir ensemble avec toute la classe à un instant donné en s'appuyant sur les mêmes systèmes. Les enseignants doivent systématiquement enseigner en équipe. Pour les cours et les TD, on peut imaginer un partage en mettant de la souplesse dans le fonctionnement pédagogique.
- S'il n'y a qu'un groupe de 15 apprenants, il ne peut pas y avoir deux groupes, mais si l'intervention des deux enseignants se succède, il est également nécessaire qu'ils travaillent en lien et sur les mêmes systèmes.

⇒L'enseignement « Techniques de maintenance, conduite, prévention »

Les enseignants en charge de cet enseignement seront dans la mesure du possible et de la constitution des services les enseignants précédemment impliqués dans les approches et les technologies des systèmes. L'équipe peut être complétée par un éventuel troisième professeur spécialiste des techniques d'intervention de maintenance et travaillant en pleine cohérence sur la programmation pédagogique de l'année.

2.2. L'enseignement de Physique et Chimie.

L'organisation des enseignements de physique et chimie est déclinée en 13 modules :

- 8 modules sont communs aux trois options pour un socle commun de compétences et sollicitant des savoirs partagés.
- 3 modules sont spécifiques à l'option choisie.

Chaque module comporte deux colonnes :

- la colonne intitulée «Notions et contenus» définit les notions (ensemble de concepts, lois, connaissances) nécessaires à la mise en œuvre des capacités exigibles explicitées dans la colonne suivante ;
- la colonne intitulée «Capacités exigibles » définit les connaissances et capacités que l'élève devra savoir mobiliser dans un contexte donné.

Cet enseignement doit introduire de façon progressive les principes de physique chimie utiles à la compréhension du fonctionnement et des lois mises en jeu sur un système technologique et dépasse le cadre de l'activité scientifique. Le professeur trouvera dans les applications métiers les contextes permettant de mettre en œuvre l'apprentissage des apprenants en donnant du sens. Les concepts et modèles qu'il introduit dans son enseignement peuvent apporter une première approche d'un système tout en développant les compétences de la démarche scientifique.

Le professeur de physique chimie organise son enseignement afin de permettre à un technicien supérieur des métiers de la Maintenance des Systèmes d'acquérir les différentes capacités validant les compétences de la démarche scientifique qui a été introduite au lycée, en lien avec les compétences du référentiel d'activités professionnelles.

La progression choisie par le professeur de physique chimie, les activités proposées devront être coordonnées avec celles des professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur et de mathématiques de l'option enseignée pour développer l'autonomie d'un futur technicien de maintenance confronté aux tâches professionnelles de maintenance qu'il devra effectuer seul ou au sein d'une équipe. Les compétences « *s'approprier* », « *communiquer* » et « *être autonome, faire preuve d'initiative* » travaillées en physique chimie pourront être mobilisées autour d'une tâche professionnelle.

⇒Vers une pédagogie articulée entre enseignements technologiques et physique-chimie

Lorsque la géographie des laboratoires et des plateaux techniques de l'établissement le permet, la conception de l'emploi du temps doit favoriser les synergies d'intervention entre les enseignants. Les professeurs doivent mettre en œuvre une pédagogie qui s'articule entre les 2 disciplines et ainsi offrir aux apprenants une meilleure cohérence dans la mise en œuvre des apprentissages.

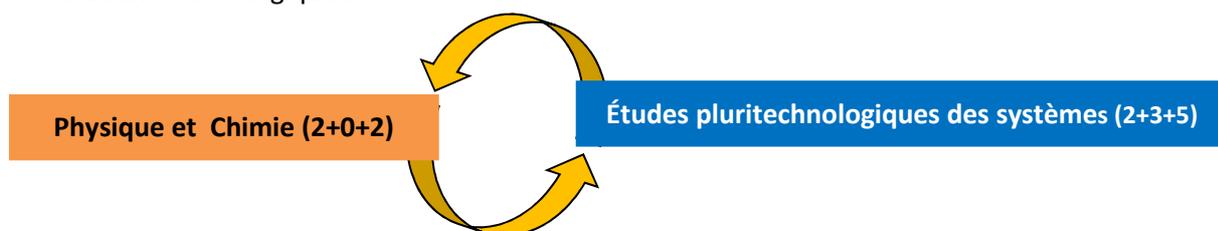
Le croisement des référentiels de savoirs de physique et chimie S4 et de savoirs technologiques S5, S6, S7 identifie les notions communes ou complémentaires des deux disciplines pour lesquelles une stratégie pédagogique de formation coordonnée consolidera le socle de compétences et de savoirs technologiques.

Enseignements technologiques	S5.5	S6.1	S6.2	S6.3	S6.4	S6.5	S6.6	S6.7	S7.2	S7.4
croisement S4 / S5, S6, S7 les cases grisées correspondent aux savoirs de physique et chimie communs aux 3 options	Analyse comportementale le du bien	Typologie des systèmes énergétiques	Alimentation en énergie	Distribution de l'énergie	Conversion de l'énergie	Transmission et adaptation de l'énergie	Stockage de l'énergie	Modulation de l'énergie	Acquisition de grandeurs physiques	Commande de la chaîne d'énergie
S4.1 - Énergie		X	X				X			
S4.2 - Distribution de l'énergie électrique				X		X				
S4.3 - Électromagnétisme					syst prod.					
S4.4 - Conversion de l'énergie électrique					syst prod.					
S4.5 - Capteurs et chaîne de mesures					X			X	X	X
S4.6 - Les ondes mécaniques	X			X						
S4.7.1 - Thermodynamique : fondamentaux					X	X				
S4.7.2 - Thermodynamique : applications					syst. énerg.	X				
S4.8 - Transferts thermiques					X	X	X			
S4.9 - Mécanique des fluides				X	X	X		X		
S4.10 - États de la matière					X	X	X			
S4.11 - pH-métrie et réactions acide-base				X						
S4.12 - Chimie : Oxydoréduction					X					
S4.13 - Matériaux organiques	prod. et éol									

⇒ Une culture et un vocabulaire partagé

Deux approches pédagogiques sont envisageables :

- les systèmes des plateaux techniques de formation offrent aux professeurs de physique chimie les applications métiers et les contextes d'études propices à l'acquisition des capacités exigibles du référentiel S4.
- Les notions et principes introduits par le professeur de physique chimie doivent précéder l'intervention des professeurs de SII utilisant ces notions et principe pour appréhender le comportement des solutions technologiques.



Des supports de formation communs aux deux disciplines doublés d'un vocabulaire partagé entre les deux disciplines ne pourront que renforcer pour les apprenants la cohérence et la complémentarité des apprentissages.

Les grilles horaires de première et de seconde année offrent la possibilité d'une prise en charge de la division complète par les deux enseignants sur une ou des durées qui sont à définir dans le cadre d'un projet pédagogique au sein d'un enseignement coordonné pour conduire des activités complémentaires.

2.3. Le co-enseignement de l'anglais avec les sciences et techniques industrielles.

Il est attendu que le technicien de maintenance maîtrise une langue étrangère (l'anglais) afin de communiquer correctement avec les collaborateurs, les clients et les fournisseurs, d'écrire des rapports clairs et concis, de comprendre les instructions et de se former à des techniques. Ces compétences sont désormais nécessaires dans les PME comme dans les grandes entreprises. Les rapports d'activité, les guides d'utilisation, les catalogues et documentations techniques sont le plus souvent rédigés en anglais. Les systèmes techniques disposent d'interfaces de dialogue en langue anglaise. Les échanges entre techniciens européens et internationaux se généralisent en langue anglaise, langue de diffusion de l'information et de communication à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise, à l'écrit comme à l'oral.

(Extrait du référentiel des activités professionnelles du BTS Maintenance des systèmes)

L'heure de co-enseignement de l'anglais et de l'enseignement des techniques d'intervention s'inscrit dans la droite ligne des principes mis en place en enseignement de technologie en langue vivante 1 pour le baccalauréat STI2D.

La mondialisation du secteur industriel a imposé la langue anglaise comme moyen de communication. Une bonne maîtrise de cette langue est un atout important dans de nombreux secteurs industriels en favorisant l'intégration et l'évolution des jeunes techniciens au sein des entreprises.

Face à ces exigences, pour préparer au mieux les futurs techniciens supérieurs dans les métiers de la maintenance des systèmes, le co-enseignement (1H/semaine) en 2^e année est complémentaire à l'enseignement technologique dans le cadre des horaires de l'enseignement de l'anglais (2 + 1 + 0).

L'enseignement de l'anglais s'efforce, au travers de documents de nature diverse, d'aborder le lexique technique couramment utilisé dans le champ de la spécialité de l'option tout en entraînant les élèves aux diverses formes de discours (décrire, raconter, expliquer, argumenter). Le co-enseignement permet de contextualiser les situations professionnelles rencontrées par les techniciens lors de leurs activités professionnelles. Pour accroître cette synergie, les progressions pédagogiques de cet enseignement devront être réalisées en cohérence avec la progression de l'enseignement de l'anglais et de celui des techniques d'intervention. Pour favoriser ce lien et cette approche commune, les deux enseignants interviennent dans la même salle ou le même espace de formation technique. Pour la même raison, l'heure de co-enseignement pourra être accolée aux heures de techniques d'intervention.

NB : Il est fortement recommandé que l'enseignant d'anglais qui dispense le co-enseignement soit aussi en charge de l'enseignement de l'anglais de la classe et que cet enseignement. Il est également recommandé que ce co-enseignement autant que l'établissement le permette, soit dispensé dans les espaces de formation technique ou au plus près pour faciliter la contextualisation des situations professionnelles observées.

Il est également souhaitable que l'enseignant d'anglais qui sera sollicité pour évaluer les candidats lors de l'épreuve orale E61 de soutenance du stage de 1^{ere} année, possède une expérience du co-enseignement et une approche des techniques de maintenance.

2.4. L'accompagnement personnalisé.

L'accompagnement personnalisé en BTS MS, est une plage de formation (0 + 1 + 0) destinée entre autres à l'accueil des apprenants, à favoriser leur réussite sur tous les enseignements, les mettre en confiance afin d'éviter leur abandon de la formation. Il ne doit pas être considéré comme un temps exclusif de soutien ou de renforcement des disciplines pour combler des lacunes. Mais bien un moment de prise en compte de leur acquis dans une stratégie de mise dans une dynamique de travail et d'adaptation progressive aux exigences du BTS.

A - Quelques objectifs à atteindre.

- Donner du sens à la formation, en explicitant :
 - o les objectifs, les modalités de la formation tant en enseignement général que professionnel ;
 - o l'autonomie, les responsabilités, l'intérêt pour le métier du titulaire du BTS MS ;
- Identifier les besoins des apprenants par un diagnostic ;
- Accentuer l'aide méthodologique pour traiter toutes les activités d'enseignement au niveau du BTS ;
- Faciliter la compréhension des situations d'enseignement proposées ;
- Mettre en place une approche interdisciplinaire enseignement général et enseignement professionnel des activités de soutien, d'approfondissement ;
- Favoriser l'intégration des apprenants aux enseignements et la formation du BTS MS.

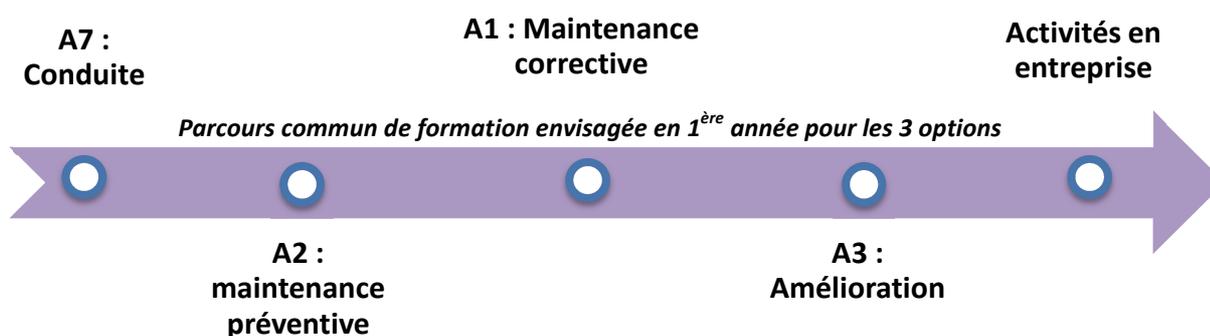
B – Méthodes.

- Définir par l'équipe pédagogique toute entière (EG et EP), des objectifs d'accompagnement en les réajustant régulièrement au cours de la formation ;
- proposer des professeurs référents, précepteurs, pour l'aide aux devoirs, le suivi des progrès, le soutien et l'encouragement ;
- S'appuyer sur l'expérience des PFMP des élèves de Bac Pro (connaissance du monde de l'entreprise, exploitation de situations techniques ou professionnelles, appui sur la rédaction et la soutenance du rapport de PFMP) ;
- Proposer des activités mettant en relation les connaissances et compétences de l'enseignement général (français, anglais, mathématiques et physique-chimie) avec celles de l'enseignement professionnel ;
- S'appuyer sur des recherches documentaires sur Internet encadrées par les professeurs sur une partie restreinte du programme afin de développer les capacités de synthèse ;
- Développer la prise de parole (restitutions, exposés, explicitations, corrections...) y compris en anglais.
- Mettre en place des temps individuels de travail pour inciter tous les apprenants à lire et interpréter un sujet, à démarrer un exercice, à élaborer une démarche de résolution de problème ;
- Mettre en place des travaux dirigés de difficultés progressives avec des activités obligatoires et d'autres optionnelles ;
- Structurer des documents d'activités jalonnés par des étapes-bilan pour éviter le découragement des apprenants ;
- Proposer des vitesses d'apprentissage différenciées en fonction des apprenants ;
- Mettre en place des conférences sur les métiers de la maintenance, faire venir des professionnels, proposer des visites de sites techniques, proposer de l'information sur les poursuites d'études Post-BTS.

3. Proposition d'organisation pédagogique de la 1^{ère} année.

Les objectifs de la 1^{ère} année de formation sont de développer une connaissance minimale des solutions technologiques de la spécialité pour permettre au plus tôt la réalisation d'interventions de maintenance préventive et corrective sur des systèmes techniques.

La formation est conçue dans une indispensable synergie des apports et des activités de formation menées conjointement afin de faire évoluer les compétences à exercer. Elle doit être organisée non plus par une juxtaposition des enseignements, mais au contraire dans une cohérence collective des enseignements techniques, scientifiques et professionnels dans un parcours de formation commun identique pour les 3 options, établi à partir des activités et tâches professionnelles.



La connaissance de l'organisation fonctionnelle, structurelle et temporelle des systèmes techniques peut être initiée par des activités concrètes de conduite en début de formation. Le niveau de conduite (mise en marche et arrêt) visé sera renforcé pour l'option « systèmes énergétiques et fluidiques ».

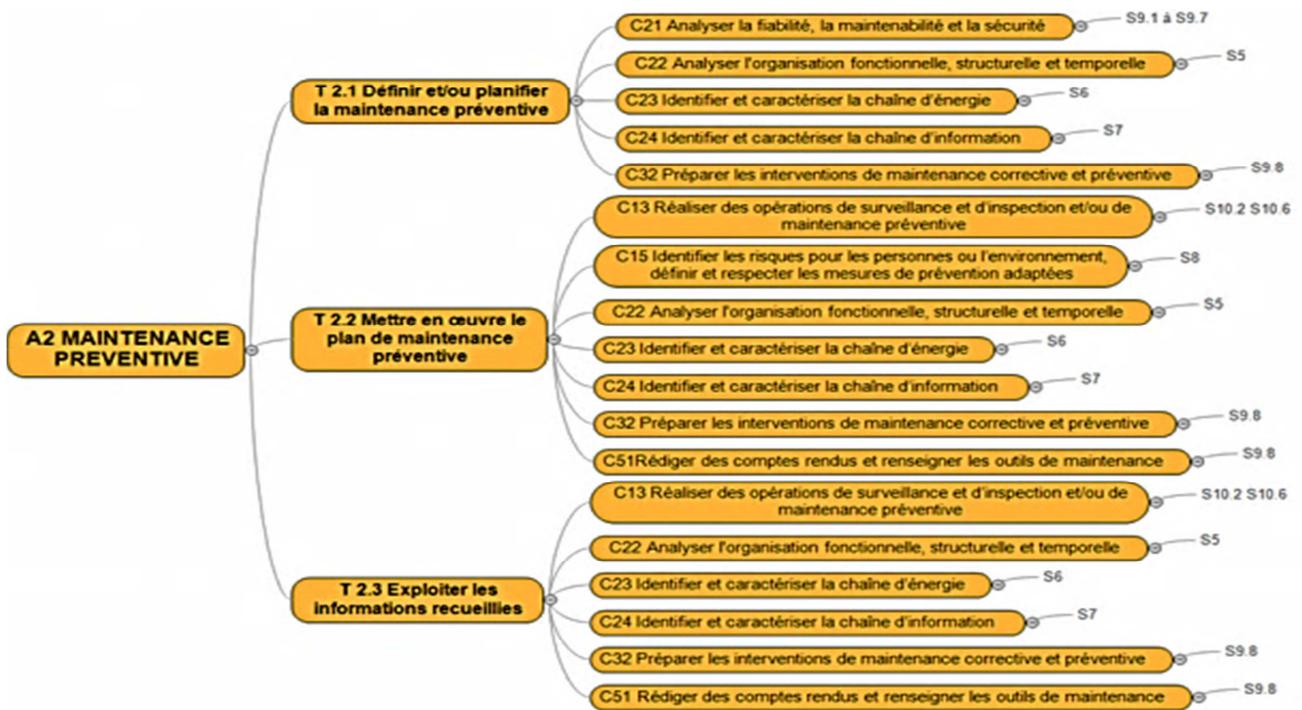
Cette année de formation aboutissant au stage de 4 semaines en entreprise doit permettre de former les jeunes aux compétences évaluées durant ce stage, notamment la mise en œuvre des **outils de gestion du service de maintenance, ainsi que les activités pratiques de maintenance préventive, de surveillance ou d'inspection** (pour les options systèmes de production et énergétique).

		Par sem.	a + b + c
Parcours commun de formation	Physique et chimie	4	2 + 0 + 2
	Études pluritechnologiques des systèmes	10	2 + 3 + 5
	Organisation de la maintenance	3	1 + 2 + 0
	Techniques de maintenance, conduite, prévention	6	1 + 0 + 5
		23	6 + 5 + 12

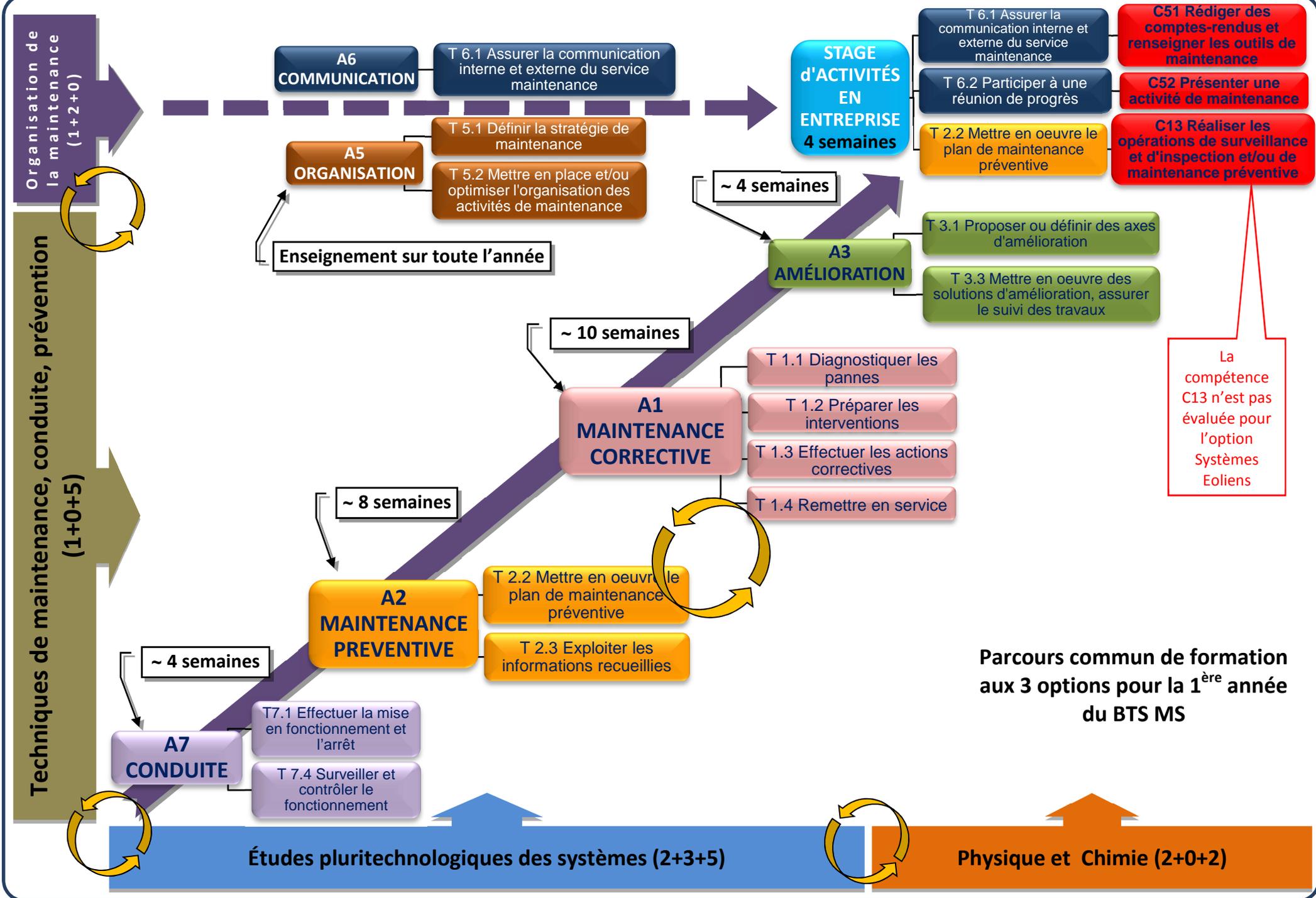
Les compétences professionnelles à acquérir ne peuvent se développer favorablement, au cours de ce parcours que si la formation mobilise simultanément et en cohérence les savoirs :

- S4 (physique-chimie),
- S5 (analyse systémique et fonctionnelle),
- S6 (chaîne d'énergie),
- S7 (chaîne d'information),
- S8 (santé, sécurité, environnement),
- S9 (stratégie et organisation de la maintenance),
- S10 (techniques de maintenance et de conduite),

au service de l'acquisition des **compétences professionnelles** plusieurs fois mises en œuvre suivant les situations professionnelles proposées au cours de la formation (activités et tâches du RAP).



Exemple de mise en œuvre des compétences pour l'activité A2 : MAINTENANCE PREVENTIVE



4. Propositions d'organisation pédagogique de la 2^e année.

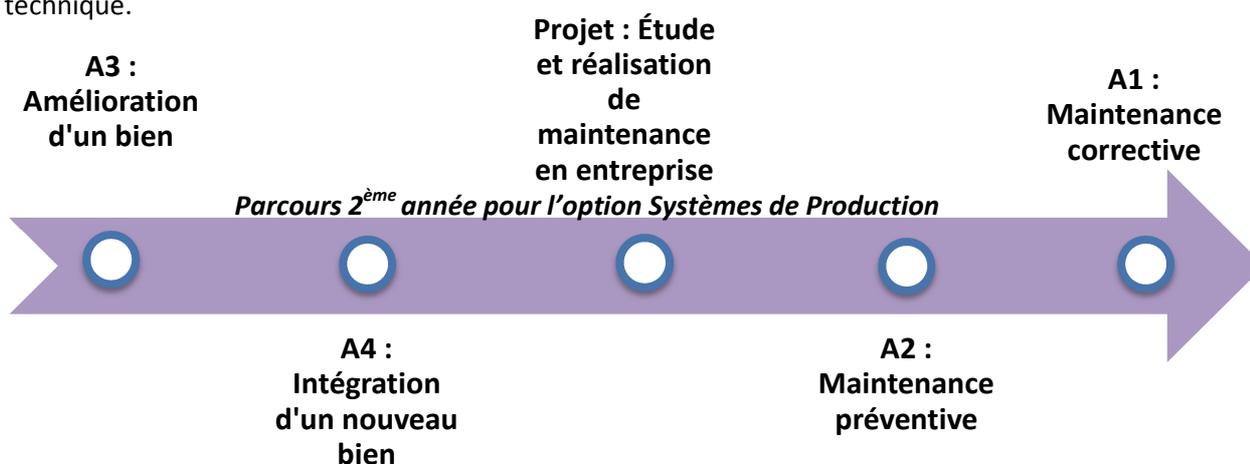
La seconde année est articulée entre l'étude et la réalisation du projet en entreprise, et les différentes sous-épreuves techniques en cours de formation (CCF).

Tout comme en 1^{ère} année, l'ensemble des enseignements doit être organisé pour contribuer à un parcours de formation cohérent et favorisant le développement des compétences validées à l'examen dans leurs critères de performance.

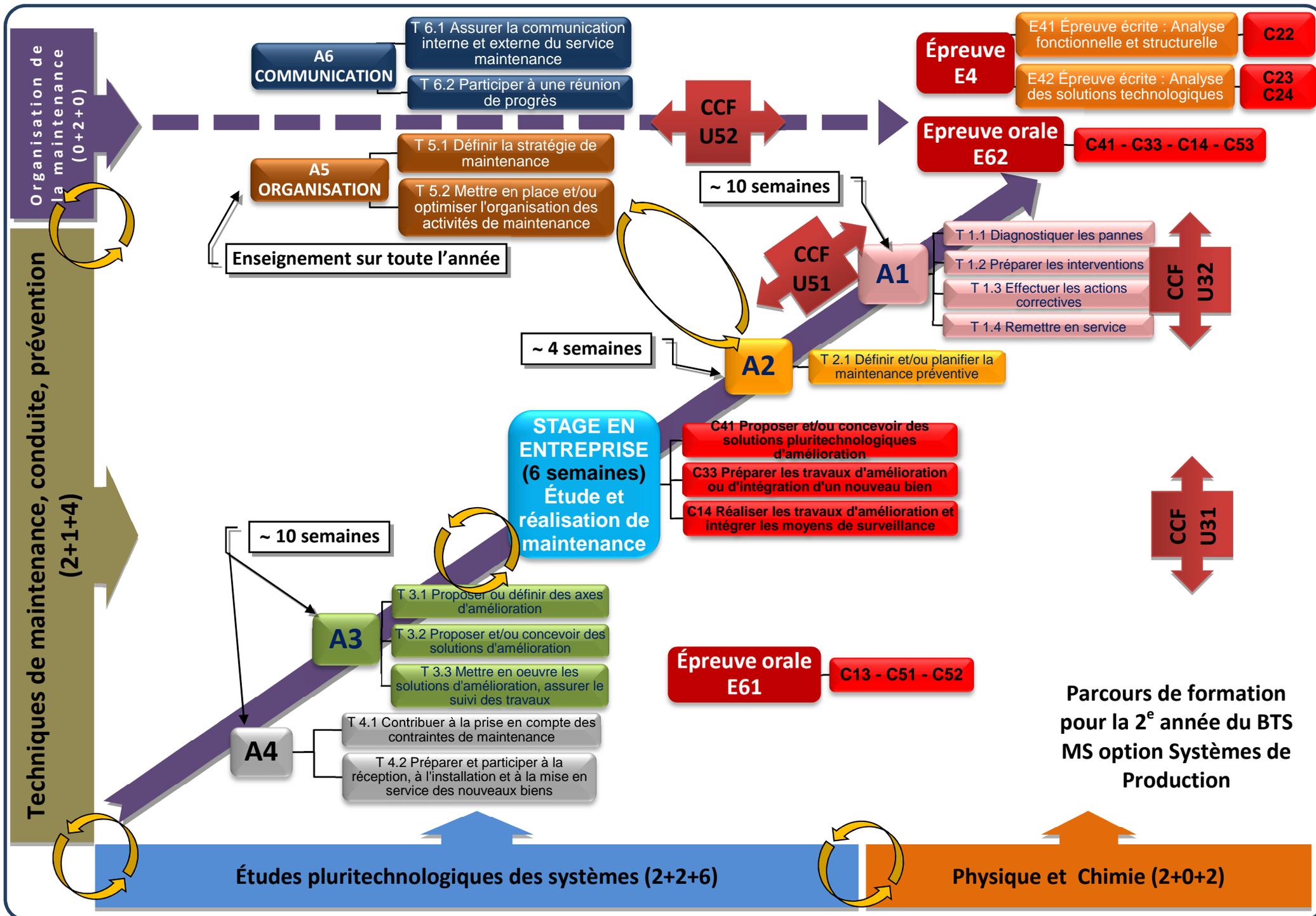
		Par sem.	a + b + c	CCF à réaliser en 2 ^e année
Parcours de formation	Physique et chimie	4	2 + 0 + 2	2 CCF : E42
	Études pluritechnologiques des systèmes	10	2 + 2 + 6	
	Organisation de la maintenance	2	0 + 2 + 0	1 CCF : E52
	Techniques de maintenance, conduite, prévention	7	2 + 1 + 4	1 à 2 CCF selon l'option : E51 et E53
		23	6 + 5 + 12	

4.1. Proposition de parcours de formation pour l'option « Systèmes de production ».

Le développement des compétences visées s'appuie sur une organisation d'un parcours structuré sur les **activités et les tâches professionnelles** (voir page suivante) les plus significatives pour cette spécialité technique.

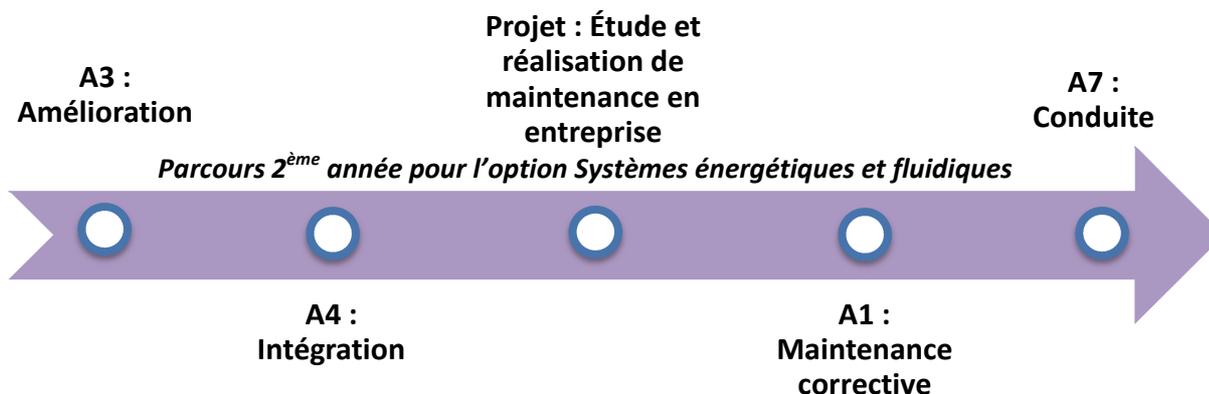


Les objectifs de formation de cette option sont centrés sur la capacité à prendre en charge et réaliser **un projet de maintenance « amélioration ou intégration d'un bien » en entreprise industrielle** ainsi qu'à former les jeunes à toutes les compétences terminales du diplôme vérifiées dans le cadre des différentes modalités de l'examen (épreuves pratiques en CCF, épreuves ponctuelles écrites et orales). Pour la maintenance des systèmes de production, les attentes professionnelles résident tout particulièrement dans la maîtrise **des interventions de maintenance corrective**, dans la qualité de la gestion et de l'étude **des stratégies de maintenance** en réponse à des problématiques industrielles. L'année permet notamment d'approfondir l'ensemble des solutions pluritechnologiques en termes de chaînes d'énergie et d'information afin de mobiliser l'ensemble des compétences d'étude, d'organisation et d'intervention à mettre en œuvre sur des systèmes techniques industriels.



4.2. Proposition de parcours de formation pour l'option « Systèmes énergétiques et fluidiques ».

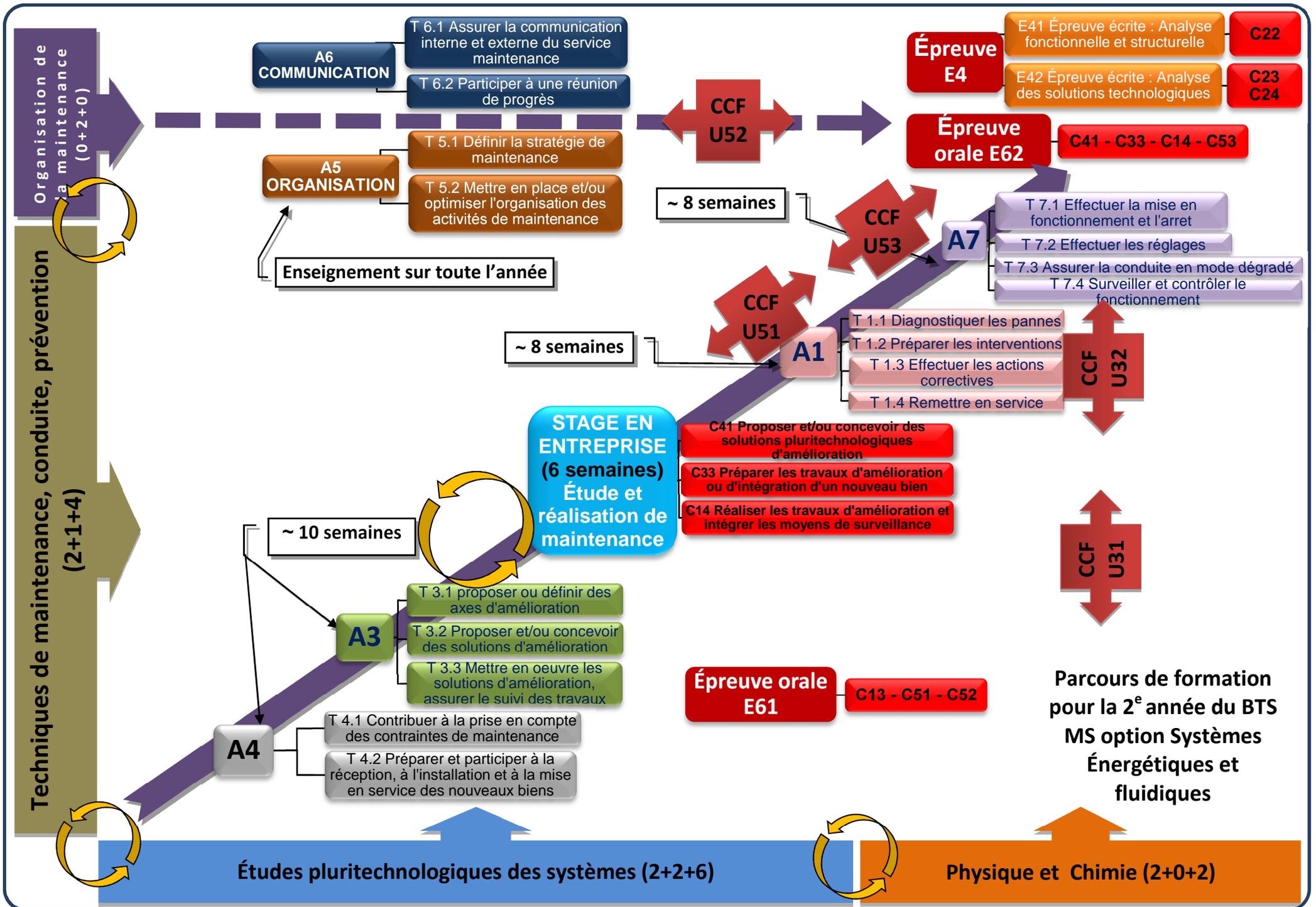
Le développement des compétences visées s'appuie sur une organisation d'un parcours structuré sur les **activités et les tâches professionnelles** (voir page suivante) significatives pour cette spécialité technique.



La formation de l'option « systèmes énergétiques et fluidiques est articulée autour de la capacité à prendre en charge et réaliser **un projet de maintenance « amélioration ou intégration d'un bien » en entreprise**, ainsi qu'à former les jeunes à toutes les compétences terminales du diplôme vérifiées dans le cadre des différentes modalités de l'examen (épreuves pratiques en CCF, épreuves ponctuelles écrites et orales).

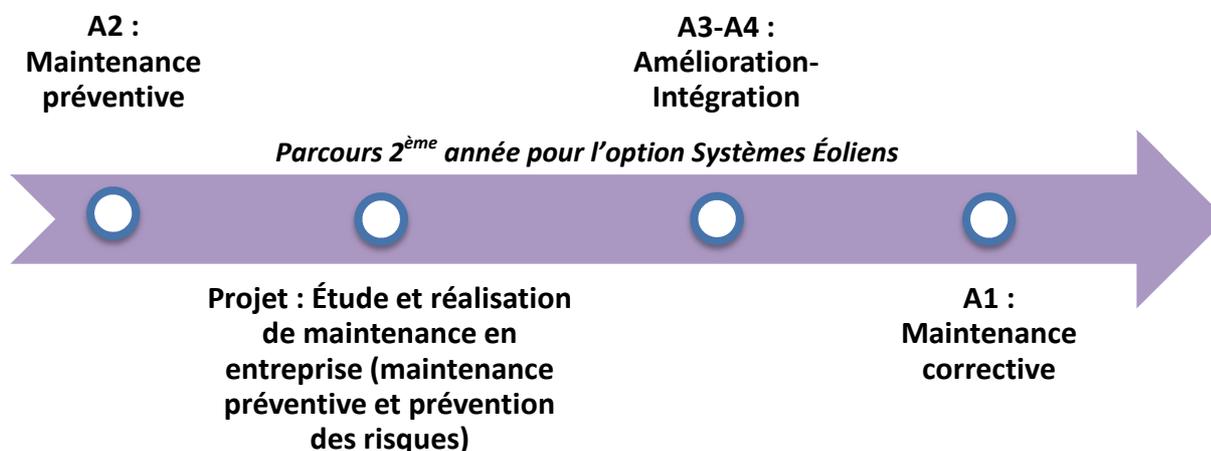
Parmi ces compétences du référentiel, la certification (lors de la sous-épreuve E53) permet de vérifier la capacité à **conduire une installation énergétique ou fluide**, ce qui constitue une dimension essentielle dans cette spécialité technique. Une partie suffisante de l'année de formation est donc dédiée à cette conduite, notamment en termes de réglages, paramétrages et de mode dégradé.

L'année permet notamment d'approfondir l'ensemble des solutions énergétiques en termes de chaînes d'énergie et d'information afin de mobiliser l'ensemble des compétences d'étude, d'intervention et de conduite à mettre en œuvre sur ces systèmes techniques.



4.3. Proposition de parcours de formation pour l'option « Systèmes éoliens ».

Le développement des compétences visées s'appuie sur une organisation d'un parcours structuré sur les **activités et les tâches professionnelles** significatives de la spécialité technique (voir page suivante). Dans une perspective d'évolution de carrière, certaines compétences ne sont pas directement mobilisables dans l'entreprise de maintenance du secteur de l'éolien, notamment, celles relatives à l'amélioration. Elles feront néanmoins l'objet d'évaluation pour la certification de cette option.



La formation de l'option « systèmes éoliens » est articulée autour de la capacité à prendre en charge et réaliser **un projet de maintenance préventive en entreprise** ainsi qu'à mettre en œuvre toutes les **procédures de prévention des risques liées à la maintenance des éoliennes**.

Une partie importante de l'année est donc dédiée à la formation à la prévention des risques en vigueur en entreprise.

4.3.1 Note sur les équipements de formation.

NOTE IMPORTANTE : L'ouverture d'une formation au BTS MS option systèmes éoliens est fortement conditionnée par la présence d'un fort partenariat avec des entreprises du secteur et par la proximité d'un parc d'éoliennes « offshore » ou « onshore » pour accueillir les apprenants ou apprentis en formation.

Si l'établissement de formation dispense l'option maintenance des systèmes de production, une partie des activités pourra être réalisée sur le même plateau technique (Mutualisation des zones d'expérimentation électrotechnique et mécanique par exemple). Seuls sont détaillés, ci-dessous, les points spécifiques à l'atelier éolien qui intégrera ses propres zones d'expérimentation électrotechnique et mécanique classiques si la mutualisation n'est pas possible.

4.3.2 Le travail en hauteur en milieu éolien.

Pour préparer les apprenants aux spécificités du travail en hauteur, à l'évacuation d'une nacelle ainsi qu'au secours d'une personne, les apprenants devront suivre une formation afin de les rendre habilitables. Cette formation nécessite des moyens conséquents qui ne peuvent être négligés sous peine de voir les apprenants refusés lors de leur demande de stage auprès des professionnels éoliens. Parmi ces moyens, une tour d'entraînement d'une hauteur de 25m équipée d'une échelle interne telle que celle que l'on trouve dans un mât éolien convient au besoin et permet de vérifier les aptitudes du candidat au travail en hauteur et en milieu confiné (ou autre moyen validé au niveau régional en concertation avec les professionnels éoliens).

4.3.3 Préparation au travail en hauteur.

L'accès à un parc éolien nécessite diverses habilitations consignées dans un carnet de sécurité. Parmi elles, doit figurer la formation au travail en hauteur et gestes spécifiques. Cette formation permet de valider :

- La mise en œuvre des procédures de sécurité inhérentes à la profession ;

- La mise en œuvre des gestes de secours spécifiques à la profession.

A l'issue des exercices de mise en œuvre des procédures de sécurité, l'apprenant doit être en capacité :

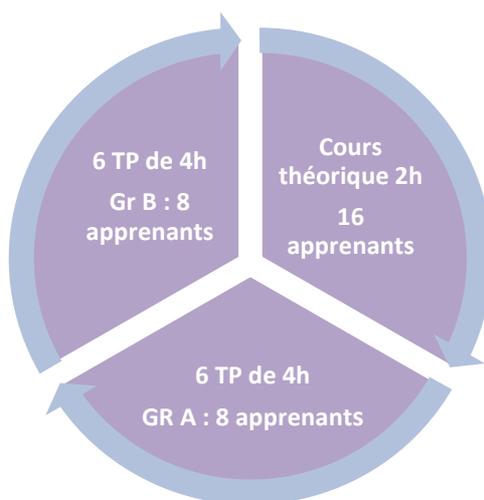
- de respecter les délais d'intervention ;
- de respecter les procédures établies ;
- de procéder en toute sécurité à l'évacuation de la tour d'entraînement en employant le matériel adéquat (descendeur automatique ; "rescue").

Lors des exercices de mise en œuvre des gestes et secours, l'apprenant est formé :

- à assurer sa propre sécurité ainsi que celle de la victime ;
- à mettre en adéquation les gestes de secours face à l'intervention à réaliser ;
- à évacuer en toute sécurité la victime de la tour d'entraînement avec les Equipements Protections Individuels (EPI) adaptés.

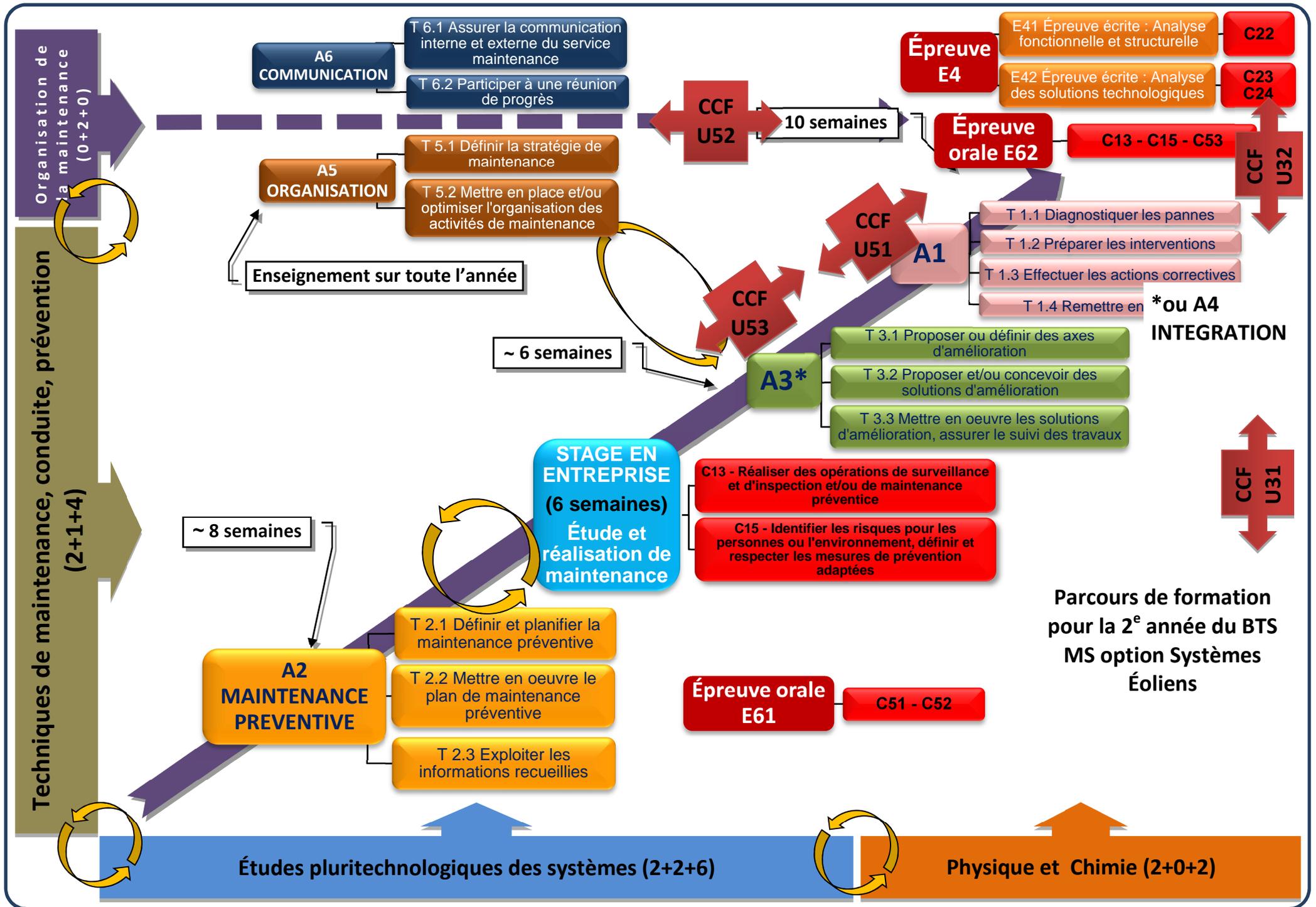
Les heures de formation seront intégrées aux heures « techniques de maintenance, conduite et prévention » de première année. Les enseignants en charge de cette formation auront été formés aux gestes et techniques spécifiques du travail en hauteur et les gestes de secours associés.

Exemple de cycle de formation de travail en hauteur envisageable en centre de formation pour une 1/2 division :



L'encadrement des apprenants est assuré par deux enseignants à raison de 4h de travaux pratiques hebdomadaires pendant 6 semaines. Soit un total de 2h théoriques + 24h de formation pratique par apprenant. Soit un coût total de 98h enseignants (2 + 2 × 2 × 6 ; théorie + nbre groupe × nbre enseignant × nbre séance).

Cette organisation doit faire l'objet d'une validation par le conseil pédagogique de l'établissement.



5. Commentaires sur les savoirs S8 : Santé, sécurité et environnement.

La prise en compte des risques liés à la sécurité, la santé et l'environnement ne constitue pas, à elle seule, une activité professionnelle à part entière mais elle s'intègre dans une démarche globale d'opération de maintenance. L'apprenant du BTS MS trouve donc au **travers des situations d'apprentissage développées** en centre de formation et lors du stage en entreprise, le contexte idéal pour mettre en œuvre les savoirs S8.

L'enseignement des techniques de maintenance de la conduite constitue le support à la mise en œuvre des savoirs et savoir-faire nécessaires à l'acquisition des compétences liées à la santé, la sécurité et l'environnement. Si les aspects santé et sécurité demeurent des objectifs fondamentaux dans l'approche de l'acte de maintenance, l'évolution de nos sociétés et de ses contraintes ne sauraient reléguer au second plan l'aspect environnemental qui sort renforcé de l'écriture de ce nouveau référentiel. Ainsi la question du traitement des déchets produits lors de l'activité de maintenance devra être traitée et matérialisée par une gestion et un suivi rigoureux des déchets générés lors des activités pédagogiques de maintenance.

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

A - Comprendre la situation à risques.

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 atteintes à la santé).

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

- permettre aux apprenants 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.

B - Mettre en place une méthodologie pour traiter une situation de travail.

La méthodologie est essentielle pour permettre l'appréhension des risques quelle que soit la situation de travail.

Différentes approches de prévention peuvent être utilisées en fonction de la problématique :

- Approche par les risques ;
- Approche par l'accident ;
- Approche par le travail.

Toutes ces méthodes contribuent de manières différentes à la prévention des risques. Il importe qu'elles soient perçues de façon cohérente dans leurs spécificités, leurs complémentarités, mais aussi dans leurs limites. Si les trois démarches sont abordées, celle par le risque est privilégiée en vertu de sa capacité à s'appliquer à priori dans une très grande majorité de situations.

C - Intégrer la dimension de sécurité 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, veiller à sa 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 1ère année de formation afin de permettre aux apprenants 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.

D - 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, principes généraux 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.

La compétence C15 "Identifier les risques pour les personnes ou l'environnement, définir et respecter les mesures de prévention adaptées" est évaluée sur des sous-épreuves différentes selon l'option choisie par le candidat :

- Sous-épreuve E51 : "Maintenance corrective d'un bien" pour les candidats ayant choisi l'option "Système de production" ou l'option "Systèmes énergétiques et fluidiques";
- Sous-épreuve E62 : "Etude et réalisation de maintenance en entreprise" pour les candidats ayant choisi l'option "Systèmes éoliens".

Si les situations choisies pour évaluer la compétence C15 diffèrent, la mise en œuvre de la compétence par l'apprenant est vérifiée tout au long de la formation quelles que soient les techniques de maintenance abordées.

La formation aux diverses habilitations sera réalisée durant les heures de technique de maintenance et tiendra compte de la spécificité d'option du diplôme et de la prévention des risques à maîtriser.

5.1. Bibliographie.

Norme NF EN ISO 12100 « Appréciation du risque et réduction du risque »

Norme NF C 18-510 « Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique »

Norme ISO 14000 « Management environnemental ».

5.2. Webographie.

⇒ **Documents INRS** : www.inrs.fr (téléchargeable gratuitement)

- Brochure ED 6109 «Consignations et déconsignations » ;
- Brochure ED 6129 « Sécurité des machines – Modes de fonctionnement protections neutralisées » ;
- Dispositif de formation Sauvetage Secourisme du Travail - Document de référence version 4.04 / 2014 ;
- Démarche ergonomique «ND 2192 » ;
- Brochure ED 6163 « L'analyse de l'accident de travail. La méthode de l'arbre des causes »

⇒ **Documents CARSAT : Statistique accidents et maladies professionnelles**

<http://www.inrs.fr/accueil/accidents-maladies/statistique-accident-maladie/accident.html>

⇒ **AFIM : Association française des ingénieurs et responsables de maintenance**

- Guide d'utilisation Securafim© - Afim© <http://www.afim.asso.fr/SST/securafim/sst-securafim.asp>

⇒ **Référentiel de formation à la prévention des risques d'origine électrique :**

http://eduscol.education.fr/sti/ressources_techniques/habilitation-electrique-referentiel-de-formation

⇒ **Repère de formation à la prévention des risques liés à l'utilisation des fluides frigorigènes, attestation d'aptitude :** <http://eduscol.education.fr/sti/actualites/repere-de-formation-la-prevention-des-risques-lies-lutilisation-des-fluides-frigorigenes>

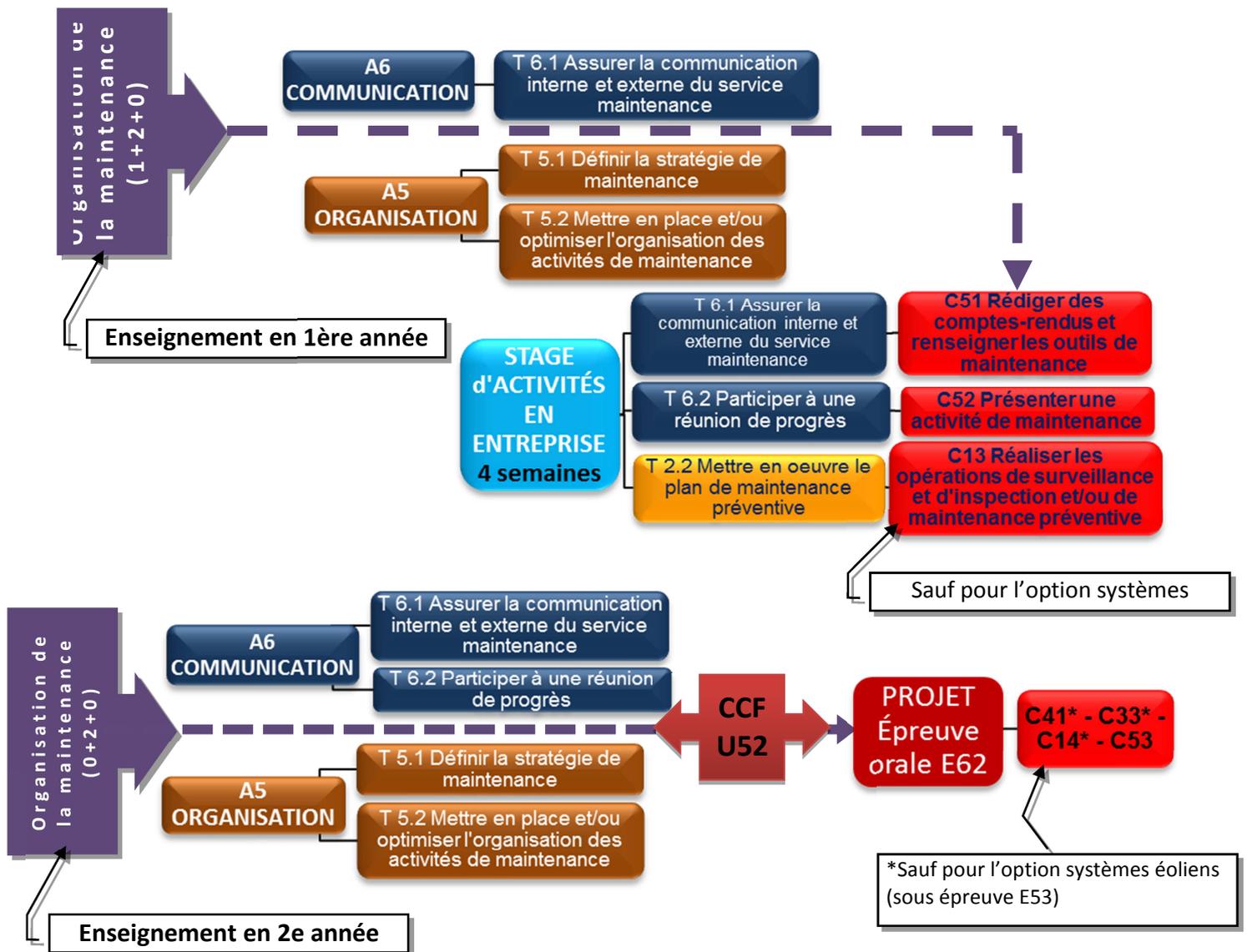
⇒ Documents réglementaires : www.legifrance.gouv.fr

- Réglementation liée à l'information et la formation des travailleurs : Art R 4323-104
- Réglementation à l'utilisation d'harnais : Art 4323-106
- Réglementation liée à la formation aux secours : Art 4323-90 article 6
- Code de l'environnement : articles R. 543-75 à R. 543-107

⇒ Documents réglementaires sur la gestion des déchets : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-gestion-des-dechets-dangereux>

6. Commentaires sur les savoirs S9 : Stratégie et organisation de la maintenance.

Cet enseignement vise à répondre aux objectifs de formation du technicien pour organiser, gérer des activités au sein d'un service de maintenance en conformité avec les activités **d'organisation et de communication** technique définies dans le RAP :

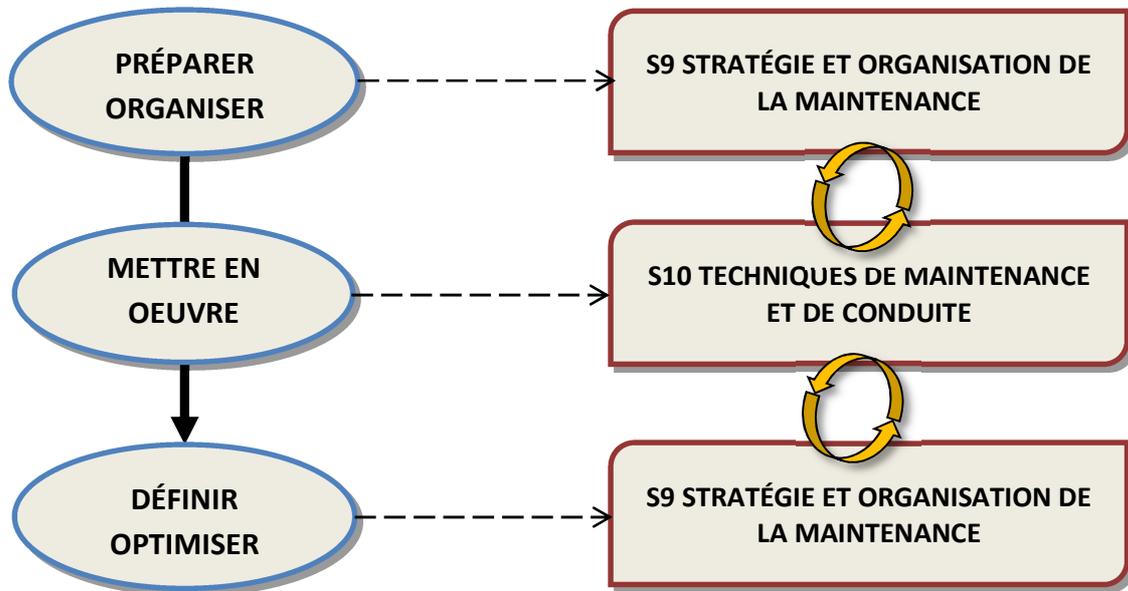


6.1. Stratégie de formation.

L'enseignement de la stratégie et organisation de la maintenance doit permettre au technicien supérieur de maintenance des systèmes de définir, préparer, organiser et optimiser les activités de maintenance. Les apprentissages des savoirs et savoir-faire de stratégie et organisation de la maintenance doivent s'appuyer sur des problématiques réelles de maintenance au travers d'études de cas tirées de la réalité professionnelle.

L'interaction entre l'enseignement de la stratégie et organisation de la maintenance (S9) et des techniques de maintenance et de conduite (S10) doit faire l'objet d'une attention particulière pour donner de la cohérence et de l'efficacité à la formation.

En effet, certains acquis de S9 sont nécessaires à la mise en œuvre des activités de maintenance et d'autre part la maîtrise des techniques de maintenance doit faciliter le choix d'une stratégie de maintenance.



Exemples d'interactions entre les savoirs S9 et S10

1. Maintenance corrective et préventive

L'utilisation de gammes, de procédures, d'outils d'aide au diagnostic,... doit renforcer les connaissances de l'apprenant sur le choix, la définition et la préparation des activités de maintenance.

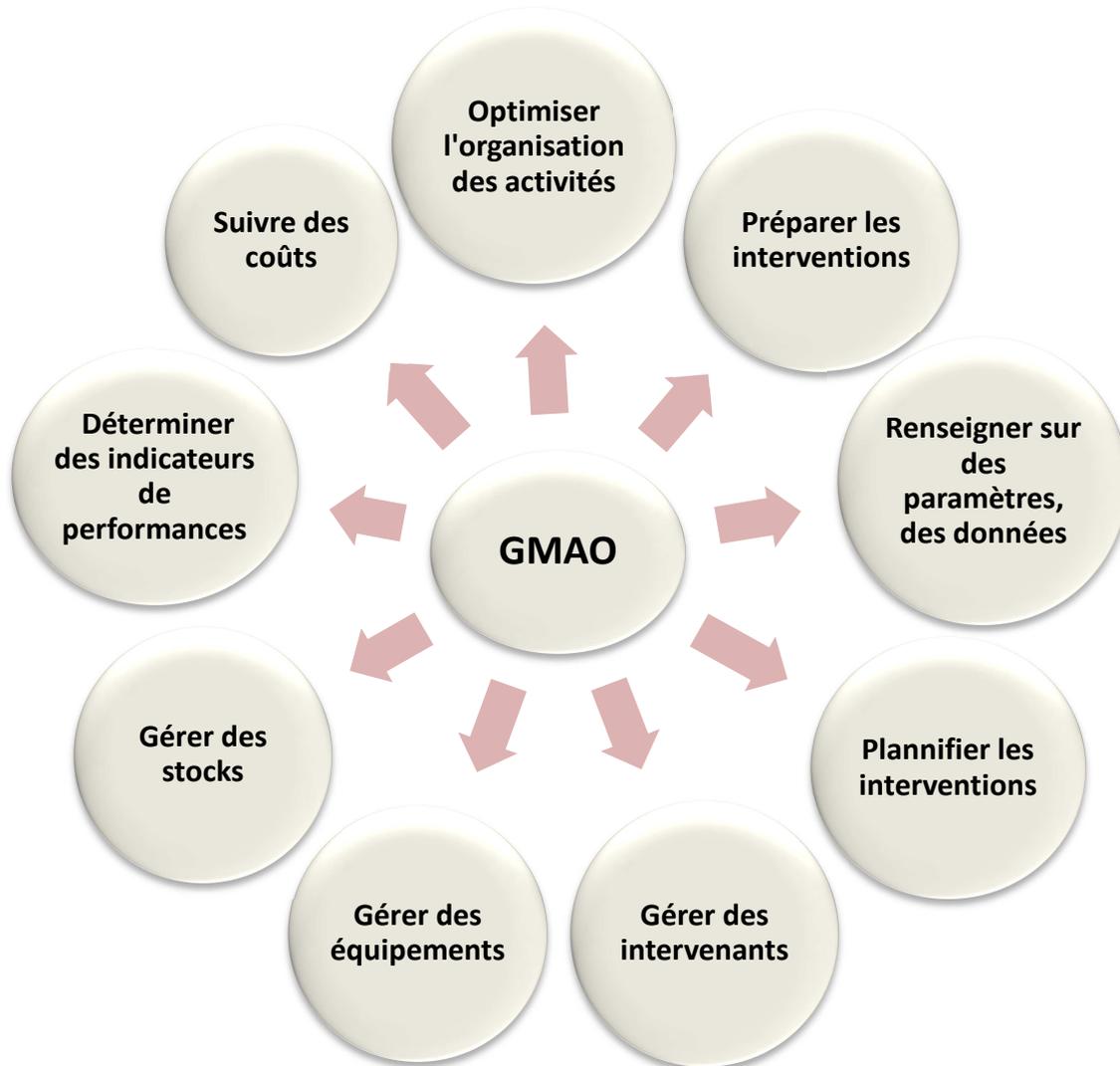
La rédaction de comptes-rendus sur GMAO renseigne l'apprenant sur la structure d'une GMAO, sur la codification des éléments et facilitera le paramétrage, l'intégration des activités et l'exploitation des données de la GMAO.

2. Maintenance conditionnelle

Dans le cadre de l'analyse vibratoire, l'analyse d'huile ou encore de la thermographie infrarouge, certains principes de base doivent être connus avant d'aborder la mise en œuvre. Certains apports théoriques et l'apprentissage de l'utilisation des matériels de surveillance pourront être dispensés en cours et TD d'organisation de maintenance avant d'être mis en pratique sur des systèmes aux cours de travaux pratiques de maintenance.

6.2. Utilisation de la GMAO.

L'utilisation de l'outil de GMAO ou d'un outil de gestion des données dédié à l'activité de maintenance fait partie intégrante de la formation au BTS MS. Le logiciel possède de nombreuses fonctions de gestion et de suivi des interventions, notamment il permet favoriser l'organisation des activités et la saisie des comptes-rendus d'intervention en vue de leur exploitation ultérieure. Le logiciel de GMAO peut également servir de base de données pour l'exploitation d'indicateurs de maintenance et le calcul des coûts de maintenance.



6.3. Organisation de l'enseignement.

L'enseignement de la stratégie et de l'organisation de la maintenance se déroule sur des séances de cours (20%) et de travaux dirigés (80%). En début de formation, un positionnement et une vérification d'un minimum d'acquis peut s'avérer nécessaire, dans la mesure où les titulaires de certains baccalauréats professionnels ont reçu un enseignement de méthodes de maintenance (Bac Pro MEI, ELEC, PLP).

		Abordé partiellement	Abordé totalement	1° ANNÉE	2° ANNÉE							
S 9.1	La fonction maintenance		5%		STAGE EN ENTREPRISE 4 SEMAINES		PROJET EN ENTREPRISE 6 SEMAINES		CCF E51 MAINTENANCE CORRECTIVE		PRÉPARATION À LA CERTIFICATION	CCF E52 Organisation de la maintenance
S 9.2	Caractéristiques du bien		20%									
S 9.3	Coûts de maintenance		10%									
S 9.4	Indicateurs de maintenance		10%									
S 9.5	Défaillances et pannes		5%									
S 9.6	Maintenance corrective		10%									
S 9.7	Maintenance préventive*		15%									
S 9.8	Organisation et logistique de la maintenance		15%									
S 9.9	Externalisation des travaux		5%									
S 9.10	Qualité		5%									

L'horaire de formation est décomposé en 1H de cours et 2 H de TD en première année puis 2H de TD en deuxième année.

Compétences sollicitant les savoirs S9
C 11 Diagnostiquer les pannes
C 12 Réparer, dépanner et éventuellement remettre en service
C 13 Réaliser des opérations de surveillance et d'inspection et/ou de maintenance préventive
C 14 Réaliser des travaux d'amélioration, réceptionner un nouveau bien
C 21 Analyser la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité
C 31 Organiser la stratégie et la logistique de maintenance
C 32 Préparer les interventions de maintenance corrective et préventive
C 33 Préparer les travaux d'amélioration ou d'intégration d'un nouveau bien
C 51 Rédiger des comptes rendus et renseigner les outils de maintenance
C 52 Présenter une activité de maintenance
C 53 Exposer oralement une solution technique

6.4. Organisation d'une séquence d'enseignement.

L'organisation des séances d'enseignement peut dépendre de l'effectif ; en effet à 30, les TD sont dédoublés, ce qui n'est pas le cas à 24.

La dispense d'1 heure de cours « magistral » devient de moins en moins efficace, la dispense de « micro cours » est préférable.

Exemple d'organisation d'une séquence pédagogique

Présentation de l'étude de cas Apport de cours	Analyse étude de cas Utilisation de l'outil informatique Mise à disposition de ressources	MICRO COURS	Analyse étude de cas Utilisation de l'outil informatique Mise à disposition de ressources	MICRO COURS	Analyse étude de cas Utilisation de l'outil informatique Mise à disposition de ressources	SYNTHESE

	Face à face classe (cours)
	Accompagnement individualisé (TD)

6.5. Mobilisation des savoirs S9 et des compétences associées lors de la certification.

Les connaissances relatives au savoir S9 et les compétences acquises sont évaluées au travers de plusieurs sous-épreuves en fonction de chaque option :

	Option Systèmes de production	Option Systèmes énergétiques et fluidiques	Option Systèmes éoliens
C21 : Analyser la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité C31 : Organiser la stratégie et la logistique de maintenance C32 : Préparer les interventions de maintenance corrective et préventive	Sous-épreuve E52 : Organisation de la maintenance 1 situation d'évaluation en CCF		
C33 : Préparer les travaux d'amélioration ou d'intégration d'un nouveau bien	Sous-épreuve E62 : Étude et réalisation de maintenance en entreprise		Sous-épreuve E53 : Amélioration ou intégration d'un bien 1 situation en CCF
Savoirs S9 : Stratégie et organisation de la maintenance			

De plus, l'organisation de la formation devra prendre en compte la nécessité de certains acquis pour pouvoir aborder les périodes de stage dans de bonnes conditions, plus particulièrement pour les options Systèmes de production et Systèmes énergétiques et fluidiques, où la **compétence C13 Réaliser des opérations de surveillance et d'inspection et/ou de maintenance préventive** est évaluée au cours de la première période de stage. Cette compétence mobilise une partie des savoirs S9.

6.6. Ressources bibliographiques.

Titre de l'ouvrage	Auteur(s)	Editeur
Maintenance - Méthodes et organisations pour une meilleure productivité	François Monchy, Jean-Pierre Vernier	Dunod
Guide de la maintenance industrielle	Pascal Denis, Pierre Boye, André Bianciotto	Delagrave
Memotech Maintenance industrielle	François Castellazzi , Yves Gangloff , Denis Cogniel	Casteilla
Le guide du parfait responsable maintenance	Jean-Paul Souris	Lexitis
Mettre en œuvre une GMAO Maintenance industrielle, service après-vente, maintenance	Marc Frédéric	Dunod, L'Usine Nouvelle
Aide-mémoire - Maintenance et GMAO	Jean-Pierre Vernier	Dunod, L'Usine Nouvelle
Ingénierie de la maintenance	Jean-Claude Francastel	Dunod, L'Usine Nouvelle
Pratique de la maintenance industrielle	Les Référentiels Dunod,	Dunod
Maintenance industrielle	Jean-Marie Auberville	Ellipses
La fonction maintenance - Formation à la gestion de la maintenance industrielle	François Monchy	Masson

6.7. Ressources webographiques.

- Association française des ingénieurs et responsables de maintenance; Réseau Maintenance Francophone
<http://www.afim.asso.fr/>
- Portail national de ressources - Éduscol STI
<http://eduscol.education.fr/sti/>

7. Commentaires sur la formation aux interventions de maintenance et sur S10.

7.1. Généralités.

Le cœur de métier du BTS MS est centré sur des compétences pour intervenir pratiquement sur des systèmes pluritechnologiques. Le degré d'autonomie de l'apprenant, inhérent aux tâches à assurer, est fonction de l'option technique de la formation. Dans ce cadre, les activités de **maintenance corrective, préventive, d'amélioration, d'intégration et de conduite** tiennent une place importante dans la formation.



Ces activités nécessitent la mobilisation constante de **techniques d'intervention**, constituant l'ensemble majeur des savoirs et des savoir-faire pour exercer le métier. Ces connaissances (S10) s'inscrivent pleinement dans l'acquisition des compétences requises pour intervenir sur les systèmes :

Compétences sollicitant les techniques de maintenance et de conduite	
C 11	Diagnostiquer les pannes
C 12	Réparer, dépanner et éventuellement remettre en service
C 13	Réaliser des opérations de surveillance et d'inspection et/ou de maintenance préventive
C 14	Réaliser des travaux d'amélioration, réceptionner un nouveau bien
C 15	Identifier les risques pour les personnes ou l'environnement, définir et respecter les mesures de prévention adaptées
C 41	Proposer et/ou concevoir des solutions pluritechniques d'amélioration
C 51	Rédiger des comptes rendus et renseigner les outils de maintenance
C 52	Présenter une activité de maintenance
C 53	Exposer oralement une solution technique
C 61	Assurer la mise en service et l'arrêt
C 62	Réaliser la conduite

Contrairement aux enseignements disciplinaires, l'acquisition des savoir-faire et des savoir-être professionnels pour intervenir ne peut se réaliser qu'en appui constant sur des systèmes, ou sous-systèmes, et leur contexte (contraintes de production, sécuritaires, logistiques, ...)

La très grande majorité des connaissances identifiées dans les savoirs S10 possèdent un niveau taxonomique de 3, ce qui impose une formation pratique soutenue assistée d'une part par un minimum d'apport théorique, de **nombreuses séances d'enseignement pratique en atelier** ainsi que la mobilisation des **compétences professionnelles en vraie grandeur en entreprise** (10 semaines au cours de la formation)

7.2. Stratégie de formation.

La stratégie pédagogique qui vise les 3 activités principales : maintenance corrective, maintenance préventive et conduite, implique une réelle mise en cohérence des apprentissages, tant du point de vue de la progression dans la complexité des systèmes que sur les liens entre les connaissances scientifiques et technologiques avec les compétences nécessaires. Cette cohérence de formation doit prendre en compte les 2 lieux de formation : l'établissement de formation et l'entreprise d'accueil en stage.

En établissement

C'est par un cycle d'activités pratiques de même durée, que les apprenants vont progressivement découvrir et s'approprier les apports fondamentaux sur les technologies des systèmes, les techniques d'intervention, l'utilisation des moyens techniques d'intervention et des méthodes de maintenance en fonction de différentes problématiques.

En entreprise

C'est par une intégration progressive dans le service de maintenance de l'entreprise, que les apprenants pourront découvrir la mise en application des techniques acquises en établissement :

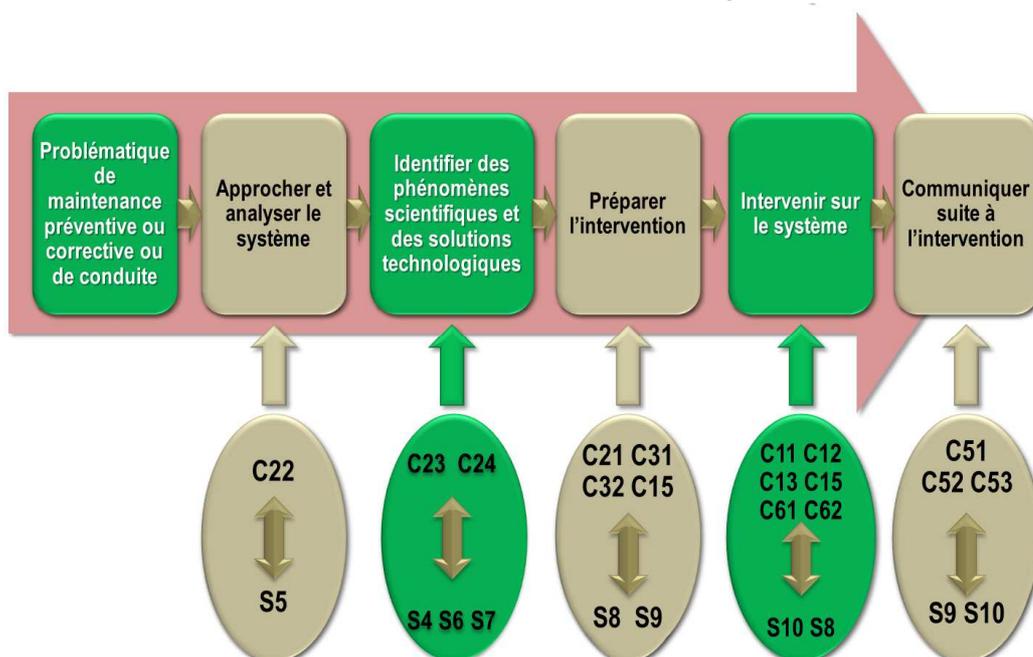
- les techniques d'intervention sur un bien ;
- l'organisation du service maintenance et la gestion des interventions ;
- Les outils, les matériels et les équipements exploités dans le monde professionnel ;
- les méthodes, les pratiques et les procédures d'intervention ;
- les moyens et procédures de sécurité ou de respect de l'environnement.

Afin de construire leurs compétences attendues en action.

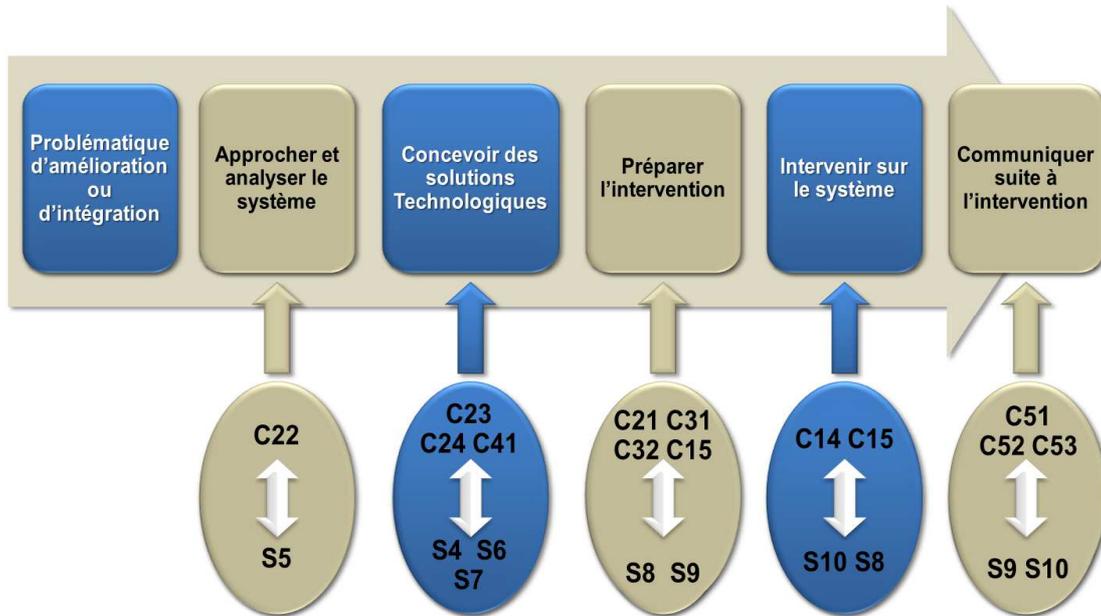
7.3. Mise en place pédagogique d'une intervention.

D'une manière générale, toute intervention pratique sur un système nécessite une étude préalable imposant un repérage des compétences et des savoirs associés

Dans le cadre d'une intervention de maintenance préventive ou corrective

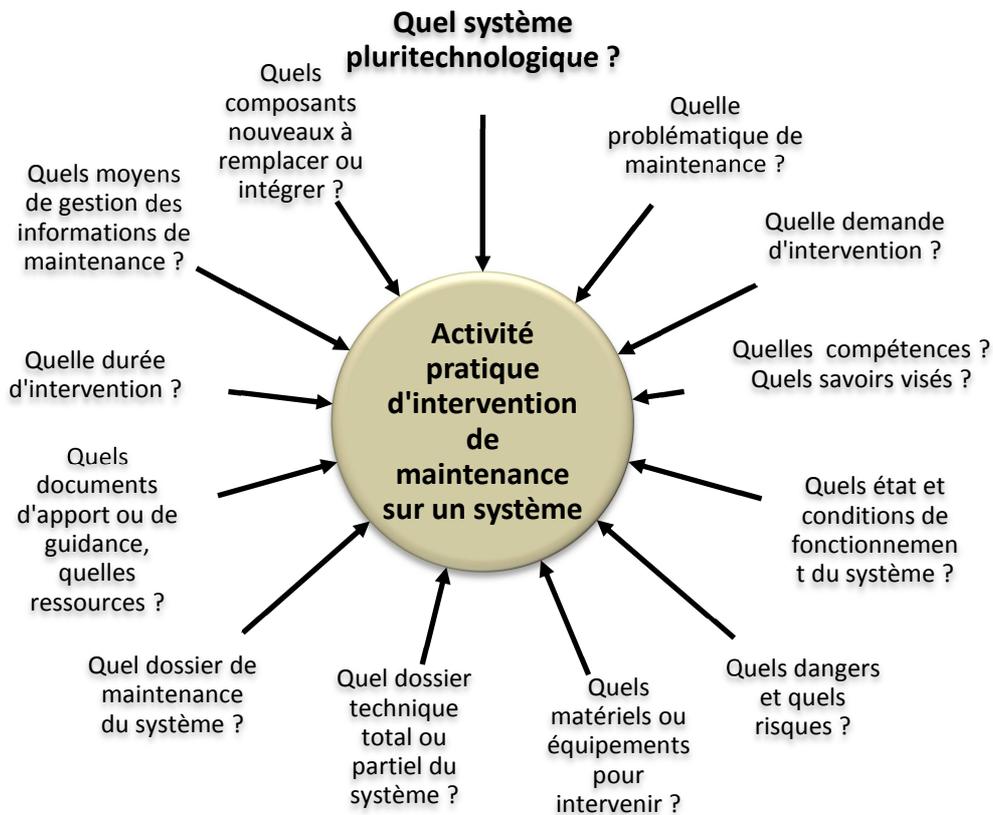


Dans le cadre d'une intervention de maintenance préventive ou corrective



7.3. Contraintes techniques et pédagogiques d'une intervention de maintenance.

Une activité formatrice d'intervention de maintenance nécessite de réunir de nombreuses conditions techniques et pédagogiques pour acquérir des connaissances et des compétences visées :



8. Conception de la sous-épreuve E32 Physique et Chimie pour le contrôle en cours de formation (CCF).

Le contrôle en cours de formation a pour objectif d'évaluer le candidat dans le cadre d'une démarche scientifique menée au laboratoire de Physique-Chimie en lien avec les enseignements et tâches professionnelles de l'option préparée. C'est une évaluation certificative qui sert à valider le fait que le candidat maîtrise les compétences associées à la situation d'évaluation. Le référentiel précise les 2 situations permettant la réalisation d'une activité dans un contexte donné. L'objectif est l'évaluation des compétences et des savoirs mis en œuvre dans une situation donnée, et sont requis pour la délivrance de l'unité U32 du diplôme. Il s'agit de valider les compétences qui sont visées au stade final d'un domaine de formation d'un candidat pour lesquelles il n'est pas nécessaire d'attendre la fin de toute la formation.

L'apprenant est évalué sur les six compétences suivantes :

- **s'approprier** : le candidat s'approprié la problématique du travail à effectuer et l'environnement matériel à l'aide d'une documentation ;
- **analyser** : le candidat justifie ou propose un protocole, propose un modèle ou justifie sa validité, choisit et justifie les modalités d'acquisition et de traitement des mesures ;
- **réaliser** : le candidat met en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité ;
- **valider** : le candidat identifie des sources d'erreur, estime l'incertitude sur les mesures à partir d'outils fournis et analyse de manière critique la cohérence des résultats ;
- **communiquer** : le candidat explique ses choix et rend compte de ses résultats sous forme écrite et orale ;
- **être autonome et faire preuve d'initiative** : le candidat exerce son autonomie et prend des initiatives « avec discernement et responsabilité ».

8.1 Compétences à évaluer

Le sujet doit offrir la possibilité d'évaluer le candidat sur les six domaines de compétences données dans le tableau ci-joint.

Compétence	Conditions de mise en œuvre	Exemples de capacités et d'attitudes (non exhaustives)
S'approprier	Sujet contextualisé, c'est-à-dire fondé sur un système ou sur une problématique. Des documentations diverses concernant l'objet de l'étude et le matériel scientifique doivent être fournies en volume raisonnable.	<ul style="list-style-type: none"> - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation, - énoncer une problématique à caractère scientifique ou technologique, - définir des objectifs qualitatifs ou quantitatifs.
Analyser	Le sujet doit permettre une diversité des approches expérimentales et le matériel à disposition doit être suffisamment varié pour offrir plusieurs possibilités au candidat. Les documentations techniques seront mises à disposition.	<ul style="list-style-type: none"> - formuler une hypothèse, - évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations. - proposer une stratégie pour répondre à la problématique, - proposer une modélisation, - choisir, concevoir ou justifier un protocole / dispositif expérimental,
Réaliser	Le sujet doit permettre à l'examineur d'observer la maîtrise globale de certaines opérations techniques et l'attitude appropriée du candidat dans l'environnement du	<ul style="list-style-type: none"> - évoluer avec aisance dans l'environnement du laboratoire, - suivre un protocole, - respecter les règles de sécurité, - utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière

	laboratoire.	adaptée, - organiser son poste de travail, - effectuer des mesures avec une précision connue, - Présenter les mesures de manière adaptée (courbe, tableau, ...)
Valider	Le sujet doit permettre à l'examineur de s'assurer que le candidat est capable d'identifier des causes de dispersion des résultats, d'estimer l'incertitude à partir d'outils fournis, d'analyser de manière critique des résultats et choisir un protocole plus approprié parmi deux possibles.	- exploiter et interpréter des observations, des mesures, - vérifier les résultats obtenus, - valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi, ..., - analyser des résultats de façon critique, - proposer des améliorations de la démarche ou du modèle, - utiliser du vocabulaire de la métrologie.
Communiquer	<p>Cette compétence est transversale. Elle est mobilisée sur l'ensemble de l'épreuve sans être nécessairement évaluée.</p> <p>Lorsqu'on choisit de l'évaluer, le support de communication doit être imposé dans le sujet. Elle ne peut alors se réduire à une observation de la maîtrise de la langue au cours de quelques échanges avec l'examineur. Il s'agit de construire ici une argumentation ou une synthèse scientifique en utilisant l'outil de communication imposé par le sujet (un poster, une ou deux diapositives, un enregistrement sonore ou une vidéo...). Ce temps de communication ne pourra pas excéder 2 à 3 minutes en cas d'une communication orale imposée. Le contenu devra être en cohérence avec la réflexion et les résultats obtenus par le candidat.</p>	- utiliser les notions et le vocabulaire scientifique adaptés, - utiliser les symboles et unités adéquats, - présenter, formuler une proposition, une argumentation, une synthèse ou une conclusion de manière cohérente complète et compréhensible, de manière écrite et orale -
Être autonome, faire preuve d'initiative	<p>Cette compétence est transversale. Elle est mobilisée sur l'ensemble de l'épreuve en participant à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences.</p>	- travailler en autonomie - mener à bien une tâche sans aide de l'enseignant - demander une aide de manière pertinente.

Remarque : la compétence « **Être autonome, faire preuve d'initiative** » n'est pas évaluée en tant que telle. Elle est transversale et mobilisée sur l'ensemble de l'épreuve en participant à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences.

8.2. Conception d'une sous-épreuve en CCF.

Le CCF doit évaluer les compétences développées lors de l'enseignement de physique chimie pendant la formation en STS Maintenance des systèmes.

Pour qu'un sujet soit équilibré sur les 6 compétences à évaluer: le poids en termes de note de la compétence « **Réaliser** » doit être compris entre 30% et 40% (maximum) et la somme des poids des compétences (« **Analyser** » et « **Valider** ») doit être supérieur ou égal à celui retenu pour la compétence « **Réaliser** ». Le sujet n'a pas pour objectif d'évaluer toutes les compétences de la grille, aussi il est

important de faire figurer sur celui-ci les compétences sur lesquelles portent l'évaluation de l'apprenant. Les compétences **Communiquer** et **Être autonome, faire preuve d'initiative** sont évaluées de façon « filée » pendant le CCF.

L'épreuve est conçue dans l'esprit d'une tâche complexe qu'un apprenant de niveau moyen aura à mener en mobilisant des connaissances, des capacités et des attitudes face à une situation qui nécessite, pour être traitée, l'usage de matériel de laboratoire ou d'un ordinateur.

Le sujet s'appuie sur une situation concrète ou sur une problématique représentative d'une réalité technologique en lien avec le domaine professionnel de la STS. Des documentations diverses concernant l'objet de l'étude et le matériel scientifique sont fournies en volume raisonnable.

L'énoncé du sujet commence par une courte description d'une situation concrète et propose ou invite à un questionnement.

À partir de ce questionnement initial, le sujet devra proposer quelques tâches plus élémentaires et des éléments de contexte de manière à circonscrire le champ de l'étude. Un choix parmi deux types d'étude à réaliser peut-être proposé au candidat.

Une partie des résultats expérimentaux pourra être donnée dans le sujet de manière à limiter le temps consacré à la réalisation des mesures. Le sujet peut comporter des documents permettant de déterminer les incertitudes associées aux appareils utilisés et les sources d'erreurs. L'informatique doit fournir aux candidats les outils nécessaires au traitement des données et à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés.

Tout au long de l'épreuve, le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative. Lors des appels, l'examineur peut conforter le candidat dans ses choix ou lui apporter une aide adaptée de manière à valider la totalité des compétences mobilisées par le sujet, même quand le candidat n'est pas parvenu à réaliser certaines tâches. Ces aides peuvent être formalisées lors de la conception de la situation d'évaluation.

Quelques incontournables :

- le sujet laisse une place importante à l'initiative et à l'autonomie ; le sujet ne doit pas donner lieu à un travail expérimental principalement centré sur les techniques de laboratoire. En effet, il ne s'agit pas de valider uniquement des capacités techniques mais d'évaluer les compétences des candidats, dans le cadre d'une épreuve expérimentale où ils sont amenés à raisonner, à valider, à argumenter et à exercer leur esprit d'analyse pour faire des choix et prendre des décisions dans le domaine de la pratique du laboratoire. ;
- l'informatique doit fournir aux candidats les outils nécessaires au traitement des données et à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés ;
- les documents proposés ne devront pas être trop longs à lire et à exploiter ;
- lorsqu'on attend de l'apprenant qu'il produise un protocole expérimental, on le précise en indiquant: « donner le protocole ».

8.3. L'évaluation de l'apprenant, le dialogue professeur (évaluateur) /apprenant lors du CCF.

Les modalités de l'évaluation des candidats tant dans ses aspects d'organisation que de vérification des acquis, est de la responsabilité des professeurs. Ces 2 évaluations sont organisées dans un « créneau de dates » afin de rester dans le cadre légal de la durée de formation, en seconde année de BTS

Chaque candidat est informé par le professeur des objectifs visés par les situations d'évaluation et des conditions de leur déroulement, préalablement à leur mise en œuvre.

Les contenus abordés dans chaque CCF ont, comme point de départ, une situation professionnelle. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti. Les concepteurs de CCF doivent veiller à respecter un équilibre harmonieux des compétences évaluées.

Il est légitime qu'un candidat demande des précisions sur les tâches à effectuer, sans pour autant qu'il soit pénalisé. L'apprenant doit être rassuré à ce niveau ce qui doit lui permettre de dialoguer sereinement avec l'examineur. L'évaluation de la compétence « communiquer » a alors davantage de sens. Cela permet d'autre part à l'examineur d'être moins réticent pour attribuer le niveau « A » aux apprenants pour l'évaluation.

Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse et à une valorisation lorsque l'élève corrige l'erreur de lui-même suite à l'échange.

L'évaluation doit être en continu dans la mesure du possible, même en ce qui concerne les réponses aux questions sur le document candidat.

Dans chacun des cas, lorsqu'une erreur ou une difficulté du candidat est constatée, la procédure prévue durant l'épreuve est la suivante :

- le professeur doit tout d'abord lui poser une ou plusieurs questions ouvertes dans le but de l'amener à reprendre seul le fil de l'épreuve ;
- si cela n'a pas suffi, le professeur donne un ou plusieurs éléments de solution,
- si cela n'est encore pas suffisant, le professeur donne, sans l'expliquer, la solution totale qui va permettre la poursuite de l'épreuve.

L'évaluation permet d'apprécier, selon quatre niveaux, décrits ici de manière assez générale, l'acquisition par le candidat de chacune des compétences évaluées dans le sujet.

Niveau A : le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examineur :

- concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même.

Niveau B : le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet mais avec quelques interventions de l'examineur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par le candidat mais résolues par celui-ci une fois soulignées par l'examineur :

- après avoir réfléchi suite à un questionnement ouvert mené par l'examineur
- ou par l'apport d'une solution partielle.

Niveau C : le candidat reste bloqué dans l'avancement des tâches demandées, malgré les questions posées par l'examineur. Des éléments de solutions lui sont apportés, ce qui lui permet de poursuivre les tâches.

Niveau D : le candidat a été incapable de réaliser les tâches demandées malgré les éléments de réponses apportés par l'examineur. Cette situation conduit l'examineur à fournir une solution complète de la tâche.

8.5. La grille d'évaluation par compétences.

La grille d'évaluation est fournie en annexe.

9. L'épreuve nationale E4 : Analyse technique d'un bien.

Cette épreuve, en deux parties, a pour but d'évaluer les compétences liées à l'analyse fonctionnelle et à l'analyse structurelle des systèmes. Ces deux sous-épreuves sont marquées, tout comme l'enseignement d'étude pluritechnologique des systèmes, par une approche globale. Elles mobilisent les compétences d'analyse des systèmes et des solutions technologiques, d'analyse et de caractérisation des constituants et des flux caractéristiques des chaînes d'énergie et d'information.

Dans la lignée de l'épreuve écrite du baccalauréat STI2D, le candidat est amené à répondre à une ou plusieurs problématiques techniques en suivant une démarche guidée appelant une conclusion.

S'agissant d'évaluer des compétences de nature professionnelle, les questions doivent avoir un sens lié au domaine de la maintenance afin de placer les candidats dans une démarche qui leur est familière.

9.1 La Sous-épreuve E41 : Analyse fonctionnelle et structurelle.

a. Définition

La sous-épreuve E41 a pour but d'évaluer les compétences liées à l'analyse fonctionnelle (externe et interne) et comportementale des systèmes. Elle permet d'évaluer la compétence professionnelle **C22 « Analyser l'organisation fonctionnelle, structurelle et temporelle »**.

L'épreuve est **commune aux trois options** et mobilise les savoirs du domaine **S5 « Analyse systémique et fonctionnelle »**. Ces savoirs sont caractérisés par des niveaux taxonomiques pouvant varier d'une option à l'autre, l'épreuve sera donc établie sur la base des niveaux les moins élevés pour chaque item.

L'apparition des **outils de description fonctionnelle SysML**, déjà mobilisés en STI2D, constitue une nouveauté importante. Il est à noter que l'utilisation de ces outils se limite à leur décodage, et qu'elle se limite aux besoins de l'approche maintenance. Concrètement, ces outils seront majoritairement utilisés pour la description du système dans le dossier technique associé à l'épreuve.

b. Forme et support de la sous-épreuve

Épreuve ponctuelle écrite d'une durée de 2h.

Le support de l'épreuve est constitué d'un dossier relatif à un système pluri-technologique. S'agissant d'une épreuve commune aux trois options aucun champ n'est privilégié, il pourra s'agir d'une installation mettant en œuvre des technologies se rapportant à deux ou trois des domaines de spécialités.

c. Évaluation de la compétence C22

Cette compétence s'inscrit dans la réalisation de l'activité professionnelle caractéristique du technicien de maintenance. Elle peut être associée à des problématiques liées à la maintenance préventive, à la maintenance corrective, l'amélioration, l'intégration ou la communication.

L'évaluation de cette compétence ne doit pas être redondante avec les compétences évaluées en physique-chimie, notamment en matière d'analyse comportementale du bien.

9.2. La sous-épreuve E42 : Analyse des solutions technologiques.

a. Définition

La sous-épreuve E42 a pour but d'évaluer les compétences liées à l'analyse des solutions techniques réalisant la chaîne d'énergie et la chaîne d'information. Elle permet d'évaluer les compétences professionnelles **C23 « Identifier et caractériser la chaîne d'énergie »** et **C24 « Identifier et caractériser la chaîne d'information »**.

L'épreuve est **spécifique à chaque option** et mobilise les savoirs des domaines **S6 « Chaîne d'énergie »** et **S7 « Chaîne d'information »**. Les niveaux taxonomiques spécifiques seront pris en compte pour les études à conduire.

b. Forme et support de la sous-épreuve

Épreuve ponctuelle écrite d'une durée de 4h.

Bien que l'épreuve soit spécifique pour chaque option, le caractère pluritechnologique du support est incontournable. Dans la mesure du possible l'installation étudiée sera la même que celle de l'épreuve **E41** de manière à en limiter le temps d'appropriation par les candidats.

c. Évaluation des compétences C23 et C24

Ces compétences s'inscrivent dans la réalisation de l'activité professionnelle caractéristique du technicien de maintenance. Elles peuvent être associées à des problématiques liées à la maintenance préventive, à la maintenance corrective, l'amélioration, l'intégration ou la communication.

Les auteurs de sujets veilleront à inscrire les questionnements dans un cadre qui place les candidats dans une démarche caractéristique du technicien de maintenance. On notera en outre que la compétence **C4 « Concevoir des solutions techniques »** n'est pas évaluée ici. Les études conduites se limiteront donc à identifier, caractériser, critiquer et justifier des solutions, dans une approche pluritechnologique destinée à évaluer l'aptitude des candidats à conduire une démarche non cloisonnée, où les problèmes liés à la chaîne d'énergie et ceux liés à la chaîne d'information sont le plus souvent liés.

10. La sous-épreuve E51 : Maintenance corrective d'un bien.

10.1. Rappel de la sous-épreuve.

La sous-épreuve E51 a pour but d'évaluer les compétences liées à la **maintenance corrective** d'un bien, à savoir mettre en œuvre une démarche de diagnostic sur un bien en état de panne et procéder à la remise en état de fonctionnement de ce bien. Elle permet d'évaluer les compétences professionnelles à intervenir **C11, C12, C15**.

BTS MS Systèmes de production			BTS MS Systèmes énergétiques et fluidiques		BTS MS Systèmes éoliens	
coefficient : 3			coefficient : 2		coefficient : 2	
2 situations d'évaluation en CCF			1 situation d'évaluation en CCF		1 situation d'évaluation en CCF	
durée : 2 fois 3 heures maximum			durée : 6 heures maximum		durée : 6 heures maximum	
1° situation Diagnostic	C11	C15	Diagnostic ↓ Réparation ou dépannage ↓ Remise en service	C11 C12 C15	Diagnostic ↓ Réparation ou dépannage ↓ Remise en service	C11 C12
2° situation Réparation ou dépannage Remise en service	C12					
Fiche d'évaluation E51a			Fiche d'évaluation E51b		Fiche d'évaluation E51c	

Ces fiches d'évaluation sont fournies chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elles sont également disponibles sur le portail national de ressources Eduscol STI.

10.2. Déroulement de la sous-épreuve.

Pour chaque situation d'évaluation, il est fourni au candidat :

- un bien en état de panne totale ou partielle ;
- le dossier technique du bien ;
- un ordre de travail précisant la problématique de maintenance ;
- les composants nécessaires à la réparation ou au dépannage.

Le candidat a également à sa disposition des appareils de mesure, de l'outillage et des équipements de protection qu'il aura à choisir en fonction de la nature de son intervention.

10.3. Support(s) de la sous épreuve.

Pour l'option systèmes de production :

Dans le contexte professionnel de son activité, le technicien supérieur en maintenance des systèmes peut être amené à établir un diagnostic et déléguer la réparation si elle nécessite des compétences d'un autre niveau que celui du BTS. Inversement, il peut également être amené à effectuer une réparation et une remise en service suite à un diagnostic qu'il n'aura pas conduit.

Dans ce contexte, il peut être envisagé de proposer les évaluations sur les phases de diagnostic et de réparation sur des systèmes différents afin de viser les compétences exigées du référentiel et de prendre en compte la diversité technologique des parties commandes et des parties opératives présent sur le parc de la formation.

Pour l'option systèmes énergétiques et fluidiques :

Pour cette évaluation, les 3 activités : Diagnostic, réparation ou dépannage, remise en service doivent être réalisées en continuité sur le même système technique énergétique et fluide au cours de l'intervention durant 6H maximum.

Pour l'option systèmes éoliens :

Le technicien supérieur en maintenance des systèmes éoliens est amené à conduire des activités de maintenance corrective sur site isolé afin de rétablir au plus vite la production électrique des éoliennes en état de dysfonctionnement. Il est donc conduit à enchaîner sur site les opérations de diagnostic, réparation et remise en service.

Dans cette perspective, la sous-épreuve en CCF ou en ponctuel de 6 heures maximum doit permettre de mettre en situation successivement ces trois phases d'activités.

Pour offrir le maximum de situations d'évaluation possibles, les supports de l'épreuve pourront être des systèmes fonctionnels éoliens ou de production d'un établissement de formation.

10.4. Évaluation de la compétence C15.

Cette compétence qui n'est pas évaluée pour le candidat inscrit à l'examen pour l'option Systèmes éoliens, peut être évaluée soit pendant la phase de diagnostic, soit pendant la phase de réparation, voire pendant toute la durée de l'épreuve, en fonction du contexte des activités proposées.

L'évaluation de cette compétence ne doit pas être redondante avec la compétence détaillée « Effectuer la consignation du bien et mettre en œuvre les mesures de prévention » qui fait partie de la compétence C12.

10.5. Epreuve ponctuelle.

Cette sous-épreuve ponctuelle E51 possède les mêmes modalités quelle que soit l'option du BTS. Seule la compétence C15 n'est pas évaluée pour l'option systèmes éoliens.

BTS MS Systèmes de production	BTS MS Systèmes énergétiques et fluidiques	BTS MS Systèmes éoliens
coefficient : 3	coefficient : 2	coefficient : 2
1 épreuve ponctuelle pratique		
durée : 6 heures maximum.		
Diagnostic ↓ Réparation ou dépannage ↓ Remise en service	C11 C12 C15	Diagnostic ↓ Réparation ou dépannage ↓ Remise en service
Fiche d'évaluation E51a	Fiche d'évaluation E51b	Fiche d'évaluation E51c

10.6. La fiche d'évaluation E51.

Pour chaque candidat et en fonction de l'option du diplôme, une fiche d'évaluation décrivant les actions liées aux activités demandées au candidat et faisant apparaître les indicateurs de performance, doit être remplie par les enseignants évaluateurs (pour le CCF) ou par la commission d'interrogation (pour une épreuve ponctuelle) afin de valider chacune des compétences. Ces fiches d'évaluation sont fournies chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elles sont également disponibles sur le portail national de ressources Eduscol STI.

11. La Sous-épreuve E52 : Organisation de la maintenance.

Sous-épreuve	Activité évaluée	Conditions d'évaluation
E52 – Organisation de la maintenance	Analyse technique et traitement d'une organisation de maintenance	<ul style="list-style-type: none">• Évaluation de tout ou partie des compétences C21, C31 et C32• Durée 2h maxi• Un dossier technique d'une situation de maintenance• Des outils informatiques de traitement

11.1. Modalités.

Epreuve professionnelle d'une durée 2 heures quel que soit le mode d'évaluation, contrôle en cours de formation ou forme ponctuelle. Pour une même session, 4 à 5 dossiers d'évaluation doivent être proposés dans un même établissement de formation.

S'agissant du contrôle en cours de formation, l'épreuve peut être réalisée au cours des travaux dirigés pour rester proche des conditions de formation (il ne s'agit pas d'une épreuve ponctuelle). Ceci pour permettre aux évaluateurs de mieux cerner les compétences du candidat et l'accompagner en cas de difficultés au cours de sa démarche d'étude.

11.2. Moyens matériels.

Selon le dossier proposé au candidat, il sera mis à disposition des outils de traitement informatique : dossier technique numérique, données, tableur, GMAO, fichiers ressources...

11.3. Supports de la sous-épreuve.

Le support de l'épreuve est un dossier technique, issu du monde professionnel, qui décrit une situation et une problématique de maintenance.

À partir de ces problématiques, les équipes pédagogiques de chaque établissement préparent des dossiers conformément à la définition des situations d'évaluation du référentiel de certification du diplôme.

Nota : un ensemble de dossier d'évaluation est disponible sur le portail national de ressources Eduscol STI.

11.4. Typologie des dossiers d'analyse.

L'ensemble des dossiers d'évaluation proposés doit permettre de couvrir les compétences à valider. S'il est impossible d'évaluer dans une même situation toutes les compétences de la sous épreuve U52, 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 d'élaborer des dossiers d'évaluation répondant à des problématiques réelles de maintenance et permettant soit de traiter plusieurs actions cohérentes d'une même compétence, lorsque celle-ci couvre un champ 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 dossier d'évaluation assurant une validation de l'ensemble des compétences.

11.5. La fiche d'évaluation E52.

Pour chaque candidat, une fiche d'évaluation E52 décrivant les actions liées aux activités demandées au candidat et faisant apparaître les indicateurs de performance, doit être remplie par les enseignants évaluateurs (pour le CCF) ou par la commission d'interrogation (pour une épreuve ponctuelle) afin de valider chacune des compétences. Ces fiches d'évaluation sont fournies chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elles sont également disponibles sur le portail national de ressources Eduscol STI.

11.5. Exemples de dossiers d'analyse de maintenance

SITUATION D'ÉVALUATION A	
Problématique de maintenance	Données
Définir les axes d'améliorations de la stratégie de maintenance à partir des indicateurs de disponibilité et de coûts.	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation de l'entreprise, du process, du bien étudié, - Période d'étude - 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
Travail demandé	
Questionnement	Compétences évaluées
<ul style="list-style-type: none"> - Analyser les temps d'intervention, d'arrêt,... - Identifier les interventions les plus pénalisantes d'un point de vue disponibilité - Identifier les interventions les plus pénalisantes en termes de coût - Valider une proposition de stockage de pièce en vue d'améliorer la disponibilité - Rédiger le bon de commande - Planifier des interventions préventives systématiques 	<p>C31 ⇒ Organiser la stratégie et la logistique de maintenance</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Déterminer les indicateurs de disponibilité des biens et les coûts liés à la maintenance <input checked="" type="checkbox"/> Proposer et justifier une stratégie de maintenance. <input checked="" type="checkbox"/> Identifier les biens stratégiques de l'entreprise, les biens les plus pénalisants d'un point de vue technico-économique, les préconisations des constructeurs <input checked="" type="checkbox"/> Définir les pièces de rechange et consommables de maintenance à tenir en stock. <p>C32 ⇒ Préparer les interventions de maintenance corrective et préventive</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Définir les opérations de maintenance systématique

SITUATION d'ÉVALUATION B	
Problématique de maintenance	Données
Amélioration de la disponibilité d'un bien	Présentation de l'entreprise, du bien étudié, Historique des interventions, date, temps,... Propositions de modification politique de maintenance.
Travail demandé	
Questionnement	Compétences évaluées
<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les sous-ensembles les plus pénalisants d'un point de vue fiabilité - Identifier les interventions les plus pénalisantes d'un point de vue fiabilité - Identifier les sous-ensembles les plus pénalisants d'un point de vue disponibilité - Identifier les interventions les plus pénalisantes d'un point de vue disponibilité - Proposer des actions pour améliorer la disponibilité - Valider d'un point de vue de la disponibilité une intervention préventive systématique 	<p>C21 ⇒ Analyser la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Déterminer les indicateurs de fiabilité du bien <input checked="" type="checkbox"/> Identifier les sous-ensembles, les composants du bien ou les fonctions les plus pénalisantes du point de vue de la fiabilité et/ou de la maintenabilité. <p>C31 ⇒ Organiser la stratégie et la logistique de maintenance</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Proposer et justifier une stratégie de maintenance. Déterminer les indicateurs de disponibilité des biens et les coûts liés à la maintenance <p>C32 ⇒ Préparer les interventions de maintenance corrective et préventive</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Définir le type d'opérations préventives

12. La Sous-épreuve E53 systèmes énergétiques : Conduite d'une installation.

Sous-épreuve	Activité évaluée	Conditions d'évaluation – coefficient 2
E53 – Conduite d'une installation	Assurer la mise en fonctionnement, les réglages, la conduite et l'arrêt d'une installation	<ul style="list-style-type: none">• Évaluation de tout ou partie des compétences C61 et C62• Durée maximale de l'épreuve 4 heures• Un système énergétique fonctionnel comportant une chaîne d'énergie et une chaîne d'information• La documentation technique du système• Des outils, appareils de mesure et moyens de réglage

12.1. Rappel des modalités.

Epreuve professionnelle d'une durée de 4 heures quel que soit le mode d'évaluation, contrôle en cours de formation ou forme ponctuelle. Elle a pour objectif de vérifier les compétences et les savoirs associés du candidat sur la conduite d'un système énergétique ou fluide. Pour cela, le candidat doit adopter une démarche de technicien en procédant de façon méthodique, en toute sécurité pour les personnes et les équipements, à la mise en service, aux paramétrages et l'arrêt de l'installation. Il doit répondre à une problématique lui permettant de procéder à la conduite de l'installation.

L'organisation de cette sous-épreuve est réalisée dans l'établissement scolaire auquel le candidat est rattaché. L'évaluation est organisée et assurée par un ou des professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur de l'établissement qui assurent les enseignements technologiques sur les systèmes énergétiques et fluidiques. L'établissement doit être équipé d'installations permettant pendant les deux années de formation de pratiquer des travaux pratiques et d'organiser lors de la deuxième année, entre janvier et mars, une évaluation d'une durée de 4 heures. Les équipements doivent être le plus diversifiés possible et en parfait état de fonctionnement.

12.2. Moyens matériels.

Lors de la situation d'évaluation, le candidat dispose du dossier technique (dossier constructeur et dossier de maintenance) relatif au système ou à l'installation sur lequel ou laquelle il doit intervenir. Les appareils de mesure qui lui sont remis sont obligatoirement opérationnels et étalonnés.

12.3. Supports de la sous-épreuve.

Le choix de l'activité de conduite à réaliser se fait par tirage au sort parmi 4 systèmes ou installations différents. Le candidat procède à la mise en service du système ou de l'installation, aux différents réglages et/ou paramétrages et à l'optimisation du fonctionnement ou des performances de celui-ci ou de celle-ci. En fin d'épreuve, il procède à l'arrêt du système ou de l'installation.

12.4. Déroulement de l'activité de conduite demandée.

L'activité demandée doit permettre au candidat de répondre à des questions d'ordre général sur le système ou l'installation :

- Quelle est la fonction d'usage de l'installation ?
- Quelles sont les fonctions principales de l'installation ?
- Quelles précautions doit-on prendre pour démarrer l'installation sans prendre de risques ?
- Comment la puissance est-elle dissipée ?
- Quels sont les points de mesure à prendre en compte ?
- Quels sont les réglages à réaliser ?

Cette activité comprend :

- Une problématique de conduite (ex : obtenir un point de consigne, une puissance utile, ...)
- Une première partie pour la phase préparatoire où l'on demande au candidat de rédiger :
 - La procédure de mise en service ;
 - La procédure de mise à l'arrêt ;
 - La procédure d'intervention de réglage ou paramétrage ;
 - Les essais ou mesures à réaliser ;

- Les appareils et/ou outillages nécessaires.

On précise oralement au candidat d'appeler le professeur pour réaliser le bilan de cette phase.

En fonction de la pertinence des réponses, le candidat peut être aidé ou réorienté.

Le temps préconisé pour cette phase est d'une heure.

- Une seconde partie pour la phase d'intervention où l'on demande au candidat de :
 - Suivre la procédure de mise en service
 - Réaliser une campagne de mesures, d'essais, de réglages
 - Rédiger un compte-rendu
 - Réaliser les bilans nécessaires
 - Renseigner le cahier de suivi

On précise oralement au candidat de faire appel au professeur pour réaliser le bilan de cette phase.

Le candidat doit se mettre en situation face à un client suite à une intervention. On lui demande de :

- Suivre la procédure de mise à l'arrêt
- Ranger son poste de travail
- Finaliser son compte-rendu.

On ne demande pas au candidat de réaliser un schéma de principe du système ou de l'installation

12.5. La fiche d'évaluation E53 « systèmes énergétiques ».

Pour chaque candidat, une fiche d'évaluation E53 « systèmes énergétiques » décrivant les actions liées aux activités demandées et faisant apparaître les indicateurs de performance, doit être remplie par les enseignants évaluateurs (pour le CCF) ou par la commission d'interrogation (pour une épreuve ponctuelle) afin de valider chacune des compétences C61 et C62. Cette fiche d'évaluation est fournie chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elle est également disponible sur le portail national de ressources Eduscol STI.

13. La sous-épreuve E53 systèmes Eoliens : Amélioration ou intégration d'un bien.

Sous-épreuve	Activité évaluée	Conditions d'évaluation – coefficient 2
E53 – Amélioration ou intégration d'un bien	Étude et intervention sur un bien dans un établissement de formation	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de tout ou partie des compétences C41, C33 et C14 • Durée 6 maxi • Un système ou un sous-système pluri-technologique en état de fonctionnement • Des moyens et des équipements d'étude et d'intervention pratique • Un dossier technique du système ou du sous-système • Des composants à intégrer selon l'intervention demandée

13.1 Rappel des objectifs.

La sous-épreuve E53 en CCF ou en ponctuel, a pour objectif de valider la capacité du candidat à répondre à une problématique d'amélioration ou d'intégration d'un bien qui ne peut être évaluée lors du stage en entreprise sur un système éolien réel.

La nacelle d'une éolienne étant un système technique produit en série, offre peu de scénarios d'améliorations ou d'intégration technique. Pour éviter que l'épreuve ne se résume à des sujets redondants autour de l'intégration de nouveaux moyens de surveillance (principale activité d'amélioration du technicien éolien) et pour assurer une diversité de sujets en lien avec des problématiques variées, l'épreuve s'appuie sur un système ou un sous-système pluri-technologique exploité durant la formation dans les ateliers de maintenance de l'établissement de formation.

Exemples de support de l'épreuve : Nacelle d'éolienne, ligne de production, système de transformation de biens ou d'énergie,...

Note importante : *Le système technique utilisé pour réaliser cette intervention d'amélioration ou d'intégration d'un bien, s'il n'est pas issu du domaine de l'éolien, est impérativement du domaine de la production industrielle.*



Nacelle Vestas V39 500Kw



Ligne de production :
Unité d'embouteillage



Conditionnement
de flacons

13.2. Modalités de l'évaluation

L'épreuve d'une durée de 6h maximum se déroule lors de la deuxième moitié de la formation (en 2^e année). Elle se décompose en trois parties qui peuvent être de durées variables selon le sujet proposé afin de s'adapter à la diversité des équipements présents dans l'espace d'intervention sur les systèmes.

A partir d'un constat de défaut ou d'amélioration souhaitée le candidat est amené à :

- Proposer une solution technique visant à améliorer la chaîne d'information ou la chaîne d'énergie ou la chaîne de sécurité ;
- Mettre en œuvre la solution technique ;
- Réceptionner le nouveau bien et rédiger le compte rendu d'intervention.

Les trois compétences visées (C41, C33 et C14) ont pour but de valider la capacité du candidat à mobiliser ses connaissances pour mener à bien un projet technique. Une attention toute particulière sera portée sur la capacité du candidat :

- à justifier la solution technique choisie en terme d'amélioration dans un contexte d'approche système "chaîne d'information, chaîne d'énergie" ;
- à proposer une organisation rationnelle des activités, des ressources humaines éventuelles à mobiliser pour mener à bien l'intégration ou l'amélioration du bien ;
- à procéder à la mise au point et à vérifier les performances attendues de l'intégration ou de l'amélioration du bien.

Les trois parties conduisent à un cheminement de résolution d'un problème technique mais font l'objet d'une évaluation séparée. En cas de non viabilité de la solution proposée par le candidat lors de la première partie de l'épreuve, la commission d'évaluation fournira au candidat une solution technique adaptée à la problématique du sujet pour lui permettre de poursuivre l'épreuve.

13.3. La fiche d'évaluation E53 « systèmes Éoliens ».

Pour chaque candidat, une fiche d'évaluation E53 « systèmes Éoliens » décrivant les actions liées aux activités demandées et faisant apparaître les indicateurs de performance, doit être remplie par les enseignants évaluateurs (pour le CCF) ou par la commission d'interrogation (pour une épreuve ponctuelle) afin de valider chacune des compétences C41, C33 et C14. Cette fiche d'évaluation est fournie chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elle est également disponible sur le portail national de ressources Eduscol STI.

14. La sous-épreuve E61 : Rapport d'activités en entreprise.

Sous-épreuve	Activité évaluée	Modalités d'évaluation – coefficient 2
E61 – Rapport d'activités en entreprise	Stage de 4 semaines en 1 ^{ère} année de formation	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation de la compétence C13 en entreprise par le tuteur et 1 enseignant (sauf systèmes éoliens) Évaluation des compétences C51 et C52 lors de la soutenance orale du rapport de stage 1 épreuve orale 25mn : 15mn d'exposé dont 5 mn en anglais + 10 mn entretien dont 5 mn en anglais) Commission d'interrogation = 1 professeur de STI +1 professeur d'anglais

14.1 Rappel de la définition partielle de l'épreuve E61.

Le candidat effectue un stage en entreprise d'une durée de quatre semaines au cours de la première année de la formation. Ce stage en entreprise a pour objectif de s'approprier les principales techniques de maintenance préventive mises en œuvre au sein de cette entreprise. Le candidat rédige à titre individuel un rapport lui permettant de restituer les organisations et procédures d'intervention de maintenance préventive qu'il a rencontrées et mises en œuvre durant son stage.

Il s'agit d'un stage d'immersion en entreprise et plus particulièrement dans un service de maintenance afin de s'approprier dans ce contexte des activités techniques dans une dimension professionnelle.

14.2. Mise en œuvre de l'évaluation.

Objectifs de formation durant le stage en entreprise	BTS MS Systèmes de production	BTS MS Systèmes énergétiques et fluidiques	BTS MS Systèmes éoliens
Insertion dans un service de maintenance	X	X	X
Réalisation en autonomie d'activités de maintenance préventive, de surveillance, d'inspection	Compétence C13 à réaliser et à évaluer en entreprise		<i>Cette compétence C13 est évaluée lors du stage de 2^{ème} année</i>
Renseignement des outils de report de l'information (compte-rendu...)	Compétence C51 à mobiliser en entreprise et à évaluer lors de l'épreuve orale		
Présentation du service de maintenance et de son organisation en relation avec le parc des systèmes de production Présentation d'une activité en langue anglaise	Compétence C52 à mobiliser et à évaluer lors de l'épreuve orale		
Description des conditions et des outils et EPI spécifiques pour intervenir sur un système éolien, y compris en langue anglaise			Compétence C52 à mobiliser et à évaluer lors de l'épreuve orale
Fiche d'évaluation E61a (C51 et C52)	À mettre en œuvre lors de l'épreuve ponctuelle orale en 2 ^e année		
Fiche d'évaluation E61b (C13)	A mettre en œuvre en entreprise (tuteur + enseignant)		

Ces fiches d'évaluation sont fournies chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen.

14.3. Activités devant être confiées au candidat.

Rappel des définitions (NF EN 13306 : octobre 2010)

Surveillance en fonctionnement

Activité, exécutée soit manuellement, soit automatiquement, destinée à mesurer à intervalles prédéterminés les caractéristiques et les paramètres de l'état réel d'un bien.

Note 1 : la surveillance en fonctionnement se distingue de l'inspection en ce qu'elle est utilisée pour évaluer l'évolution des paramètres du bien avec le temps.

Note 2 : la surveillance en fonctionnement peut être continue sur un intervalle de temps ou peut être réalisée après un nombre déterminé d'opérations.

Note 3 : la surveillance en fonctionnement est généralement conduite sur un bien en état de fonctionnement.

Inspection

Examen de conformité réalisé en mesurant, en observant ou en testant les caractéristiques significatives d'un bien.

Maintenance préventive (NF EN 13306 : octobre 2010)

Maintenance exécutée à intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

14.4. Exemples d'opérations de maintenance pouvant être proposées comme activités support de l'évaluation de la compétence C13 en entreprise.

- **Opérations de surveillance**
 - Relevé de grandeurs, d'état de fonctionnement ou de données sur le comportement du bien dans le cadre de sa maintenance ;
 - Surveillance de machine tournante par analyse vibratoire ;
 - Surveillance d'une installation par thermographie infra-rouge ;
 - Surveillance des lubrifiants sur une installation hydraulique ;
 - Contrôles non destructifs (par courant de Foucault, ultra-sons, ressuage,...)
 - Surveillance de la production d'énergie.

- **Opérations d'inspection**
 - Démontage, dépose de composants ou de sous-ensembles ou de partie du bien pour en vérifier l'état ;
 - Observation de l'état du bien à l'arrêt et en fonctionnement : usure, fuite de fluide, bruit, niveau sonore ;
 - Confrontation des données et des observations du bien avec les données de fonctionnement normal ;
 - Rapport de visite, compte-rendu sur les constatations et observations.

- **Opérations de maintenance préventive**
 - Contrôle de l'entrefer d'un moteur frein d'un monte-charge ;
 - Échange standard d'un composant ;
 - Révision d'un bien ;
 - Entretien périodique ;
 - Échange de fluides (participation ou prise en charge suivant la formation à l'habilitation pour intervenir sur certains fluides).

14.5. Remarques sur l'évaluation de la compétence C13.

Pour des raisons pratiques, il est difficile d'envisager la présence d'un enseignant pendant l'intervention servant de support à l'évaluation de la compétence. Le tuteur, prévenu en amont de la période de stage encadrera au moment opportun le candidat. Un enseignant pourra alors se rendre en entreprise et évaluer avec le tuteur la réalisation de la compétence C13 suite à un dialogue avec le candidat.

14.6. Autres activités pouvant être confiées au candidat.

Opérations de report des informations de maintenance

- Saisie des données relatives aux interventions à l'aide des moyens et de la logistique du service de maintenance ;
- Compte-rendu d'intervention, report sur l'historique ;
- Modification et mise à jour des documents de maintenance ;
- Renseignement des outils de gestion de la maintenance : fichiers, dossiers, GMAO...

D'une manière globale, le candidat doit avoir largement contribué à la gestion des informations et des documents mis en œuvre au sein du service maintenance.

Ce stage de 1^{ère} année peut être l'occasion de repérer au sein de l'entreprise, à la fois par le candidat, le tuteur et les enseignants, un thème de projet s'appuyant sur une problématique identifiée dans cette entreprise pour son élaboration au cours du stage de 2^e année.

Pour le candidat en formation dans l'option systèmes éoliens, cette période de stage est l'occasion de vérifier ses capacités à opérer au sein d'un service de maintenance éolien ainsi que ses capacités à communiquer en langue anglaise qui sont régulièrement sollicitées dans ce secteur technique.

14.7. Les fiches d'évaluation E61.

Pour chaque candidat et en fonction de l'option du diplôme, les fiches d'évaluation E61 décrivant les actions liées aux activités demandées au candidat et faisant apparaître les indicateurs de performance, doivent être remplies par les évaluateurs ou par la commission d'interrogation (pour l'épreuve ponctuelle orale) afin de valider chacune des compétences. Ces fiches d'évaluation sont fournies chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elles sont également disponibles sur le portail national de ressources Eduscol STI.

15. La Sous-épreuve E62 : Étude et réalisation de maintenance en entreprise.

Sous-épreuve	Activité évaluée	Modalités d'évaluation – coefficient 4
E62 : Étude et réalisation de maintenance en entreprise	Étude et réalisation au cours de 6 semaines en entreprise en 2 ^e année de formation	<ul style="list-style-type: none">• Évaluation des compétences C41, C33, C14 et C53• 1 épreuve orale 30 mn : 10mn d'exposé + 20 mn entretien• Commission d'interrogation = 2 professeurs de STI +1 représentant professionnel

15.1. Rappels et commentaires pour les options Systèmes de production et Systèmes énergétiques et fluidiques.

Cette sous-épreuve a pour objectifs de mener d'une part une **étude technique de maintenance répondant à une problématique clairement identifiée** et associée à un bien dans la réalité en entreprise, et d'autre part dans la mesure des moyens mis à disposition par l'entreprise, **la réalisation effective des travaux d'amélioration, ou d'intégration des nouveaux biens**. Cette étude et cette réalisation de maintenance s'appuient sur la phase de formation en entreprise de 6 semaines au cours de la 2^e année ou sur la durée de formation en alternance en entreprise de 2^e année pour les apprentis. Cette étude et sa réalisation aboutissent à la production **d'un dossier technique de projet présenté et soutenu par le candidat devant un jury** lors d'une épreuve orale ponctuelle à la fin de la formation.

Cette sous-épreuve a pour objet de valider tout ou partie des compétences suivantes du référentiel :

C41	Proposer et/ou concevoir des solutions pluritechniques d'amélioration
C33	Préparer les travaux d'amélioration ou d'intégration d'un nouveau bien
C14	Réaliser des travaux d'amélioration, réceptionner un bien
C53	Exposer oralement une solution technique

Les activités techniques de maintenance à réaliser en entreprise pour évaluer les compétences C41, C33 et C14 sont définies préalablement dans la **fiche de validation du cahier des charges du projet technique**. Ces activités sont validées par la commission académique.

NOTA 1 : Le projet confié à l'apprenant doit être initié par une authentique problématique de maintenance issue de l'entreprise d'accueil. Cette problématique de maintenance adossée à un équipement, un bien ou un parc d'équipements de l'entreprise, pourra dans certains cas développer pour partie une étude et une réalisation de gestion ou d'organisation de maintenance des biens ciblés.

NOTA 2 : Lors de la mise en place du projet au travers de son cahier des charges, le contrat individuel du candidat est défini par au moins 60% de l'ensemble des actions des 3 compétences C41, C33 et C14, lesquelles actions seront évaluées.

Le support technique de l'épreuve est constitué du dossier technique **de trente pages maximum hors annexes**, établi par le candidat lors du stage de deuxième année et comprenant :

- le cahier des charges du projet servant de support pour la validation académique des projets ;
- une étude concernant la justification des solutions ;
- la description de la solution retenue ;
- les documents nécessaires à la préparation et à l'organisation de l'intervention ;
- le dossier de réalisation ;
- un bilan technico-économique au regard des objectifs initiaux.

15.2. Rappels et commentaires pour l'option Systèmes éoliens.

Cette sous-épreuve a pour objectif d'évaluer la capacité du candidat à **réaliser des opérations de surveillance et d'inspection ou de maintenance préventive en entreprise sur des systèmes éoliens** dans leur réalité industrielle. Elle permet de vérifier son intégration dans le monde de la maintenance éolienne

notamment de la prise en compte **des risques d'intervention et du respect des mesures de prévention** lors de ses interventions sur les parcs éoliens. Elle fait l'objet d'un dossier mémoire d'explicitation de ses interventions réalisées et des conditions de sécurité qu'il a mises en œuvre au cours de la formation de 6 semaines en entreprise durant la 2^e année de formation ou sur la durée de formation en alternance en entreprise de 2^e année pour les apprentis. **Ce dossier technique est présenté et soutenu par le candidat devant un jury** lors d'une épreuve orale ponctuelle à la fin de la formation.

Cette sous-épreuve a pour objet de valider tout ou partie des compétences suivantes du référentiel :

C 13	Réaliser des opérations de surveillance et d'inspection et/ou de maintenance préventive
C 15	Identifier les risques pour les personnes ou l'environnement, définir et respecter les mesures de prévention adaptées
C 53	Exposer oralement une solution technique

Les activités techniques de maintenance à réaliser en entreprise pour évaluer les compétences C13 et C15 sont définies préalablement dans la **fiche de validation du cahier des charges du projet d'activités techniques**. Ces activités sont validées par la commission académique.

Lors de la mise en place des activités techniques en entreprise au travers du cahier des charges, le contrat individuel du candidat est défini par au moins 60% de l'ensemble des actions des 2 compétences C13 et C15, lesquelles actions seront évaluées.

Le support de l'épreuve est constitué d'un dossier technique **de trente pages maximum hors annexes**, établi par le candidat lors du stage de deuxième année et comprenant :

- les problématiques de maintenance préventive rencontrées ;
- les activités de surveillance, d'inspection et maintenance préventive conduites durant le stage ;
- les documents nécessaires à la préparation, à l'organisation et au suivi des interventions réalisées ;
- la description des modalités et mesures de prévention réellement mises en œuvre durant le stage ;
- les attestations de réussite aux différentes formations aux habilitations nécessaires dans le secteur de l'éolien.

Les périodes en entreprise doivent être de véritables périodes de formation mises au service de la formation et de la mise en œuvre des compétences professionnelles attendues. Le temps de formation en entreprise pour les candidats sous statut scolaire représente presque 20% du temps de formation.

15.3. La fiche de validation du cahier des charges du projet.

Pour chaque candidat et en fonction de l'option du diplôme, la fiche de validation du projet décrivant les activités demandées au candidat doit être remplie par l'équipe pédagogique du centre en concertation avec l'entreprise d'accueil du projet au cours du stage de 2^e année de formation. Cette fiche signée par un responsable de l'entreprise, est présentée lors de la commission académique ou interacadémique, pour la validation du contrat individuel à partir duquel le candidat doit étudier et réaliser son projet en entreprise. Cette fiche-contrat, est mise à disposition du jury d'interrogation lors de l'épreuve orale E62 afin de prendre en compte le contrat initial du projet. Elle est fournie chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elle est également disponible sur le portail national de ressources Eduscol STI.

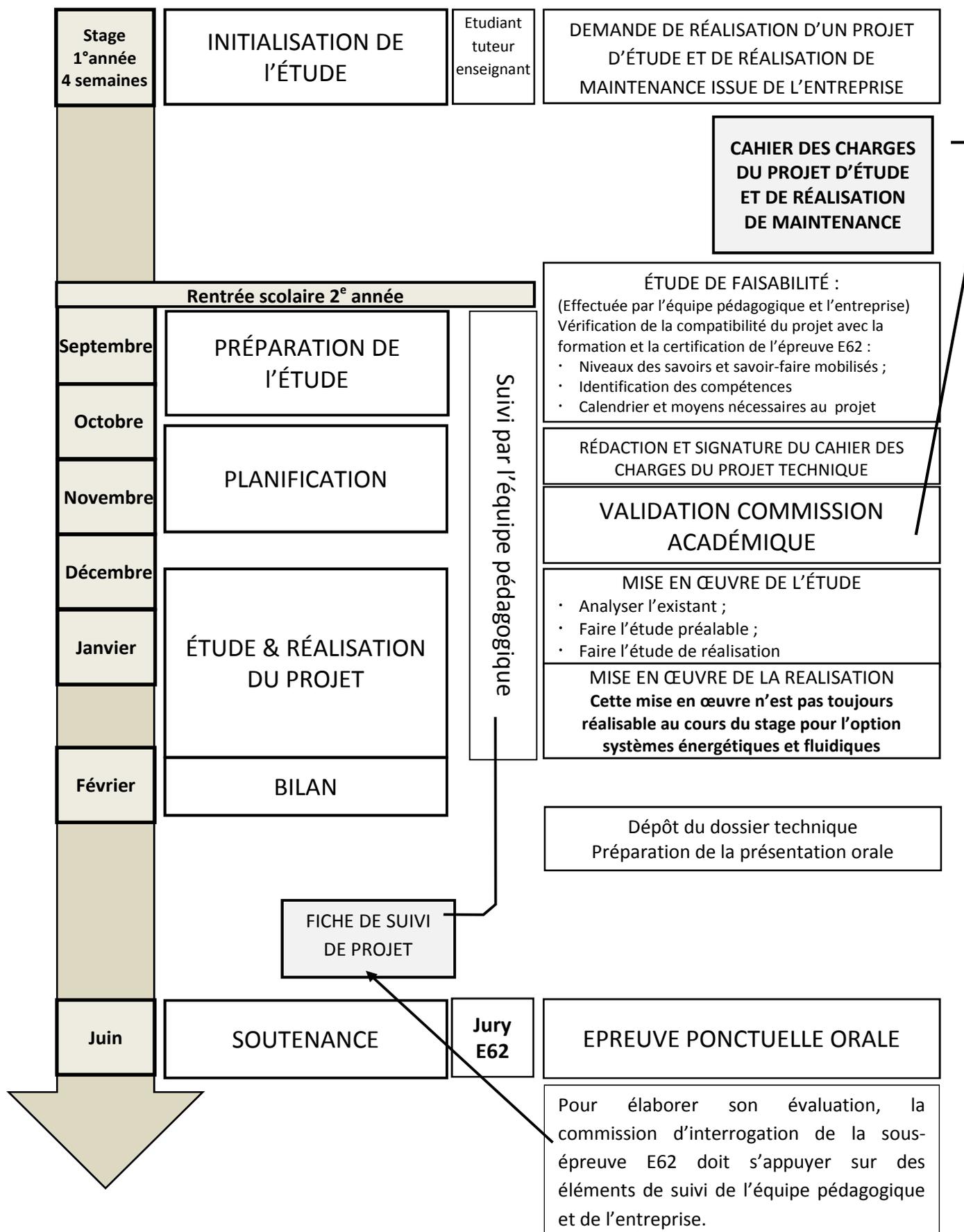
15.4. La fiche d'évaluation E62.

Pour chaque candidat et en fonction de l'option du diplôme, la fiche d'évaluation E62 décrivant les actions liées aux activités demandées au candidat et faisant apparaître les indicateurs de performance, doit être remplie par la commission d'interrogation pour l'épreuve ponctuelle orale afin de valider chacune des compétences attendues. Cette fiche d'évaluation est fournie chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elle est également disponible sur le portail national de ressources Eduscol STI.

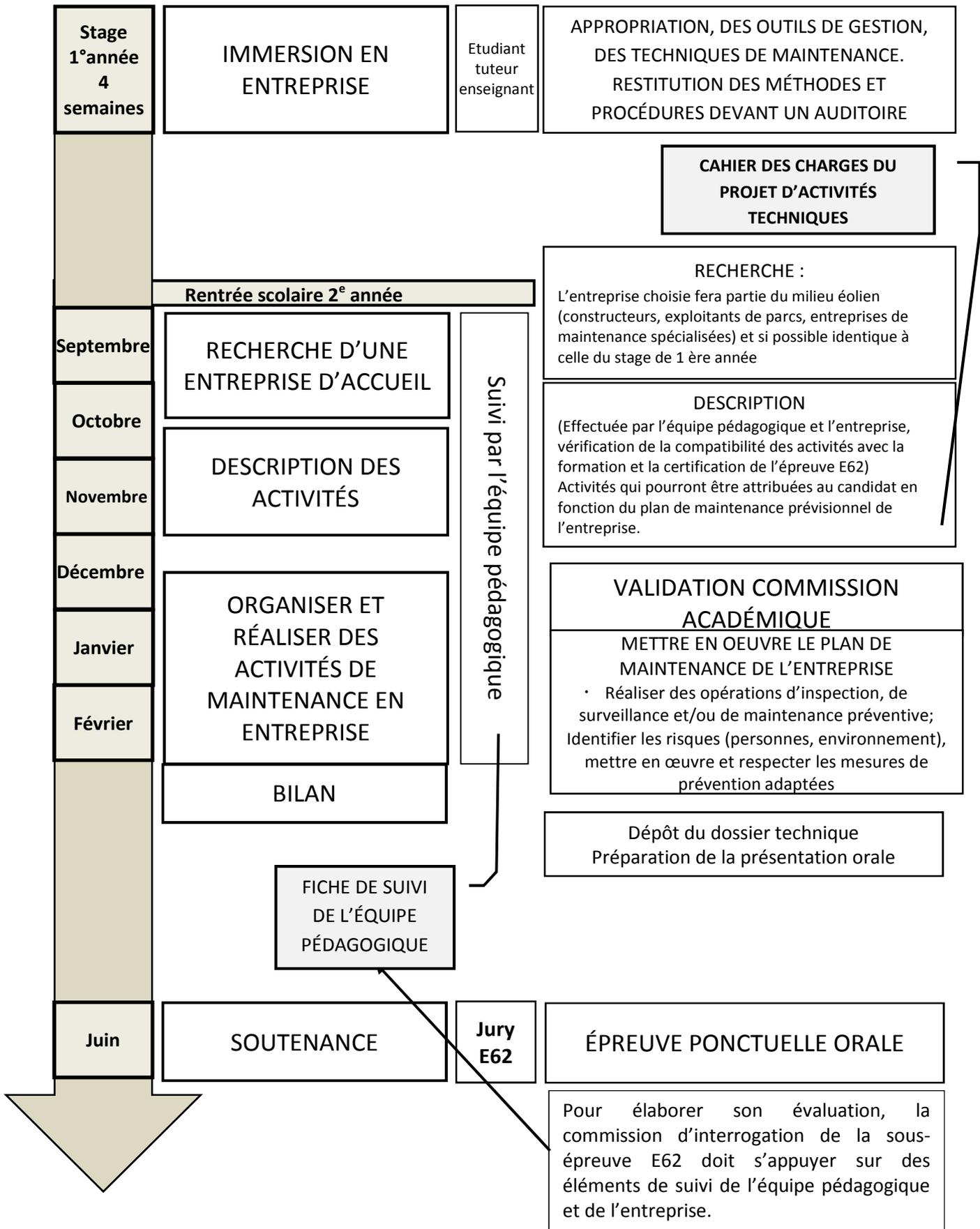
15.5 La fiche de suivi de projet E62.

Pour chaque candidat, la fiche de suivi du projet entreprise doit être remplie au cours des 6 semaines de stages de 2^e année, par l'enseignant chargé du suivi au sein de l'équipe pédagogique. Elle doit mentionner toutes les informations utiles relatives au projet et à son déroulement au sein de l'entreprise. Elle nécessite la visite en entreprise de l'enseignant chargé du suivi de ce projet. Cette fiche remise à la commission d'interrogation de l'épreuve orale de soutenance du projet, est fournie chaque année aux centres d'examen avec la circulaire nationale de l'examen. Elle est également disponible sur le portail national de ressources Eduscol STI.

15.6. Etapes de l'étude et réalisation de maintenance en entreprise (options systèmes de production ou énergétiques et fluidiques)



15.7. Etapes de l'étude et réalisation d'activités en entreprise (option systèmes éoliens).



16. Plan de formation des enseignants.

16.1. Préconisations.

Dans le cadre de la rénovation du BTS et de l'intégration de 3 spécialités techniques de systèmes, il est nécessaire de prévoir dans chaque académie une formation des enseignants pour s'adapter aux exigences du diplôme de niveau III et aux exigences techniques et professionnelles de chaque spécialité.

Intitulé formation	Objectifs de formation	Enseignants de l'option systèmes de Production	Enseignants de l'option Systèmes Énergétiques et Fluidiques	Enseignants de l'option Systèmes Éoliens
SysML Niv1	Intérêts – présentation des diagrammes SysML – Applications – SysML appliquée à la maintenance des systèmes	1j		
SysML Niv2	Rédaction de cahier des charges fonctionnel au format SysML - Notion d'Ingénierie Système – Réalisation de projets (amélioration d'un bien)	1j		
Les outils de modélisation et de simulation	Formation à destination des professeurs de PC et de SII sur l'exploitation d'outils de modélisation et simulation du comportement multi physique de systèmes techniques. Paramétrages de modèles de systèmes pour simuler le comportement de chaînes d'énergie et d'information.	2j		
Formation aux Habilitations	Sécurité au travail en hauteur (S8) : Port du harnais, contrôle des EPI, (Décret n° 2004-924 du 1 ^{er} septembre 2004)			3j
	Sauvetage, secourisme du travail (formation de formateur)	7j		
	Travaux électriques haute tension			1j
	Prévention des risques d'origine électriques : B2V - BR - BC	3j		
	Attestation d'aptitude à l'utilisation des fluides frigorigènes - catégorie 1.(*)		5j pour 1 enseignant non formé	
Actualisation des connaissances	Notions sur la génératrice synchrone à aimant permanent, la chaîne de conversion de puissance, le raccordement au RTE, la protection & sécurité électrique, les systèmes de régulation aérodynamique (Pitch control, Stall control), l'étude des composants, l'analyse et la modélisation de l'énergie éolienne, la mesure vibratoire,			3j
	4 thèmes d'approfondissement (Froid, Chauffage, traitement d'air et hydraulique)		1j	
	Stratégie et organisation de la maintenance (S9)		3J	
	Installer et paramétrer un réseau d'automates ou de robots pour optimiser le fonctionnement et la maintenance dans le contexte industriel. Programmer des robots dans un environnement de process de production.	1j		
	Protection de l'environnement – gestion des déchets	1j		
Evaluation	Former les enseignants de l'option « systèmes énergétiques et fluidiques aux modalités d'évaluation certificative par le CCF.		1j	
	Former les enseignants de physique-chimie aux modalités d'évaluation certificative par le CCF	0,5j		

(*) L'ensemble des enseignants qui enseignent dans la filière énergétique et fluide doit être titulaire de l'attestation d'aptitude à l'utilisation des fluides frigorigènes.

16.2. Remarques sur la formation pour le travail en hauteur (option systèmes éoliens).

Le travail en milieu éolien nécessite l'utilisation d'équipement de protection individuel (EPI) ainsi qu'une formation à leur utilisation. A l'issue de la formation, le technicien assurant des activités de maintenance dans un aérogénérateur doit être capable de réaliser une évacuation en toute sécurité, d'évacuer une personne inconsciente et d'évoluer en toute sécurité en utilisant les points d'ancrage adaptés.

La réglementation du code du travail concernant l'utilisation d'EPI et des travaux en hauteur précise les obligations de l'employeur :

Règlementation liée à l'information et la formation des travailleurs : Art R 4323-104 : *L'employeur informe de manière appropriée les travailleurs devant utiliser des équipements de protection individuelle :*

1. *Des risques contre lesquels l'équipement de protection individuelle les protège*
2. *Des conditions d'utilisation de cet équipement, notamment les usages auxquels il est réservé*
3. *Des instructions ou consignes concernant les équipements de protection individuelle*
4. *Des conditions de mise à disposition des équipements de protection individuelle.*

Règlementation à l'utilisation d'harnais : Art 4323-106 : *L'employeur fait bénéficier les travailleurs devant utiliser un équipement de protection individuelle d'une formation adéquate comportant, en tant que de besoin, un entraînement au port de cet équipement. Cette formation est renouvelée aussi souvent que nécessaire pour que l'équipement soit utilisé conformément à la consigne d'utilisation.*

Règlementation liée à la formation aux secours : Art 4323-90 article 6 : *Les travailleurs reçoivent une formation adéquate et spécifique aux opérations envisagées et aux procédures de sauvetage. Le contenu de cette formation est précisé aux articles R. 4141-13 et R. 4141-17. Elle est renouvelée dans les conditions prévues à l'article R. 4323-3.*

Pour assurer la formation du travail en milieu éolien auprès des apprenants, il est indispensable que deux enseignants soient formés par un organisme agréé (enseignement en co-animation pour des raisons de sécurité).

La formation permet de valider les points suivants (compter une durée de formation de 5 jours environ, la durée peut varier selon l'organisme formateur) :

- réglementation sur les applications et les utilisations des équipements de protection individuelle (EPI) contre les chutes ;
- réglementation sur les applications et les utilisations des équipements de protection individuelle pour la sécurisation et le sauvetage des personnes en hauteur.

17. Les équipements et espaces de formation.

17.1. Structuration générale des espaces de formation pour les 3 options.

Rep	Espace de formation	Fonction pédagogique	Caractéristiques
A	Zone de systèmes pluritechnologiques en fonctionnement	Activités pratiques d'intervention sur systèmes	400 m2 mini 8 systèmes pluritechnologiques mini Energies élec. et pneumatique 450 m2 mini pour l'option Eolien
B	Espace de réparation de sous-ensembles, de composants pluritechnologiques	Formation à la réparation, montage, démontage, au réglage de composants et de sous-ensembles déposés	30 m2 (inclus à la zone systèmes) Espace équipé de 4 à 5 établis avec desserte
C	Magasin de stockage	Stockage des éléments, composants, produits et pièces de rechange, outillages, appareils de mesure, EPI, EPC	30 m2 1 PC
D	1 Salle d'enseignement 30 places	Apports de connaissances en classe entière : études de cas, travaux dirigés, pour l'étude pluritechnologique, l'organisation de la maintenance, les techniques de maintenance et de conduite	80 m2 - 1 VDI 30 PC
E	1 laboratoire pluritechnologique 15 places	1 : Etude des solutions technologiques : chaîne d'énergie et chaîne d'information	100 m2 10 sous-systèmes 1VDI - 15 PC Energies élec. et pneumatique
		2 : Gestion de maintenance et communication technique	dossiers machines, documentation technique constructeur, GMAO...

A - L'organisation des enseignements est principalement articulée autour de la zone des systèmes pluritechnologiques, supports communs aux différents enseignements. Cet espace doit accueillir un ensemble des systèmes pluritechnologiques en fonctionnement réel dédiés aux interventions de maintenance en STS MS et en réponse aux aspects technologiques de l'option du diplôme. Si la formation au Bac. Pro. du même domaine que l'option de formation, existe dans l'établissement ; l'utilisation de certains systèmes peut être mutualisée et favoriser ainsi la liaison Bac. Pro. – BTS. Cependant les systèmes dédiés au BTS possèdent un forte taux d'occupation sur la semaine et leur complexité technique ne les rend pas tous utilisables en Bac. Pro.

B – Cet espace permet le montage, démontage de composants et de sous-ensembles. Il peut posséder des moyens de stockage (armoires ou d'étagères). Selon les établissements et les installations déjà existantes, cet espace peut être mutualisé avec le Bac Professionnel. Il est d'accès aisé et propose d'intervenir facilement sur un sous-ensemble. La séparation de cet espace avec celui des systèmes pluritechnologiques ne doit pas induire une zone d'apprentissages collectifs au montage-démontage mais au contraire des activités techniques s'inscrivant avec cohérence dans des interventions proposées sur les systèmes pluritechnologiques du plateau technique.

E - C'est un laboratoire destiné à deux fonctions pédagogiques :

- 1 : La découverte, la connaissance des principes scientifiques et techniques des solutions technologiques des parties commandes et opératives des systèmes (savoirs S6 et S7 du référentiel). Il doit permettre l'appropriation du comportement de ces solutions. Ce laboratoire doit posséder

un certain nombre de sous-systèmes didactisés ou non mobilisant des chaînes d'énergie et d'information significatives des solutions rencontrées dans le domaine de l'option du diplôme. L'apprentissage de la maîtrise de ces solutions technologiques est également réalisable directement sur les systèmes pluritechnologiques fonctionnels présents à l'atelier de maintenance.

2 : L'exploitation des ressources numériques pour la communication technique et la gestion de la maintenance. Ce laboratoire doit donner accès aux dossiers techniques et de maintenance des systèmes afin de mener des études de cas de gestion à l'aide des outils numériques mis à disposition : historique, références et coûts des pièces, GMAO....

Suivant la configuration immobilière, cette seconde fonction pédagogique (essentielle pour la formation au BTS MS) peut être implantée :

- soit dans une salle distincte avec 15 PC
- soit dans la salle d'enseignement de 30 places avec ses 30 PC

17.2. Organisation possible de la formation dans les espaces technologiques.

Espace de formation	A - Zone systèmes pluritechnologiques	B - Espace de réparation	C - Magasin de stockage	D - Salles d'enseignement	E - Laboratoire de technologies
Enseignements					
Etude pluritechnologiques des systèmes					
Organisation de la maintenance					
Techniques de maintenance, de conduite					
Prévention des risques					
Accompagnement personnalisé					

17.3. Les logiciels d'application pour toutes les options.

Compte tenu des évolutions des méthodes d'apprentissage grâce au numérique et de la complexité des systèmes à étudier pour intervenir, la formation doit mettre en œuvre les outils numériques suivants au service de la compréhension des systèmes et des lois de comportement ainsi qu'au service des actions de maintenance à mener :

- logiciel de simulation multi physique complètement paramétrés à une situation technique donnée ;
- logiciel professionnel de simulation du comportement énergétique et thermique d'une installation (tout particulièrement pour l'option énergétique et fluide) ;
- logiciel de simulation de pannes sur les parties opératives et commandes virtuelles d'un système technique ;
- logiciel de représentation et de simulation du comportement des circuits électriques, pneumatiques, hydrauliques, aérodynamiques...
- logiciel de GMAO ;
- logiciel de collecte et de traitement des grandeurs physiques collectées sur les systèmes techniques.

17.4. Préconisations pour les équipements de formation – Option « Systèmes de production ».

A – Introduction.

La configuration des plateaux techniques doit tenir compte des plateaux techniques déjà existants pour les établissements de formation de l'ancien BTS maintenance industrielle. Les indications concernent principalement la formation professionnelle initiale sous statut scolaire, mais doivent aussi s'appliquer dans les CFA et les établissements chargés de la formation continue au diplôme. Pour les établissements qui proposent la formation au Bac. Pro. Maintenance des Equipements Industriels (MEI) ou Pilote de Ligne de Production (PLP), les locaux et certains systèmes de production peuvent être mutualisés.

B - Le plateau technique des systèmes pluritechnologiques.

C'est celui préconisé par l'ancien référentiel du BTS MI. Ce plateau permettant de faire intervenir **15 apprenants simultanément**, doit être constitué à minima de **8 systèmes pluritechnologiques** disposant :

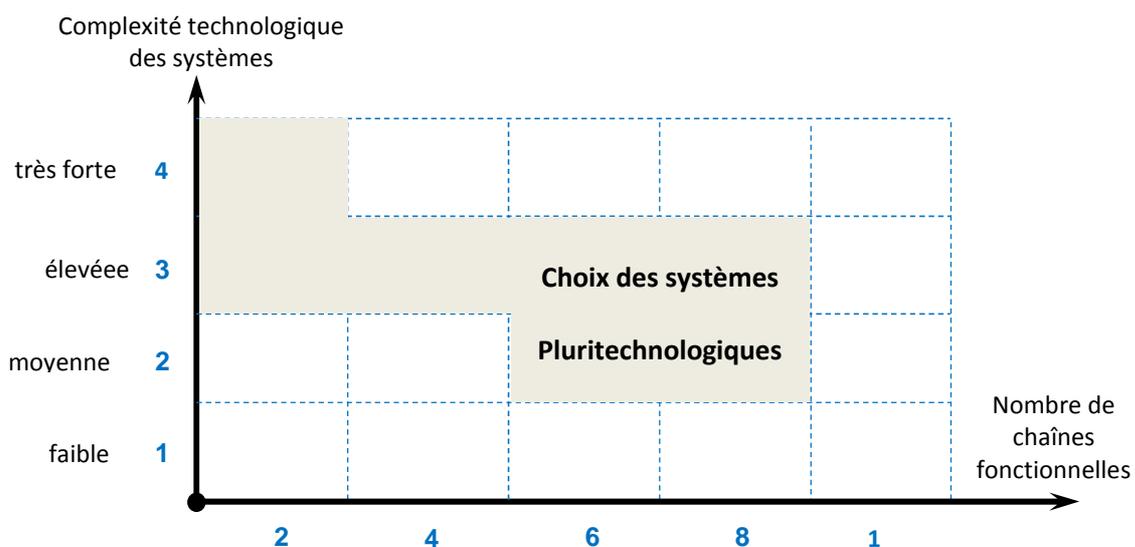
- D'une **matière d'œuvre d'entrée et de sortie** ;
- D'une **partie commande significative des solutions techniques actuelles avec plusieurs modes de marche** ;
- D'une **partie opérative réalisant plusieurs opérations sur la matière d'œuvre au travers de plusieurs sous-systèmes** ;
- D'un **dossier constructeur**, d'un **dossier de maintenance**, de l'ensemble des **fiches techniques des composants et constituants du système**.

Le parc des systèmes pluritechnologiques doit être composé :

- De systèmes autonomes de production ;
- D'une **ligne de production automatisée** possédant plusieurs parties opératives (PO) pilotées par des parties commandes (PC) connectées entre elles.
- D'un **système de transformation énergétique** : PAC, climatiseur, CTA...
- D'un **robot** intégré à une ligne de production possédant un **système de vision** (reconnaissance de pièce ou de qualité) afin d'appréhender les problèmes de robotique.

Les fonctions globales attendues des systèmes ou sous-systèmes sont :

- **Transformer** de la matière d'œuvre ou de l'énergie ;
- **Déplacer** de la matière d'œuvre ou de l'énergie ;
- **Stocker** de la matière d'œuvre ou de l'énergie.



Caractéristiques des systèmes pluritechnologiques pour la formation en BTS MS option Production

C - Les parties commandes des systèmes pluritechnologiques.

Elles doivent présenter la diversité des solutions techniques suivantes :

- La logique **câblée** ;
- La logique **programmée** : API, carte de commande, carte de régulation, API connecté, API en réseau.

D – Les parties opératives des systèmes pluritechnologiques.

Dans le cadre du nouveau référentiel du BTS MS, le parc d'équipement de formation doit faire l'objet d'une mise à jour des systèmes de production par :

- **la rénovation, actualisation des parties opératives** usées, détériorées par les nombreuses interventions qu'elles ont subies ou dont il est difficile de se procurer des pièces de rechange ;
- l'échange de parties opératives pour des **parties opératives plus robustes** pour supporter les nombreuses interventions mécaniques ;
- l'ajout à minima d'un **système de supervision** sur une ou plusieurs parties commande.
- Il est nécessaire que la formation mobilise des équipements autonomes et nomades de mesure et de collecte de grandeurs physiques sur les systèmes, notamment la **mesure des vibrations mécaniques, le contrôle thermique, la surveillance de grandeurs électriques**.

E – Les sous-systèmes pour l'étude et la maîtrise des chaînes et d'énergie et d'information.

Pour l'option « systèmes de production », ces sous-systèmes présents dans le laboratoire sont :

- soit **issus de systèmes réels industriels de production** (présents dans l'atelier de maintenance) ;
- soit des systèmes d'apprentissage didactique tels que **des bancs de câblage et d'essais des énergies hydrauliques, pneumatiques et électriques** ;
- soit **des systèmes techniques didactisés** comportant des parties opératives associées à des systèmes de commande illustrant la diversité des technologies de commande en vigueur (technologie câblée, programmation, asservissement, régulation, communication et dialogue à distance....).

Ces sous-systèmes peuvent être complétés par une diversité de **valises didactiques** dédiées à des activités d'apprentissages ciblant des solutions technologiques relatives à des chaînes d'énergie et d'information.

17.5. Préconisations équipements pédagogiques – option "Systèmes énergétiques et fluidiques"

A – Introduction.

La configuration des plateaux techniques doit tenir compte des plateaux techniques déjà existants pour les établissements dotés de l'option D de l'ancien BTS Fluides Énergie Environnement (FEE). Les indications apportées dans le présent document décrivent à la fois les équipements souhaitables dans le cas d'une implantation nouvelle de la formation relative au brevet de technicien supérieur Maintenance des Systèmes, option « systèmes énergétiques et fluidiques » ou pour les acquisitions nécessaires palliant le manque ou l'obsolescence des plateaux techniques existants. Elles concernent principalement la formation professionnelle initiale sous statut scolaire, mais doivent aussi pouvoir s'appliquer à des centres de formation continue offrant des contrats de professionnalisation ou à des CFA. Pour les établissements qui offrent la formation au BTS FED, les locaux et les équipements pourront être mutualisés.

B – Les effectifs.

Les équipements conseillés permettent l'accueil d'un groupe de 15 apprenants.

C - Le plateau technique des systèmes pluritechnologiques.

La diversité et la complémentarité des équipements donnent les moyens de proposer des activités professionnelles suffisamment variées couvrant tout le champ professionnel du domaine énergétique et fluide, et permettant le développement des compétences professionnelles attendues.

Les matériels sont acquis avec les dossiers de conduite et d'entretien ainsi que des manuels techniques.

L'espace des systèmes doit être suffisamment spacieux pour regrouper des ensembles et sous-ensembles de systèmes permettant de créer des situations d'activités pratiques sur les solutions technologiques suivantes :

- **La ventilation et la climatisation** : VMC simple et double flux, centrale de traitement d'air (avec récupérateur de chaleur), climatiseur individuel ;
- **Le chauffage** : Bois, fioul, gaz, mixte, vapeur
- **Les énergies renouvelables** : Pompe à chaleur, Micro-cogénérateur, cogénérateur, pile à combustible, panneaux solaires thermiques et photovoltaïques ;
- **La production d'eau chaude sanitaire** : Solaire, thermodynamique, collective avec bouclage, etc...
- **Le traitement de l'eau** : Adoucisseur, ionisateur ;
- **Le froid** : Chambre froide positive et négative, à compresseur bi-étagé, réfrigération à évaporation multiple, chambre froide à très basse température, aéro-refroidisseur, centrale de production d'eau glacée.

NOTA : Ces systèmes s'ils existent déjà dans l'établissement, doivent faire l'objet d'une rénovation, ou d'une actualisation afin de répondre aux technologies actuellement mises en œuvre ou bien parce qu'il est difficile de se procurer des pièces de rechange.

Cet espace des systèmes doit disposer de 4 à 5 établis avec desserte contenant l'outillage nécessaire aux interventions ainsi que d'armoires ou d'étagères de stockage pour mener des opérations de démontage nettoyage et remontage de composants extraits des systèmes. Selon la nature des établissements et les installations déjà existantes, on envisage des aménagements qui peuvent être mutualisés avec des sections de bac professionnel de la spécialité dans le but d'assurer une meilleure liaison Bac pro- BTS.

D – Les moyens complémentaires.

- *Maquettes didactiques permettant d'aborder les grands principes de la régulation ;*
- *Matériels de mesure pour réaliser de l'analyse vibratoire ;*
- *Application de GMAO ;*
- *Appareils de mesures (tension, courant, température, pression, débit, énergie, lumière...)*
- *Logiciels pour l'édition, l'analyse fonctionnelle, les calculs, et la simulation (voir logiciels d'application communs aux 3 options)*

17.6. Préconisations équipements pédagogiques – option "systèmes éoliens".

A – Introduction.

Les indications apportées dans le présent document décrivent les équipements souhaitables dans le cas d'une implantation de la formation relative au brevet de technicien supérieur Maintenance des Systèmes, option « éolien ». Elles concernent principalement la formation professionnelle initiale sous statut scolaire. Elles peuvent être prises en compte dans une certaine mesure pour une formation par l'apprentissage sachant qu'une large partie de cette formation professionnelle est assurée en entreprise à l'aide de ses moyens techniques.

Il est considéré ici que cette formation est adossée à celle relative au brevet de technicien supérieur **Maintenance des Systèmes, option « production »** et que de ce fait, ces indications techniques ne concernent que les seuls aspects spécifiques complémentaires relatives à cette option.

RAPPEL : L'ouverture d'une formation au BTS MS option systèmes éoliens est fortement conditionnée par la présence d'un partenariat avec des entreprises du secteur et par la proximité d'un parc d'éoliennes « offshore » ou « onshore » pour accueillir les apprenants ou apprentis en formation.

B – Les effectifs

Les équipements conseillés permettent l'accueil d'un groupe de 15 apprenants.

C - Le plateau technique des systèmes éoliens

Le plateau technique est composé de sous-ensembles représentatifs des technologies actuelles et de taille rendant possible leur implantation dans les espaces technologiques de formation d'un établissement.

La diversité et la complémentarité des équipements donnent les moyens de proposer des activités professionnelles suffisamment variées couvrant tout le champ professionnel du domaine concerné et permettant le développement des compétences professionnelles attendues.

Les matériels sont livrés avec les dossiers de conduite et d'entretien ainsi que des manuels techniques.

D - La sécurité des équipements et des personnes

Les équipements livrés doivent être conformes aux normes en vigueur. Un contrôle régulier est à prévoir conformément à la réglementation en vigueur. Les enseignants sont formés à l'utilisation de ces matériels.

E - Les préconisations sur les infrastructures

Le plateau technique est composé de sous-ensembles qui nécessitent des sols comportant des zones spécifiques de résistance suffisante pour faire face aux charges lourdes et répondre aux contraintes statiques et dynamiques des équipements.

Les sous-ensembles tels que les nacelles, de puissance relativement importante, nécessitent un réseau de distribution d'énergie électrique approprié.

F - Liste des équipements conseillés

Le plateau spécifique éolien comporte au minimum 2 nacelles d'éolienne avec leur système de régulation aérodynamique l'une à pas fixe (type « stall »), l'autre à pas variable (type « pitch ») d'une puissance minimale de 250Kw, associées à leur armoire de commande. Il est recommandé de prévoir à terme une troisième nacelle pour offrir une plus grande part possible aux activités de maintenance. La gamme 500Kw présente un bon compromis poids/puissance, avec une implantation possible dans les ateliers.

L'acquisition d'une nacelle sans multiplicateur à pas variables est à considérer car elle est représentative des technologies mises en œuvre sur les parcs éoliens.



**Nacelle Vestas V39 500KW
Type pitch**



Cellule HT



**Nacelle Tacke 250 KW
Type stall**

Le plateau est équipé d'un matériel de levage pouvant soulever une charge maximale en adéquation avec les éléments les plus lourds des équipements installés dans l'atelier (prévoir 3 à 5 tonnes pour les nacelles préconisées).

L'acquisition d'un lot d'outillages de grande dimension est recommandée en fonction des équipements éoliens présents. Il est conseillé d'établir cette liste auprès des fournisseurs et des constructeurs éoliens concernés.

Les matériels tels que alignement laser, endoscope, voir serrage hydraulique doivent progressivement faire partie des équipements, car couramment utilisés dans le secteur éolien.

Alignement
LASER



Le rapprochement avec les constructeurs et exploitants de parcs éoliens est mis à profit pour compléter l'équipement existant : Moteurs de Yaw (orientation), couronnes d'orientation, Gearbox (multiplicateur),

G - Le travail en hauteur en milieu éolien

Pour préparer les apprenants aux spécificités du travail en hauteur, à l'évacuation d'une nacelle ainsi qu'au secours d'une personne, les apprenants doivent suivre une formation afin de les rendre "habilitables". Cette formation nécessite des moyens conséquents et est obligatoire sous peine de voir les apprenants refusés lors de leur demande de stage auprès des professionnels éoliens.

Une tour d'entraînement d'une hauteur de 25m équipée d'une échelle interne telle que celle que l'on trouve dans un mât éolien convient au besoin et permet de vérifier les aptitudes du candidat au travail en hauteur et en milieu confiné (ou autre moyen validé au niveau régional en concertation avec les professionnels éoliens).

La tour permet :

- *L'évacuation d'une personne inanimée et celle du technicien depuis l'extérieur ;*
- *L'évacuation d'une personne inanimée sur l'échelle intérieure ;*
- *L'évacuation en toute urgence des techniciens en cas de détresse vitale depuis l'extérieur.*

L'équipement spécifique d'un apprenant est principalement composé (coût environ 500 €) :

- *d'un casque,*
- *d'un harnais de sécurité*
- *d'une longe de liaison*
- *d'une longe de ceinture*
- ...



Attention ! Cet équipement doit être acquis auprès de revendeurs agréés spécifiques éoliens et doit être contrôlé conformément aux normes en vigueur.

A cet équipement, il faut ajouter les coulisseaux permettant de grimper en toute sécurité le long de l'échelle intérieure ainsi que le « rescue » (équipement de survie) permettant l'évacuation de toute urgence de la tour. De nombreux fabricants et revendeurs existent. Un contrôle régulier est à prévoir conformément aux règles en vigueur ainsi que la formation des enseignants au contrôle des EPI (équipements de protection individuelle) et entretien des « rescue » et coulisseaux.

18. Ressources sur le domaine de l'éolien.

⇒ **Site des deux syndicats français de l'éolien** (informations générales en français sur les enjeux de l'éolien en France) :

- France énergie éolienne : <http://fee.asso.fr/>
- Syndicat des énergies renouvelables : <http://www.enr.fr/>

⇒ **Observ'ER : l'observatoire des énergies renouvelables** :

<http://www.energies-renouvelables.org/accueil-observ-er.asp>

⇒ **Site de la Danish Wind Industry Association** :

http://www.windpower.org/en/knowledge/windpower_wiki.html (Cette page donne accès à un ensemble d'informations relatives au fonctionnement d'une éolienne en 5 langues dont l'anglais et le français)

⇒ **Site de promotion des énergies renouvelables en anglais** : La participation à des salons internationaux permet ensuite de recevoir le magazine ou l'inscription à la newsletter

<http://www.sunwindenergy.com/>

⇒ **Exemples de documentations constructeurs en langue anglaise, accessibles aux adresses suivantes** :

- Eoliennes avec multiplicateur :
 - o Société Vestas : <http://www.vestas.com/>
 - o Société Senvion : <http://www.senvion.com/uk/>
- Technologie des éoliennes sans multiplicateur à pas variables :
 - o Société Enercon : <http://www.enercon.de/en-en/>

⇒ **Eoliennes off shore** :

- Société ALSTOM : <http://www.alstom.com/fr/products-services/product-catalogue/production-electricite/energies-renouvelables/eolien/eoliennes-offshore/plateforme-eoliennes-offshore-haliade/>
- Société AREVA: <http://www.aveva.com/EN/operations-4430/aveva-offshore-wind-innovative-technology.html>