



# **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

## **Systemes photoniques**

**Septembre 2015**

**Page 1 sur 110**

# RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'éducation nationale,  
de l'enseignement supérieur et de la recherche

**Arrêté du 3 juin 2015**

**portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur  
« systèmes photoniques »**

NOR : MENS1427949A

**La ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche**

Vu le code de l'éducation et notamment les articles D643-1 à D 643-35 ;

Vu l'arrêté du 9 mai 1995 modifié fixant les conditions d'habilitation à mettre en œuvre le contrôle en cours de formation en vue de la délivrance du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'arrêté du 9 mai 1995 relatif au positionnement en vue de la préparation du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'arrêté du 24 septembre 1998 modifié portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « génie optique » option A : photonique et option B : optique instrumentale ;

Vu l'arrêté du 24 juin 2005 fixant les conditions d'obtention de dispenses d'unités au brevet de technicien supérieur ;

Vu l'avis de la commission professionnelle consultative « métallurgie » en date du 29 septembre 2014 et du 18 mai 2015 ;

Vu l'avis du Conseil National de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche du 15 décembre 2014 ;

Vu l'avis du Conseil Supérieur de l'Education du 18 décembre 2014 ;

**Arrête**

## **Article 1**

La définition et les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « systèmes photoniques », sont fixées conformément aux dispositions du présent arrêté.

## **Article 2**

Le référentiel des activités professionnelles et le référentiel de certification sont définis en annexe I au présent arrêté.

Les unités constitutives du référentiel de certification du brevet de technicien supérieur « systèmes photoniques » sont définies en annexe IIa au présent arrêté.

L'annexe IIb précise les unités communes au brevet de technicien supérieur « systèmes photoniques » et à d'autres spécialités de brevet de technicien supérieur.

### **Article 3**

Le règlement d'examen est fixé en annexe IIc au présent arrêté. La définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation est fixée en annexe IId au présent arrêté.

### **Article 4**

En formation initiale sous statut scolaire, les enseignements permettant d'atteindre les compétences requises du technicien supérieur sont dispensés conformément à l'horaire hebdomadaire figurant en annexe IIIa au présent arrêté.

### **Article 5**

La formation sanctionnée par le brevet de technicien « systèmes photoniques » comporte des stages en milieu professionnel dont les finalités et la durée exigée pour se présenter à l'examen sont précisées à l'annexe IIIb au présent arrêté.

### **Article 6**

Pour chaque session d'examen, la date de clôture des registres d'inscription et la date de début des épreuves pratiques ou écrites sont arrêtées par le ministre chargé de l'enseignement supérieur.

La liste des pièces à fournir lors de l'inscription à l'examen est fixée par chaque recteur.

### **Article 7**

Chaque candidat s'inscrit à l'examen dans sa forme globale ou dans sa forme progressive conformément aux dispositions des articles D643-14 et D643-20 à D643-23 du code de l'Education

Dans le cas de la forme progressive, le candidat précise les épreuves ou unités qu'il souhaite subir à la session pour laquelle il s'inscrit.

Le brevet de technicien supérieur « systèmes photoniques » est délivré aux candidats ayant passé avec succès l'examen défini par le présent arrêté conformément aux dispositions des articles D643-13 à D643-26 du code de l'Education.

### **Article 8**

Les correspondances entre les épreuves de l'examen organisées conformément à l'arrêté du 24 septembre 1998 modifié portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « génie optique » option A : photonique et option B : optique instrumentale, et les épreuves de l'examen organisées conformément au présent arrêté sont précisées en annexe IV au présent arrêté.

La durée de validité des notes égales ou supérieures à 10 sur 20 aux épreuves de l'examen subi selon les dispositions de l'arrêté du 24 septembre 1998 précité et dont le candidat demande le bénéfice dans les conditions prévues à l'alinéa précédent, est reportée dans le cadre de l'examen organisé selon les dispositions du présent arrêté conformément à l'article D643-15 du code de l'Education, et à compter de la date d'obtention de ce résultat.

### **Article 9**

La première session du brevet de technicien supérieur « systèmes photoniques » organisée conformément aux dispositions du présent arrêté aura lieu en 2017.

La dernière session du brevet de technicien supérieur « génie optique » organisée conformément aux dispositions de l'arrêté 24 septembre 1998 précité aura lieu en 2016. A l'issue de cette session, l'arrêté du 24 septembre 1998 précité est abrogé.

### **Article 10**

La directrice générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle et les recteurs sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 3 juin 2015

Pour la ministre et par délégation

Pour la directrice générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle

Le chef de service de la stratégie des formations et de la vie étudiante

R.-M. PRADEILLES-DUVAL

Paru au Journal officiel de la République française du 26 juin 2015

Paru au Bulletin officiel de l'éducation nationale n°27 du 2 juillet 2015

# Sommaire

<b>Annexe I - Référentiels du diplôme</b> .....	6
Annexe I.a - Référentiel des activités professionnelles.....	7
1. Champ d'activité .....	8
2. Perspectives d'évolution .....	10
3. Les fonctions principales .....	10
4. Activités et tâches professionnelles .....	14
Annexe I.b - Référentiel de certification .....	35
1. Compétences.....	36
2. Savoirs associés.....	46
<b>Annexe II - Modalités de certification</b> .....	80
Annexe II.a - Unités constitutives du diplôme .....	81
Annexe II.b - Conditions d'obtention de dispenses d'unités .....	83
Annexe II.c - Règlement d'examen .....	85
Annexe II.d - Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation .....	87
<b>Annexe III - Organisation de la formation</b> .....	100
Annexe III.a - Grille horaire de la formation.....	101
Annexe III.b - Stage en milieu professionnel.....	102
Annexe III.c - Projet technique .....	105
<b>Annexe IV - Tableau de correspondance entre épreuves</b> .....	110

## **Annexe I**

# **Référentiels du diplôme**

## **Annexe I.a**

### **Référentiel des activités professionnelles**

# Présentation du métier du technicien supérieur Systèmes photoniques

## 1. Le champ d'activité

### 1.1. Définition

Le technicien supérieur Systèmes photoniques exerce ses fonctions dans les petites, moyennes et grandes entreprises. Sa fonction et sa qualification d'accueil correspondent à la catégorie « Employés, techniciens et agents de maîtrise » (ETAM). Il intervient dans les entreprises où les systèmes optiques sont conçus, développés, produits et maintenus, mais également dans celles qui utilisent et commercialisent les technologies optiques et photoniques.

### 1.2. Contexte professionnel

Le contexte professionnel des activités du futur technicien peut relever de :

- l'optique photonique « structurante » qui correspond à l'ensemble des établissements producteurs de biens intermédiaires optiques (sources de lumière ou composants) ;
- l'optique photonique « diffusante » qui correspond à l'ensemble des établissements consommateurs de biens intermédiaires optiques (équipementiers, systémiers qui intègrent les sources ou composants optiques dans leurs produits).

Le métier s'exerce principalement dans :

- les laboratoires et les départements de recherche et de développement ;
- les services d'essais et de contrôle ;
- les unités d'industrialisation, de production, d'assemblage et de mise en service ;
- les services de maintenance.

En conséquence, le technicien supérieur Systèmes photoniques exerce ses activités dans l'étude, la conception, l'industrialisation, la réalisation, l'utilisation et la maintenance de systèmes ou de procédés à dominante optique photonique.

Avec l'évolution des techniques et des nouvelles technologies du domaine de l'optique photonique, mais aussi de l'électronique et de l'informatique, il intervient sur des produits ou des procédés de plus en plus sophistiqués.

Outre la maîtrise des aspects scientifiques et techniques du domaine de l'optique photonique, il se doit également de développer des compétences de gestion et de communication tant au sein des différents services de l'entreprise que des relations extérieures. Lors de ses activités, il doit assurer pleinement ses responsabilités au niveau de la prévention des risques professionnels et de la prise en compte des contraintes environnementales.

L'ensemble de ses compétences lui permet de travailler en relative autonomie (suivant la taille de l'entreprise) et de conduire éventuellement une équipe en tant que leader rattaché à un responsable hiérarchique plus qualifié ou expérimenté.

### **1.2.1. Emplois concernés**

Selon le type d'entreprise et le secteur d'activité, le technicien supérieur Systèmes photoniques peut être employé en tant que :

- technicien en développement ;
- technicien d'études ;
- technicien en industrialisation ;
- technicien de fabrication ;
- technicien intégrateur, monteur-régleur ;
- technicien de contrôle ;
- technicien de service après-vente, de maintenance ;
- technicien en mesures et essais.

### **1.2.2. Types d'entreprises**

Les entreprises de l'optique photonique sont majoritairement des petites et moyennes entreprises à faible effectif.

### **1.2.3. Place dans l'organisation de l'entreprise**

Le technicien supérieur Systèmes photoniques travaille sous l'autorité d'un responsable hiérarchique. Selon leur complexité ou leur volume, il réalise les tâches qui lui sont confiées de manière autonome ou participative.

Selon ses activités, le technicien est amené à interagir avec les différents services de l'entreprise tels que le service client, le service production, le service méthodes, le service commercial, le service après-vente, le service recherche et développement ou le service logistique.

### **1.2.4. Environnement économique et technique des emplois**

Le domaine de l'optique est porteur d'innovation et se positionne à la pointe du développement de nouvelles technologies dans de nombreux domaines. Plus particulièrement, les six secteurs majeurs stratégiques suivants se développent :

#### **- Les télécommunications :**

- o transmissions optiques,
- o fibres et composants,
- o systèmes et réseaux.

#### **- La santé, le vivant et l'agroalimentaire :**

- o systèmes photoniques d'analyse pour la santé,
- o systèmes d'imagerie médicale,
- o capteurs photoniques pour le vivant,
- o lasers pour la santé.

#### **- L'énergie, l'éclairage et l'affichage :**

- o diodes électroluminescentes et diodes électroluminescentes organiques,
- o photovoltaïque,
- o photonique et infrastructures de recherche,
- o affichage et réalité augmentée.

#### **- La fabrication et le contrôle :**

- o lasers et procédés industriels,
- o techniques de fabrication de systèmes et des composants optiques,
- o procédés industriels et mesures optiques,
- o métrologie optique.

- *La surveillance et la sécurité :*

- systèmes d'imagerie complexes pour l'observation et la surveillance,
- capteurs d'images,
- sources, capteurs et réseaux de capteurs,
- détecteurs.

- *Les matériaux et technologies génériques :*

- nanophotonique et couches minces optiques,
- microélectronique et photonique,
- technologies lasers et sources lasers,
- nouveaux matériaux et nouveaux composants.

Par ailleurs, le technicien Systèmes photoniques peut intervenir dans les secteurs des transports, des loisirs et de la culture, des travaux publics et du bâtiment.

### **1.2.5. Conditions générales d'exercice**

L'activité du technicien Systèmes photoniques le conduit à travailler en équipe où il doit démontrer sa capacité à œuvrer dans l'intérêt du développement de l'entreprise. Son esprit de créativité doit lui permettre de travailler sur des projets innovants ou dans un contexte compétitif de réduction des coûts qui s'étendent largement au-delà de nos frontières.

## **2. Les perspectives d'évolution**

Dans le cadre de son parcours professionnel, le technicien supérieur Systèmes photoniques peut être amené à évoluer vers des emplois :

- d'expertise technique,
- de technico-commercial,
- de chargé d'affaires,
- de management.

## **3. Les fonctions principales**

Le futur titulaire du diplôme intervient dans des fonctions spécifiques et dans des fonctions transversales. Ces fonctions se déclinent ensuite en activités, puis en tâches professionnelles.

### **3.1. Les fonctions spécifiques**

#### *Fonctions spécifiques*

- 1) Développement, conception ;
- 2) Industrialisation, fabrication, assemblage ;
- 3) Installation, mises en service et en œuvre ;
- 4) Maintenance ;
- 5) Contrôle ;
- 6) Support technique.

#### **3.1.1. Fonction 1 : développement, conception**

Le degré de responsabilité du technicien supérieur Systèmes photoniques varie en fonction de la complexité des produits et des processus, de la taille de l'entreprise et de l'organisation du travail. Il peut participer à la conception et au développement d'une partie ou de la totalité d'un ou de plusieurs systèmes optiques, ainsi qu'à leur intégration dans un système complexe.

Activité 1 : participer à l'élaboration d'un cahier des charges à partir des besoins du client et/ou de l'utilisateur.

Activité 2 : participer aux analyses fonctionnelles et estimer les besoins en tenant compte des contraintes spécifiques.

Activité 3 : définir les solutions techniques à partir des fonctionnalités à assurer et de la prise en compte des contraintes réglementaires, économiques et environnementales, ainsi qu'établir pour la solution retenue les spécifications des matériels et logiciels.

Activité 4 : participer à l'étude de l'intégration des solutions dans leur environnement technique, établir les documentations techniques (montage, maintenance, utilisation, etc.) en concertation avec les autres intervenants spécialistes des domaines connexes.

Activité 5 : définir les paramètres de configuration et de réglage des systèmes.

### **3.1.2. Fonction 2 : industrialisation, fabrication, assemblage**

Le technicien supérieur Systèmes photoniques est amené à réaliser ou à suivre la réalisation d'un système à partir d'un dossier de fabrication. Il vérifie la conformité des produits, les configure et propose éventuellement des améliorations.

Activité 1 : participer aux opérations d'industrialisation des produits.

Activité 2 : assurer et optimiser la fabrication et l'assemblage des produits.

Activité 3 : contrôler la conformité des produits à des spécifications exigées (performances, normes, qualité, délais, sécurité, etc.).

### **3.1.3. Fonction 3 : installation, mises en service et en œuvre**

Le technicien supérieur assure la réception, l'intégration, les mises en service et en œuvre du système en collaboration avec les autres techniciens. Il participe à la réception de l'ensemble avec le client.

Activité 1 : effectuer la recette avec le client.

Activité 2 : participer aux mises en service et en œuvre en collaboration étroite avec les utilisateurs et réaliser les ajustements ainsi que les paramétrages nécessaires pour assurer les performances requises par le système dans le respect des normes de sécurité.

### **3.1.4. Fonction 4 : maintenance**

Le technicien de maintenance Systèmes photoniques assure la gestion de la maintenance préventive et curative, la réception des demandes, le diagnostic, l'intervention sur site et le contrôle des opérations.

Activité 1 : établir un diagnostic en collaboration avec l'utilisateur.

Activité 2 : réaliser les interventions de maintenance.

### **3.1.5. Fonction 5 : contrôle**

Le technicien supérieur est amené à mettre en place des tests et contrôles optiques. Il assure la conformité des tests au regard d'un cahier des charges.

Activité 1 : concevoir, préparer et réaliser les expérimentations, les tests et les contrôles définis. Vérifier la justesse et la fiabilité des informations obtenues.

Activité 2 : mettre en œuvre et exécuter des tests optiques.

Activité 3 : identifier après mesurage les sous-ensembles qui sont la cause des écarts et assurer la mise en conformité du système.

### **3.1.6. Fonction 6 : support technique**

En tant que spécialiste dans le domaine de l'optique, le technicien supérieur apporte des informations techniques aux différents collaborateurs et interlocuteurs de l'entreprise.

Activité 1 : apporter une assistance technique aux ingénieurs, ingénieurs recherche et développement, commerciaux, fournisseurs et clients de l'entreprise dans son domaine d'activité.

Activité 2 : rechercher des nouvelles techniques et technologies améliorant les procédés et les produits.

## **3.2. Les fonctions transversales**

À l'ensemble des fonctions spécifiques décrites précédemment se superposent des fonctions transversales.

### *Fonctions transversales*

- 7) Coordination d'équipes ;
- 8) Relations techniques et commerciales avec les clients et les fournisseurs ;
- 9) Communication, information, formation ;
- 10) Démarche de progrès ;
- 11) Prise en compte des risques professionnels et des contraintes environnementales.

### **3.2.1. Fonction 7 : coordination d'équipes**

Activité 1 : piloter une équipe.

Activité 2 : expliquer, exposer et contribuer à former les personnels à l'utilisation des matériels et logiciels.

### **3.2.2. Fonction 8 : relations techniques et commerciales avec les clients et les fournisseurs**

Activité 1 : assurer la vente technique.

Activité 2 : assurer un support technique.

Activité 3 : assurer l'approvisionnement.

### **3.2.3. Fonction 9 : communication, information, formation**

Quelle que soit la fonction occupée dans l'entreprise, le technicien Systèmes photoniques est amené à communiquer en français et en anglais par écrit pour la rédaction de comptes rendus, de procédures de mise en service ou la réalisation de dossiers. Il est également amené à communiquer oralement avec les clients et les différents services de l'entreprise. Les relations de plus en plus nombreuses avec l'international l'amèneront à dialoguer avec des partenaires étrangers notamment en langue anglaise.

La communication doit se faire dans le respect des contraintes de confidentialité.

Activité 1 : s'informer, rechercher, analyser et exploiter les informations techniques, normatives, réglementaires, etc.

Activité 2 : informer et rendre compte de manière adaptée.

### **3.2.4. Fonction 10 : démarche de progrès**

Comme dans de nombreux domaines, le secteur de l'optique photonique est en perpétuelle évolution. Le technicien supérieur Systèmes photoniques doit assurer une veille technologique afin d'être en mesure de proposer et de mettre en œuvre des produits nouveaux.

Activité 1 : assurer une veille scientifique et technologique dans son domaine d'activité et dans les domaines connexes.

Activité 2 : participer au développement et à la mise en œuvre des outils d'une démarche qualité (indicateurs).

Activité 3 : participer et animer des groupes de progrès.

### **3.2.5. Fonction 11 : prise en compte des risques professionnels et des contraintes environnementales**

Dans ses activités, le technicien Systèmes photoniques est confronté à des risques inhérents à son activité. Il est capable de les évaluer et de prendre les dispositions pour accomplir ou faire exécuter des tâches en toute sécurité. Il vérifie que les procédés qu'il exploite ou met en œuvre sont respectueux de l'environnement.

Activité 1 : participer à l'inventaire des phénomènes dangereux liés à l'activité professionnelle et prendre en compte les contraintes environnementales.

Activité 2 : évaluer, signaler les risques liés à l'activité professionnelle et prendre en compte les contraintes environnementales.

Activité 3 : contribuer à la formation, à la sécurité et au respect des contraintes réglementaires et environnementales.

## 4. Les activités et tâches professionnelles

Les tableaux suivants présentent, pour chaque fonction, les activités et les tâches professionnelles associées ainsi que les conditions de réalisation de l'activité.

### 4.1. Fonctions spécifiques

#### 4.1.1. Fonction 1 : développement, conception

<b>FONCTION 1 : DÉVELOPPEMENT, CONCEPTION</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer à l'élaboration d'un cahier des charges à partir des besoins du client ou de l'utilisateur.	Dialoguer avec le chef de projet, l'équipe ou un chargé d'affaires.
	Comprendre et interpréter le besoin.
	Définir tout ou partie des caractéristiques physiques (optiques, opto-électroniques, mécaniques, logicielles, etc.).
	À partir de bases de données techniques en français ou en anglais, proposer des solutions innovantes, évaluer la cohérence des caractéristiques définies.
	Consulter les normes et adapter les caractéristiques en conséquence.
	Analyser le cycle de vie et prendre en compte l'éco-conception.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des dossiers de définition, de fabrication de produits similaires (produits antérieurs ou produits concurrents).</li> <li>- Les schémas fonctionnels de produits similaires.</li> <li>- Les spécifications des constructeurs concernant des composants, des sous-ensembles, des systèmes techniques à technologie optique ou photonique.</li> <li>- L'utilisation de normes et réglementations pour définir les besoins, les fonctions et les contraintes.</li> <li>- La recherche documentaire dans les bases de données locales (réseau de l'entreprise) ou à distance (internet) pour constituer le dossier.</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> partielle.</p> <p><b>Liaison :</b> le responsable hiérarchique ou fonctionnel.</p>	
<b>Résultats attendus</b>	
Un cahier des charges affiné.	

<b>FONCTION 1 : DÉVELOPPEMENT, CONCEPTION</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer aux analyses fonctionnelles et estimer les besoins en tenant compte des contraintes spécifiques.	Participer à l'élaboration des schémas fonctionnels et structurels répondant à la commande du cahier des charges.
	Prendre en compte les caractéristiques du milieu d'usage associé.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les contraintes imposées par le cahier des charges.</li> <li>- Les normes relatives à l'élaboration des schémas fonctionnels.</li> <li>- Des notes d'applications, des ouvrages, des documents techniques constructeurs (technologies optiques, opto-électroniques, mécaniques, logicielles, etc.).</li> <li>- Des outils d'élaboration d'organigrammes fonctionnels (cartes mentales).</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> partielle ou totale selon la complexité du projet.</p> <p><b>Liaison :</b> le responsable hiérarchique ou fonctionnel.</p>	
<b>Résultats attendus</b>	
Des schémas fonctionnels.	

<b>FONCTION 1 : DÉVELOPPEMENT, CONCEPTION</b>	
<b>Activité professionnelle n°3</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Définir les solutions techniques à partir des fonctionnalités à assurer et de la prise en compte des contraintes réglementaires, économiques et environnementales, ainsi qu'établir pour la solution retenue les spécifications des matériels et logiciels.	Proposer des solutions techniques répondant aux fonctions.
	Participer à l'évaluation et au choix des différentes solutions.
	Élaborer des plans, des schémas, des spécifications, des nomenclatures en utilisant les outils informatiques adaptés.
	Participer à la validation par simulation ou expérimentation ou prototypage des solutions.
	Mettre en œuvre une démarche d'analyse de la valeur pour faire apparaître l'optimisation coût/performance. Évaluer le prix de revient des solutions.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des schémas fonctionnels.</li> <li>- Les normes de représentation des composants optiques, opto-électroniques, électriques, mécaniques.</li> <li>- Des logiciels de Conception assistée par ordinateur – Dessin assisté par ordinateur (CAO-DAO), de simulation (optique, optoélectronique, mécanique), de programmation graphique.</li> <li>- Des moyens de réalisation d'une maquette, d'un prototype et des outillages spécifiques.</li> <li>- Des sources d'information internes à l'entreprise, des données des fournisseurs, des catalogues, les coûts de la main-d'œuvre et des matériels.</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> partielle ou totale selon la complexité du projet.</p> <p><b>Liaison :</b> le responsable hiérarchique ou fonctionnel.</p>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une synthèse formalisée et argumentée des solutions possibles.</li> <li>- Un prototype de validation des solutions retenues.</li> </ul>	

<b>FONCTION 1 : DÉVELOPPEMENT, CONCEPTION</b>	
<b>Activité professionnelle n°4</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer à l'étude de l'intégration des solutions dans leur environnement technique, établir les documentations techniques (montage, maintenance, utilisation, etc.) en concertation avec les autres intervenants spécialistes des domaines connexes.	Définir les conditions d'intégration, préciser la planification des opérations d'installation en respectant les règles de sécurité.
	Mettre en œuvre et valider la solution dans son environnement.
	Produire les documents explicitant les méthodes de tests, de montage, les appareils spécifiques de mesurage et les règles d'exploitation.
	Formaliser en français ou en anglais : <ul style="list-style-type: none"> <li>- les conditions normales d'exploitation dans le respect des normes de sécurité dans la notice technique d'utilisation ;</li> <li>- les contrôles (tests, mesurages) à prévoir (maintenance préventive) dans la notice technique de maintenance.</li> </ul>
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des schémas structurels.</li> <li>- La connaissance des caractéristiques des grandeurs physiques, des phénomènes mis en jeu sur le site d'exploitation.</li> <li>- Un dossier technique définissant le système et chacun des constituants (liaisons, interfaçages).</li> <li>- Le cahier des charges du produit, les résultats de simulation validés ou les tests de caractérisation des performances.</li> <li>- L'identification des relations avec l'environnement (réglementation ainsi que les normes de sécurité et environnementales).</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> partielle ou totale selon la complexité du projet.</p> <p><b>Liaisons :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le responsable hiérarchique ou fonctionnel.</li> <li>- les autres intervenants spécialistes des domaines connexes.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
Un rapport d'intégration avec la définition des interfaçages.	

<b>FONCTION 1 : DÉVELOPPEMENT, CONCEPTION</b>	
<b>Activité professionnelle n°5</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Définir les paramètres de configuration et de réglage des systèmes.	Définir les procédures ainsi que les moyens de configuration et de réglage (optique, opto-électronique, mécanique, logiciel).
	Mettre au point un module logiciel ou un sous-ensemble associé au système (optique, opto-électronique, mécanique) qui peut être asservi.
	Mettre en œuvre des processus de tests et relever les résultats.
	Comparer les résultats obtenus avec les valeurs préconisées en vue de la validation des paramètres de configuration et de réglage.
	Rédiger un dossier explicitant les essais, les tests, la nature des grandeurs à contrôler, les valeurs attendues avec les tolérances admises, les appareils et l'environnement logiciel utilisés.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le dossier technique de l'ensemble ou des sous-ensembles.</li> <li>- Les plans et schémas des différents sous-ensembles et des interfaces.</li> <li>- Des ressources informatiques.</li> <li>- Des appareils de contrôle et de mesure et leur documentation.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> partielle ou totale selon la complexité du projet.	
<b>Liaison :</b> le responsable hiérarchique ou fonctionnel.	
<b>Résultats attendus</b>	
Un dossier explicitant les essais, les tests, la nature des grandeurs à contrôler, les valeurs attendues avec les tolérances admises, les actions correctives éventuelles, les appareils et l'environnement logiciel utilisés.	

#### 4.1.2. Fonction 2 : industrialisation, fabrication, assemblage

<b>FONCTION 2 : INDUSTRIALISATION, FABRICATION, ASSEMBLAGE</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer aux opérations d'industrialisation des produits.	Choisir et mettre en œuvre les procédés adaptés à la production.
	Élaborer les procédures de fabrication et d'assemblage.
	Établir la gamme de fabrication.
	Établir l'outillage de test par rapport aux spécifications techniques.
	Mettre en place des moyens de traçabilité.
	Qualifier les préséries.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des outils de conception assistée par ordinateur et fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO).</li> <li>- Une banque de données matières/procédés/processus.</li> <li>- Une maquette ou un prototype des futurs produits.</li> <li>- Du matériel de contrôle.</li> <li>- Un laboratoire ou une salle blanche.</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> partielle</p> <p><b>Liaisons :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les services méthodes, logistique, achat et qualité.</li> <li>- les opérateurs et les partenaires externes.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un dossier de fabrication.</li> <li>- Le respect des normes de sécurité.</li> <li>- Des produits fabriqués et assemblés selon le dessin de définition ou le prototype.</li> <li>- La définition des outils.</li> <li>- La procédure de réalisation, de contrôle et d'assemblage.</li> <li>- L'organisation des postes de travail.</li> </ul>	

<b>FONCTION 2 : INDUSTRIALISATION, FABRICATION, ASSEMBLAGE</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Assurer et optimiser la fabrication et l'assemblage des produits.	Assembler, régler les éléments fabriqués puis contrôler l'assemblage selon les modes opératoires.
	Gérer les flux de matière.
	Superviser la fabrication.
	Identifier les dysfonctionnements.
	Proposer des améliorations des procédés de fabrication et d'assemblage.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une banque de données matières/procédés/processus.</li> <li>- Du matériel de production et de contrôle.</li> <li>- Une salle blanche.</li> </ul> <b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaisons :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le service méthodes.</li> <li>- le service logistique.</li> <li>- le service achat.</li> <li>- le service qualité.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une production conforme (quantité, délais, coûts, qualité).</li> <li>- Le respect des normes de sécurité.</li> </ul>	

<b>FONCTION 2 : INDUSTRIALISATION, FABRICATION, ASSEMBLAGE</b>	
<b>Activité professionnelle n°3</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Contrôler la conformité des produits à des spécifications exigées (performances, normes, qualité, délais, sécurité, etc.).	Choisir les moyens de contrôle adaptés.
	Mettre en œuvre les moyens de contrôle adaptés.
	Renseigner les documents de contrôle et de traçabilité.
	Régler les sous-ensembles et les composants.
	Assurer la compatibilité des composants.
<b>Conditions de réalisation de l'activité :</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les normes et les réglementations.</li> <li>- Un dossier de fabrication.</li> <li>- Des appareils de métrologie mécanique, électronique et optique.</li> <li>- Un banc optique de contrôle.</li> </ul> <b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaison :</b> le service qualité.	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un protocole de conformité par rapport au dossier de fabrication.</li> <li>- Des produits validés.</li> <li>- Un plan de sécurité et de prévention des risques spécifiques aux sources lumineuses.</li> </ul>	

#### 4.1.3. Fonction 3 : installation, mises en service et en œuvre

<b>FONCTION 3 : INSTALLATION - MISES EN SERVICE ET EN ŒUVRE</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâche professionnelle</b>
Effectuer la recette avec le client.	Valider avec le client la conformité du système par rapport au cahier des charges.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le cahier des charges.</li> <li>- Des moyens de contrôle.</li> <li>- Des rapports de conformité.</li> </ul> <b>Autonomie :</b> partielle.	
<b>Liaison :</b> le client.	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La recette validée par le client.</li> <li>- Un dossier des opérations de recette.</li> </ul>	

<b>FONCTION 3 : INSTALLATION - MISES EN SERVICE ET EN ŒUVRE</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer à la mise en service en collaboration étroite avec les utilisateurs et réaliser les ajustements ainsi que les paramétrages nécessaires pour assurer les performances requises par le système dans le respect des normes de sécurité.	Mettre en œuvre une ou plusieurs opérations techniques permettant le bon fonctionnement du produit dans l'environnement du client.
	Appliquer les méthodes d'installation dans le respect des normes de sécurité.
	Former l'utilisateur à l'utilisation du système.
	Synthétiser les techniques à employer compte tenu des relations entre les conditions d'implantation et le matériel.
<b>Conditions de réalisation de l'activité :</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les normes et réglementations.</li> <li>- Un dossier de fabrication.</li> <li>- Les contraintes de l'environnement client.</li> </ul> <b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaisons :</b> les utilisateurs du système.	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un système répondant aux exigences du cahier des charges.</li> <li>- Des utilisateurs formés à l'utilisation du produit.</li> </ul>	

#### 4.1.4. Fonction 4 : maintenance

<b>FONCTION 4 : MAINTENANCE</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Établir un diagnostic en collaboration avec l'utilisateur.	Identifier les causes du ou des dysfonctionnements.
	Analyser le ou les dysfonctionnements avérés ou potentiels.
	Proposer les solutions qui permettent de remédier au(x) dysfonctionnement(s).
	Chiffrer le coût.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des notices.</li> <li>- Des supports techniques.</li> <li>- Des appareils de contrôle.</li> <li>- Un équipement de protection individuelle.</li> <li>- Des bases de données.</li> <li>- Des outils d'aide au diagnostic à distance.</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> totale.</p> <p><b>Liaison :</b> l'utilisateur du système.</p>	
<b>Résultats attendus</b>	
Des devis détaillés.	

<b>FONCTION 4 : MAINTENANCE</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Réaliser les interventions de maintenance.	Établir ou adapter un contrat de maintenance.
	Planifier et préparer les interventions de maintenance.
	Élaborer ou appliquer les procédures d'intervention en évaluant les risques dans le respect de la prise en compte des risques professionnels et des contraintes environnementales.
	Effectuer les interventions.
	Vérifier la bonne réalisation des interventions.
	Contrôler les performances du système.
	Rendre compte au client.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des notices techniques.</li> <li>- L'opérateur de l'équipement.</li> <li>- Des appareils de mesure et de contrôle. Des systèmes d'aide au réglage.</li> <li>- Des outillages.</li> <li>- Un équipement de protection individuelle.</li> <li>- Un manuel de maintenance.</li> <li>- Un plan de prévention.</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> totale.</p> <p><b>Liaisons :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le client.</li> <li>- Le responsable hiérarchique ou fonctionnel.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un procès-verbal de contrôle.</li> <li>- Un compte rendu d'intervention.</li> <li>- Le système est en fonctionnement et conforme aux spécifications techniques.</li> </ul>	

#### 4.1.5. Fonction 5 : contrôle

<b>FONCTION 5 : CONTRÔLE</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Concevoir, préparer et réaliser les expérimentations, les tests et les contrôles définis. Vérifier la justesse et la fiabilité des informations obtenues.	Identifier et respecter la succession des opérations nécessaires au contrôle.
	Concevoir ou spécifier un outil de contrôle.
	Qualifier un banc de contrôle et des appareils de mesure.
	Mettre en œuvre un système de mesurage (automatique ou non) des paramètres optiques, mécaniques, opto-électroniques, énergétiques.
	Relever des résultats de mesures.
	Évaluer la conformité des résultats obtenus en référence aux valeurs préconisées.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des dossiers et des notices de contrôle.</li> <li>- Un cahier de procédures de contrôle.</li> <li>- Un cahier de résultats.</li> <li>- Des appareils de mesure (intégrés ou non dans les bancs de test).</li> <li>- Des logiciels spécifiques.</li> <li>- Des outillages.</li> <li>- Les normes de sécurité.</li> <li>- Un équipement de protection individuelle.</li> <li>- Les normes relatives au domaine d'intervention</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> totale.</p> <p><b>Liaisons :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le client.</li> <li>- Les services production, qualité et commercial.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un procès-verbal de contrôle.</li> <li>- Une fiche de suivi.</li> <li>- Un cahier de résultats renseigné.</li> </ul>	

<b>FONCTION 5 : CONTRÔLE</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Mettre en œuvre et exécuter des tests optiques.	Identifier le matériel de contrôle optique nécessaire.
	Appliquer les méthodes de mesure des grandeurs optiques.
	Mettre en œuvre un processus de mesure ou de validation permettant de tester les fonctions ou les spécifications optiques imposées.
	Comparer les valeurs obtenues et évaluer les écarts par rapport aux valeurs attendues.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des dossiers et des notices de contrôle.</li> <li>- Des outillages spécifiques.</li> <li>- Des appareils de mesure.</li> <li>- Des logiciels.</li> <li>- Les normes de sécurité.</li> <li>- Un équipement de protection individuelle.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaison :</b> le service métrologie interne ou externe	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un procès-verbal de contrôle.</li> <li>- Un dossier de suivi.</li> </ul>	

<b>FONCTION 5 : CONTRÔLE</b>	
<b>Activité professionnelle n°3</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Identifier après mesurage les sous-ensembles qui sont la cause des écarts et assurer la mise en conformité du système.	Remplacer le sous-système (optique, opto-électronique, mécanique, logiciel), cause de l'écart.
	Rétablir les liaisons entre les composants.
	Régler le sous-système dans son environnement.
	Vérifier après les nouveaux tests et mesurages (optique, opto-électronique, mécanique, logiciel) que les valeurs sont conformes.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une procédure de test.</li> <li>- Des dossiers techniques.</li> <li>- Un programme de tests.</li> <li>- Des bancs de tests.</li> <li>- Des matériels de mesure.</li> <li>- Des logiciels spécifiques.</li> <li>- Des outillages.</li> <li>- Les normes de sécurité.</li> <li>- Un équipement de protection individuelle.</li> <li>- Des procédures de fabrication.</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> totale.</p> <p><b>Liaisons :</b> le service production et le service méthodes.</p>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fiche d'intervention complétée.</li> <li>- Un système conforme à la notice technique.</li> </ul>	

#### 4.1.6. Fonction 6 : support technique

<b>FONCTION 6 : SUPPORT TECHNIQUE</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Apporter une assistance technique aux opérateurs, ingénieurs, commerciaux, fournisseurs et clients de l'entreprise dans son domaine d'activité.	Proposer des solutions techniques en réponse à un problème et les mettre en œuvre.
	Participer à la rédaction de notices techniques, de maintenance et d'utilisation du produit.
	Évaluer la pertinence des solutions retenues.
	Assurer la diffusion d'informations techniques.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les notices et documents techniques relatifs aux systèmes.</li> <li>- Une base de données.</li> <li>- Un historique des processus.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaisons :</b> les équipes et les services demandeurs.	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un rapport, une réponse à la demande.</li> <li>- Des notices.</li> <li>- Un dossier d'amélioration du produit.</li> </ul>	

<b>FONCTION 6 : SUPPORT TECHNIQUE</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Rechercher de nouvelles techniques et technologies améliorant les procédés et les produits.	Participer à la veille technologique.
	Rédiger un dossier destiné aux services susceptibles d'améliorer la qualité du produit.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des documentations techniques.</li> <li>- Des colloques, salons, séminaires.</li> <li>- Les pôles optiques.</li> <li>- Les revues spécialisées.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> partielle.	
<b>Liaisons :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les équipes.</li> <li>- Le service recherche et développement.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des dossiers.</li> <li>- Des rapports.</li> <li>- Des bases de données.</li> </ul>	

## 4.2. Fonctions transversales

### 4.2.1. Fonction 7 : coordination d'équipes

<b>FONCTION 7 : COORDINATION D'ÉQUIPES</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Piloter une équipe.	Participer à la constitution de l'équipe capable d'atteindre les objectifs qui lui sont fixés.
	Identifier les compétences des membres de son équipe.
	Mettre en adéquation les compétences de l'équipe avec les tâches à réaliser.
	Définir, planifier et vérifier la bonne exécution des tâches.
	Évaluer les performances des collaborateurs au regard des objectifs fixés.
	Évaluer l'efficacité de l'organisation.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Des fiches de postes.</li><li>- Des outils de planification.</li><li>- Des outils de gestion.</li><li>- Des réunions, les entretiens de recrutement et d'évaluation.</li></ul>	
<b>Autonomie :</b> totale et partielle en ce qui concerne la partie constitution de l'équipe.	
<b>Liaisons :</b> le supérieur hiérarchique et le service ressources humaines.	
<b>Résultats attendus</b>	
Une équipe performante.	

<b>FONCTION 7 : COORDINATION D'ÉQUIPES</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Expliquer, exposer et contribuer à former les personnels à l'utilisation des matériels et des logiciels.	Concevoir une formation pour un public identifié.
	Adapter et mettre en œuvre une formation.
	Concevoir une évaluation de la formation.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Des matériels et des logiciels supports.</li><li>- Des outils des Technologies de l'information et de la communication (TIC).</li><li>- Des outils de Publication assistée par ordinateur (PAO).</li><li>- Une documentation spécifique.</li></ul>	
<b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaisons :</b> les personnels à former.	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Les documents et les supports pour la formation.</li><li>- Un public formé en adéquation avec la demande.</li><li>- Une évaluation de la formation.</li></ul>	

#### 4.2.2. Fonction 8 : relations techniques et commerciales avec les clients et les fournisseurs

<b>FONCTION 8 : RELATIONS TECHNIQUES ET COMMERCIALES AVEC LES CLIENTS ET LES FOURNISSEURS</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Assurer la vente technique.	Recueillir le besoin du client.
	Identifier et formaliser le besoin.
	Mobiliser les services concernés par le besoin pour réaliser un avant-projet.
	Proposer un produit ou une étude personnalisée.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La demande du client.</li> <li>- Le produit.</li> <li>- Les dossiers techniques et d'installation.</li> <li>- Le manuel de mise en œuvre simplifiée.</li> <li>- Le manuel de mise en œuvre détaillée.</li> <li>- Les normes de sécurité.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> partielle.	
<b>Liaisons :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le client.</li> <li>- Le supérieur hiérarchique ou fonctionnel.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le besoin du client identifié.</li> <li>- Une réponse adaptée à la demande du client.</li> </ul>	

<b>FONCTION 8 : RELATIONS TECHNIQUES ET COMMERCIALES AVEC LES CLIENTS ET LES FOURNISSEURS</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Assurer un support technique.	Assurer le conseil et l'assistance du client.
	Expliquer les procédures d'installation, d'utilisation et d'optimisation relatives à la demande du client.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le produit.</li> <li>- Les dossiers techniques et d'installation.</li> <li>- Les moyens de contrôle.</li> <li>- Le manuel de mise en œuvre simplifiée.</li> <li>- Le manuel de mise en œuvre détaillée.</li> <li>- Les normes de sécurité.</li> <li>- Un équipement de protection individuelle.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaison :</b> Le client.	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les personnels informés et conseillés.</li> <li>- Les procédures validées.</li> </ul>	

## FONCTION 8 : RELATIONS TECHNIQUES ET COMMERCIALES AVEC LES CLIENTS ET LES FOURNISSEURS

Activité professionnelle n°3	Tâches professionnelles
Assurer l'approvisionnement.	Demander un devis.
	Gérer des stocks.
	Établir/mettre à jour une liste de fournisseurs.
	Vérifier la disponibilité des matériels auprès des fournisseurs.
	Diversifier les sources d'approvisionnement.
Conditions de réalisation de l'activité	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le dossier technique des produits.</li> <li>- Les bases de données intranet et extranet.</li> <li>- La nomenclature des composants.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaisons :</b> les services financier et logistique.	
Résultats attendus	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une base de données actualisée (suivi des stocks, des fournisseurs, des nomenclatures).</li> <li>- Le choix des fournisseurs optimisé (disponibilité, qualité, coût).</li> </ul>	

### 4.2.3. Fonction 9 : communication, information, formation

FONCTION 9 : COMMUNICATION, INFORMATION, FORMATION	
Activité professionnelle n°1	Tâches professionnelles
S'informer, rechercher, analyser et exploiter les informations techniques, normatives, réglementaires, etc.	Collecter ou classer des documents.
	Extraire et synthétiser l'information utile.
	Actualiser les informations.
	Se perfectionner, rechercher régulièrement les informations qui permettent d'actualiser et d'enrichir ses compétences.
Conditions de réalisation de l'activité	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des documents techniques.</li> <li>- Les revues technologiques.</li> <li>- Les Technologies de l'information et de la communication (TIC).</li> <li>- Des outils de Publication assistée par ordinateur (PAO).</li> <li>- Le service formation des ressources humaines.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> totale.	
<b>Liaison :</b> le service de communication interne.	
Résultats attendus	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des documents classés.</li> <li>- Des connaissances et compétences actualisées.</li> </ul>	

<b>FONCTION 9 : COMMUNICATION, INFORMATION, FORMATION</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Informier et rendre compte de manière adaptée.	Établir un compte rendu.
	Communiquer par écrit en français et dans une langue étrangère en utilisant les supports appropriés.
	Communiquer oralement avec aisance en français et dans une langue étrangère dans le cadre de son activité professionnelle.
	Synthétiser un message en fonction du public visé.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des outils de Publication assistée par ordinateur (PAO).</li> <li>- Des diaporamas.</li> <li>- Une visioconférence.</li> <li>- Les Technologies de l'information et de la communication (TIC).</li> <li>- Etc.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> totale en interne, partielle dans le cadre d'une communication externe.	
<b>Liaisons :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le public à informer.</li> <li>- Le responsable hiérarchique ou fonctionnel.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
Un compte rendu écrit ou oral adapté au public visé.	

#### **4.2.4. Fonction 10 : démarche de progrès**

<b>FONCTION 10 : DÉMARCHE DE PROGRÈS</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Assurer une veille scientifique et technologique dans son domaine d'activité et dans les domaines connexes.	Consulter les publications scientifiques et technologiques, entretenir des relations avec des spécialistes.
	Organiser la traçabilité de la veille technologique.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les publications scientifiques.</li> <li>- Les notices techniques.</li> <li>- Les recueils de normes.</li> <li>- Les colloques et les salons.</li> <li>- Une banque de données.</li> <li>- Des outils et des logiciels spécialisés.</li> <li>- Le service de formation des ressources humaines.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> partielle.	
<b>Liaison :</b> Le service de communication interne.	
<b>Résultats attendus</b>	
Des connaissances actualisées sur l'état de l'art dans le domaine d'activité et les domaines connexes.	

<b>FONCTION 10 : DÉMARCHE DE PROGRÈS</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer au développement et à la mise en œuvre des outils d'une démarche qualité (indicateurs).	Identifier les causes de non-qualité.
	Contribuer à la mise en place des indicateurs de performance.
	Capitaliser les retours d'expériences et contribuer à la traçabilité des interventions.
	S'assurer du traitement des dysfonctionnements et du déclenchement des actions d'amélioration adéquates.
	Rendre compte du fonctionnement.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les normes ISO 9000.</li> <li>- Des tableaux de bord.</li> <li>- Des cartes de contrôle.</li> <li>- Des plans d'échantillonnage.</li> <li>- Une enquête de satisfaction clients.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> partielle.	
<b>Liaisons :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le service qualité.</li> <li>- Les organismes de contrôle.</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des tableaux de bord complétés.</li> <li>- Des propositions d'actions correctives.</li> </ul>	

<b>FONCTION 10 : DÉMARCHE DE PROGRÈS</b>	
<b>Activité professionnelle n°3</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer et animer des groupes de progrès.	Identifier et hiérarchiser les objectifs.
	Communiquer, constituer et animer des groupes de progrès.
	Synthétiser et hiérarchiser les propositions et les suggestions.
	Assurer le suivi et entretenir les actions de progrès validées.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<b>Moyens et ressources :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une salle de réunion.</li> <li>- Des outils de communication ;</li> <li>- Des intervenants extérieurs au groupe de progrès.</li> </ul>	
<b>Autonomie :</b> partielle.	
<b>Liaison :</b> Le service recherche et développement.	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un groupe de progrès opérationnel.</li> <li>- Des objectifs identifiés et améliorés.</li> </ul>	

**4.2.5. Fonction 11 : prise en compte des risques professionnels et des contraintes environnementales**

<b>FONCTION 11 : PRISE EN COMPTE DES RISQUES PROFESSIONNELS ET DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES</b>	
<b>Activité professionnelle n°1</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Participer à l'inventaire des phénomènes dangereux liés à l'activité professionnelle et prendre en compte les contraintes environnementales.	Identifier les risques professionnels liés aux matières d'œuvre et aux procédés lors des phases de réception, de stockage, de transformation, de traitement, d'assemblage, de réglage, de calibration, de transport, de mise en œuvre sur site, d'utilisation, de maintenance et de destruction.
	Identifier les risques sur l'environnement lors des manipulations des matières d'œuvre.
	Classer et hiérarchiser les risques.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des dossiers techniques.</li> <li>- Des recueils de normes.</li> <li>- Des fiches des produits dangereux.</li> <li>- Le Code du travail.</li> <li>- Les comptes rendus du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).</li> </ul> <p><b>Autonomie :</b> partielle.</p> <p><b>Liaison :</b> Le Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).</p>	
<b>Résultats attendus</b>	
Un inventaire des risques hiérarchisés par phases.	

<b>FONCTION 11 : PRISE EN COMPTE DES RISQUES PROFESSIONNELS ET DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES</b>	
<b>Activité professionnelle n°2</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Évaluer, signaler les risques liés à l'activité professionnelle et prendre en compte les contraintes environnementales.	Appliquer et faire appliquer les règles de sécurité.
	Mettre en œuvre une signalétique appropriée.
	Proposer des dispositions préventives ou correctives en matière de risques professionnels et de contraintes environnementales.
	Analyser et interpréter les incidents et les accidents.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b> Les dossiers techniques des équipements et postes de travail, les recueils de normes, la directive « rayonnements optiques artificiels », les fiches des produits dangereux, les catalogues des équipements de protection individuelle, le Code du travail, les comptes rendus du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT), les comptes rendus de visites de l'inspection et de la médecine du travail, l'historique des incidents/accidents et les retours d'expériences.</p> <p><b>Autonomie :</b> partielle en fonction de ses habilitations et sous l'autorité hiérarchique.</p> <p><b>Liaisons :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le supérieur hiérarchique ou fonctionnel.</li> <li>- Le Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).</li> </ul>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'affichage des consignes de sécurité et de pictogrammes.</li> <li>- Une contribution à la mise à jour du document unique.</li> </ul>	

<b>FONCTION 11 : PRISE EN COMPTE DES RISQUES PROFESSIONNELS ET DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES</b>	
<b>Activité professionnelle n°3</b>	<b>Tâches professionnelles</b>
Contribuer à la formation, à la sécurité et au respect des contraintes réglementaires et environnementales.	Inventorier et créer les formations à destination des opérateurs et utilisateurs des technologies optiques.
	Assurer et évaluer les formations dispensées.
<b>Conditions de réalisation de l'activité</b>	
<p><b>Moyens et ressources :</b> les postes et les équipements, les salles de formation, les recueils de normes, la directive « rayonnements optiques artificiels », les outils des Technologies de l'information et de la communication (TIC), un recueil des procédures, les fiches produits, etc.</p> <p><b>Autonomie :</b> partielle en fonction de ses habilitations et sous l'autorité hiérarchique.</p> <p><b>Liaisons :</b> Les intervenants.</p>	
<b>Résultats attendus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des personnels et des utilisateurs formés.</li> <li>- Des formations évaluées.</li> </ul>	

## **Annexe 1.b**

### **Référentiel de certification**

Le passage des tâches professionnelles au référentiel de certification se fait à partir de la définition des compétences nécessaires à l'exercice du métier. L'analyse de chaque tâche du référentiel des activités professionnelles (RAP) a permis de définir l'ensemble des savoirs constitutifs de chaque compétence.

## 1. Compétences

### 1.1 Classification des compétences

Les compétences sont regroupées en six domaines principaux :

C1 : Concevoir	C4 : Maintenir
C2 : Réaliser	C5 : Communiquer
C3 : Installer	C6 : Organiser

#### C1 : Concevoir

- C1.1 : Analyser un cahier des charges
- C1.2 : Définir l'architecture fonctionnelle d'un système
- C1.3 : Proposer des solutions techniques
- C1.4 : Élaborer les documents de conception
- C1.5 : Simuler et valider les solutions techniques
- C1.6 : Estimer les coûts, le rapport coût/performances

#### C2 : Réaliser

- C2.1 : Assembler les composants
- C2.2 : Intégrer les sous-ensembles
- C2.3 : Régler le système
- C2.4 : Choisir les procédés de production
- C2.5 : Mettre en œuvre les procédés de production
- C2.6 : Renseigner des documents de production

#### C3 : Installer

- C3.1 : Mettre en œuvre un système optique
- C3.2 : Valider un système
- C3.3 : Élaborer des documents de mise en œuvre

#### C4 : Maintenir

- C4.1 : Définir une maintenance préventive
- C4.2 : Définir une maintenance corrective
- C4.3 : Assurer une maintenance

#### C5 : Communiquer

- C5.1 : S'informer techniquement
- C5.2 : Exploiter des données techniques
- C5.3 : Synthétiser des données techniques
- C5.4 : Communiquer oralement
- C5.5 : Élaborer un document

#### C6 : Organiser

- C6.1 : Organiser la planification d'un projet
- C6.2 : Organiser une réunion de travail

Fonctions		F1					F2			F3		F4		F5			F6	
Compétences	Activités	Participer à l'élaboration d'un cahier des charges à partir des besoins du client ou de l'utilisateur.					Participer aux opérations d'industrialisation des produits.			Participer aux mises en service et en œuvre en collaboration étroite avec les utilisateurs et réaliser les ajustements ainsi que les paramétrages nécessaires pour assurer les performances requises par le système dans le respect des normes de sécurité.		Établir un diagnostic en collaboration avec l'utilisateur.		Mettre en œuvre et exécuter des tests optiques.			Rechercher des nouvelles techniques et technologies améliorant les procédés et les produits.	
		Participer aux analyses fonctionnelles et estimer les besoins en tenant compte des contraintes spécifiques.					Assurer et optimiser la fabrication et l'assemblage des produits.			Effectuer la recette avec le client.		Réaliser les interventions de maintenance.		Identifier après mesurage les sous-ensembles qui sont cause des écarts et assurer la mise en conformité du système.			Apporter une assistance technique aux ingénieurs, ingénieurs recherche et développement, commerciaux, fournisseurs et clients de l'entreprise dans son domaine d'activité.	
Définir les solutions techniques à partir des fonctionnalités à assurer et de la prise en compte des contraintes réglementaires, économiques et environnementales, ainsi qu'établir pour la solution retenue les spécifications des matériels et logiciels.		Participer à l'étude de l'intégration des solutions dans leur environnement technique, établir les documentations techniques en concertation avec les autres intervenants spécialistes des domaines connexes.					Définir les paramètres de configuration et de réglage des systèmes.			Contrôler la conformité des produits à des spécifications exigées.		Concevoir, préparer et réaliser les expérimentations, les tests et les contrôles définis ainsi que vérifier la justesse et la fiabilité des informations obtenues.		Rechercher des nouvelles techniques et technologies améliorant les procédés et les produits.				
C1.1	<b>Analyser un cahier des charges</b>	x	X	x	x	x			x									
C1.2	<b>Définir l'architecture fonctionnelle d'un système</b>		x	x	x													
C1.3	<b>Proposer des solutions techniques</b>			x	x	x												
C1.4	<b>Elaborer les documents de conception</b>		x	x	x	x	x											
C1.5	<b>Simuler et valider les solutions techniques</b>			x		x		x										
C1.6	<b>Estimer les coûts, le rapport cout/performance</b>	x	x	x	x													
C2.1	<b>Assembler des composants</b>							x		x				x	x			
C2.2	<b>Intégrer les sous-ensembles</b>				x	x												
C2.3	<b>Régler le système</b>							x		x			x	x	x			
C2.4	<b>Choisir les procédés de production</b>						x											
C2.5	<b>Mettre en œuvre les procédés de production</b>							x										
C2.6	<b>Renseigner des documents de production</b>				x		x		x	x								
C3.1	<b>Mettre en œuvre un système optique</b>							x	x	x			x	x				
C3.2	<b>Valider un système</b>								x	x	x	x	x	x	x			
C3.3	<b>Élaborer des documents de mise en œuvre</b>									x	x							

Fonctions		F1			F2			F3		F4		F5		F6	
Compétences	Activités	Participer à l'élaboration d'un cahier des charges à partir des besoins du client ou de l'utilisateur.			Participer aux opérations d'industrialisation des produits.			Effectuer la recette avec le client.		Établir un diagnostic en collaboration avec l'utilisateur.		Mettre en œuvre et exécuter des tests optiques.		Rechercher des nouvelles techniques et technologies améliorant les procédés et les produits.	
		Participer aux analyses fonctionnelles et estimer les besoins en tenant compte des contraintes spécifiques.			Assurer et optimiser la fabrication et l'assemblage des produits.			Participer aux mises en service et en œuvre en collaboration étroite avec les utilisateurs et réaliser les ajustements ainsi que les paramétrages nécessaires pour assurer les performances requises par le système dans le respect des normes de sécurité.		Réaliser les interventions de maintenance.		Identifier après mesurage les sous-ensembles qui sont cause des écarts et assurer la mise en conformité du système.			
		Définir les solutions techniques à partir des fonctionnalités à assurer et de la prise en compte des contraintes réglementaires, économiques et environnementales, ainsi qu'établir pour la solution retenue les spécifications des matériels et logiciels.			Contrôler la conformité des produits à des spécifications exigées.			Participer aux mises en service et en œuvre en collaboration étroite avec les utilisateurs et réaliser les ajustements ainsi que les paramétrages nécessaires pour assurer les performances requises par le système dans le respect des normes de sécurité.		Concevoir, préparer et réaliser les expérimentations, les tests et les contrôles définis ainsi que vérifier la justesse et la fiabilité des informations obtenues.		Apporter une assistance technique aux ingénieurs, ingénieurs recherche et développement, commerciaux, fournisseurs et clients de l'entreprise dans son domaine d'activité.			
		Participer à l'étude de l'intégration des solutions dans leur environnement technique, établir les documentations techniques en concertation avec les autres intervenants spécialistes des domaines connexes.			Contrôler la conformité des produits à des spécifications exigées.			Participer aux mises en service et en œuvre en collaboration étroite avec les utilisateurs et réaliser les ajustements ainsi que les paramétrages nécessaires pour assurer les performances requises par le système dans le respect des normes de sécurité.		Concevoir, préparer et réaliser les expérimentations, les tests et les contrôles définis ainsi que vérifier la justesse et la fiabilité des informations obtenues.		Apporter une assistance technique aux ingénieurs, ingénieurs recherche et développement, commerciaux, fournisseurs et clients de l'entreprise dans son domaine d'activité.			
		Définir les paramètres de configuration et de réglage des systèmes.			Contrôler la conformité des produits à des spécifications exigées.			Participer aux mises en service et en œuvre en collaboration étroite avec les utilisateurs et réaliser les ajustements ainsi que les paramétrages nécessaires pour assurer les performances requises par le système dans le respect des normes de sécurité.		Concevoir, préparer et réaliser les expérimentations, les tests et les contrôles définis ainsi que vérifier la justesse et la fiabilité des informations obtenues.		Apporter une assistance technique aux ingénieurs, ingénieurs recherche et développement, commerciaux, fournisseurs et clients de l'entreprise dans son domaine d'activité.			
C4.1	Définir une maintenance corrective									X			X	X	
C4.2	Définir une maintenance préventive							X						X	
C4.3	Assurer une maintenance						X			X		X			
C5.1	S'informer techniquement														X
C5.2	Exploiter des données techniques	X			X										X
C5.3	Synthétiser des données techniques	X	X		X	X									X
C5.4	Communiquer oralement et par écrit	X												X	
C5.5	Élaborer un document							X			X				X
C6.1	Organiser la planification d'un projet				X										
C6.2	Organiser une réunion de travail													X	



## 1.2. Définition des compétences détaillées et des savoirs associés

Les compétences détaillées sont définies à partir des activités professionnelles associées aux compétences. Les données indiquent les éléments nécessaires pour développer les compétences détaillées. Les indicateurs de performance représentent les résultats attendus.

### 1.2.1 C1 : Concevoir

C1.1 : Analyser un cahier des charges			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dossiers de définition ou de fabrication de produits similaires.</li> <li>- Schémas fonctionnels de produits similaires.</li> <li>- Spécifications des constructeurs concernant des composants ou sous-ensembles optiques.</li> <li>- Normes et réglementations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre et interpréter le besoin.</li> <li>- Définir tout ou partie des caractéristiques physiques du système ou du produit.</li> <li>- Consulter les normes et adapter les caractéristiques en conséquence.</li> <li>- Analyser le cycle de vie et prendre en compte l'éco-conception.</li> <li>- Dialoguer avec le chef de projet, l'équipe ou un chargé d'affaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'analyse du cahier des charges est pertinente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S1</li> <li>S7</li> <li>S11</li> <li>S12</li> </ul>

C1.2 : Définir l'architecture fonctionnelle d'un système			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cahier des charges fonctionnel.</li> <li>- Normes relatives à l'élaboration des schémas fonctionnels.</li> <li>- Outils d'élaboration de schémas fonctionnels.</li> <li>- Notes d'applications, ouvrages, documents techniques du constructeur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participer à l'élaboration des schémas fonctionnels.</li> <li>- Prendre en compte les caractéristiques du milieu d'usage associé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les schémas fonctionnels répondent au cahier des charges en respectant les contraintes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S1</li> <li>S2</li> <li>S3</li> <li>S4</li> <li>S12</li> </ul>

C1.3 : Proposer des solutions techniques			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schémas fonctionnels.</li> <li>- Normes de représentation.</li> <li>- Logiciels de Dessin assisté par ordinateur (DAO).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir les solutions techniques à partir des fonctionnalités.</li> <li>- Participer à l'évaluation et au choix des différentes solutions.</li> <li>- Élaborer des plans, schémas, spécifications, nomenclatures en utilisant les outils informatiques adaptés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les solutions proposées sont pertinentes techniquement.</li> <li>- Les représentations sont fidèles aux solutions techniques et respectent les normes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S2</li> <li>S3</li> <li>S4</li> <li>S5</li> <li>S12</li> </ul>

C1.4 : Élaborer les documents de conception			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contraintes imposées par le cahier des charges.</li> <li>- Normes de représentation.</li> <li>- Logiciels de Dessin assisté par ordinateur (DAO).</li> <li>- Identification des relations avec l'environnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participer à l'élaboration des schémas structurels répondant à la commande du cahier des charges.</li> <li>- Définir les procédures ainsi que les moyens de configuration et de réglage.</li> <li>- Produire les documents explicitant les méthodes de tests, de montage, les appareils spécifiques de mesurage et les règles d'exploitation.</li> <li>- Définir les conditions d'intégration, préciser la planification des opérations d'installation en respectant les règles de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les schémas structurels sont conformes aux solutions retenues.</li> <li>- Les procédures de configuration, de réglages et de tests sont explicites.</li> <li>- La planification respecte les contraintes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S4</li> <li>S5</li> <li>S7</li> <li>S12</li> </ul>

### C1.5 : Simuler et valider les solutions techniques

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"><li>- Cahier des charges.</li><li>- Moyens de réalisation d'une maquette ou d'un prototype.</li><li>- Appareils de mesure et de contrôle.</li><li>- Logiciels de simulation.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Participer à la validation par simulation ou expérimentation ou prototypage des solutions.</li><li>- Mettre en œuvre des processus de tests et relever les résultats.</li><li>- Comparer les résultats obtenus avec les valeurs préconisées en vue de la validation des paramètres de configuration et de réglage.</li><li>- Rédiger un dossier explicitant les essais, les tests, la nature des grandeurs à contrôler, les valeurs attendues avec les tolérances admises, les appareils et l'environnement logiciel utilisés.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Le prototype est fonctionnel.</li><li>- Les résultats de simulation sont exploitables.</li><li>- Les résultats de mesure et de test sont comparés aux valeurs attendues.</li><li>- Les essais et tests sont explicités.</li></ul>	S4 S5 S6 S9 S12

### C1.6 : Estimer les coûts, le rapport coût/performance

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"><li>- Données des fournisseurs.</li><li>- Coûts de la main-d'œuvre et des matériels.</li><li>- Sources d'information internes à l'entreprise.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Évaluer le prix de revient des solutions.</li><li>- Mettre en œuvre une démarche d'analyse de la valeur pour faire apparaître l'optimisation coût/performance.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Le prix de revient de la solution est estimé.</li><li>- Les critères d'optimisation de la solution sont listés.</li></ul>	S8 S9

## 1.2.2 C2 : Réaliser

### 2.1 : Assembler des composants

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"><li>- Dossier de fabrication.</li><li>- Dossiers techniques.</li><li>- Outillages.</li><li>- Normes de sécurité.</li><li>- Équipement de protection individuelle.</li><li>- Procédures de fabrication.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Assembler des éléments préfabriqués.</li><li>- Appliquer les méthodes d'installation dans le respect des normes de sécurité.</li><li>- Remplacer le sous-système (optique, opto-électronique, mécanique, logiciel).</li><li>- Rétablir les liaisons entre les composants.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Un ensemble assemblé selon les règles de l'art.</li><li>- Un système ou sous-système en état de fonctionnement.</li></ul>	S4

### 2.2 : Intégrer les sous-ensembles

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"><li>- Schémas structurels.</li><li>- Dossier technique définissant le système et chacun des constituants (liaisons, interfaçages).</li><li>- Identification des relations avec l'environnement (réglementation ainsi que les normes de sécurité et environnementales).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Définir les conditions d'intégration en respectant les règles de sécurité.</li><li>- Formaliser en français ou en anglais les conditions normales d'exploitation dans le respect des normes de sécurité.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Les conditions d'intégration sont décrites.</li><li>- Les conditions d'exploitation sont décrites et respectent les normes.</li></ul>	S4 S7 S11

### 2.3 : Régler le système

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un dossier de fabrication.</li> <li>- Dossiers et notices de contrôle.</li> <li>- Cahier des procédures de contrôle.</li> <li>- Cahier de résultats.</li> <li>- Appareils de mesure et de contrôle (intégrés ou non dans les bancs de test).</li> <li>- Logiciels spécifiques.</li> <li>- Normes de sécurité.</li> <li>- Équipement de protection individuelle.</li> <li>- Normes relatives au domaine d'intervention.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier le matériel de contrôle optique nécessaire.</li> <li>- Mettre en œuvre un système de mesurage (automatique ou non) des paramètres optiques, mécaniques, opto-électroniques, énergétiques.</li> <li>- Appliquer les méthodes de mesure des grandeurs optiques.</li> <li>- Mettre en œuvre un processus de mesure ou de validation permettant de tester les fonctions ou les spécifications optiques imposées.</li> <li>- Régler les sous-ensembles et les composants.</li> <li>- Comparer les valeurs obtenues et évaluer les écarts par rapport aux valeurs attendues.</li> <li>- Relever des résultats de mesures.</li> <li>- Vérifier après les nouveaux tests et mesurages (optique, opto-électronique, mécanique, logiciel) que les valeurs sont conformes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le matériel de contrôle est judicieusement choisi.</li> <li>- Les méthodes de mesures sont appliquées.</li> <li>- Le système est réglé en concordance des valeurs attendues.</li> <li>- Les résultats de mesures sont consignés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S4</li> <li>S5</li> <li>S6</li> </ul>

### 2.4 : Choisir les procédés de production

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dossiers techniques.</li> <li>- Outils de Conception assistée par ordinateur et Fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO).</li> <li>- Banque de données matières/procédés/processus.</li> <li>- Recueils de normes.</li> <li>- Fiches des produits dangereux.</li> <li>- Code du travail.</li> <li>- Comptes rendus du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choisir les procédés adaptés à la production.</li> <li>- Élaborer les procédures de fabrication et d'assemblage.</li> <li>- Mettre en place des moyens de traçabilité.</li> <li>- Identifier les risques professionnels liés aux matières d'œuvre et aux procédés lors des phases de réception, de stockage, de transformation, de traitement, d'assemblage, de réglage, de calibration, de transport, de mise en œuvre sur site, d'utilisation, de maintenance et de destruction.</li> <li>- Identifier les risques sur l'environnement lors des manipulations des matières d'œuvre.</li> <li>- Classer et hiérarchiser les risques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les procédés de fabrication sont correctement choisis.</li> <li>- Les procédures de fabrication et d'assemblage sont clairement définies.</li> <li>- Les risques selon les différentes phases de production sont inventoriés et classés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S8</li> <li>S9</li> </ul>

### 2.5 : Mettre en œuvre les procédés de production

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banque de données matières/procédés/processus.</li> <li>- Matériel de production.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en œuvre les procédés adaptés à la production.</li> <li>- Gérer les flux de matière.</li> <li>- Superviser la fabrication.</li> <li>- Proposer des améliorations des procédés de fabrication et d'assemblage.</li> <li>- Appliquer et faire appliquer les règles de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les moyens de production sont mis en œuvre selon les procédures.</li> <li>- Les règles de sécurité sont respectées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S9</li> </ul>

### 2.6 : Renseigner des documents de production

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banque de données matières/procédés/processus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Établir la gamme de fabrication.</li> <li>- Établir l'outillage de test par rapport aux spécifications techniques.</li> <li>- Renseigner les documents de contrôle et de traçabilité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les documents sont justes et clairs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S7</li> <li>S8</li> </ul>

### 1.2.3 C3 : Installer

3.1 : Mettre en œuvre un système optique			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normes et réglementations.</li> <li>- Dossier de fabrication.</li> <li>- Contraintes de l'environnement client.</li> <li>- Cahier des charges.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en œuvre une ou plusieurs opérations techniques permettant le bon fonctionnement du produit dans l'environnement du client.</li> <li>- Appliquer les méthodes d'installation dans le respect des normes de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système est fonctionnel.</li> <li>- Le système est conforme au cahier des charges.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S4</li> <li>S6</li> </ul>

3.2 : Valider un système			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normes et réglementations.</li> <li>- Dossier de fabrication.</li> <li>- Contraintes de l'environnement client.</li> <li>- Cahier des charges.</li> <li>- Dossiers techniques.</li> <li>- Appareils de mesure et de contrôle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôler les performances du système.</li> <li>- Évaluer la conformité des résultats obtenus en référence aux valeurs préconisées.</li> <li>- Valider avec le client la conformité du système par rapport au cahier des charges.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les performances du système sont conformes aux valeurs attendues.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S1</li> <li>S4</li> <li>S5</li> <li>S6</li> </ul>

3.3 : Élaborer les documents de mise en œuvre			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normes et réglementations.</li> <li>- Dossier de fabrication.</li> <li>- Contraintes de l'environnement client.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthétiser les techniques à employer compte tenu des relations entre les conditions d'implantation et le matériel.</li> <li>- Former l'utilisateur à l'utilisation du système.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le document de synthèse est complet.</li> <li>- L'utilisateur peut utiliser le système en toute autonomie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S7</li> <li>S11</li> </ul>

### 1.2.4 C4 : Maintenir

4.1 : Définir une maintenance corrective			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notices.</li> <li>- Supports techniques.</li> <li>- Bases de données.</li> <li>- Normes de sécurité.</li> <li>- Historique des processus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier les causes du ou des dysfonctionnements.</li> <li>- Analyser le ou les dysfonctionnements avérés ou potentiels.</li> <li>- Proposer les solutions qui permettent de remédier au(x) dysfonctionnement(s).</li> <li>- Chiffrer le coût.</li> <li>- Communiquer oralement avec aisance en français et dans une langue étrangère dans le cadre de son activité professionnelle.</li> <li>- Synthétiser un message en fonction du public visé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les informations données par l'utilisateur sont synthétisées.</li> <li>- Les dysfonctionnements sont identifiés.</li> <li>- Des solutions concrètes de remédiation sont proposées.</li> <li>- Le coût de l'intervention est évalué.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S4</li> <li>S7</li> <li>S10</li> <li>S11</li> </ul>

4.2 : Définir une maintenance préventive			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normes et réglementations.</li> <li>- Normes de sécurité.</li> <li>- Dossier de fabrication.</li> <li>- Procédures de fabrication.</li> <li>- Contraintes de l'environnement client.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participer à la rédaction de notices techniques, de maintenance et d'utilisation du produit.</li> <li>- Identifier et hiérarchiser les objectifs.</li> <li>- Synthétiser et hiérarchiser les propositions et les suggestions.</li> <li>- Établir ou adapter un contrat de maintenance.</li> <li>- Assurer le suivi et entretenir les actions de progrès validées.</li> <li>- Proposer des dispositions préventives ou correctives en matière de risques professionnels et de contraintes environnementales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les éléments de prévention du produit sont identifiés.</li> <li>- Les priorités des actions sont définies.</li> <li>- Les documents de prévention sont clairs et précis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S4</li> <li>S7</li> <li>S10</li> <li>S11</li> </ul>

### 4.3 : Assurer une maintenance

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notices.</li> <li>- Supports techniques.</li> <li>- Appareils de contrôle.</li> <li>- Équipement de protection individuelle.</li> <li>- Normes de sécurité.</li> <li>- Le carnet de prescription de sécurité électrique.</li> <li>- Bases de données.</li> <li>- Outils d'aide au diagnostic à distance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appliquer et faire appliquer les règles de sécurité.</li> <li>- Mettre en œuvre une signalétique appropriée.</li> <li>- Analyser et interpréter les incidents et les accidents.</li> <li>- Assurer le conseil et l'assistance du client.</li> <li>- Planifier et préparer les interventions de maintenance.</li> <li>- Élaborer ou appliquer les procédures d'intervention en évaluant les risques dans le respect de la prise en compte des risques professionnels et des contraintes environnementales.</li> <li>- Effectuer les interventions.</li> <li>- Vérifier la bonne réalisation des interventions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les règles de sécurité sont respectées.</li> <li>- Les incidents sont expliqués.</li> <li>- Les interventions sont effectuées dans le respect des procédures.</li> <li>- Le système est fonctionnel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S10</li> <li>S11</li> </ul>

**Nota :** en ce qui concerne le risque électrique, la formation à la prévention des risques d'origine électrique doit s'effectuer dans le cadre du document national intitulé « Référentiel de formation à la prévention des risques d'origine électrique ».

### 1.2.5 C5 : Communiquer

#### 5.1: S'informer techniquement

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publications scientifiques et revues spécialisées.</li> <li>- Notices techniques.</li> <li>- Recueils de normes.</li> <li>- Colloques et salons.</li> <li>- Banque de données.</li> <li>- Pôles optiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participer à la veille technologique.</li> <li>- Collecter ou classer des documents.</li> <li>- Se perfectionner, rechercher régulièrement les informations qui permettent d'actualiser et d'enrichir ses compétences.</li> <li>- Consulter les publications scientifiques et technologiques, entretenir des relations avec des spécialistes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les documents sont classés.</li> <li>- Un discours technique soutenu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S7</li> <li>S12</li> </ul>

#### 5.2: Exploiter des documents techniques

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tableaux de bord.</li> <li>- Documents techniques.</li> <li>- Revues technologiques.</li> <li>- Technologies de l'information et de la communication (TIC).</li> <li>- Dossier technique des produits.</li> <li>- Bases de données intranet et extranet.</li> <li>- Nomenclature des composants.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribuer à la mise en place des indicateurs de performance.</li> <li>- Capitaliser les retours d'expériences et contribuer à la traçabilité des interventions.</li> <li>- Extraire et synthétiser l'information utile.</li> <li>- Gérer des stocks.</li> <li>- Établir/mettre à jour une liste de fournisseurs.</li> <li>- Diversifier les sources d'approvisionnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les indicateurs de performance sont identifiés.</li> <li>- Les retours d'expérience sont classés.</li> <li>- Les stocks sont organisés.</li> <li>- La liste des fournisseurs est à jour.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S7</li> <li>S8</li> <li>S11</li> </ul>

#### 5.3: Synthétiser des données techniques

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologies de l'information et de la communication (TIC).</li> <li>- Plans d'échantillonnage.</li> <li>- Demande du client.</li> <li>- Enquête de satisfaction clients.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraire et synthétiser l'information utile.</li> <li>- Organiser la traçabilité de la veille technologique.</li> <li>- Recueillir le besoin du client.</li> <li>- Identifier et formaliser le besoin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le besoin du client est clairement formulé.</li> <li>- La synthèse des informations est correctement formulée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S7</li> <li>S11</li> </ul>

5.4: Communiquer oralement et par écrit			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Outils de communication.</li> <li>- Outils de Publication assistée par ordinateur (PAO).</li> <li>- Diaporamas.</li> <li>- Visioconférence.</li> <li>- Technologies de l'information et de la communication (TIC).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assurer la diffusion d'informations techniques.</li> <li>- Expliquer les procédures d'installation, d'utilisation et d'optimisation relatives à la demande du client.</li> <li>- Établir un compte rendu.</li> <li>- Communiquer par écrit en français et dans une langue étrangère en utilisant les supports appropriés.</li> <li>- Communiquer oralement avec aisance en français et dans une langue étrangère dans le cadre de son activité professionnelle.</li> <li>- Communiquer, constituer et animer des groupes de progrès.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les documents respectent les règles de la langue employée.</li> <li>- Le discours est compréhensible et sans ambiguïté.</li> <li>- L'information transmise est claire.</li> </ul>	S7

5.5: Élaborer un document			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matériels et logiciels supports.</li> <li>- Outils des Technologies de l'information et de la communication (TIC).</li> <li>- Outils de Publication assistée par ordinateur (PAO).</li> <li>- Documentation spécifique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participer à la rédaction de notices techniques, de maintenance et d'utilisation du produit.</li> <li>- Rédiger un dossier destiné aux services susceptibles d'améliorer la qualité du produit.</li> <li>- Concevoir une formation pour un public identifié.</li> <li>- Adapter et mettre en œuvre une formation.</li> <li>- Concevoir une évaluation de la formation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le document est clair et compréhensible</li> </ul>	S7

### 1.2.6 C6 : Organiser

6.1: Organiser la planification d'un projet			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiches de postes.</li> <li>- Outils de planification.</li> <li>- Outils de gestion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préciser la planification des opérations d'installation en respectant les règles de sécurité.</li> <li>- Participer à la constitution de l'équipe capable d'atteindre les objectifs qui lui sont fixés.</li> <li>- Identifier les compétences des membres de son équipe.</li> <li>- Mettre en adéquation les compétences de l'équipe avec les tâches à réaliser.</li> <li>- Définir, planifier et vérifier la bonne exécution des tâches.</li> <li>- Évaluer les performances des collaborateurs au regard des objectifs fixés.</li> <li>- Évaluer l'efficacité de l'organisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les opérations d'installation sont planifiées correctement.</li> <li>- Les tâches du projet sont définies et planifiées.</li> <li>- L'équipe est constituée au regard des compétences de chacun.</li> <li>- Les performances de l'équipe permettent d'atteindre les objectifs visés.</li> </ul>	S1 S7 S8

6.2 : Organiser une réunion de travail			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Postes et équipements bureautiques.</li> <li>- Salles de formation.</li> <li>- Technologies de l'information et de la communication (TIC),</li> <li>- Outils de communication.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventorier et créer les formations à destination des opérateurs et utilisateurs des technologies optiques.</li> <li>- Assurer et évaluer les formations dispensées.</li> <li>- Synthétiser et hiérarchiser les propositions et les suggestions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les documents préparatoires sont clairs.</li> <li>- Les supports de formation sont facilement accessibles.</li> </ul>	S7

## **2. Savoirs associés**

S1 : Gestion de projet :

S2 : Sources de lumière

S3 : Détection de rayonnement lumineux

S4 : Systèmes optiques :

S5 : Traitement numérique et programmé de l'information

S6 : Mesures optiques et caractérisations

S7 : Communication – gestion d'équipes

S8 : Gestion de production

S 9 : Procédés de production

S10 : Maintenance

S11 : Sécurité / Environnement / Qualité

S12 : Physique - Chimie

S13 : Culture générale et expression

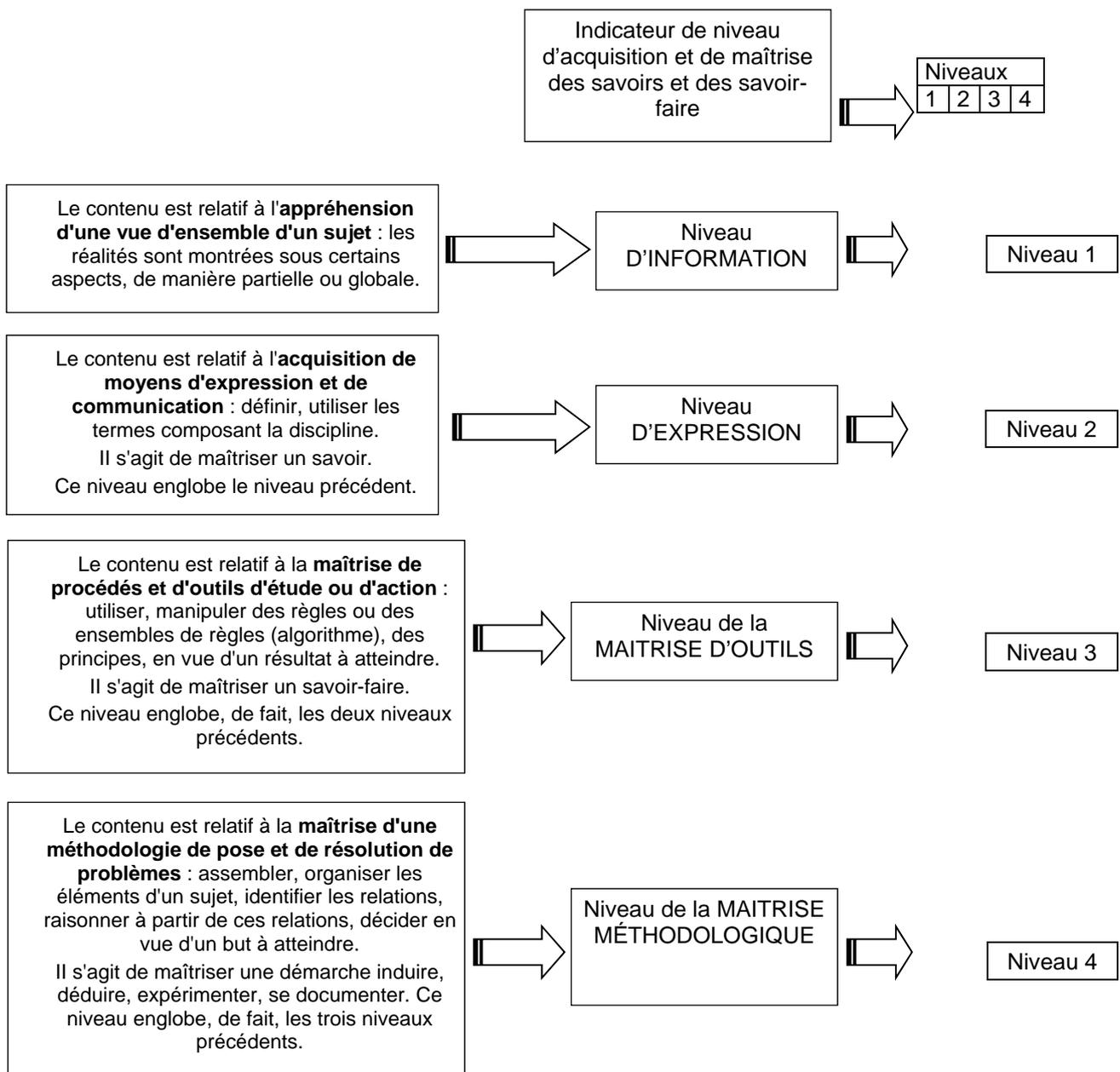
S14 : Langue vivante étrangère I – Anglais

S15 : Mathématiques

## Niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs

Le degré d'approfondissement de chaque savoir ou savoir-faire identifié lors de la description des compétences terminales est un élément clé pour l'élaboration des séquences d'enseignement en BTS Systèmes photoniques. La prise en compte de ces niveaux d'acquisition et de maîtrise est déterminante pour la construction de la formation.

Quatre niveaux taxonomiques ont été retenus :



<b>S1 : Gestion de projet</b>	<b>Niveau</b>
<b>S1.1 Documents normatifs</b>	
Cahier des charges fonctionnel	
• Caractéristiques des fonctions de services : critères – niveaux - flexibilité	2
<b>S1.2 Outils de description</b>	
- Analyse fonctionnelle externe	
• Besoin à satisfaire par l'utilisateur	3
• Cycle de vie d'un produit	3
• Expression fonctionnelle du besoin	3
• Frontière de l'étude	3
• Diagramme SysML	2
• Fonctions de service : fonctions principales et fonctions contraintes	3
• Contraintes	3
- Analyse fonctionnelle interne	
• Déclinaison de la fonction de service en fonctions techniques : diagramme de bloc interne	3
- Analyse structurelle	3
- Langage de modélisation	2
<b>S1.3 Planification</b>	
Diagramme de Gantt	3

<b>S2 : Sources de lumière</b>	<b>Niveau</b>
<b>S2.1 Sources naturelles</b>	
- Sources naturelles : soleil, ciel de jour	3
<b>S2.2 Sources produites</b>	
- Ampoule à incandescence	2
- Ampoule halogène	3
- Lampe à décharge	2
- Lampe à arc	2
- Laser :	
• Laser à semi-conducteur	3
• Laser à solides	3
• Laser à fibres	3
• Laser à gaz	2
• Laser à colorants	2
- Semi-conducteur	
• LED	3
• OLED	2
<b>S2.3 Mise en forme de la lumière</b>	
- Géométrie	4
- Spectrale	4
- Temporelle	4
- Polarisation	4

<b>S3 : Détection de rayonnement lumineux</b>	<b>Niveau</b>
<b>S3.1 Œil</b>	
- Aspects optiques	2
- Performances	2
<b>S3.2 Capteur d'image</b>	
- Barrette et matrice (CCD 1D et 2D, CMOS)	3
- Matrice bolométrique	2
- Galettes	2
<b>S3.3 Capteur de signal</b>	
- Photodiode	3
- PSD	2
- Photodiode à avalanche	2
- Phototransistor	3
- Photorésistance	3
- Photomultiplicateur	2
- Photovoltaïque	2
- Bolomètre	2

<b>S4 : Systèmes optiques</b>	<b>Niveau</b>
<b>S4.1 Identification des composants optiques</b>	
- Matériaux : métaux, isolants, semi-conducteurs, vitreux, cristaux	3
- Représentation normalisée : dioptries, miroirs, lentilles, prismes, réseaux, polariseurs, isolateurs, séparateurs, lames, fenêtres, diaphragmes, fibres optiques, etc.	4
- Caractéristiques (optique, mécanique, électrique, thermique)	3
- Fonction : filtrage, déviation, polarisation, dispersion, décomposition spectrale, mise en forme de faisceau, diffusion, atténuation, couplage, séparation, réflexion, apodisation.	4
<b>S4.2 Liaisons mécaniques</b>	
- Modélisation des liaisons mécaniques	
• Nature du contact : ponctuel, linéique, surfacique	3
• Repère local, degré de liberté	3
• Modèles de liaisons : encastrement, pivot, pivot glissant, glissière, rotule, linéaire annulaire, linéaire rectiligne, appui plan, ponctuel, sphérique à doigt	3
• Torseur cinématique associé à une liaison	2
• Torseur des efforts transmissibles par une liaison	2
- Étude des chaînes de liaisons	
• Graphe des liaisons, schéma cinématique simple	3
• Mobilité, hyper statisme et iso statisme d'un mécanisme	3
• Liaisons équivalentes par association de liaison en série et en parallèle	3
- Les outils d'expression graphique	
• Croquis	3
• Schéma de principe	3
• Schéma cinématique	3
• Schéma technologique	3
- Fonctionnalité des liaisons pour les solutions constructives suivantes :	
• Assemblage démontable	2
• Assemblage permanent par soudage, frettage, collage	2
• Guidage en rotation par glissement et par éléments roulants	2

• Guidage en translation par glissement et par éléments roulants	2
• Rotulage	2
• Inventaire des fonctions mécaniques auxquelles participe la pièce et surfaces associées à la mise en position (MIP)	2
• Conditions fonctionnelles et éléments constitutifs du maintien en position (MAP)	2
• Efforts transmissibles qualité de la liaison (jeu, précision, sensibilité, etc.)	3
• Lubrification éventuelle et étanchéité éventuelle	2
- Étude des composants mécaniques de transmission	
• Transmissions avec et sans transformation de mouvement par obstacle ou par adhérence.	2
- Composants opto-mécaniques	
• Platine de translation et de rotation motorisée ou non : choix prenant en compte les caractéristiques : résolution, précision, mouvement incrémental minimal, répétabilité unidirectionnelle et bidirectionnelle, course, charges admissibles axiale et transversale, vitesse, coût, etc.	3
• Autres composants : supports trait, point, plan, etc.	2
<b>S4.3 Identification des composants électroniques</b>	
- Représentation normalisée	
• Utilisation d'un logiciel de CAO (saisie de schéma, édition de nomenclature)	2
• Symboles normalisés usuels : classifications	3
- Caractéristiques des composants	
• Interprétation des différentes données : lecture de données techniques (y compris en anglais)	2
• Packaging des circuits intégrés	2
• Choix d'une référence selon des critères de performance	2
• Repérage physique sur une carte : composants standards en version normale ou CMS	3
- Fonctions électroniques	
• Formalisme de représentation par schémas blocs (logiciel de simulation multiphysique)	2
• Adaptation d'énergie électrique : AC/DC et DC/AC (dispositifs intégrés)	3
• Conditionnement d'un capteur	
▪ adaptation d'impédance,	3
▪ amplificateur transimpédance	3
▪ amplificateur différentiel	3
• Amplification	
▪ suiveur, inverseur, non-inverseur	3
▪ autres fonctions analogiques (sommateur, soustracteur, intégrateur, dérivateur, etc.)	3
• Filtrage analogique	
▪ Diagrammes de Bode	3
▪ ordre 1 (RC et CR)	3
▪ d'ordre plus élevé (filtres actifs)	2
▪ démarche de conception par gabarit	2
- Comparaison	
• simple	3
• avec hystérésis (uniquement fonctionnel)	3
- Commande de dispositifs en commutation	
• Transistors bipolaires et MOSFET pour interfaçage de commande ou de puissance	2

• Modulation en largeur d'impulsion (MLI)	3
• Pertes statiques et rendement	2
- Commande de dispositifs en linéaire : choix de modules de pilotage intégré	
• Montages amplificateurs de puissance ou utilisation d'amplificateurs opérationnels de puissance	3
• Application à des composants émetteurs ou cellules Peltier	3
- Génération de signal	
• Uniquement à partir de circuits spécialisés	2
- Régulation et asservissement	
• Systèmes asservis linéaires	3
• Étude en boucle ouverte et boucle fermée	3
• Notions de stabilité, précision, correction (P et PI), perturbation	3
• Application à la régulation d'une diode laser	3
- Transmission de signal	
• Transmission en bande de base (modulation du courant d'une DEL ou d'une diode laser)	3
• Détection synchrone	2
• Modulations en largeur d'impulsion	3
• Modulations d'amplitude et de fréquence	2
- Conversion numérique analogique : maîtrise des caractéristiques techniques	
• Mode uni/bipolaire	3
• Format et mode d'entrée du nombre à convertir (série, parallèle)	3
• Résolution	3
• Tension de référence, pleine échelle	3
• Quantum	3
• Temps de conversion	3
- Conversion analogique numérique : caractéristiques techniques	
• Fréquence d'échantillonnage minimale (Shannon/Nyquist)	2
• Spectre d'un signal échantillonné, échantillonné/bloqué	3
- Conversions électromécaniques	
• Moteur à courant continu à aimants permanents	2
• Moteur pas-à-pas	2
• Codeur incrémental/absolu (optique, etc.)	3
- Logique combinatoire : opérateurs élémentaires	3
- Exploiter une équation à partir d'un problème	3
- Logique séquentielle	
• Fonctions synchrone et asynchrone	2
• Fonction bascule (D uniquement) : table de vérité	2
- Fonction mémoire : capacité, mode d'accès, interfaçage	2
- Utilisation d'appareils de mesure : oscilloscope numérique, multimètre, générateur de fonctions	3
<b>S4.4 Techniques d'assemblage</b>	
- Modélisation et simulation de systèmes optiques par logiciel	3
- Exploitation d'un fichier de sous-ensembles optiques	4
- Interprétation de plans d'un système optique : nomenclature, modèle numérique, cotation fonctionnelle	4
- Règles d'assemblage des composants mécaniques, optiques et électroniques : méthode et moyens de contrôle	3
- Nettoyage des surfaces optiques	3
- Élaboration de l'ordre de montage des pièces mécaniques, des composants optiques et électroniques : graphe d'assemblage, précautions de montage, rédaction de documents de conformité	3

- Techniques de collage et de maintien en position de composants	3
- Techniques de soudure et de connexion de fibres optiques	3
- Outillages nécessaires à l'assemblage : règles d'utilisation	3
- Classifications des zones de travail : salle blanche, etc.	2
- Interfaçage des sous-ensembles : ordonnancement, protection, langage	3
<b>S4.5 Techniques de réglage</b>	
- Traduction et décomposition des nécessités de fonctionnement en charges de réglage : centrage, focalisation, déversement, pointage, collimation, grandeur d'image, coordonnées chromatiques de l'image, luminance, pouvoir de résolution, fréquence de coupure, etc.	3
- Mise en œuvre des procédures de réglage dans les règles de sécurité et d'hygiène	4
- Analyse de réglage : moyens d'action, ordre de réglage, interactions	4
- Élaboration d'un cahier des charges de réglage	3
- Utilisation d'outillage optique, règles d'utilisation : lunette, collimateur, autocollimateur, lunette dioptrique, viseur, puissancemètre, colorimètre, interféromètre, laser, goniomètre, banc de mesure et de contrôle, banc de Fonction de transfert de modulation (FTM)	4
- Méthode de réglages optiques : par comparaison, défilement, retournement, tourillonnement, parallaxe, flou, autocollimation, réponse électronique, speckle, interférométrie etc.	4
- Rédaction du procès-verbal d'intervention	3
<b>S4.6 Utilisation de modeleur volumique</b>	
- Utilisation de modeleur volumique pour modèles mécaniques et optiques 3D	
• Paramétrage	3
• Arbre de construction	3
• Contraintes d'assemblage	3
• Méthode de conception dans l'assemblage, par pièce	3
• Utilisation de bibliothèques de banques de données techniques de fabricants/fournisseurs	3
- Fonctionnalités des modeleurs utilisés en phase d'exploitation	
• Mise en plan (dessins de définition et d'ensemble) avec construction des coupes, habillage de la mise en plan (cotation dimensionnelle normalisée et spécifications géométriques, fond de plan, écritures diverses, édition de nomenclature, etc.)	3
• Éclatés avec nomenclature associée	3
• Rendus réalistes	2
• Animations	2
• Adaptation d'un modèle pour une exploitation en Fabrication assistée par ordinateur (FAO) : prototypage, etc.	3
- Spécification de produits : cotation et tolérancement normalisés	
• Conditions fonctionnelles des assemblages et guidages	3
• Spécification géométrique du produit : normes, spécifications dimensionnelles, de forme, de position relative, d'orientation, battement, éléments de référence, référence spécifiée, zone de tolérance	3
<b>S4.7 Résistance des matériaux, élasticité</b>	
- Hypothèse de la résistance des matériaux	2
- Torseur des efforts de cohésion dans une section droite d'une poutre	2
- Vecteur contrainte, normal et tangentiel	2
- Lois de Hooke	2
- Les sollicitations simples : traction, compression, torsion, flexion simple	2
- Élasticité : un logiciel de prédimensionnement utilisant la méthode des éléments finis	2
- Entrées du logiciel pour formuler l'étude	
• Type et dimension du maillage	2

• Conditions aux limites	2
• Liaisons (ou connexions) entre les pièces	2
• Modèles de chargement	2
- Sorties du logiciel pour finaliser l'étude	
• Représentation par courbes ou zones d'isovaleurs (contraintes, déplacements, etc.) selon un critère	2
• Critères d'équivalences (Tresca, Von Mises)	2
<b>S4.8 Modélisation des actions mécaniques</b>	
- Définition de la frontière et choix du système isolé	3
- Les actions mécaniques	
• Nature : actions mécaniques de contact, à distance	2
• Modélisation globale des efforts transmissibles par chaque liaison	2
• Étude locale des actions de contact	2
• Frottement et adhérence – Loi de Coulomb	2
• Pression de contact	2
- Statique	
• Énoncé du principe	2
• Traduction vectorielle	2
• Théorème de la résultante générale	2
• Théorème du moment résultant	2
• Réciprocité des actions mutuelles	2
• Résolution d'un problème statique analytique plan et spatial	2
• Graphique, limité à l'étude de système de solide soumis à 3 actions modélisées par des glisseurs de supports non parallèles	2
• Exploitation d'un logiciel de calcul adapté	3

<b>S5 : Traitement numérique et programmé de l'information</b>	<b>Niveau</b>
<b>S5.1 Représentation numérique de l'information</b>	
- Codage des nombres (binaire, hexadécimal, ASCII)	3
- Représentation des nombres : entiers, réels	3
- Format des données (tableaux, clusters)	3
- Signal numérisé : paramétrage d'une acquisition	3
- Image numérisée : représentation en niveaux de gris, couleur (RVB, TSL)	3
<b>S5.2 Programmation structurée</b>	
- Représentation des données : bases d'algorithmique, algorithme	3
- Langage graphique	3
- Langage textuel	2
<b>S5.3 Communication de données</b>	
- Bus de communication	
• Liaisons série	3
• Réseau Ethernet : configurations nécessaires (adresse IP, masque)	3
• Bus GPIB : organisation typique, mode de fonctionnement standard	2
- Décodage d'une communication : configuration d'analyse, analyse de trames	2
<b>S5.4 Traitement numérique de l'information</b>	
- Organisation matérielle d'une carte cible FPGA ou PSOC	2
- Démarche de conception d'une application pour FPGA ou PSOC	
• Programmation directe d'entrées/sorties numériques ou analogiques	2
• Conception par diagramme d'états	2
- Interfaçage avec des composants périphériques : liaisons avec capteurs spécialisés (barrettes CCD, etc.) ou communicants (liaisons SPI, I2C, etc.)	3

<b>S5.5 Traitement microprogrammé de l'information</b>	
- Organisation matérielle d'un microcontrôleur : blocs fonctionnels (identification et rôle)	3
- Opérations typiques : démarche et paramétrage	
• Acquisition d'une grandeur analogique	3
• Traitement des données	3
• Affichage sur LCD	3
• Pilotage d'entrées/sorties	3
- Interfaçage avec des composants communicants	
• Pilotage d'un capteur intelligent	3
<b>S5.6 Traitement programmé de l'information</b>	
- Instrumentation sur PC	
• Architecture PC	3
• Cartes d'acquisition et de génération de signaux	3
• Caméra	3
• Appareils de mesures communicants	3
• Modules de pilotage spécialisés : platine de déplacement, contrôleur de diode laser, etc.	3
- Réalisation d'une application d'acquisition, traitement, affichage et archivage de données	
• Utilisation d'un langage de programmation graphique spécialisé dans le test et les mesures	3
• Démarche de développement d'application	3
• Critères de performances à respecter : ergonomie, utilisation des ressources, vitesse d'exécution, etc.	3
• Codages : test et validation	3
- Liste des fonctionnalités à développer	
• Opérations d'entrée/sortie : acquisition ou génération de tension, courant, etc.	3
• Manipulation des données scalaires, tableau à 1 ou n dimensions, données composites (cluster)	3
• Communication avec les appareils de mesure et dispositifs de contrôle/commande (série, Ethernet, etc.)	3
<b>S5.7 Acquisition et traitement d'image</b>	
- Organisation générale d'une application de traitement d'image : éclairage, choix optiques, caméra, logiciel	3
- Développement d'une solution d'acquisition et traitement par un programme assistant spécialisé : génération du code graphique correspondant pour sa reprise et son intégration dans le programme de l'application	3
- Mise en œuvre de fonctions de traitement d'images standard	3
- Développement d'un traitement spécifique	3
- Réalisation d'une application de traitement d'image pour caméra intelligente	3

<b>S6 : Mesures optiques et caractérisations</b>	<b>Niveau</b>
<b>S6.1 Mesures de distances, d'angles et de vitesse</b>	
- Goniométrie (angle au sommet d'un prisme, pas d'un réseau de diffraction)	3
- Télémétrie laser	3
- Triangulation	3
- Interférométrie FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave)	2

<b>S6.2 Mesures 2D et 3D</b>	
- Méthodes géométriques :	
• Mesure de déplacements plans : méthode la grille, Moiré	3
• Mesure de déplacements hors plan : projection de lumière structurée	3
• Mesure de pente : déflectométrie	3
- Méthodes interférométriques	
• Type Michelson	3
• Type holographique	3
• Moiré interférométrique (réseau de diffraction)	3
• Caractérisation d'une surface optique par interférométrie	3
• Interférométrie de speckle	2
• Photoélasticimétrie	1
<b>S6.3 Caractérisation des systèmes et composants optiques</b>	
- Focométrie (distance focale et/ou frontale, miroirs, lentilles, objectifs)	4
- Rayon de courbure d'une surface sphérique	3
- Mesure de grossissement et de grandissement	4
- Mesure de champ angulaire	4
- Spectrophotométrie (absorbance, coefficient de transmission et de réflexion)	
• Faible incidence	4
• Forte incidence	3
<b>S6.4 Mesures des aberrations géométriques et chromatiques</b>	
- Mesure de la réponse percussionnelle incohérente sur et hors axe : Point Spread Function, méthode du point lumineux	3
- Mesure du défaut du front d'onde (par rapport au front d'onde sphérique parfait)	3
<b>S6.5 Mesures spectrométriques</b>	
- Mesure de longueur d'onde	4
- Spectrométrie des sources	4
<b>S6.6 Photométrie/radiométrie, colorimétrie</b>	
- Mesure des grandeurs photométriques	4
- Coefficient de transmission d'un système optique (banc spécifique ou sphère intégratrice)	3
- Surface diffusante/réfléchissante, lame transparente : composantes et coordonnées colorimétriques dans les systèmes normalisés CIExy1931, CIELUV, CIELAB, longueur d'onde dominante, coefficient photopique, pureté colorimétrique	3
- Sources : composantes et coordonnées colorimétriques dans les systèmes normalisés CIExy1931, CIELUV, longueur d'onde dominante, température de couleur	3
- Sources : indice de rendu des couleurs	2
- Gamut d'un système émissif CIExy1931 / CIELUV	2
<b>S6.7 Polarimétrie et ellipsométrie</b>	
- Mesure du pouvoir rotatoire	3
- Mesure de la biréfringence	3
- Mesure d'indice et d'épaisseur de couches minces	3
- Mesures ellipsométriques	1
<b>S6.8 Mesures sur les lasers</b>	
- Mesure de la divergence et de la taille du waist d'un faisceau gaussien	3
- Mesure de l'écart entre 2 modes longitudinaux	3
- Mesure du paramètre $M^2$ (écart par rapport à un faisceau gaussien)	3
<b>S6.9 Mesures sur l'infiniment petit et mesures de grandes sensibilités des propriétés optiques d'un objet : microscopie</b>	
- Microscopie classique	
• à fond clair	3
• à fond noir ; ultramicroscopie	3

• à contraste de phase	2
• à contraste interférentiel différentiel DIC/Nomarski	2
- Microscopie à épifluorescence et confocale	2
- Microscopie à champ proche	2
- Microscopie biphoton	1
<b>S6.10 Caractérisations de fibres optiques</b>	
- Géométriques	3
- Radiométrie	3
- Réflectométrie	3
- Fibres de télécommunication	3
- Fibres spéciales	3

<b>S7 : Communication – gestion d'équipes</b>	<b>Niveau</b>
<b>S7.1 Communication</b>	
- Différentes formes de supports de communication	3
- Communication individuelle et collective (animation de réunion)	2
- Les supports de l'information (papier, numérique local, numérique distant)	3
<b>S7.2 Gestion d'équipes</b>	
- Organisation, coordination et constitution d'une équipe	3
- Animation, mobilisation et accompagnement d'une équipe	3

<b>S8 : Gestion de production</b>	<b>Niveau</b>
<b>S8.1 Organisation de l'unité de production</b>	
- Fonctions et enjeux de la gestion de production	2
- Fabrication en grande série	2
- Fabrication en petite série et unitaire	2
- Sous-traitance	2
- Gestion des flux : produits, informations	2
- Organisation des ateliers	2
- Les différentes zones de production : stockage, production, assemblage, montage, contrôle	2
<b>S8.2 Suivi de l'unité de production</b>	
- Évolution de la gestion des flux	2
- Évolution de l'environnement	2
- Évolution des méthodes de gestion	2
- Planification (GANTT)	2
- Mise à jour et exploitation des résultats : délais, charge, marge, aléas	2

<b>S9 : Procédés de production</b>	<b>Niveau</b>
<b>S9.1 Usinage de pièces optiques</b>	
- Ébauchage, douci, polissage, débordage, clivage	2
- Outillages nécessaires : manuel, automatique, commande numérique	2
- Technologies associées à la fabrication : surfaces planes, sphériques, asphériques	2
- Précision de fabrication	2
- Lecture de gabarit, de plan de fabrication et tolérances associées	2
<b>S9.2 Couches minces</b>	
- Procédés d'élaboration par dépôt sous vide en phase vapeur (PVD)	3
- Autres procédés d'élaboration : IAD, IBS, CVD, sol-gel, PLD	2
- Connaissance des dépôts de matériaux : matériaux, croissance de couches minces, structure, métallisation, multicouche, diélectrique, défauts	2
- Calcul d'empilement par logiciel	3
- Contrôle des dépôts	3

<b>S9.3 Holographie</b>	
- Procédé holographique	1
<b>S9.4 Moulage - Injection</b>	
- Procédé de moulage ou injection de composants optiques	2
<b>S9.5 Procédés de fabrication mécanique</b>	
- Principe du procédé	2
- Capabilité du procédé matériau, géométrie, précision	2
- Influence sur les propriétés du matériau	2
- Méthode et limite de fabrication : tournage, fraisage, électroérosion, découpage, collage, soudage, clipsage	2
- Coût estimatif des procédés de fabrication	2
- Prototypage rapide	3
<b>S9.6 Familles de matériaux</b>	
- Métallique, polymère, céramique et verre, composite	1
- Caractéristiques physiques et mécaniques (masse volumique, limite d'élasticité, résistance à rupture, élasticité (module de Young), comportement plastique, dureté (Vickers, Brinell, Rockwell), résilience	1
- Utilisation d'un logiciel de choix de matériaux	1

<b>S10 : Maintenance</b>		<b>Niveau</b>
<b>S10.1 Outils et méthodes de maintenance</b>		
- Typologie de maintenance suivant la norme NF-EN 13306 X 60-319		2
- Niveaux de maintenance N1 à N5		1
- Outils d'aide à l'analyse des dysfonctionnements (Pareto, Ichikawa...)		1
- Analyse des indicateurs de performance FMD (MTB, MTTR)		2
<b>S10.2 Organisation de la maintenance</b>		
- Méthodes de planification de la maintenance (PERT, GANTT, MERIDE, AMDEC, GPAO, etc.)		1
- Organisation et optimisation des opérations de maintenance (GMAO, gammes d'intervention, conception d'outillage spécifique, etc.)		1
- Élaboration de documents techniques liés à la maintenance (Manuel de maintenance, REX, fiches et procès-verbal d'intervention, etc.)		2
- Détermination d'un devis		2
- Règles de sécurité, procédures de consignation et remise en service		2
- Établissement des règles de réapprovisionnement (délais, niveaux des stocks) pour les éléments critiques		1

<b>S11 : Sécurité / Environnement / Qualité</b>		<b>Niveau</b>
<b>S11.1 Sécurité</b>		
- Risques liés aux rayonnements optiques (laser, led, etc.)		4
- Risques électriques, niveau B1V (voir le référentiel de formation à la prévention des risques d'origine électrique)		(*)
- Risques chimiques (produits et matériaux utilisés)		3
- Méthodes d'analyse des risques professionnels (P.R.P.)		2
<b>S11.2 Environnement</b>		
- Normes environnementales ISO 14 001		2
- Gestion des produits en fin de vie et déchets		2
<b>S11.3 Qualité</b>		
- Standards de Normes ISO, AFNOR, etc.		2
- Management du système qualité ISO 9000		2
- Coûts de la non-qualité (par excès et par défaut)		2

(\*) Aucun niveau taxonomique n'est indiqué, il s'agit de répondre aux exigences définies dans le référentiel de formation à la prévention des risques d'origine électrique.

## S12 : Physique – chimie

### Préambule

L'enseignement de la physique-chimie en STS Systèmes photoniques s'appuie sur la formation scientifique acquise dans le second cycle. Il vise à renforcer la maîtrise de la démarche scientifique afin de donner à l'étudiant l'autonomie nécessaire pour réaliser les tâches professionnelles qui lui seront proposées dans son futur métier et d'agir en citoyen responsable. Cet enseignement vise l'acquisition ou le renforcement chez les futurs techniciens supérieurs des connaissances des modèles physiques et des capacités à les mobiliser dans le cadre de leur exercice professionnel. Il doit lui permettre de faire face aux évolutions technologiques qu'il rencontrera dans sa carrière et s'inscrire dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Les compétences propres à la démarche scientifique doivent permettre à l'étudiant de prendre des décisions éclairées et d'agir de manière autonome et adaptée. Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse.

Le programme de physique-chimie est organisé en deux parties :

- dans la première partie sont décrites les compétences que la pratique de la démarche expérimentale permet de développer. Ces compétences et les capacités associées seront exercées et mises en œuvre dans des situations variées tout au long des deux années en s'appuyant sur les domaines étudiés décrits dans la deuxième partie du programme. Leur acquisition doit donc faire l'objet d'une programmation et d'un suivi dans la durée ;
- dans la deuxième partie sont décrites les connaissances et capacités qui sont organisées en deux colonnes : à la première colonne « notions et contenus » correspond une ou plusieurs « capacités exigibles » de la deuxième colonne. Celle-ci met ainsi en valeur les éléments clés constituant le socle de connaissances et de capacités dont l'assimilation par tous les étudiants est requise.

Le programme indique les objectifs de formation à atteindre pour tous les étudiants. Il ne représente en aucun cas une progression imposée. Le professeur doit organiser son enseignement en respectant quatre grands principes directeurs :

- la mise en activité des élèves : l'acquisition des connaissances et des capacités sera d'autant plus efficace que les étudiants auront effectivement mis en œuvre ces capacités. La démarche expérimentale et l'approche documentaire permettent cette mise en activité. Le professeur peut mettre en œuvre d'autres activités allant dans le même sens ;
- la mise en contexte des connaissances et des capacités : le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et concepts, se déploiera à partir d'objets technologiques, de procédés simples ou complexes, relevant du domaine professionnel de la section. Pour dispenser son enseignement, le professeur s'appuie sur la pratique professionnelle ;
- une adaptation aux besoins des étudiants : un certain nombre des capacités exigibles du programme relèvent des programmes de lycées et sont donc déjà maîtrisées par les étudiants. La progression doit donc tenir compte des acquis des étudiants ;
- une nécessaire mise en cohérence des différents enseignements scientifiques et technologiques : la progression en physique-chimie doit être articulée avec celles mises en œuvre dans les enseignements de mathématiques et de sciences et techniques industrielles.

Le professeur peut être amené à présenter des notions en relation avec des projets d'étudiants ou avec leurs stages, notions qui ne figurent pas explicitement au programme. Ces situations sont l'occasion pour les étudiants de mobiliser les capacités visées par la formation dans un contexte nouveau et d'en conforter la maîtrise. Les connaissances complémentaires ainsi acquises ne sont pas exigibles pour l'examen.

### La démarche expérimentale

Les activités expérimentales mises en œuvre dans le cadre d'une démarche scientifique mobilisent les compétences qui figurent dans le tableau ci-dessous. Des capacités associées sont explicitées afin de préciser les contours de chaque compétence : elles ne constituent pas une liste exhaustive et peuvent parfois relever de plusieurs domaines de compétences.

Les compétences doivent être acquises à l'issue de la formation en STS, le niveau d'exigence étant naturellement à mettre en perspective avec celui des autres composantes du programme de la filière concernée. Elles nécessitent d'être régulièrement mobilisées par les étudiants et sont évaluées en s'appuyant, par exemple, sur l'utilisation de grilles d'évaluation. Cela nécessite donc une programmation et un suivi dans la durée.

L'ordre de présentation de celles-ci ne préjuge pas d'un ordre de mobilisation de ces compétences lors d'une séance ou d'une séquence.

Compétence	Capacités (liste non exhaustive)
<b>S'approprier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre la problématique du travail à réaliser.</li> <li>- Adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information.</li> <li>- Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique.</li> <li>- Connaître le vocabulaire, les symboles et les unités mises en œuvre.</li> </ul>
<b>Analyser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choisir un protocole/dispositif expérimental.</li> <li>- Représenter ou compléter un schéma de dispositif expérimental.</li> <li>- Formuler une hypothèse.</li> <li>- Proposer une stratégie pour répondre à la problématique.</li> <li>- Mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire.</li> </ul>
<b>Réaliser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organiser le poste de travail.</li> <li>- Régler le matériel ou dispositif choisi ou mis à sa disposition.</li> <li>- Mettre en œuvre un protocole expérimental.</li> <li>- Effectuer des relevés expérimentaux.</li> <li>- Manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité.</li> <li>- Connaître le matériel, son fonctionnement et ses limites.</li> </ul>
<b>Valider</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Critiquer un résultat, un protocole ou une mesure.</li> <li>- Exploiter et interpréter des observations, des mesures.</li> <li>- Valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi, etc.</li> <li>- Utiliser les symboles et unités adéquats.</li> <li>- Analyser des résultats de façon critique.</li> </ul>
<b>Communiquer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés.</li> <li>- Présenter, formuler une conclusion.</li> <li>- Expliquer, représenter, argumenter, commenter.</li> </ul>
<b>Être autonome, faire preuve d'initiative</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaborer une démarche et faire des choix.</li> <li>- Organiser son travail.</li> <li>- Traiter les éventuels incidents rencontrés</li> </ul>

Concernant la compétence « **Communiquer** », la rédaction d'un compte rendu écrit constitue un objectif de la formation. Les activités expérimentales sont aussi l'occasion de travailler l'expression orale lors d'un point de situation ou d'une synthèse finale. Le but est de poursuivre la préparation des étudiants de STS à la présentation des travaux et projets qu'ils auront à conduire et à exposer au cours de leur formation et, plus généralement, dans le cadre de leur métier. L'utilisation d'un cahier de laboratoire, au sens large du terme en incluant par exemple le numérique, peut constituer un outil efficace d'apprentissage.

Concernant la compétence « **Être autonome, faire preuve d'initiative** », elle est par nature transversale et participe à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences. Le recours à des activités s'appuyant sur les questions ouvertes est particulièrement adapté pour former les élèves à l'autonomie et à l'initiative.

Pour pratiquer une démarche expérimentale autonome et raisonnée, les étudiants doivent posséder de solides connaissances et capacités dans le domaine des mesures et des incertitudes : celles-ci interviennent aussi bien en amont au moment de l'analyse du protocole, du choix des instruments de mesure, etc., qu'en aval lors de la validation et de l'analyse critique des résultats obtenus. Les notions explicitées ci-dessous sont celles abordées dans les programmes du cycle terminal des filières S, STI2D et STL du lycée. Les capacités exigibles doivent être maîtrisées par le technicien supérieur Systèmes photoniques.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Erreurs et notions associées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteur lié à l'opérateur, aux instruments, etc.).</li> </ul>
Incertitudes et notions associées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur.</li> <li>• Comparer le poids des différentes sources d'erreur.</li> <li>• Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie.</li> <li>• Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure.</li> <li>• Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.</li> </ul>
Expression et acceptabilité du résultat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture.</li> <li>• Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne, et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance.</li> <li>• Évaluer la précision relative.</li> <li>• Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné.</li> <li>• Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence.</li> <li>• Faire des propositions pour améliorer la démarche.</li> </ul>

<b>Optique géométrique : formation des images</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Lois de Descartes	<p>Décrire la propagation d'un faisceau lumineux dans un milieu homogène isotrope et transparent.</p> <p>Définir les phénomènes de réflexion (spéculaire) et de réfraction.</p> <p>Utiliser les lois de Descartes pour tracer les rayons réfractés et réfléchis par un dioptré plan.</p> <p>Identifier réfraction limite et réflexion totale.</p> <p>Déterminer expérimentalement l'indice de réfraction d'une espèce ou d'une substance chimique</p>
Objets et images	<p>Identifier, par rapport à un dispositif optique, un point objet et son point (ou sa tache) image, le sens de propagation étant indiqué.</p> <p>Distinguer stigmatisme rigoureux, approché et apparent.</p> <p>Préciser la nature réelle ou virtuelle d'un point objet ou image.</p> <p>Distinguer un objet ponctuel d'un objet étendu.</p> <p>Utiliser le principe du retour inverse de la lumière.</p> <p>Citer des surfaces dioptriques et réfléchissantes rigoureusement stigmatiques.</p> <p>Définir l'aplanétisme. Citer la relation d'Abbe.</p> <p>Utiliser un logiciel de simulation pour déterminer la position de l'image d'un point objet par un système optique.</p> <p>Citer les conditions de Gauss.</p> <p>Préciser sur un schéma les objets et images conjugués.</p>
Image par réfraction : dioptré plan, prisme, dioptré sphérique.	<p>Exploiter les relations de conjugaison pour un dioptré plan et une lame à faces parallèles.</p> <p>Déterminer graphiquement l'image paraxiale d'un point objet.</p> <p>Interpréter le trajet d'un faisceau lumineux collimaté à travers un prisme.</p> <p>Mesurer l'angle de déviation minimale d'un rayon lumineux par un prisme.</p> <p>Valider les conditions d'émergence d'un faisceau lumineux à travers un prisme avec double réfraction.</p> <p>Évaluer l'intérêt de remplacer un miroir par un système de deux prismes à réflexion totale.</p> <p>Déterminer expérimentalement l'indice d'un prisme.</p> <p>Appliquer les relations de conjugaison pour un dioptré sphérique.</p> <p>Déterminer graphiquement l'image paraxiale d'un point objet.</p> <p>Utiliser le nombre d'Abbe.</p>

<b>Optique géométrique : formation des images</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Image par réflexion	<p>Déterminer la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet plan donnée par un miroir plan.</p> <p>Interpréter le déplacement de l'image lors d'une translation ou d'une rotation de miroir plan.</p> <p>Distinguer un miroir concave d'un miroir convexe.</p> <p>Définir le champ des miroirs plans, concaves et convexes. Exploiter les relations de conjugaison pour un miroir sphérique.</p> <p>Déterminer graphiquement l'image paraxiale d'un point objet.</p> <p>Utiliser les relations de conjugaison, grandissement transversal et les foyers.</p>
Systèmes centrés	<p>Définir un système centré.</p> <p>Utiliser les éléments cardinaux (foyers principaux, plans principaux, points nodaux, plans anti-principaux, distances focales).</p> <p>Déterminer par une construction graphique la position et la taille d'un objet.</p> <p>Utiliser les formules de conjugaison et de grandissement transversal, celles-ci étant fournies.</p> <p>Choisir dans un contexte donné la formulation (avec origines aux plans principaux ou origine aux foyers principaux) la plus adaptée.</p> <p>Définir le nombre d'ouverture.</p>
Lentilles minces	<p>Définir une lentille mince comme un système centré dont les plans principaux sont confondus.</p> <p>Sélectionner une ou plusieurs lentilles en fonction de contraintes expérimentales.</p> <p>Estimer expérimentalement une distance focale.</p>
Associations de deux lentilles minces idéales	<p>Caractériser les trois cas courants d'associations de deux lentilles convergentes.</p> <p>Identifier un vignettage. Choisir un verre de champ.</p> <p>Connaitre l'intérêt de l'association d'une lentille convergente et d'une lentille divergente dans les cas d'un système afocal et d'un téléobjectif (applications en optique instrumentale et photonique).</p>
Focométrie	<p>Déterminer expérimentalement les éléments cardinaux d'un système optique centré mince ou épais.</p> <p>Mettre en œuvre une mesure de longueur par déplacement d'un viseur entre deux positions.</p> <p>Utiliser un viseur à frontale fixe, une lunette auto-collimatrice.</p>

<b>Optique géométrique : formation des images</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Aberrations des systèmes optiques	<p>Définir les aberrations comme une déviation des rayons réels par rapport à une trajectoire idéale.</p> <p>Distinguer rayon principal, paraxial et marginal.</p> <p>Distinguer expérimentalement et/ou à l'aide d'un logiciel de simulation les aberrations géométriques (aberration sphérique, coma, astigmatisme, courbure de champ, distorsion) des aberrations chromatiques (axiale, transversale).</p>
Généralités sur les appareils d'optique	<p>Citer les performances de l'œil emmétrope.</p> <p>Citer quelques appareils d'optique et leurs applications.</p> <p>Distinguer les appareils subjectifs des appareils objectifs.</p> <p>Définir le grandissement d'un système objectif.</p> <p>Définir le grossissement et définir la puissance d'un système subjectif.</p> <p>Distinguer grossissement et grossissement commercial.</p> <p>Distinguer puissance et puissance intrinsèque.</p> <p>Savoir que le pouvoir de résolution (ou pouvoir séparateur) est inversement proportionnel à la limite de résolution.</p> <p>Connaître la fonction de transfert modulée (FTM) et définir la fréquence de coupure.</p> <p>Définir le champ en profondeur.</p> <p>Décrire l'utilité de la clarté d'un appareil d'optique.</p> <p>Réaliser un modèle expérimental d'un appareil d'optique simple.</p> <p>Déterminer les caractéristiques des champs d'un appareil dans un espace optique donné.</p> <p>Distinguer les différents espaces, déterminer les diaphragmes, les lucarnes et les pupilles.</p> <p>Décrire la profondeur axiale de champ.</p> <p>Déterminer sur des montages simples les champs d'un instrument.</p> <p>Définir qualitativement la limite de résolution (ou de séparation) d'un appareil d'optique formateur d'image.</p> <p>Utiliser les indications portées par un appareil d'optique.</p> <p>Représenter schématiquement la modélisation d'un appareil d'optique.</p>

Applications métiers : la présentation des différents concepts ne sera faite qu'en prenant appui sur des appareils d'optique.

<b>Optique ondulatoire : propagation libre d'une onde</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Analyse spectrale	Réaliser l'analyse spectrale d'un signal. Citer quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustique et électromagnétique.
Structure et propriétés des ondes électromagnétiques	Citer les grandeurs vibratoires et énoncer la structure d'une onde électromagnétique (OEM). Citer la valeur de la célérité d'une OEM dans le vide. Placer sur une échelle de longueurs d'onde ou de fréquences, les principales catégories d'OEM (ondes pour les transmissions radio ou TV, micro-ondes, IR, visible, UV, RX, R $\gamma$ ). Connaître les limites en fréquence et en longueur d'onde des domaines de l'IR, du visible et de l'UV. Citer l'existence du domaine THz encore appelé infrarouge étendu.
Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle linéaire non dispersive. Célérité, retard temporel.	Écrire les signaux sous la forme $f(x-ct)$ ou $g(x+ct)$ . Écrire les signaux sous la forme $f(t-x/c)$ ou $g(t+x/c)$ . Prévoir dans le cas d'une onde progressive l'évolution temporelle à position fixée.
Onde progressive sinusoïdale : déphasage, double périodicité spatiale et temporelle.	Appliquer la relation entre la célérité, la longueur d'onde et la fréquence d'une onde progressive sinusoïdale. Caractériser une onde plane et une onde sphérique dans un milieu tridimensionnel isotrope (surface d'onde, vecteur d'onde). Définir une surface d'onde. Associer à une onde, l'expression d'un vecteur d'onde. Exprimer l'amplitude d'oscillation en un point au cours du temps. Utiliser la notation complexe de l'amplitude d'oscillation en un point au cours du temps.
Onde lumineuse	Citer la propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène. Déterminer un chemin optique dans le cas d'un milieu homogène. Définir l'indice de réfraction par la relation $c_{\text{milieu}} = c_{\text{vide}} / n_{\text{milieu}}$ .
Propagation dans un milieu dispersif.	Identifier un milieu dispersif. Déterminer la constringence et le pouvoir dispersif d'un milieu à partir de leur expression.
Effet Doppler	Utiliser le décalage en fréquence d'une onde émise par une source en mouvement à la vitesse de la source.

<b>Optique ondulatoire : optique guidée</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Propagations libre et guidée.	Distinguer propagation libre et propagation guidée d'une onde électromagnétique (OEM).
Fibre optique : généralités	Définir le cône d'acceptance et l'ouverture numérique d'une fibre optique. Déterminer expérimentalement l'ouverture numérique d'une fibre optique. Associer existence de modes et possibilités de propagation. Différencier dispersion chromatique et dispersion modale. Distinguer fibre monomode et multi-mode. Citer des applications des fibres optiques. Réaliser l'injection dans une fibre.
Fibre optique à saut d'indice	Décrire le principe d'une fibre optique à saut d'indice. Citer un exemple de constitution de fibre à saut d'indice. Déterminer la dispersion modale dans une telle fibre.
Fibre optique à gradient d'indice	Citer la constitution d'une fibre à gradient d'indice. Décrire la propagation de la lumière dans une telle fibre.
Liaison par fibre optique	Décrire l'élargissement d'une impulsion lors de sa propagation dans une fibre optique. Définir, exprimer et calculer l'atténuation linéique. Citer les pertes par courbure, locales, et les pertes aux connecteurs. Exprimer les pertes en dB et les puissances en dBm. Effectuer un bilan des pertes dans une liaison à fibres optiques. Mesurer des pertes par rétrodiffusion. Déterminer le débit d'informations et la bande passante d'une liaison par fibres optiques.
Cristaux photoniques	Justifier leur nom. Citer des applications de fibres optiques à cristaux photoniques.
Réseaux de Bragg	Citer l'intérêt de l'utilisation d'un réseau de Bragg.

Applications métiers : les fibres optiques seront présentées au travers de leurs applications (télécommunications, transport de puissance, capteurs, etc.). Leurs différents types, ainsi que les cristaux photoniques, seront présentés par la nécessité de corriger certains défauts ; et les pertes par la nécessité de connaître la puissance en sortie.

## Optique ondulatoire : interférences lumineuses

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Interférences lumineuses</p> <p>Cohérence temporelle, spatiale et de polarisation.</p> <p>Dispositif à division du front d'onde et d'amplitude.</p> <p>Contraste, facteur de visibilité.</p>	<p>Définir des interférences lumineuses.</p> <p>Écrire la formule des interférences, en explicitant la différence de marche et le déphasage.</p> <p>Préciser les conditions de cohérence nécessaires à l'obtention d'interférences (temporelle, spatiale, et de polarisation).</p> <p>Interpréter l'obtention ou la non obtention d'interférences.</p> <p>Différencier dispositif à séparation du front d'onde et dispositif à division d'amplitude.</p> <p>Identifier et localiser les sources secondaires de façon à pouvoir calculer une différence de marche au point d'observation.</p> <p>Relier le contraste ou le facteur de visibilité des franges à la cohérence spatiale dans le cas des fentes ou trous d'Young.</p> <p>Déterminer expérimentalement un facteur de visibilité.</p> <p>Relier une différence de marche à un déphasage.</p> <p>En lumière monochromatique et pour un dispositif donné:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- représenter sur un schéma les rayons qui interfèrent par transmission ou par réflexion,</li> <li>- préciser le lieu où les interférences sont localisées et expliciter la différence de marche,</li> <li>- indiquer la forme des franges d'interférences.</li> </ul> <p>Mettre en œuvre un montage expérimental permettant d'obtenir des interférences lumineuses.</p> <p>Mesurer un interfrange par usage d'un capteur CCD ou à l'aide d'une lunette.</p> <p>Relier le défilement d'un nombre de franges à une différence de chemin optique.</p> <p>Déterminer un écart de longueur d'onde ou un indice de réfraction par une méthode interférométrique.</p> <p>Interpréter un interférogramme en lumière polychromatique.</p>
<p>Interféromètre de Mach-Zehnder</p>	<p>Reconnaître sur un dispositif expérimental un montage interférométrique dit de Mach-Zehnder.</p>
<p>Interféromètre de Michelson</p>	<p>Régler l'orientation des miroirs ainsi que la différence de marche de façon à obtenir des interférences en lame d'air et en coin d'air en lumière monochromatique, avec un doublet et en lumière blanche.</p> <p>Interpréter le spectre cannelé obtenu en lumière blanche.</p> <p>Mettre en œuvre un interféromètre de Michelson.</p> <p>Reconnaître sur un dispositif expérimental un montage interférométrique dit de Michelson.</p>

<b>Optique ondulatoire : interférences lumineuses</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Interféromètre de Fabry-Pérot	Définir finesse, intervalle spectral libre et pouvoir de résolution. Interpréter la figure d'interférences à partir de l'expression de l'intensité. Mettre en œuvre un interféromètre de Fabry-Pérot.
Filtre interférentiel	Choisir un filtre interférentiel. Prévoir l'influence de l'angle d'incidence sur la fréquence centrale d'un filtre interférentiel.
Onde stationnaire.	Associer la présence d'ondes stationnaires à un phénomène de réflexion dans un milieu. Caractériser une onde stationnaire par l'existence de nœuds et de ventres. Savoir que l'amplitude des ventres est maximale si $L = k \lambda/2$ , $k \in \mathbb{N}$ . Localiser la position des ventres et de nœuds à partir de l'expression d'une onde stationnaire dans un cas unidimensionnel.
Dépôt de couches minces	Décrire le principe et l'intérêt physique d'un traitement antireflet monocouche. Déterminer, dans le cas de l'égalité des deux facteurs de réflexion sur chacun des dioptrés, l'expression de l'indice de la couche antireflet. Établir l'expression de l'épaisseur minimale d'une couche antireflet.
Interférométrie de speckle	Décrire l'origine du grain de speckle. Citer les facteurs influençant le speckle. Distinguer grain objectif et grain subjectif. Mettre en œuvre un dispositif permettant de mesurer des déformations par analyse de l'évolution du speckle.
Holographie	Décrire le principe de l'enregistrement et de la restitution d'un hologramme. Citer les différents types d'hologrammes. Citer des applications courantes.

Applications métiers : les différentes techniques et appareils, ainsi que la nécessité de travailler en lumière monochromatique ou polychromatique, seront amenés à travers leurs applications (mesure d'indice de gaz, caractérisation de surface, mesure de déplacement, analyse spectrale, etc.).

<b>Optique ondulatoire : diffraction, réseau</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Phénomène de diffraction	Identifier l'élément diffractant pour une observation donnée.
Diffraction de Fraunhofer par une ouverture circulaire ou une fente	<p>Associer diffraction de Fraunhofer et formation des images dans un instrument d'optique.</p> <p>Décrire l'allure de la courbe représentant l'évolution de l'éclairement diffracté.</p> <p>Utiliser l'expression du rayon angulaire de la tâche d'Airy dans le cas du calcul d'une limite de résolution instrumentale.</p> <p>Interpréter qualitativement et quantitativement l'allure de la courbe représentant l'évolution de l'intensité diffractée par une fente fine.</p> <p>Relever expérimentalement l'éclairement de la figure de diffraction d'une fente ou d'une pupille circulaire à l'aide d'un capteur adapté.</p>
Réseaux de diffraction	<p>Décrire la figure de diffraction d'un réseau comme une figure d'interférence à N-ondes modulée par la figure de diffraction d'une fente.</p> <p>Déterminer la différence de marche entre deux rayons diffractés consécutifs ; en déduire la différence de phase.</p> <p>Appliquer la formule générale des réseaux avec une convention de signe précisée.</p> <p>Déterminer les ordres diffractés par un réseau.</p> <p>Choisir un réseau.</p> <p>Choisir la longueur d'onde de blaze, l'angle de blaze, ainsi que l'ordre principal de diffraction pour une application donnée.</p> <p>Citer l'intérêt des réseaux apodisés.</p>
Optique diffractive	<p>Citer l'existence d'objets de phase qui agissent par interférences et diffraction pour produire certaines distributions de lumière.</p> <p>Citer des matériaux utilisés dans la constitution des composants d'optique diffractive.</p>
Strioscopie	<p>Connaître le plan de Fourier.</p> <p>Mettre en œuvre expérimentalement un filtrage optique dans ce plan.</p>

Applications métiers : la diffraction sera abordée à travers ses applications (granulométrie, spectroscopie, filtrage optique, etc.).

<b>Optique ondulatoire : polarisation</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
État de polarisation – Polariseur et analyseur rectilignes	Distinguer des polarisations rectiligne, circulaire et elliptique. Décrire le fonctionnement d'un polariseur par dichroïsme. Citer que la lumière naturelle est une onde électromagnétique (OEM) non polarisée.
Production d'une lumière polarisée.	Définir un polariseur. Choisir un type de polariseur suivant l'application visée. Appliquer la loi de Malus. Exploiter les coefficients de Fresnel afin de prévoir pour une OEM plane, une polarisation totale ou partielle de la lumière après une réflexion ou une transmission. Repérer rapidement l'axe d'un polariseur à l'aide de l'incidence dite de « Brewster ». Produire une polarisation rectiligne de direction donnée. Produire une polarisation circulaire gauche ou circulaire droite.
Détermination d'un état de polarisation.	Identifier une lumière polarisée de façon rectiligne, circulaire ou elliptique.
Lames biréfringentes	Décrire le phénomène de double réfraction. Identifier les rayons ordinaire et extraordinaire sur une construction où figurent l'axe optique et la polarisation des rayons. Déterminer la polarisation d'un rayon réfracté sachant s'il est ordinaire ou extraordinaire. Définir les lignes neutres. Déterminer les lignes neutres d'une lame biréfringente entre polariseurs croisés. Mettre en œuvre une lame biréfringente quart-d'onde, demi-onde ou onde.
Manipulation de lumière polarisée	Faire tourner une polarisation rectiligne. Transformer une polarisation rectiligne en polarisation circulaire et inversement. Décrire la biréfringence circulaire. Décrire l'effet Faraday. Décrire le principe de fonctionnement d'un isolateur optique à effet Faraday. Décrire l'effet Pockels. Étalonner un modulateur électro-optique à effet Pockels. Déterminer la tension nécessaire à l'obtention d'un effet donné.

<b>Optique ondulatoire : polarisation</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
	Utiliser un modulateur électro-optique à effet Pockels afin de réaliser une modulation de phase ou d'amplitude. Décrire l'effet photo élastique.
Introduction à l'ellipsométrie	Citer le principe d'une mesure ellipsométrique.
Utilisation d'interférences en lumière polarisée	Décrire le principe des interférences en lumière polarisée (rôle des polariseurs). Déterminer l'intensité résultante en fonction de la différence de phase et de l'orientation des polariseurs (parallèles ou croisés).
Cristaux liquides	Décrire la structure des cristaux liquides et leurs propriétés optiques Citer des applications des cristaux liquides.

Applications métiers : la polarisation pourra être présentée par la nécessité de la contrôler (conditions d'interférences, isolateurs optiques, etc.) et par ses applications dans la modulation d'intensité d'un faisceau, les afficheurs à cristaux liquides et autres dispositifs.

<b>Interaction photon-matière</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Structure de la matière	Connaître la constitution d'un atome et d'un ion monoatomique. Utiliser le symbole ${}^A_ZX$ . Expliciter le symbole d'un ion monoatomique. Associer une structure de bande à un matériau en phase condensée : solide, liquide ou vitreux. Identifier matrice et impuretés. Citer les trois états de la matière.
Interaction photon-atome ou ion monoatomique	Connaître que les niveaux d'énergie du nuage électronique d'un atome ou d'un ion à l'état gazeux sont quantifiés. Associer l'absorption ou l'émission d'un photon à une transition permise entre deux niveaux d'énergie électronique. Associer durée de vie et largeur homogène de raie d'émission. Décrire émission spontanée et émission stimulée. Appliquer les relations $\lambda = c / \nu$ et $\Delta E = h \cdot \nu$ pour exploiter le diagramme d'énergie du système étudié. Associer à l'énergie d'un photon, un domaine de rayonnement (X, UV, Visible, THz, IR).

<b>Interaction photon-matière</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Interaction photon-molécule	<p>Connaître que les niveaux d'énergie du nuage électronique d'une molécule sont quantifiés.</p> <p>Connaître qu'un niveau d'énergie électronique comporte des niveaux d'énergie vibrationnels.</p> <p>Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu.</p> <p>Distinguer relaxation vibrationnelle, fluorescence et phosphorescence du point de vue des durées de vie.</p> <p>Distinguer diffusion élastique et diffusion inélastique ou Raman.</p> <p>Différencier extinction, absorption et diffusion.</p>
Interaction photon semi-conducteur	<p>Connaître que dans un semi-conducteur les bandes de valence et de conduction sont séparées par un écart d'énergie appelé gap.</p> <p>Citer des ordres de grandeur de gap.</p> <p>Décrire le principe d'un dopage N et d'un dopage P.</p> <p>Exprimer un gap en joules ou en électronvolts.</p> <p>Associer la création d'une paire électron-trou à l'absorption d'un photon d'énergie supérieure au gap.</p> <p>Associer l'émission d'un photon d'énergie égale au gap d'un semi-conducteur direct à la recombinaison d'une paire électron-trou.</p>
Spectroscopie	<p>Décrire le principe d'un spectromètre.</p> <p>Déterminer la fonction d'appareil d'un spectroscopie.</p> <p>Utiliser un monochromateur.</p>
Spectrophotométrie	<p>Décrire le principe d'un spectrophotomètre.</p> <p>Utiliser la loi de Beer-Lambert.</p>
Domaines d'application et techniques employées	<p>Citer le principe et quelques applications de la spectroscopie IR.</p> <p>Citer le principe et quelques applications de la spectroscopie UV-Visible.</p> <p>Citer le principe et quelques applications de la spectrométrie d'absorption de rayons X.</p> <p>Citer le principe et quelques applications de la spectrométrie de fluorescence X.</p>
Optique non-linéaire	<p>Distinguer réponse linéaire et non linéaire d'un matériau soumis à un rayonnement optique.</p> <p>Citer les conditions dans lesquelles un effet non-linéaire d'ordre 2 est susceptible d'être produit.</p> <p>Décrire à l'aide d'un diagramme de niveaux d'énergie un doublage, une somme ou une différence de fréquences.</p> <p>Interpréter ce diagramme en termes d'absorption et d'émission de photons.</p>

<b>Interaction photon-matière</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
	Traduire ce diagramme en termes de conservation de l'énergie. Décrire la condition d'accord de phase comme la propagation à la même vitesse de phase des ondes fondamentale et harmonique au sein du milieu.
Transfert thermique par rayonnement absorbé.	Définir la capacité thermique massique d'un corps. Utiliser la diffusivité d'un corps. Définir la conductivité thermique d'un corps. Établir en régime permanent un bilan d'énergie sur un système fermé Définir la chaleur latente de changement d'état d'un corps. Évaluer une augmentation de température ou prévoir un changement d'état en utilisant un modèle simple.

Applications métiers : les spécificités des sources selon leur mode d'émission et leurs applications seront mises en évidence, ainsi que l'utilisation de l'absorption en analyse physique pour la chimie et les différentes techniques de spectroscopie. Le doublage de fréquence des lasers YAG et les amplificateurs optiques pourront être utilisés pour introduire les effets non linéaires.

<b>Optique énergétique : radiométrie et photométrie</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Radiométrie et photométrie.	Exprimer une fréquence du rayonnement EM visible en THz= $10^{12}$ Hz. Distinguer radiométrie, photométrie visuelle, photométrie lumineuse et photométrie énergétique. Citer les longueurs d'onde de sensibilité maximale pour l'œil d'un observateur.
Flux Flux énergétique (Eng : radiant power (W)). Flux lumineux (Eng : luminous flux (lm)). Flux photonique ( $s^{-1}$ ) Évaluation de flux	Définir le flux, comme une puissance de rayonnement ou un débit d'énergie. Exprimer un flux à l'aide du système d'unité énergétique (Watt : W). Exprimer un flux à l'aide du système d'unité lumineux (lumen : lm). Exprimer un flux à l'aide du système d'unité photonique ( $s^{-1}$ ). Déterminer expérimentalement le flux énergétique d'un faisceau laser. Dans le cas d'une radiation monochromatique, convertir un flux énergétique en flux photonique et inversement.
Angle solide	Définir l'angle solide sous lequel est vu un objet depuis un point d'observation.

<b>Optique énergétique : radiométrie et photométrie</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
	Utiliser une formule d'angle solide afin de déterminer un flux, un éclairement ou une intensité.
Intensité  Intensité énergétique (Eng : radiant intensity ( $W.sr^{-1}$ ))  Intensité lumineuse (Eng : luminous intensity (cd, $lm.sr^{-1}$ ))	Retrouver la signification physique de l'intensité lumineuse, par analyse dimensionnelle.
Étendue géométrique $G$  Étendue optique $n^2G$	Utiliser une formule d'étendue géométrique afin de déterminer un flux, un éclairement ou une intensité, les formules étant données.  Utiliser la conservation de l'étendue optique.
Luminance ou intensité spécifique  (Eng: radiance $W.sr^{-1}.m^{-2}$ , luminance $cd.m^{-2}$ )	Retrouver sa signification physique par analyse dimensionnelle ( $cd.m^{-2}$ , $W.sr^{-1}.m^{-2}$ ).  Appliquer la conservation de la luminance au cours de la propagation d'un rayonnement au sein d'un système optique sans perte.
Éclairement  (Eng: Irradiance $W.m^{-2}$ , illuminance lux)	Estimer un éclairement énergétique, toutes les formules étant données.  Déterminer expérimentalement un éclairement énergétique.
Excitation d'une source ( $W.m^{-2}$ , $s^{-1}.m^{-2}$ , $lm.m^{-2}$ )	Retrouver sa signification physique par analyse dimensionnelle.  Connaître qu'elle est parfois notée $M$ .
Quantité de lumière ou énergie transportée par un rayonnement (Eng: radiant energy (J, Nb de photons, $lm.s$ ))  Exposition ou fluence ( $J.m^{-2}$ , Nb de photons. $m^{-2}$ , Lux.s)	Retrouver sa signification physique par analyse dimensionnelle.  Savoir qu'une quantité de lumière s'exprime en J, Nb de photons, $lm.s$ .  Retrouver sa signification physique par analyse dimensionnelle.  Montrer que l'exposition dépend du flux énergétique et de la durée d'exposition.  Exploiter une norme pour déterminer une durée maximale d'exposition.

Applications métiers : les notions seront introduites en se basant sur des problématiques liées à la caractérisation des sources et à l'éclairage d'objets ou à la clarté d'appareils d'optique.

<b>Optique énergétique : sources lumineuses</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Rayonnement à spectre continu, à spectre discontinu	<p>Reconnaître, dans un dispositif, une source primaire monochromatique ou polychromatique et un objet diffusant (source secondaire).</p> <p>Distinguer les différents types de spectres d'émission.</p> <p>Proposer et mettre en oeuvre un protocole expérimental pour visualiser le spectre d'émission d'une source lumineuse.</p> <p>Illustrer expérimentalement l'anisotropie des sources lumineuses artificielles.</p> <p>Utiliser le rendement énergétique d'une source lumineuse.</p>
Rayonnement thermique Loi de Wien	<p>Reconnaître l'allure du spectre d'émission d'un corps noir (loi de Planck).</p> <p>Relier la couleur d'un corps et sa température de surface.</p> <p>Appliquer la loi de Wien pour calculer la température de surface d'une source.</p> <p>Expliquer le principe d'un pyromètre.</p> <p>Distinguer puissance lumineuse et puissance électrique d'une lampe.</p>
Rayonnement par luminescence  Diodes électroluminescentes  Diodes électroluminescentes organiques	<p>Citer différents modes d'excitation de la matière conduisant à une luminescence.</p> <p>Décrire le principe de fonctionnement d'une DEL</p> <p>Citer l'existence de DEL polychromatiques.</p> <p>Citer les avantages des DEL sur les lampes à incandescence : durée de vie, consommation d'énergie.</p> <p>Citer le principe de fonctionnement d'une OLED.</p>

Applications métiers : la présentation des différentes sources se fera à partir d'exemples de besoins d'éclairage concrets en mettant en évidence les caractéristiques nécessaires de la source.

<b>Optique énergétique : sources laser</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Milieu amplificateur et pompage optique	<p>Décrire l'obtention et le rôle de l'inversion de population.</p> <p>Citer plusieurs types de milieu amplificateur.</p> <p>Citer plusieurs types de pompage optique.</p> <p>Exploiter la courbe de gain du milieu amplificateur d'un laser.</p>
Cavité optique	<p>Discuter le rôle de l'insertion du milieu amplificateur dans une cavité ou un résonateur optique ouvert.</p> <p>Connaître qu'une cavité laser n'est pas forcément stable.</p> <p>Aligner une cavité laser linéaire à deux miroirs.</p> <p>Déterminer les longueurs d'onde résonantes d'une cavité optique.</p> <p>Définir et déterminer l'intervalle spectral libre d'une cavité optique.</p> <p>Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de séparer les modes longitudinaux d'un laser.</p> <p>Citer l'importance de la stabilité mécanique d'une cavité.</p>
Régimes de fonctionnement d'un laser	<p>Différencier les régimes de fonctionnement temporel des lasers.</p> <p>Définir les expressions monomode et multimode transverse.</p>
Faisceaux gaussiens	<p>Décrire un faisceau gaussien à l'aide du waist, du rayon du faisceau en un point de son axe, de la distance de Rayleigh, de la divergence.</p> <p>Caractériser expérimentalement un faisceau gaussien par sa distance de Rayleigh, sa divergence ainsi que la taille et la position de son waist.</p>
Transformation d'un faisceau gaussien	<p>Déterminer les positions du waist image conjugué à un waist objet situé au foyer objet de la lentille ou proche de la lentille (distance très petite devant la longueur de Rayleigh).</p> <p>Déterminer la position du waist image et/ou du grandissement du waist en fonction des caractéristiques du waist objet.</p>
Image d'un faisceau gaussien par un afocal	<p>Déterminer le rayon du waist et la divergence du faisceau image à partir des distances focales des lentilles composant le système afocal et des caractéristiques du faisceau incident.</p>
Filtrage spatial	<p>Décrire le principe de mise en œuvre d'un filtrage spatial.</p> <p>Choisir le diamètre d'un sténopé adapté pour une application donnée.</p>
Modulation acousto-optique d'un faisceau laser	<p>Décrire la constitution et le fonctionnement d'une cellule acousto-optique.</p> <p>Décrire le principe d'une cellule acousto-optique.</p> <p>Déterminer une déflexion à partir de la relation de Bragg et des caractéristiques de la cellule acousto-optique.</p> <p>Décrire le principe de leur utilisation en modulateur.</p>

<b>Optique énergétique : sources laser</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Sécurité laser	Mettre en œuvre un laser en respectant les conditions de sécurité. Citer les différentes classes de laser.

Applications métiers : l'étude de ces sources pourra se faire à partir de leurs caractéristiques constatées et des besoins de transformation du faisceau pour différentes applications.

<b>Optique énergétique: détecteurs de lumière</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Photorécepteurs	Proposer et réaliser un protocole expérimental pour étalonner un photorécepteur donné. Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un photorécepteur : efficacité énergétique, rendement quantique et sensibilité spectrale.
Détecteurs thermiques, détecteurs quantiques	Citer différents types de détecteurs thermiques ou quantiques. Comparer les caractéristiques de ces deux types de détecteurs. Citer les champs d'utilisation de détecteurs thermiques ou quantiques (temps de réponse et sensibilité spectrale). Évoquer bruit de photon, bruit de grenaille, bruit en 1/f et bruit blanc. Ajuster le temps d'exposition d'un capteur
Détecteurs d'image  Sensibilités spectrales des cellules photosensibles de l'œil	Décrire le principe de fonctionnement des capteurs CCD et CMOS. Mettre en œuvre un appareil de mesure utilisant un capteur CCD pour analyser un phénomène physique. Distinguer capteur refroidi et non-refroidi pour le domaine IR. Décrire les propriétés des cellules photosensibles de la rétine (cônes, bâtonnets). Décrire le principe de quelques techniques d'obtention d'images en couleur. Comparer la réponse spectrale d'un film photographique ou d'un capteur numérique à celle de l'œil.

Applications métiers : la présentation des différents capteurs se fera à partir d'exemples de besoins de détection concrets en mettant en évidence les caractéristiques nécessaires du capteur.

<b>Optique énergétique : colorimétrie</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Couleur des objets	<p>Décrire les rôles de chacun des deux types de cellules photosensibles de l'œil.</p> <p>Utiliser les courbes de sensibilité relative de l'œil en vision diurne (vision photopique) et en vision nocturne (vision scotopique).</p> <p>Citer des ordres de grandeur de luminance visuelle dans les domaines photopique et scotopique.</p> <p>Classifier la perception des couleurs en fonction de leurs paramètres physiques : teinte, luminosité et saturation.</p>
Synthèses additive et soustractive	<p>Interpréter la couleur d'un objet comme l'effet de l'interaction de la matière dont il est constitué avec la lumière incidente.</p> <p>Illustrer expérimentalement les synthèses additive (le principe RVB) et soustractive des couleurs.</p> <p>Appliquer les synthèses additive ou soustractive à la production d'images (écrans CRT et LCD, scanners, appareils photographiques numériques, encres, filtres colorés, etc.).</p>
Représentations graphiques	<p>Décrire les systèmes colorimétriques RGB et CIE XYZ.</p> <p>Décrire le principe d'un colorimètre industriel.</p>

Applications métiers : la notion de couleur et de sa quantification pourra être présentée à partir de spectres obtenus au spectrocromatimètre. Les synthèses additive et soustractive seront abordées au travers du besoin de restitution de couleur (affichage sur écran et impression).

<b>Nano-optique</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
Travail en salle blanche	Citer les différents niveaux de salles blanches.
Micro optique	<p>Décrire les acronymes et les différentes techniques utilisées ainsi que leurs limites (MEMS, MOEMS, etc.).</p> <p>Citer des applications de la micro-optique.</p>
Nanomatériaux	<p>Respecter les conditions de sécurité et de soins nécessaires à la manipulation de ces matériaux.</p> <p>Exploiter un document afin d'utiliser une microscopie à sonde locale de type STM et AFM dans la caractérisation de l'état de surface d'un échantillon.</p> <p>Donner le principe d'un dispositif de microscopie confocale.</p>
Plasmonique	Associer la résonance plasmon de surface à une exaltation localisée du champ électrique.

### **S13 : Culture générale et expression**

L'enseignement de la culture générale et expression se réfère aux dispositions de l'arrêté du 17 janvier 2005, JO du 28 janvier 2005 fixant les objectifs, contenus de l'enseignement et référentiel des capacités du domaine de la culture générale et expression pour le brevet de technicien supérieur.

### **S14 : Langue vivante étrangère I – Anglais**

L'enseignement des langues vivantes dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 22 juillet 2008 (BOESR n° 32 du 28 août 2008) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine des langues vivantes pour le brevet de technicien supérieur.

## S15 : Mathématiques

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs Systèmes photoniques se réfère aux dispositions figurant aux annexes I et II de l'arrêté du 4-6-13

Ces dispositions sont précisées pour ce BTS de la façon suivante :

### 1. Lignes directrices

*Objectifs spécifiques à la section*

L'étude des signaux, numériques ou analogiques, constitue un des objectifs essentiels de la formation des techniciens supérieurs Systèmes photoniques. Cette étude porte à la fois sur des problèmes de description (analyse et synthèse), d'évolution et de commande. Selon que l'on s'intéresse aux aspects continus ou discrets, l'état de tels systèmes est décrit mathématiquement par des fonctions ou des suites, qu'il s'agit alors de représenter de façon pertinente à l'aide de codages, de méthodes géométriques, ou de transformations permettant d'étudier la dualité entre les valeurs prises aux différents instants et la répartition du spectre. Enfin, il est largement fait appel aux ressources de l'informatique.

*Organisation des contenus*

C'est en fonction de ces objectifs que l'enseignement des mathématiques est conçu ; il peut s'organiser autour de *trois pôles* :

- une étude des *fonctions*, mettant en valeur l'interprétation des opérations en termes de signaux (sommes, produits, dérivation, intégration, translation du temps, changement d'échelle, etc.) et les *relations avec l'étude des suites*. La maîtrise des *fonctions usuelles* s'insère dans ce contexte et on a fait place aussi bien aux fonctions exponentielles réelles ou complexes qu'aux fonctions représentant des signaux moins réguliers : échelon unité, créneaux, dents de scie ;
- l'analyse et la synthèse spectrale des fonctions périodiques (séries de Fourier) ou non périodiques (transformation de Laplace) occupent une place importante. On a aussi voulu marquer l'importance des *équations différentielles*, en relation avec les problèmes d'évolution et de commande.

Une initiation au *calcul des probabilités*, centrée sur la description des lois fondamentales, permet de saisir l'importance des phénomènes aléatoires dans les sciences et techniques industrielles ;

- une valorisation des *aspects numériques et graphiques* pour l'ensemble du programme, une initiation à quelques méthodes élémentaires de l'analyse numérique et l'utilisation à cet effet des *moyens informatiques* appropriés : calculatrice programmable à écran graphique, ordinateur muni d'un tableur, de logiciels de calcul formel, de géométrie ou d'application (modélisation, simulation, etc.). On initiera les étudiants à la recherche et à la mise en forme des algorithmes signalés dans le programme, mais aucune connaissance théorique sur ces algorithmes n'est exigible des élèves.

### 2. Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Suites numériques	Nombres complexes
Calcul intégral	Séries de Fourier
Équations différentielles	Statistique descriptive
Transformation de Laplace	Calcul matriciel
Fonctions d'une variable réelle	Probabilités 1
Fonctions d'une variable réelle et modélisation du signal	

# **Annexe II**

## **Modalités de certification**

### **Annexe II.a**

Unités constitutives du diplôme

### **Annexe II.b**

Conditions d'obtention de dispenses d'unité

### **Annexe II.c**

Règlement d'examen

### **Annexe II.d**

Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation

## **Annexe II.a**

### **Unités constitutives du diplôme**

La définition des unités constitutives du diplôme a pour but de préciser, pour chacune d'elles, quels compétences et savoirs professionnels sont concernés et dans quel contexte. Il s'agit à la fois :

- de permettre la mise en correspondance des activités professionnelles et des unités dans le cadre de la validation des acquis de l'expérience,
- d'établir la liaison entre les unités, correspondant aux épreuves, et le référentiel d'activités professionnelles, afin de préciser le cadre de l'évaluation.

Le tableau ci-après met en relation les compétences à valider avec les unités.

	<b>Compétences</b>	<b>U42</b>	<b>U5</b>	<b>U61</b>	<b>U62</b>
C1.1	<b>Analyser un cahier des charges</b>				x
C1.2	<b>Définir l'architecture fonctionnelle d'un système</b>				x
C1.3	<b>Proposer des solutions techniques</b>	x			
C1.4	<b>Élaborer les documents de conception</b>				x
C1.5	<b>Simuler et valider les solutions techniques</b>		x		
C1.6	<b>Estimer les coûts, le rapport coût/performance</b>				x
C2.1	<b>Assembler des composants</b>				x
C2.2	<b>Intégrer les sous-ensembles</b>				x
C2.3	<b>Régler le système</b>		x		
C2.4	<b>Choisir les procédés de production</b>				x
C2.5	<b>Mettre en œuvre les procédés de production</b>				x
C2.6	<b>Renseigner des documents de production</b>				x
C3.1	<b>Mettre en œuvre un système optique</b>		x		
C3.2	<b>Valider un système</b>		x		
C3.3	<b>Élaborer des documents de mise en œuvre</b>				x
C4.1	<b>Définir une maintenance corrective</b>			x	
C4.2	<b>Définir une maintenance préventive</b>			x	
C4.3	<b>Assurer une maintenance</b>			x	
C5.1	<b>S'informer techniquement</b>				x
C5.2	<b>Exploiter des données techniques</b>	x			
C5.3	<b>Synthétiser des données techniques</b>	x			
C5.4	<b>Communiquer oralement et par écrit</b>			x	
C5.5	<b>Élaborer un document</b>			x	
C6.1	<b>Organiser la planification d'un projet</b>				x
C6.2	<b>Organiser une réunion de travail</b>				x

## **Annexe II.b**

### **Conditions d'obtention de dispenses d'unités**

## **U1. CULTURE GÉNÉRALE ET EXPRESSION**

Les candidats à l'examen d'une spécialité de brevet de technicien supérieur, titulaires d'un brevet de technicien supérieur d'une autre spécialité, d'un diplôme universitaire de technologie ou d'un diplôme national de niveau III ou supérieur sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité de "Culture générale et expression".

Les bénéficiaires de l'unité de "Français", "Expression française" ou de "Culture générale et expression" au titre d'une autre spécialité de BTS sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés des épreuves correspondant à l'unité U1 "Culture générale et expression".

## **U2. LANGUE VIVANTE : ANGLAIS**

L'unité U2 "Anglais" du brevet de technicien supérieur Systèmes photoniques et l'unité de "Langue vivante étrangère 1" des brevets de technicien supérieur du groupe 10 sont communes sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

Les bénéficiaires de l'unité "Langue vivante étrangère" au titre de l'une des spécialités susmentionnées sont, à leur demande, dispensés de l'unité U2 "Anglais", sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent faire acte de candidature à une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2 : "Anglais" ou de "Langue vivante étrangère 1" sous réserve, dans ce dernier cas, que les candidats aient choisi l'anglais.

D'autre part, les titulaires d'un diplôme national de niveau III ou supérieur, ayant été évalués en Anglais pour obtenir ce diplôme, sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2. : "Anglais" du brevet de technicien supérieur Systèmes photoniques.

## **U3. MATHÉMATIQUES**

L'unité U3 "Mathématiques" du brevet de technicien supérieur Systèmes photoniques et l'unité de Mathématiques des brevets de technicien supérieur du groupement A sont communes.

Les bénéficiaires de l'unité de Mathématiques au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent faire acte de candidature à une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés de subir l'unité de mathématiques.

D'autre part, les titulaires d'un diplôme national scientifique ou technologique de niveau III ou supérieur, ayant été évalués en mathématiques pour obtenir ce diplôme, sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U3 "Mathématiques" du brevet de technicien supérieur Systèmes photoniques.

## **Annexe II.c**

### **Règlement d'examen**

<b>BTS Systèmes photoniques</b>			<b>Scolaires</b> (établissements publics ou privés sous contrat) <b>Apprentis</b> (CFA ou sections d'apprentissage habilités)		<b>Formation professionnelle continue</b> (établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS) GRETA		<b>Scolaires</b> (établissements privés hors contrat) <b>Apprentis</b> (CFA ou sections d'apprentissage non habilités) <b>Formation professionnelle continue</b> (établissements privés et établissements publics non habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS) <b>Au titre de leur expérience professionnelle</b> <b>Enseignement à distance</b>	
<b>Nature des épreuves</b>	<b>Unité</b>	<b>Coef.</b>	<b>Forme</b>	<b>Durée</b>	<b>Forme</b>	<b>Durée</b>	<b>Forme</b>	<b>Durée</b>
<b>E1 Culture générale et expression</b>	U1	3	Ponctuelle écrite	4 h	CCF 2 situations d'évaluation		Ponctuelle écrite	4 h
<b>E2 Langue vivante : anglais</b>	U2	2	CCF 2 situations d'évaluation		CCF 2 situations d'évaluation		Ponctuelle orale	45 min
<b>E3 Mathématiques</b>	U3	3	CCF 2 situations d'évaluation		CCF 2 situations d'évaluation		Ponctuelle écrite	3 h
<b>E4 Étude d'un système optique</b>								
Sous-épreuve E41 : pré-étude et modélisation d'un système optique	U41	2	Ponctuelle écrite	2,5h	Ponctuelle écrite	2,5h	Ponctuelle écrite	2,5h
Sous-épreuve E42 : conception et industrialisation d'un système optique	U42	2	Ponctuelle écrite	3h	Ponctuelle écrite	3h	Ponctuelle écrite	3h
<b>E5 Analyse et mise en œuvre d'un système optique</b>	U5	4	CCF 2 situations d'évaluation		CCF 2 situations d'évaluation		Ponctuelle pratique	4 h
<b>E6 Épreuve professionnelle de synthèse</b>								
Sous-épreuve E61 : rapport d'activité en entreprise	U6.1	2	Ponctuelle orale	25 min	CCF 1 situation d'évaluation		Ponctuelle orale	25 min
Sous-épreuve E62 : projet technique	U6.2	6	Ponctuelle orale	50 min	CCF 4 situations d'évaluation		Ponctuelle orale	50 min
<b>Epreuve facultative</b>								
Langue vivante II	EF1		Ponctuelle orale	20 min + 20 min de préparation	orale	20 min <sup>(6)</sup>	Ponctuelle orale	20 min + 20 min de préparation

## **Annexe II.d**

### **Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation**

## **Épreuve E1 : Culture générale et expression**

*Coefficient 3 - Unité U1*

La définition de l'épreuve de culture générale et expression est donnée à l'annexe III de l'arrêté du 17 janvier 2005 paru au JO du 28 janvier 2005.

*NOR : MENS0402812A*

*RLR : 544-4a*

*Arrêté du 17 janvier 2005*

*JO du 28 janvier 2005*

## **Épreuve E2 : Anglais**

*Coefficient 2 - Unité U2*

La définition de l'épreuve d'anglais se réfère à la modification des arrêtés portant définition et fixant les conditions de délivrance de certaines spécialités de brevet de technicien supérieur.

*Arrêté du 22 juillet 2008 modifié par l'arrêté du 3 juin 2010.*

*B.O. n° 32 du 28 août 2008 et n° 28 du 15 juillet 2010.*

*J.O. du 8 août 2008 et du 25 juin 2010.*

# Épreuve E3 : Mathématiques

Coefficient 3 – Unité U3

## 1. Finalités et objectifs

L'épreuve de mathématiques a pour objectif d'évaluer :

- la solidité des connaissances et des compétences des étudiants et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées ;
- leurs capacités d'investigation ou de prise d'initiative, s'appuyant notamment sur l'utilisation de la calculatrice ou de logiciels ;
- leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée ;
- leurs qualités d'expression écrite et/ou orale.

## 2. Contenu de l'évaluation

L'évaluation est conçue comme un sondage probant sur des contenus et des capacités du programme de mathématiques. Les sujets portent principalement sur les domaines mathématiques les plus utiles pour résoudre un problème en liaison avec les disciplines technologiques ou les sciences physiques et chimiques appliquées. Lorsque la situation s'appuie sur d'autres disciplines, aucune connaissance relative à ces disciplines n'est exigible des candidats et toutes les indications utiles doivent être fournies.

## 3. Formes de l'évaluation

### 3.1. Contrôle en cours de formation (C/C/F)

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation. Chaque situation d'évaluation, d'une durée de quatre-vingt-dix minutes maximum, fait l'objet d'une note sur 10 points, coefficient 1.

Elle se déroule lorsque le candidat est considéré comme prêt à être évalué à partir des capacités du programme. Toutefois, la première situation doit être organisée avant la fin de la première année et la seconde avant la fin de la deuxième année.

Chaque situation d'évaluation comporte deux exercices avec des questions de difficulté progressive. Il s'agit d'évaluer les aptitudes à mobiliser les connaissances et compétences pour résoudre des problèmes, en particulier :

- rechercher, extraire et organiser l'information ;
- choisir et exécuter une méthode de résolution ;
- raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat ;
- présenter et communiquer un résultat ;
- utiliser un logiciel dans le cadre d'une démarche d'investigation.

L'un au moins des exercices de chaque situation comporte une ou deux questions dont la résolution nécessite l'utilisation de logiciels (implantés sur ordinateur ou calculatrice). La présentation de la résolution de la (les) question(s) utilisant les TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'éducation) se fait en présence de l'examineur. Ce type de question permet d'évaluer les capacités à illustrer, calculer, expérimenter, simuler, programmer, émettre des conjectures ou contrôler leur vraisemblance. Le candidat porte ensuite par écrit sur une fiche à compléter, les résultats obtenus, des observations ou des commentaires.

À l'issue de chaque situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constitue, pour chaque candidat, un dossier comprenant :

- la situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- la grille d'évaluation de la situation, dont le modèle est fourni en annexe ci-après, avec une proposition de note sur 10 points.

- **Première situation d'évaluation**

Elle permet l'évaluation, par sondage, des contenus et des capacités associés aux modules du programme de mathématiques étudié en première année.

- **Deuxième situation d'évaluation**

Elle permet l'évaluation, par sondage, des contenus et des capacités associés aux modules du programme de mathématiques étudié en seconde année. Les points relevant du programme de première année ne peuvent en aucun cas constituer le cœur des situations proposées en seconde année.

À l'issue de la seconde situation d'évaluation, l'équipe pédagogique adresse au jury la proposition de note sur 20 points, accompagnée des deux grilles d'évaluation. Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs aux situations d'évaluation, sont tenus à la disposition du jury et des autorités académiques jusqu'à la session suivante. Le jury peut en exiger la communication et, à la suite d'un examen approfondi, peut formuler toutes remarques et observations qu'il juge utiles pour arrêter la note.

### ***3.2.Épreuve ponctuelle***

Épreuve écrite d'une durée de trois heures. Les sujets comportent deux exercices de mathématiques. Ces exercices portent sur des parties différentes du programme et doivent rester proches de la réalité professionnelle. Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessives. L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est autorisée et définie par la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999 (BO n° 6 du 11/02/1999).

**Épreuve E4 : Étude d'un système optique**  
**Sous-épreuve E4.1 : Pré-étude et modélisation d'un système optique**  
*Coefficient 2 – Unité U4.1*

L'étude d'un produit ou d'un système s'appuie sur un support technique commun pour les deux épreuves E4.1 et E4.2.

### **1. Objectif**

Cette épreuve contribue à l'évaluation des compétences C1.1 : Analyser un cahier des charges, C1.3 : Proposer des solutions techniques, C1.4 : Élaborer les documents de conception, C5.1 : S'informer techniquement, C5.2 : Exploiter des données techniques et permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- identifier les phénomènes physiques mis en jeu ;
- mettre en œuvre des lois, principes et modèles de la physique et de la chimie pour la compréhension du fonctionnement du système ou du produit ;
- mener et justifier des calculs sur les grandeurs physiques ;
- interpréter des résultats, proposer une modélisation.

### **2. Contenu de l'épreuve**

Le support de l'épreuve, commun avec l'épreuve d'étude d'un système optique - conception et industrialisation d'un système, est un support technique pluritechnologique dans lequel le domaine de l'optique a une place prépondérante.

Le sujet proposé aborde la modélisation de tout ou partie du système étudié en respectant les capacités exigibles du référentiel de physique-chimie. Si le sujet s'intéresse à la correction ou l'amélioration du système, des questions sur ces thèmes peuvent être posées dans la partie physique-chimie. Le sujet proposé doit permettre la compréhension du système ou produit, mais aussi l'influence de son environnement.

Il pourra également être demandé aux candidats :

- de commenter et d'analyser des résultats d'expérimentation ou de simulation,
- d'exploiter des données extraites de notices ou de documents scientifiques ou techniques.

### **3. Formes de l'évaluation**

#### **3.1. Forme ponctuelle écrite d'une durée de 2,5h**

Cette épreuve est constituée de plusieurs parties pouvant être traitées indépendamment les unes des autres.

Cette épreuve sera corrigée par un professeur de physique-chimie.

**Épreuve E4 : Étude d'un système optique**  
**Sous-épreuve E4.2 : Conception et industrialisation d'un système optique**

*Coefficient 2 – Unité U4.2*

L'étude d'un produit ou d'un système s'appuie sur un support technique commun pour les deux épreuves E4.1 et E4.2.

### **1. Objectif**

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- analyser une solution structurelle ;
- justifier le choix de composants ou de sous-ensembles ;
- choisir des composants ;
- définir les interfaces ;
- proposer un processus de traitement des données ;
- proposer des réglages ou des configurations ;
- analyser un résultat de mesure ou de contrôle,
- valider une solution technologique.

### **2. Contenu de l'épreuve**

Le support de l'épreuve, commun avec l'épreuve d'étude d'un système optique – pré-étude et modélisation d'un système optique est un support technique pluritechnologique dans lequel le domaine de l'optique a une place prépondérante.

L'évaluation porte sur les compétences :

C1.3 : Proposer des solutions techniques

C5.2 : Exploiter des données techniques

C5-3 : Synthétiser des données techniques

### **3. Formes de l'évaluation**

#### **3.1. Forme ponctuelle écrite d'une durée de 3h**

Cette épreuve est constituée de plusieurs parties pouvant être traitées indépendamment les unes des autres.

Cette épreuve sera corrigée par des professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur dont le champ de compétences couvre les domaines de l'optique, de la mécanique, de l'électronique et du traitement de l'information.

# Épreuve E5 : Analyse et mise en œuvre d'un système optique

Coefficient 4 – Unité U5

## 1. Objectif

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- analyser un produit ou un système comportant une partie optique ;
- mettre en œuvre un produit ou un système comportant une partie optique ;
- identifier les phénomènes physiques mis en jeu ;
- utiliser des outils pour mener et justifier des calculs sur les grandeurs physiques ;
- assembler tout ou partie d'un système ;
- configurer et régler le système ;
- vérifier les performances du système.

## 2. Contenu de l'épreuve

Les supports de cette épreuve sont des produits ou des systèmes réels, éventuellement didactisés, comportant des éléments optiques. Leur analyse et leur mise en œuvre doivent permettre le réglage et le contrôle de la partie optique, mais aussi des interfaces et des éléments périphériques. La validation des performances du système doit être vue dans sa globalité.

L'évaluation porte sur les compétences :

C1.5 : Simuler et valider les solutions techniques

C2.3 : Régler le système

C3.1 : Mettre en œuvre un système optique

C3.2 : Valider un système

## 3. Formes de l'évaluation

### 3.1. Contrôle en cours de formation

L'évaluation se décompose en deux situations d'évaluation qui se situent avant la fin du premier semestre de la deuxième année.

Ces situations consistent à :

- mener une analyse fonctionnelle du système, identifier ses éléments et vérifier ses performances ;
- mettre en œuvre, régler et contrôler le fonctionnement du système.

### Organisation

Ces deux situations peuvent ou non s'enchaîner dans la même séance, mais des résultats intermédiaires ou la mise dans un état particulier du système doivent être faits avant chaque situation afin de ne pas pénaliser le candidat. La durée consacrée à chaque situation d'évaluation est de trois heures maximum soit un total de six heures maximum pour l'ensemble de l'épreuve.

### Modalités

L'étudiant sera confronté à un système ou sous-système présent dans le laboratoire et mis en œuvre au cours de la formation. Il a à sa disposition le dossier technique, des appareils de mesure et de contrôle ainsi que des logiciels dédiés.

L'évaluation est menée conjointement tout au long de l'épreuve par un professeur de physique-chimie, et des professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur ayant des compétences en optique, électronique et mécanique.

Durant cette épreuve, l'étudiant sera amené à :

- utiliser des logiciels de simulation, de conception assistée par ordinateur, de dessin assisté par ordinateur, d'acquisition de données et de présentation de résultats ;
- rédiger ou compléter un document explicitant les essais, les tests, les réglages, la nature des grandeurs à contrôler, les valeurs attendues avec les tolérances admises ;
- exploiter des données techniques.

#### **Première situation d'évaluation**

Cette première situation vise à évaluer la capacité de l'étudiant à :

- analyser le système ;
- participer à la validation par simulation ou expérimentation ;
- identifier le matériel de contrôle optique ;
- mettre en œuvre des procédures de tests ;
- appliquer les méthodes de mesure ;
- relever des résultats de mesure ;
- comparer les valeurs obtenues et évaluer les écarts avec les valeurs attendues ;
- contrôler les performances du système.

#### **Deuxième situation d'évaluation**

Cette deuxième situation vise à évaluer la capacité de l'étudiant à :

- assembler des éléments ;
- appliquer des méthodes d'installation dans le respect des normes de sécurité ;
- mettre en œuvre un système de mesurage des paramètres optique, mécanique, électronique ;
- mettre en œuvre un processus de mesure ou de validation ;
- régler les sous-ensembles et les composants ;
- mettre en œuvre une ou plusieurs opérations techniques permettant le bon fonctionnement du produit.

### **3.2. Forme ponctuelle pratique d'une durée de 4h**

La durée de l'épreuve est de quatre heures, pour celle-ci le candidat dispose d'un dossier de présentation d'un système ou d'un produit présent dans le laboratoire du centre d'examen. Ce dossier lui sera remis un mois avant le début de l'épreuve. Les exigences seront identiques à celles des situations d'évaluation du contrôle en cours de formation.

# Épreuve E6 : Épreuve professionnelle de synthèse

## Sous-épreuve E6.1 : Rapport d'activité en entreprise

### Coefficient 2 - Unité U6.1

#### 1. Objectif

Un stage obligatoire en milieu professionnel, d'une durée de six à dix semaines dont quatre semaines conseillées en deuxième année, est organisé pour le candidat au brevet de technicien supérieur Systèmes photoniques afin de compléter et d'améliorer sa perception du milieu industriel et des problématiques liées à l'exercice de l'emploi.

Les situations de travail en entreprise permettent de développer la plupart des compétences définies dans ce référentiel, mais certaines liées à la maintenance nécessitent obligatoirement cet environnement. En effet, dans l'objectif de sensibiliser l'étudiant à la prise en compte des contraintes environnementales et des risques professionnels, le stage sera plus précisément centré sur l'évaluation des compétences suivantes.

- C4.1 : Définir une maintenance corrective
- C4.2 : Définir une maintenance préventive
- C4.3 : Assurer une maintenance
- C5.4 : Communiquer oralement et par écrit
- C5.5 : Élaborer un document

#### 2. Mode d'évaluation

Le support technique de l'épreuve est constitué d'un rapport d'activité de trente pages maximum établi par le candidat lors du stage.

Pour l'évaluation, il sera tenu compte :

- du comportement lors du stage en entreprise ;
- de la capacité à communiquer avec un interlocuteur au cours des différentes activités ;
- de la rigueur, de la clarté du raisonnement et de la qualité de la rédaction du rapport d'activité en entreprise.

*Le rapport d'activité réalisé par le candidat est transmis selon une organisation mise en place par chaque regroupement interacadémique et à une date fixée dans la circulaire d'organisation de l'examen. Le contrôle de conformité du rapport est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l'interrogation. La constatation de non-conformité du rapport entraîne l'attribution de la mention «**non valide**» à l'épreuve correspondante. Le candidat, même présent à la date de l'épreuve, ne peut être interrogé. En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré.*

*En l'absence le jour de l'interrogation du rapport d'activités du candidat, le jury interroge néanmoins le candidat sur son stage.*

*L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le rapport réalisé par le candidat est déclaré non-conforme, la mention «**non valide**» est portée à l'épreuve.*

*La non-conformité du rapport réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :*

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat,
- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice.

## **2. 1 Épreuve ponctuelle orale**

### **Modalité :**

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à synthétiser ses observations sur l'entreprise et à interpréter le bilan de ses propres activités.

Les activités menées en entreprise et le rapport d'activité font l'objet d'une évaluation conformément à la fiche d'évaluation rédigée et mise à jour sous la responsabilité de l'inspection générale de l'éducation nationale, et jointe à la circulaire nationale transmise aux recteurs chaque année par l'académie pilote.

Le déroulement de la sous-épreuve consiste tout d'abord en un exposé de 15 minutes sur la connaissance de l'entreprise sur les plans de la technique industrielle, de l'organisation et de la gestion, puis sur la description des activités menées au sein de celle-ci. Pour quelques activités, après une présentation succincte du cahier des charges, le candidat décrit la démarche qui l'a conduit aux résultats attendus. Cette présentation sera suivie d'un entretien de 10 minutes avec la commission d'interrogation.

La commission d'interrogation est constituée d'un représentant de la profession et de deux professeurs de STI enseignant en section de technicien supérieur Systèmes photoniques.

L'absence du représentant de la profession ne peut invalider le fonctionnement de la commission lors de l'évaluation ponctuelle.

## **2.2 Contrôle en cours de formation**

*(Candidats en formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS)*

l'évaluation pour cette épreuve s'appuie sur les activités menées par l'étudiant en entreprise et sur sa capacité à synthétiser et restituer l'information.

À l'issue du stage, une situation d'évaluation est proposée conjointement par le tuteur et le professeur référent.

Pendant la situation d'évaluation, l'étudiant sera amené à :

- Présenter les domaines d'activité de l'entreprise, son environnement technico-économique, son organisation,
- expliquer la structure de l'entreprise, ses différents services, le suivi d'une affaire ou d'une production.

La situation d'évaluation comporte une phase de présentation d'une durée de 15 minutes maximum suivie d'un temps d'échange de 10 minutes maximum.

La note est construite à partir des mêmes critères indiqués dans la fiche d'évaluation de l'épreuve ponctuelle. La note est arrêtée par le tuteur et le professeur référent.

# Épreuve E6 : Épreuve professionnelle de synthèse

## Sous-épreuve E6.2 : Projet technique

*Coefficient 6 – Unité U6.2*

### 1. Objectif

Cette sous-épreuve est composée de deux parties qui permettent au travers d'un projet, la conception, la réalisation, la modification, ou l'amélioration d'un produit ou d'un système intégrant de l'optique.

L'évaluation porte sur les compétences suivantes :

- C1.1 : Analyser un cahier des charges
- C1.2 : Définir l'architecture fonctionnelle d'un système
- C1.4 : Élaborer les documents de conception
- C1.6 : Estimer les coûts, le rapport coût/performance
- C2.1 : Assembler les composants
- C2.2 : Intégrer les sous-ensembles
- C2.4 : Choisir les procédés de production
- C2.5 : Mettre en œuvre les procédés de production
- C2.6 : Renseigner des documents de production
- C3.3 : Élaborer des documents de mise en œuvre
- C5.1 : S'informer techniquement
- C6.1 : Organiser la planification d'un projet
- C6.2 : Organiser une réunion de travail

### 2. Mode d'évaluation

#### 2.1. Épreuve ponctuelle orale d'une durée de 50 minutes

##### 2.1.1. Candidats scolaires, apprentis et formation professionnelle continue

#### Première partie : conduite de projet

Lors des différentes phases du projet, les activités de conduite et de participation à la réalisation du projet font l'objet d'une appréciation portée par l'équipe pédagogique sur une fiche d'appréciation.

Cette appréciation se fait notamment dans le cadre des trois revues de projet conduites durant l'année.

#### Première revue de projet : appropriation du cahier des charges (C1.1, C1.2, C6.1, C6.2)

Cette revue de projet est d'une durée de 30 minutes maximum et de coefficient 0,5, décomposée en 15 minutes maximum de présentation par l'équipe d'étudiants et de 15 minutes maximum d'entretien avec l'équipe pédagogique composée de professeurs de SII ayant des compétences en optique, électronique et mécanique et d'un professeur d'anglais.

Cette revue de projet permet de vérifier l'aptitude des étudiants à :

- exprimer le besoin ;
- analyser le cahier des charges ;
- proposer une architecture fonctionnelle ;
- expliciter les fonctions ;
- proposer une planification du projet ;
- déterminer les tâches.

Chaque étudiant explicitera une des fonctions en anglais.

### **Deuxième revue de projet : conception du projet (C1.4, C1.6, C5.1)**

Cette revue de projet est d'une durée de 20 minutes maximum, de coefficient 1, décomposée en 10 minutes maximum de présentation individuelle et de 10 minutes maximum d'entretien avec l'équipe pédagogique composée de professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur ayant des compétences en optique, électronique et mécanique.

Cette revue de projet permet de vérifier l'aptitude des étudiants à :

- proposer des solutions techniques ;
- élaborer des documents de conception ;
- simuler des solutions ;
- choisir une solution technique ;
- prévoir les réglages ;
- évaluer les coûts.

### **Troisième revue de projet : mise en œuvre du projet (C2.2, C2.4, C2.5, C2.6)**

Cette revue de projet est d'une durée de 20 minutes maximum, de coefficient 1,5, décomposée en 10 minutes maximum de présentation individuelle et de 10 minutes maximum d'entretien avec l'équipe pédagogique composée de professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur ayant des compétences en optique, électronique et mécanique et éventuellement d'un professionnel.

Cette revue de projet permet de vérifier l'aptitude des étudiants à :

- choisir les composants ou sous-ensembles ;
- intégrer les composants ou sous-ensembles ;
- produire une maquette ou un prototype ;
- réaliser les essais ;
- effectuer les réglages ;
- contrôler les performances au regard du cahier des charges ;
- élaborer le dossier technique.

Il serait souhaitable que le professionnel donneur d'ordre soit présent à au moins une des trois revues de projet.

Ces trois revues de projets font l'objet d'une note sur 20 portée sur la fiche d'appréciation remplie par l'équipe pédagogique.

### **Deuxième partie : présentation du projet (C2.1, C3.3)**

C'est une épreuve orale de coefficient 3, sous forme d'une soutenance suivie d'un entretien avec la commission d'interrogation, d'une durée de 50 minutes maximum, partagées en 30 minutes d'exposé et 20 minutes d'entretien. La commission d'interrogation est composée de 2 professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur ayant des compétences en optique, en électronique et en mécanique et d'un représentant de la profession.

Toutefois, l'absence du représentant de la profession ne peut invalider le fonctionnement de la commission lors de l'évaluation ponctuelle.

Le dossier de projet doit être remis à la commission d'interrogation deux semaines avant la date de la soutenance. Il comporte :

- le cahier des charges du projet ;
- les ressources et les contraintes ;
- la planification et la répartition des tâches entre les étudiants ;
- la justification du choix des solutions mises en œuvre ;
- les éléments de contrôle et réglage ;
- les éléments de validation ;
- une analyse critique des résultats obtenus.

Le candidat, après avoir exposé le besoin et ses contraintes, justifie les solutions retenues et effectue une démonstration du fonctionnement de tout ou partie du système. Il décrit ensuite

l'ensemble de la démarche suivie et conclut sur la conformité des résultats obtenus par rapport au cahier des charges.

Il doit, si besoin, justifier les adaptations éventuelles du dossier de réalisation requises pour atteindre les objectifs spécifiés du projet.

À l'issue de l'exposé, la commission d'interrogation, qui a fait un examen approfondi du dossier du candidat, engage un dialogue avec le candidat dans le but d'apprécier :

- son autonomie dans l'exécution des activités de conception, de simulation, de réalisation, d'amélioration, de tests et de validation dont il assumait la responsabilité ;
- sa capacité à répondre avec une argumentation pertinente à des questions posées relatives à ses activités ;
- sa capacité à travailler en équipe.

Pour arrêter la note du candidat à l'épreuve, la commission d'interrogation :

- évalue la soutenance du candidat en s'aidant d'une fiche d'évaluation nationale commune à tous les candidats et propose une note sur 20 points portée sur cette fiche,
- prend connaissance de la fiche d'appréciation de la conduite de projet et de la note proposée par l'équipe pédagogique,
- propose une note sur 20 points à l'épreuve calculée à partir de la moyenne des deux notes.

*Le dossier de projet réalisé par le candidat est transmis selon une organisation mise en place par chaque regroupement interacadémique et à une date fixée dans la circulaire d'organisation de l'examen. Les dossiers de projet seront remis à la commission d'interrogation au moins quinze jours avant la date de l'épreuve.*

*Le contrôle de conformité de ce dossier est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l'interrogation. La constatation de non conformité du rapport entraîne l'attribution de la mention «**non valide**» à l'épreuve. Le candidat, même présent à la date de l'épreuve, ne peut être interrogé. En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré. En l'absence le jour de l'interrogation du dossier de projet du candidat, le jury interroge néanmoins le candidat sur son projet.*

*L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le dossier de projet réalisé par le candidat est déclaré non-conforme, la mention «**non valide**» est portée à l'épreuve. La non-conformité du dossier de projet réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :*

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;
- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice.

### **2.1.2. Candidats au titre de leur expérience professionnelle ou relevant de la formation à distance**

C'est une sous-épreuve orale, sous forme d'un exposé de 30 minutes, suivi d'un entretien de 20 minutes avec la commission d'interrogation. Le dossier du candidat peut correspondre :

- soit à des activités que le candidat a effectuées au cours de son activité professionnelle, dans le cadre d'un développement, de la réalisation ou de l'amélioration d'un système comportant une partie optique,
- soit à un dossier de réalisation remis au candidat, sur sa demande, un mois avant le début de l'épreuve.

## **2.2. Contrôle en cours de formation**

Les quatre situations d'évaluation ont les mêmes exigences que respectivement les trois revues de projet et la présentation du projet.

# **Annexe III**

## **Organisation de la formation**

### **Annexe III.a**

Grille horaire de la formation

### **Annexe III.b**

Stage en milieu professionnel

### **Annexe III.c**

Projet technique

# Annexe III.a

## Grille horaire de la formation

Formation initiale sous statut scolaire

Discipline	HORAIRE DE 1 <sup>ère</sup> ANNÉE			HORAIRE DE 2 <sup>ème</sup> ANNÉE		
	Semaine	a+b+c <sup>(1)</sup>	Année	Semaine	a+b+c <sup>(1)</sup>	Année
Culture générale et expression	2	2+0+0	60	2	2+0+0	64
Anglais	2	0+2+0	60	2	0+2+0	64
Mathématiques	4	2+2+0	120	3	1+2+0	96
Physique - Chimie	8	4+0+4	240	8	4+0+4	256
Technologie des systèmes optiques	9	4+1+4	270	15	5+1+9	480
Analyse et mise en œuvre de systèmes	7	0+1+6	210	2	0+1+1	64
accompagnement personnalisé <sup>(2)</sup>	2		60	2		64
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>12+6+14</b>	<b>1020<sup>(3)</sup></b>	<b>34</b>	<b>12+6+14</b>	<b>1088<sup>(3)</sup></b>

(1) : Répartition :

- a : Cours ou synthèse en division entière
- b : Travaux dirigés en effectifs réduits
- c : Travaux pratiques d'atelier

(2) Individualisation du parcours de l'étudiant à hauteur de 2 heures années sur la dotation horaire globale par niveau.

(3) Les horaires ne tiennent pas compte des semaines de stage en milieu professionnel

## **Annexe III.b**

### **Stage en milieu professionnel**

# Stage en milieu professionnel

## 1. Objectifs

Une période de stage obligatoire en milieu professionnel est organisée pour le candidat au brevet de technicien supérieur Systèmes photoniques. Ce stage est un temps d'information et de formation visant à :

- découvrir en profondeur le monde de l'entreprise ou de la recherche, en participant pleinement à ses activités, en observant pour les comprendre les modes d'organisation et les relations humaines qui l'animent, ainsi que les atouts et les contraintes ;
- approfondir et mettre en pratique des compétences techniques et professionnelles acquises ou en cours d'acquisition, en étant associé aux tâches techniques, aux projets en cours et en découvrant, les spécificités de l'entreprise ;
- s'informer, informer et rendre compte, par écrit, dans le cadre de la rédaction d'un rapport d'activité en entreprise structuré, dans le but de démontrer ses capacités d'analyse d'une situation professionnelle et de mettre en œuvre les compétences acquises en communication.

Si le stage en milieu professionnel n'est pas, au sens réglementaire du terme, une période de formation en entreprise validée par la vérification de nouvelles compétences acquises, il est le lieu privilégié pour découvrir, observer et comprendre des situations professionnelles qui ne se rencontrent que très rarement dans le cadre scolaire, comme :

- la mise en œuvre de moyens de conception, de production et de contrôle particuliers ;
- l'utilisation de systèmes de gestion, d'ordonnancement et de suivi de production en moyennes et grandes séries ;
- la mise en œuvre de plans d'amélioration de la qualité, de gestions des ressources humaines, de formation ;
- le respect de politiques de prévention des risques, d'amélioration de la sécurité.

Quel que soit leur niveau de pertinence, les situations professionnelles présentes dans l'entreprise permettent alors d'illustrer concrètement les fonctions ainsi que les activités définies dans le référentiel des activités professionnelles.

## 2. Organisation

### 2.1. Voie scolaire

#### 2.1.1. Réglementation relative aux stages en milieu professionnel

Le stage, organisé avec le concours des milieux professionnels, est placé sous le contrôle des autorités académiques dont relève l'étudiant et le cas échéant, des services du conseiller culturel près l'ambassade de France du pays d'accueil pour un stage à l'étranger.

Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et la ou les entreprise(s) d'accueil. La convention est établie conformément aux dispositions du décret 2014-1420 du 27 novembre 2014 et de l'arrêté du 29 décembre 2015 pris pour l'application de l'article 1<sup>er</sup> de la loi n°2014-788 du 10 juillet 2014 tendant au développement, à l'encadrement des stages et à l'amélioration du statut du stagiaire.

Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

Pendant le stage en entreprise, l'étudiant a obligatoirement la qualité d'étudiant stagiaire et non de salarié. La convention de stage doit notamment :

- fixer les modalités de couverture en matière d'accident du travail et de responsabilité civile ;
- préciser les objectifs et les modalités de formation (durée, calendrier) ;
- préciser les modalités de suivi du stagiaire par les professeurs de l'équipe pédagogique responsable de la formation et l'étudiant.

#### 2.1.2. Mise en place et suivi du stage

La recherche des entreprises d'accueil est assurée par les étudiants et les équipes pédagogiques, sous la responsabilité du chef d'établissement. Le stage s'effectue dans des entreprises exerçant des activités dans le domaine de l'optique.

Le stage doit être préparé avec soin par l'équipe des enseignants des disciplines professionnelles en liaison étroite avec tous les enseignements, toute l'équipe pédagogique étant concernée par la période de stage. Il est important que les étudiants ressentent l'intérêt que leurs professeurs portent à l'entreprise et puissent s'entretenir avec ces derniers de leurs impressions et découvertes, des éléments d'analyse à privilégier et des axes forts de leur rapport d'activité en entreprise.

Le temps de stage en milieu professionnel est organisé, en tenant compte :

- des contraintes matérielles des entreprises et des établissements scolaires ;
- des compétences acquises ou en cours d'acquisition des stagiaires ;
- des fonctions professionnelles du référentiel ;
- des compétences à valider lors de l'évaluation.

En fin de stage, un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. Un candidat qui n'aura pas présenté cette pièce ne pourra être admis à se présenter à la sous-épreuve E61 (Rapport d'activité en entreprise). Un candidat, qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'effectue qu'une partie du stage obligatoire, peut être autorisé par le recteur à se présenter à l'examen, le jury étant tenu informé de sa situation.

La durée globale du stage est de six à dix semaines dont quatre semaines minimum conseillées en deuxième année.

### **2.1.3. Rapport d'activité en entreprise**

À l'issue du stage, les candidats scolaires rédigent un rapport présentant les éléments suivants :

- l'entreprise d'accueil, ses productions, sa structure et ses modes d'organisation (par le biais de quelques pages synthétiques résumant ces données) ;
- la description d'une ou plusieurs activités réalisées durant le stage en lien avec les compétences terminales évaluées (ces activités ayant permis d'aborder la connaissance de l'entreprise sur les plans de la technique industrielle, de l'organisation et de la gestion, de l'analyse d'un système ou d'un produit comportant de l'optique).

Ces développements doivent être structurés et doivent permettre d'explicitier les objectifs assignés, les résultats obtenus ou observés, les contraintes prises en compte et être accompagnés de commentaires personnels.

Une courte conclusion du stage fera ressortir les découvertes faites par le candidat et ce qu'il en retiendra en liaison avec son projet professionnel.

L'ensemble doit se limiter à trente pages maximum, annexes comprises, privilégiant des développements personnels et limitant au maximum les reproductions de documents disponibles dans l'entreprise.

### **1.1. Voie de l'apprentissage**

Pour les apprentis, les certificats de stage sont remplacés par la photocopie du contrat de travail ou par une attestation de l'employeur confirmant le statut du candidat comme apprenti dans son entreprise.

Les objectifs pédagogiques ainsi que les supports de la sous-épreuve E61 sont les mêmes que ceux des candidats de la voie scolaire.

### **1.2. Voie de la formation continue**

Les candidats qui se préparent au brevet de technicien supérieur Systèmes photoniques par la voie de la formation continue rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport d'activité en entreprise.

## **2. Aménagement de la durée du stage**

Pour une raison de force majeure dûment constatée ou dans le cadre d'une formation aménagée ou d'une décision de positionnement, la durée de stage peut être réduite, mais ne peut être inférieure à quatre semaines.

Toutefois, les candidats qui produisent une dispense (notamment au titre de la validation des acquis de l'expérience) ne sont pas tenus d'effectuer ce stage.

Le recteur est seul autorisé à valider les aménagements de la durée de stage ou les dispenses.

### **3. *Candidats scolaires ayant échoué à une session antérieure de l'examen***

Les candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen ont le choix entre deux solutions :

- présenter le précédent rapport d'activité en entreprise éventuellement modifié ;
- élaborer un nouveau rapport après avoir effectué un autre stage

Les candidats apprentis redoublants peuvent :

- proroger leur contrat d'apprentissage initial d'un an ;
- ou conclure un nouveau contrat avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L117-9 du code du travail).

## **Annexe III.c**

### **Projet technique**

# Projet technique

## 1. Objectifs

### **Projet en formation par la voie scolaire**

Les projets doivent s'appuyer sur un cahier des charges authentique. Les donneurs d'ordre issus de l'entreprise sont à privilégier. Il est de la responsabilité des équipes pédagogiques de rechercher auprès des industriels les éléments qui permettront de constituer les sujets de projets techniques. Le projet peut être réalisé en partie dans le centre de formation (développement, essais), en partie dans l'entreprise (intégration, recette, formation des utilisateurs, etc.) ou en totalité dans le centre de formation, si l'environnement matériel est disponible (mise à disposition de tout ou partie du système support du projet).

On demandera aux étudiants d'assembler les différentes structures matérielles et logicielles qu'ils auront réalisées et d'effectuer les essais de la maquette ou du prototype assemblé, dans une situation permettant de tester, à minima, toutes les fonctionnalités demandées dans le cahier des charges.

Chaque sujet proposé s'appuiera sur un cahier des charges fonctionnel fourni aux étudiants. Il précisera le contexte du projet avec les contraintes associées, la nature des tâches à réaliser, leur chronologie et leur enchaînement, les ressources et les moyens à disposition.

Les étudiants travaillent par groupes de trois à quatre. Ils devront réaliser le projet en se répartissant les problématiques décomposées au préalable par l'équipe pédagogique. Ils ont la possibilité de proposer une organisation modifiée par rapport à celle proposée initialement.

La répartition des tâches au sein de chaque groupe de projet sera faite de telle façon que chacun de ses membres puisse être évalué sur l'ensemble des compétences. Chaque étudiant ne réalise pas obligatoirement toutes les tâches susceptibles de valider l'intégralité de la compétence, mais participe à des tâches caractéristiques permettant d'évaluer le niveau d'acquisition de la compétence visée.

La durée du projet sera comprise entre 150 et 200 heures. L'épreuve sera évaluée par une équipe pédagogique constituée de deux professeurs de spécialité et d'un professionnel n'ayant pas participé au projet.

### **Projet en formation par la voie de l'apprentissage**

De par la nature de ce type de formation, l'apprenti bénéficie généralement d'un cadre industriel favorable à la réalisation du projet au sein de l'entreprise. Il faut donc privilégier dans ce cas le projet réalisé en entreprise. Le sujet est proposé par le centre de formation après négociation avec le tuteur et l'entreprise. Il sera nécessaire dans la présentation du projet de faire ressortir les phases qui participent réellement de l'épreuve professionnelle de synthèse et qui devront être réalisées en autonomie par l'étudiant, même si la collaboration avec les différents membres de l'entreprise est incontournable. C'est au responsable du centre de formation, en collaboration avec le tuteur en entreprise, de spécifier le projet support de l'évaluation dans les mêmes conditions que pour les candidats de la voie scolaire.

L'apprenti est intégré au sein d'une équipe qui doit être explicitée (noms et fonctions, tâches au sein du projet). Les professionnels repérés :

- participent au développement du projet lui-même ;
- ont une connaissance avancée du projet, dans le cas où l'apprenti travaille en grande autonomie. Il faut éviter que l'apprenti se retrouve isolé, privé de ressources, de la communication et du soutien dont il doit contractuellement bénéficier.

## 2. Préparation des projets

### **2.1. Dossier contrat remis à l'équipe de projet (réalisation professeurs)**

Lors du démarrage du projet, le dossier de projet est remis à l'équipe d'étudiants :

- la première partie fixe les contraintes générales du projet pour l'ensemble de l'équipe ;

- les parties suivantes s'adressent plus spécifiquement aux différents membres composant l'équipe et précisent les tâches à réaliser de façon individuelle contribuant à la réussite du projet.

Ce dossier de projet est un élément contractualisant les tâches et conditions de réalisation en vue de l'épreuve E6.2. Au terme du projet, les examinateurs se baseront sur ces éléments pour évaluer les travaux des étudiants.

Des problèmes de natures diverses peuvent survenir durant la phase de projet, nécessitant la redéfinition ou la redistribution partielle des tâches à effectuer. Une telle situation doit faire l'objet d'un avenant qui sera joint au dossier.

## **2.2. Validation des projets**

**La validation des projets destinés aux étudiants est réalisée dans le cadre de la commission (inter)académique qui répond à deux objectifs :**

- analyser la cohérence technique du projet, qui se rapporte plus particulièrement à la partie commune du dossier « contrat », accompagnée des éléments de description ou ressources techniques « produit » ;
- étudier la cohérence pédagogique du projet, qui se rapporte à la décomposition en partie collective et individuelle, avec appréciation des difficultés proposées, du temps imparti, de l'adéquation aux compétences visées.

La commission de validation se réunit dans le courant du premier trimestre de la seconde année de STS, et au plus tard fin novembre pour analyser les dossiers contrats de projet.

Les documents validés lors de cette commission seront communiqués aux candidats et définiront de façon contractuelle le travail à réaliser pour l'examen. Ces documents sont à joindre au dossier de l'étudiant afin qu'ils puissent être consultés par la commission d'interrogation qui sera ainsi renseignée des limites et des conditions du travail qu'il avait à réaliser.

## **2.3. Suivi et compte rendu de projets :**

### **2.3.1. Revues de projet**

Outre l'intérêt des revues de projet pour accompagner l'étudiant dans une partie importante de sa formation, elles permettent de constater avec lui son niveau d'implication et l'avancement du projet. Elles permettent à l'équipe pédagogique de définir des étapes privilégiées pour construire l'appréciation globale, objective et partagée, qui accompagnera le dossier réalisé par l'étudiant. C'est aussi un moyen qui permet à l'équipe pédagogique de constater les besoins des étudiants, et donc de proposer des éléments de formation complémentaires ou de remédiation.

### **2.3.2. Dossier technique de projet**

À l'issue du projet, l'équipe d'étudiants remet au centre d'examen un dossier technique unique représentatif de l'ensemble du projet. Ce dossier comprend une partie commune à tous les membres de l'équipe et la partie personnelle traitée par chacun d'entre eux.

Le sujet du projet a précisé la répartition des tâches entre celles qui devaient être réalisées de façon commune et celles qui devaient être réservées à une action individuelle.

Dans les 30 pages au maximum qui sont allouées à chaque étudiant, et dans le cadre de son autonomie de réflexion et d'action au sein du projet, il est souhaitable qu'une partie de ce qu'il rédige puisse montrer sa participation à une réflexion commune. L'autre partie contiendra les éléments qui permettront d'évaluer son action individuelle.

Le dossier technique du projet réalisé par un groupe d'étudiants peut donc être constitué comme suit :

- **Partie commune : (15 pages maximum)**

- Dossier contrat validé par la commission,
- introduction, situation du projet dans son contexte industriel,
- cahier des charges,
- dossier de spécifications,
- dossier d'étude préliminaire et plan de tests des performances au regard du cahier des charges. Suivant la nature du projet et ses points d'entrée, certains éléments de ce dossier peuvent être présents dans les parties personnelles,
- éléments nécessaires à la recette de la maquette ou du prototype final,
- résultats des essais de la maquette ou du prototype final,
- conclusion par rapport au cahier des charges fourni par le donneur d'ordre : test intégration, procédure et résultats de la recette.

- **Partie personnelle : (30 pages maximum)**

- situation de la partie personnelle dans l'ensemble du projet,
- dossier d'étude et de réalisation détaillée, essais unitaires.

En fonction des spécificités du projet et des contraintes de documentation imposées par le cahier des charges, des documents annexes peuvent être joints sous forme électronique (annexes techniques, programmes complets, manuel d'utilisation, notice de maintenance, etc.).

Les dossiers des projets sont mis à la disposition des commissions d'interrogation 2 semaines avant le début de l'épreuve.

L'absence de dépôt d'un dossier de projet à la date indiquée entraîne la mention « non valide » à la sous-épreuve E6.2.

## Annexe IV

**Tableau de correspondance d'épreuves BTS GO option Photonique et option Optique instrumentale – BTS Systèmes photoniques**

BTS génie optique option Photonique et Optique instrumentale		BTS Systèmes photoniques	
Épreuves ou sous-épreuves	Unités	Épreuves ou sous-épreuves	Unités
E1. Français	U1	E1. Culture générale et expression	U1
E2. Langue vivante étrangère I (anglais obligatoire)	U2	E2. Langue vivante : anglais	U2
E3. Mathématiques	U3	E3. Mathématiques	U3
E4. Physique appliquée - Sous-épreuve E4.1 : Électronique - informatique industrielle - Sous-épreuve E4.2 : Physique	U4.1 U4.2	E4. Étude d'un système optique Sous-épreuve E4.2 : Conception et industrialisation d'un système optique Sous-épreuve E4.1 : Pré-étude et modélisation d'un système optique	U4.2 U4.1
E5. Mise en œuvre d'un système Sous-épreuve E5.1 : Analyse fonctionnelle d'un système Sous-épreuve E5.2 : Mise en œuvre d'un système Sous-épreuve E5.3 : Analyse des performances d'un système	U5.1 U5.2 U5.3	E5. Mise en œuvre d'un système optique  La note affectée à U5 est la moyenne des notes de U5.1, U5.2 et U5.3.	U5
E6. Épreuve professionnelle - Sous-épreuve E6.2 : Activité en milieu professionnel - Sous-épreuve E6.1 : Définition, conception et réalisation d'un projet	U6.2 U6.1	E6. Épreuve professionnelle de synthèse - Sous-épreuve E6.1 : Rapport d'activité en entreprise - Sous-épreuve E6.2 : Projet technique	U6.1 U6.2
Épreuve facultative EF2. Langue vivante étrangère II	UF.2	Épreuve facultative EF1. Langue vivante II	UF.1