


LES MÉTIERS DE L'ÉLECTRONIQUE ET DE LA PHOTONIQUE



LES MÉTIERS DE L'ÉLECTRONIQUE ET DE LA PHOTONIQUE



Sans électronique, nos appareils électroménagers, nos voitures, nos systèmes de télécommunications et nos ordinateurs ne fonctionneraient pas. Sans photonique, pas d'opérations médicales au laser ni de découpes industrielles. Ces technologies aux multi-usages sont devenues indispensables dans notre quotidien. Leur point commun : l'innovation dans tous les domaines, de l'espace à l'environnement, en passant par les transports ou l'agriculture.

En plein essor, l'électronique et la photonique offrent des opportunités aux nouveaux diplômés, qu'ils ou elles soient titulaires d'un bac professionnel ou d'un doctorat. Les besoins en recrutement sont importants, dans des métiers variés : chercheurs et chercheuses, techniciens et techniciennes de développement en laboratoire, responsables de production, monteurs et monteuses de cartes électroniques ou encore personnels chargés de la commercialisation, tous et toutes concourent au bon fonctionnement des services et de l'industrie.

Ce guide, réalisé dans le cadre de l'EDEC (engagement de développement des emplois et des compétences), est un outil de découverte pour les jeunes et leurs familles ainsi qu'un support pour les équipes éducatives. Il doit favoriser la connaissance et l'approche des filières électronique et photonique. De manière très concrète, il s'appuie sur la réalité du terrain et s'inscrit dans le cadre du parcours Avenir, qui accompagne les élèves, au collège et au lycée, dans leur exploration du monde professionnel.

*Frédérique Alexandre-Bailly,
Directrice générale de l'Onisep*

SECTEUR

L'EMPLOI EN 10 POINTS p. 2

PORTRAITS DE PROS

INNOVER, CONCEVOIR..... p. 6

DÉVELOPPER..... p. 11

PRODUIRE, RÉALISER..... p. 15

ACHETER, COMMERCIALISER..... p. 21

INSTALLER, MAINTENIR..... p. 23

FORMATIONS

À CHACUN ET CHACUNE SON PARCOURS p. 26

LES DIPLÔMES DU SECTEUR p. 28

QUESTIONS/RÉPONSES p. 30

QUIZ

MON TOP 3 DES MÉTIERS p. 32



Office national d'information sur les enseignements et les professions, établissement public sous tutelle du ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche • Publication de l'Onisep : © Onisep mars 2023, avec la collaboration de l'EDEC (engagement de développement des emplois et des compétences) pour les filières de l'électronique et de la photonique, signé entre le ministère du Travail, du Plein Emploi et de l'Insertion, l'UIMM (Union des industries et métiers de la métallurgie) et les branches professionnelles et financé par des crédits de l'État et de l'Opco2i • Directrice de la publication : Frédérique Alexandre-Bailly • Directrice adjointe : Anne de Rozario • Directeur des éditions transmédias : Michel Maurel • Responsable éditoriale : Christine Courtois • Rédactrice en chef : Murielle Favrel-Samreth • Rédactrice : Caroline Charron • Cheffe de service secrétariat de rédaction et qualité éditoriale : Saliha Hamzic • Secrétaire de rédaction : Lydie Théophin • Correctrice : Pauline Coulet • Documentaliste : Mireille Reynier • Direction artistique : Bruno Delobelle • Maquette : Cyril Lauret • Mise en pages et illustration : Louis Sutter • Iconographe : Brigitte Gille de la Londe • Photographe : Alain Potignon • Photo de couverture : ©simpson33/iStock/GettyImagesPlus • Responsable fabrication : Laurence Parlover • Photogravure : Key Graphic (Paris) • Imprimeur : Dupliprint Mayenne, sur papier certifié PEFC • Directrice du marketing et de la commercialisation : Isabelle Dussouet • Promotion, commercialisation et diffusion : VPC - 12, mail Barthélemy-Thimonnier, CS 10450 Lognes, 77437 Marne-la-Vallée Cedex 2 • Internet : onisep.fr/lalibrairie • Relations clients : service-clients@onisep.fr • Code de diffusion Onisep : 901625 • ISSN : 1772-2063 • ISBN papier : 978-2-273-01625-4 • ISBN numérique : 978-2-273-01628-5 • Le kiosque : Sciences, Technologies • Dépôt légal : mars 2023 • Reproduction, même partielle, interdite sans accord préalable de l'Onisep.



10-31-1316

L'EMPLOI EN 10 POINTS

Y a-t-il des débouchés pour les jeunes? Quels sont les métiers qui recrutent? Peut-on évoluer facilement? Quelle place pour l'innovation? Des questions que vous vous posez sûrement sur les métiers de l'électronique et de la photonique. Voici les réponses en 10 points.

DE QUOI PARLE-T-ON?

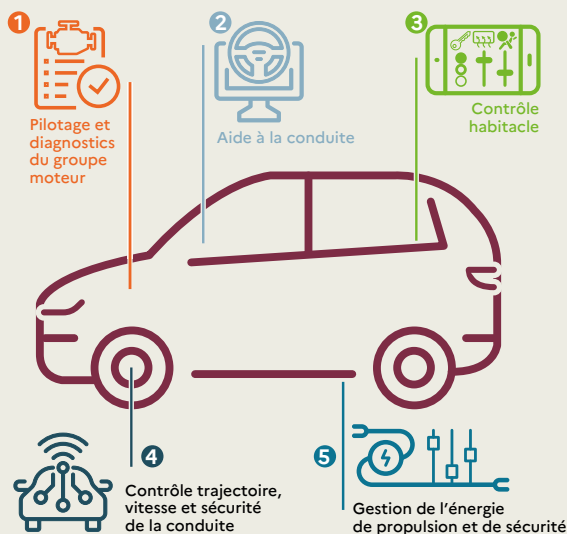
1 DEUX TECHNOLOGIES INNOVANTES

L'**électronique** étudie et conçoit des systèmes pour traiter des signaux porteurs d'informations ou d'énergie, en utilisant les électrons (particules de matière).

La **photonique** génère, émet, détecte, collecte, transmet, module, amplifie ou modifie les flux de photons (particules de lumière) générant des signaux optiques.

Un exemple: la voiture autonome

Sans conducteur, la voiture suit la trajectoire enregistrée sur le GPS et s'arrête au feu rouge. Caméras, radars et capteurs lidars (à faisceaux laser) repèrent voitures, piétons, panneaux, marquages au sol... et le logiciel embarqué interprète les données en temps réel.



- 1 Sécurité au démarrage, commande du moteur, régulateur de vitesse, freinage, airbag, etc.
- 2 GPS, calcul de la distance entre les véhicules, éclairage adaptatif, enregistrement des données, etc.
- 3 Climatisation, vitres, chauffage, siège, éclairage intérieur, multimédia, sécurité enfant, etc.
- 4 Capteurs et radars pour la conduite autonome.
- 5 Convertisseurs électriques et électroniques, ventilation des circuits, etc.

Source: GIP-CNFM (Groupement d'intérêt public pour la coordination nationale de la formation en micro et nanoélectronique) et Opco 2i, 2022.

2 DES APPLICATIONS MULTIPLES

Voitures électriques, usines automatisées, scanners et lasers médicaux, panneaux solaires, domotique, lampes UV, appareils de contrôle sanitaire dans l'agroalimentaire, radars et lunettes de précision pour l'armée, casque de réalité virtuelle... autant d'applications qui nécessitent de l'électronique ou de la photonique.

Les domaines utilisant de l'électronique et de la photonique



Source: Opco 2i, 2020.

3 DES ENTREPRISES DIVERSIFIÉES

Réparties sur tout le territoire, près de 1150 entreprises sont spécialisées dans la photonique, essentiellement des PME* (start-up, laboratoires, fabricants, distributeurs). La filière électronique en regroupe 1100: bureaux d'études et laboratoires de recherche, équipementiers et distributeurs, fabricants de composants ou de systèmes embarqués, sous-traitants...

* Petites et moyennes entreprises.
Source: Photonics France et Comité stratégique de la filière électronique, 2021.

QUELS DÉBOUCHÉS POUR LES JEUNES ?

4 DES EFFECTIFS EN HAUSSE

Entre 2013 et 2021, la filière de la **photonique** est passée de 65 000 à 84 000 emplois, et devrait atteindre 150 000 en 2030.

Dans l'industrie **électronique**, les effectifs de 70 000 salariés se sont maintenus ces dernières années et on compte 440 000 salariés exerçant un métier de l'électronique tous secteurs d'activité confondus. Le Plan France 2030, qui prévoit de doubler la fabrication des composants sur le territoire, offre de nouvelles perspectives d'embauche.

8 000 recrutements par an prévus d'ici 2025 dans la photonique.

Source: Opco 2i, 2021.

4 300 recrutements par an prévus d'ici 2025 dans l'électronique.

Source: Opco 2i, 2021.

5 PLUS D'OFFRES QUE DE DEMANDES

Les entreprises des deux filières recherchent activement des candidats et candidates qui ont le bon profil pour les postes qu'elles proposent. Avis aux intéressées! Les femmes, encore peu nombreuses, sont attendues dans les deux filières. Un bon moyen d'intégrer le secteur: **l'alternance**. 44 % des entreprises y ont recours.

Source: Opco 2i, 2021.

14% des ingénieurs en électronique et en photonique sont des femmes.

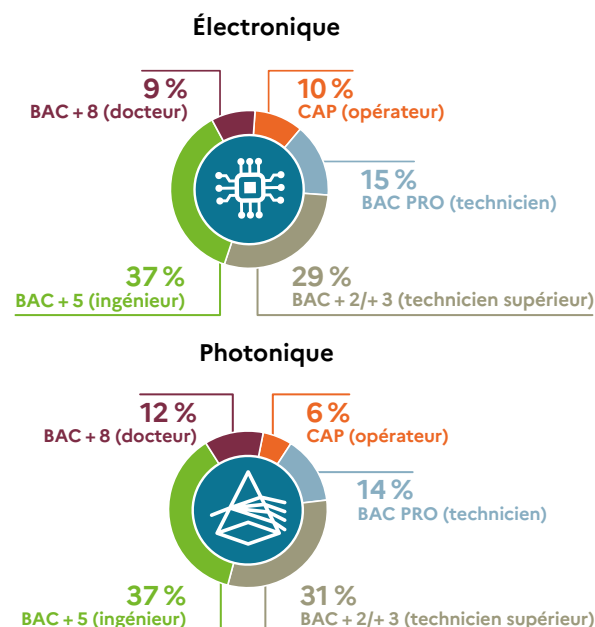
Source: IESF et Opco 2i, 2021.

31% des salariés de la filière photonique sont des femmes.

Source: Photonics France, 2021.

6 DES RECRUTEMENTS À TOUTS NIVEAUX

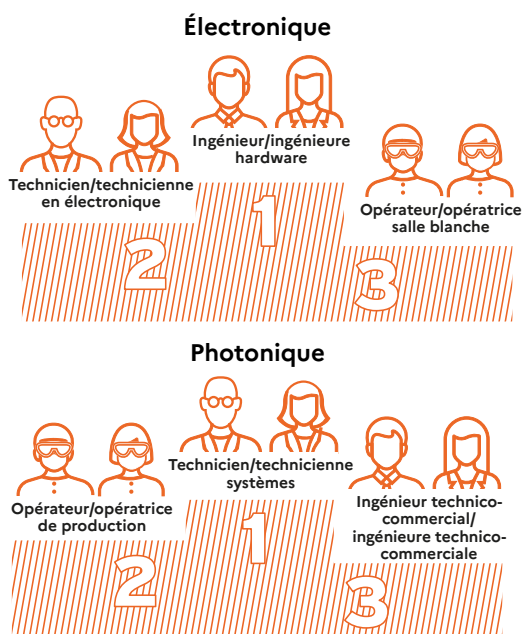
Les besoins annuels par niveaux d'études



Source: Opco 2i, 2020.

7 TOP 3 DES MÉTIERS PAR FILIÈRES

Les métiers les plus recherchés



Source: Opco 2i, 2020.

COMMENT FAIRE CARRIÈRE ?

8 ÉVOLUER, C'EST POSSIBLE

Recrutée à la suite de mon apprentissage, j'ai progressé rapidement dans l'entreprise.



**LAURINE BODIN,
29 ANS,
Ingénieure
de production**

p.15

« Après la 3^e, je voulais faire quelque chose de manuel. J'ai opté pour un bac en génie optique. On apprendait, entre autres, à démonter des appareils photo : ça m'a beaucoup plu. »

« J'ai voulu poursuivre dans le secteur et j'ai choisi d'obtenir un BTS* en optique instrumentale. »

« Afin de m'ouvrir davantage de portes, j'ai souhaité préparer un diplôme d'ingénieur, en 3 ans après un bac+2. J'ai réussi l'admission parallèle à l'Enssat**, à Lannion, où j'ai commencé par 6 mois d'enseignement renforcé en mathématiques, proposé à tous les élèves issus de BTS. »

« J'ai effectué ma 3^e année en apprentissage au Verre fluoré, durant laquelle j'ai participé au développement d'un capteur de température polychromatique. »

« À la fin de mon apprentissage, l'entreprise m'a proposé de rester en tant qu'ingénieure R&D***. 2 ans plus tard, j'évoluais au poste de responsable de production et industrialisation des sous-systèmes fibrés. »

* Brevet de technicien supérieur.

** École nationale supérieure des sciences appliquées et de technologie.

*** Recherche et développement.

8 000

chercheurs et chercheuses travaillent dans 70 laboratoires de recherche en électronique.

Source : Comité stratégique de la filière électronique, 2021.

ET LES MÉTIERS DEMAIN ?

9 AU CŒUR DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Les ingénieurs et techniciens des deux filières travaillent à optimiser et à réduire la consommation énergétique.

Des exemples d'économie d'énergie



La LED (diode électroluminescente en français) permet de réduire la pollution lumineuse, en éclairant de manière suffisante et ciblée.



L'edge computing (informatique en périphérie de réseau en français) traite les données là où elles sont générées, grâce à des microprocesseurs de nouvelle génération. Cette technologie permet un stockage local et non plus à l'autre bout de la planète.



Le neurone artificiel consomme 100 fois moins d'énergie que les réseaux de neurones virtuels jusqu'alors utilisés dans les ordinateurs pour développer des applications en intelligence artificielle. Ce cylindre de métal, 1000 fois plus fin qu'un cheveu, a été mis au point grâce à des nanocomposants électroniques (d'une surface de quelques centièmes de microns carrées).

Source : CNRS, 2018 et Opco 2i, 2020.

10 À LA POINTE DE LA RECHERCHE

L'électronique et la photonique travaillent aux solutions de demain, que ce soit dans l'industrie automobile avec la voiture autonome ; dans le domaine de la santé avec les lasers pour soigner les maladies neurodégénératives, les appareils de dialyse à domicile ou les technologies pour la détection instantanée et non invasive des cancers ; dans le domaine de la défense avec les guidages de missile ; en astronomie avec des appareils toujours plus performants...

5 000

chercheurs et chercheuses travaillent dans 300 laboratoires de recherche en photonique.

Source : Photonics France, 2021.

PORTRAITS DE PROS

INNOVER, CONCEVOIR



Ingénieur de recherche en photonique

p.6



Ingénieure tests et essais en électronique

p.7



Ingénieur en intelligence artificielle

p.8



Chercheuse en photonique

p.9



Concepteur hyperfréquences

p.10

DÉVELOPPER



Ingénieure mécatronique

p.11



Ingénieur optronique

p.12



Ingénieur qualité-fiabilité

p.13



Technicien instrumentation

p.14

PRODUIRE, RÉALISER



Ingénieure de production de composants et systèmes photoniques

p.15



Technicien CAO électronique

p.16



Technicienne de fabrication en optique de précision

p.17



Technicien en électronique embarquée

p.18



Opératrice en production électronique

p.19



Technicien systèmes photoniques

p.20

ACHETER, COMMERCIALISER



Business développeuse en photonique

p.21



Responsable produit

p.22

INSTALLER, MAINTENIR



Ingénieur support technique en photonique

p.23



Monteuse-câbleuse filaire

p.24



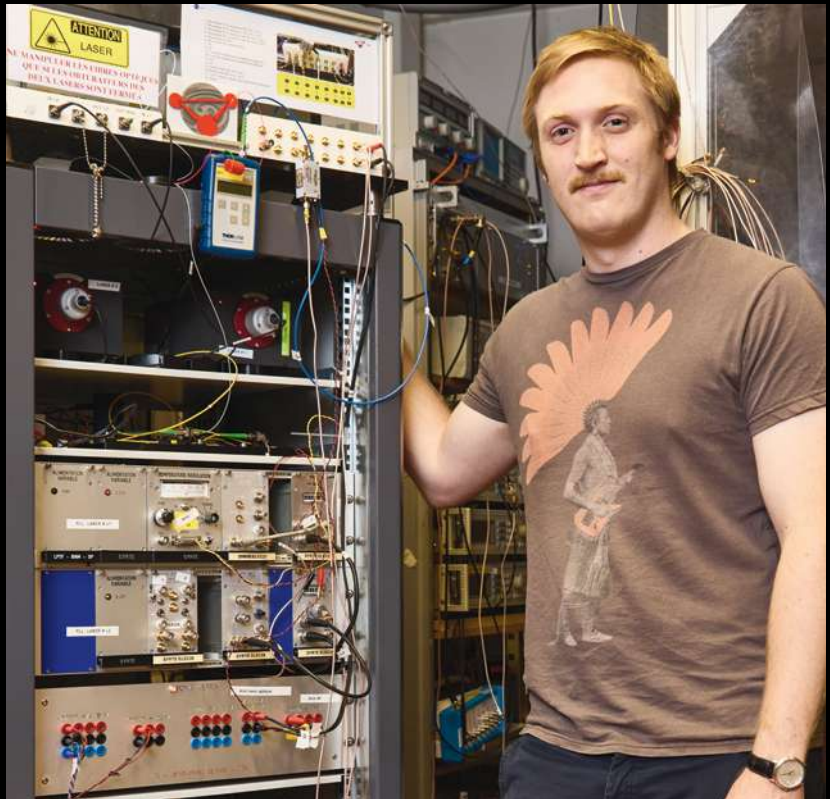
Monteuse-réparatrice de cartes électroniques

p.25

MON PARCOURS

Après un bac général, j'ai découvert l'optique en prépa scientifique et j'ai adoré. En fin de 1^{re} année à l'Institut d'optique Graduate School, j'ai fait un stage ouvrier chez Kyliä (fabricant de systèmes photoniques) et cela m'a motivé à poursuivre mon cursus en apprentissage. J'ai obtenu un master optique, image, vision, multimédia, parallèlement à mon diplôme d'ingénieur. La direction m'a embauché en CDI pour réaliser une thèse dans le cadre d'une CIFRE*. Depuis, Kyliä a été rachetée par iXblue.

* Convention industrielle de formation par la recherche.



Alexis Mehlman, 25 ans
INGÉNIEUR DE RECHERCHE EN PHOTONIQUE, IXBLUE, À PARIS (75)

Naviguant entre la fabrication industrielle et la recherche appliquée, Alexis travaille sur un projet de photonique qui le passionne. Ce scientifique aime le travail collaboratif et les défis à relever à chaque étape de ce projet innovant.

Je collabore au développement industriel d'un laser ultrastable, compact et transportable, avec l'Observatoire de Paris. Il va permettre de tester et de valider différents éléments de la mission LISA, dont l'objectif est de détecter les ondes gravitationnelles depuis l'espace. Notre laser doit non seulement être prêt dans quelques mois pour commencer l'intégration des diverses composantes de la mission, qui se développe dans différents laboratoires, mais aussi être robuste, car il va beaucoup voyager et être utilisé par de nombreux chercheurs.

Entouré de composants électroniques, d'écrans et d'instruments de mesure, je fais, par exemple, des essais d'assemblage de composants optiques pour comprendre et interpréter les signaux. Je conçois des pièces que je fais ensuite usiner, et je peux demander aux électroniciens de faire des changements afin d'optimiser les performances du système. C'est un travail qui exige d'avoir une bonne organisation et des nerfs solides, car tout peut être chamboulé si une pièce casse ou si les résultats escomptés ne sont pas là, mais c'est palpitant quand un maillon de la chaîne est validé. Une fois par semaine, le groupe fréquences optiques de l'Observatoire de Paris se réunit, ce qui permet de suivre l'avancement des projets de chacun et de chacune, et de partager les résultats. Je suis encadré par le directeur technique de la division solutions photoniques d'iXblue et par le responsable du projet à l'Observatoire de Paris. Je partage mon temps entre les deux laboratoires. ■

FICHE MÉTIER

INGÉNIEUR/INGÉNIEURE DE RECHERCHE

Formation: diplôme d'ingénieur spécialisé en électronique ou en photonique, ou master (ingénierie des systèmes complexes; optique, image, vision, multimédia; 3EA avec un parcours en photonique, électronique...; physique fondamentale et applications; physique avec parcours en mécanique quantique, physique atomique...), éventuellement suivi d'un doctorat. **Qualités:** passion, persévérance, rigueur. **Salaire débutant:** 2 100 à 3 000 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



MON PARCOURS

J'ai choisi de suivre un bac général et une prépa scientifique option informatique avant d'intégrer la filière électronique et systèmes embarqués de l'école d'ingénieurs Télécom Physique Strasbourg. J'ai fait mon stage de fin d'études chez Socomec, qui m'a ensuite proposé un CDD*, puis un CDI** en tant qu'ingénieure en laboratoire. Cela m'a permis de continuer le travail d'automatisation de tests que j'avais commencé durant mon stage.

* Contrat à durée déterminée.

** Contrat à durée indéterminée.

Annaïg Clément, 25 ans
INGÉNIEURE TESTS ET ESSAIS EN ÉLECTRONIQUE,
SOCOME, À HUTTENHEIM (67)

Annaïg est l'ingénieure chargée des tests indispensables avant le lancement d'un nouveau produit, actuellement un convertisseur de stockage d'énergie. Sa vision d'ensemble et sa polyvalence garantissent la maîtrise de la qualité et le respect des normes.

Socomec est une entreprise spécialisée dans le contrôle et la sécurité des réseaux électriques. Seule, en laboratoire, je réalise les tests sur une nouvelle machine, qui permettra de stocker de l'énergie éolienne et solaire, afin de l'utiliser en fonction des besoins en électricité. En plus d'un important travail en amont, environ 6 mois de tests et d'allers-retours avec mes collègues ingénieurs-développeurs seront nécessaires avant que la machine soit au point. Le convertisseur fait plus de deux mètres de haut et pèse environ une tonne. Pour le déplacer, j'utilise le transpalette. Il faut ensuite le câbler et le relier aux différents appareils de tests. Je dois vérifier toutes les données du cahier des charges : tension, températures de fonctionnement, alarmes, temps de réponse du système, etc. Si je repère une anomalie, j'en informe mes collègues au développement et nous discutons ensemble des ajustements possibles,

car je suis la seule à avoir une vision d'ensemble sur la machine. Équipée de gants, blouse, visière de protection et bouchons d'oreilles, je passe environ 70 % de mon temps dans l'usine, sur la plateforme d'essais, pour tester notre convertisseur à une tension de 400 volts. La sécurité est essentielle, même si les risques sont très faibles, puisque la machine est isolée dans un caisson. Le reste du temps, je suis en open space ou en télétravail pour rédiger les rapports sur chaque essai. ■

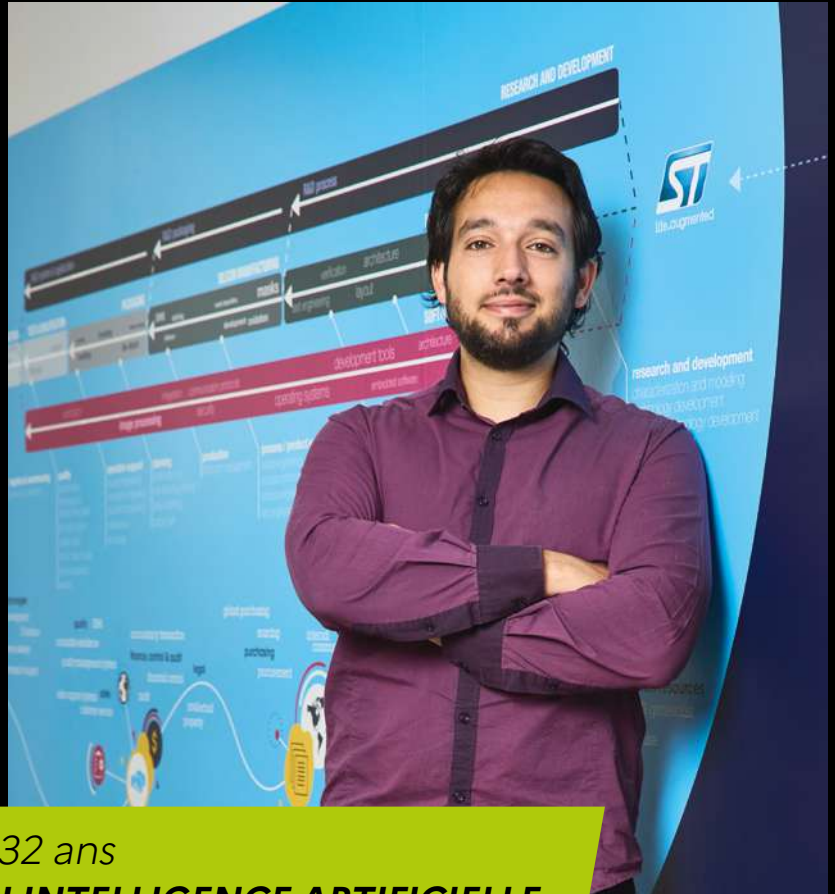


FICHE MÉTIER

CHARGÉ/CHARGÉE DE PROJET

Formation: diplôme d'ingénieur spécialisé en électronique ou en photonique, ou master (EEA; instrumentation, mesure, métrologie; nanosciences et nanotechnologies; optique, image, vision, multimédia; réseaux et télécommunication; transport, mobilité, réseaux... selon le domaine d'application). À noter: la LP métiers de l'électricité et de l'énergie et la LP maîtrise de l'énergie, électricité, développement durable permettent d'accéder à des missions d'assistance des ingénieurs spécialistes du stockage de l'énergie. **Qualités:** aisance relationnelle, diplomatie, rigueur. **Salaires débutants:** 2 900 à 3 200 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



Manu Alibay, 32 ans
**INGÉNIEUR EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE,
 STMICROELECTRONICS, À MONTROUGE (92)**

Spécialiste de la relation homme-machine, Manu fait partie d'une équipe pluridisciplinaire et internationale qui développe les outils de demain. Adeptes du codage, il voit l'impact positif que ce travail pourra avoir sur nos vies.

MON PARCOURS

Après un bac général, j'ai intégré Polytech Sorbonne, une école d'ingénieurs, en 5 ans, spécialisée en électronique et en informatique.

J'ai enchaîné sur une thèse dans le cadre d'une CIFRE*, en collaboration avec STMicroelectronics et Mines ParisTech', puis j'ai rejoint Idemia pour développer un logiciel de suivi de personnes par caméra. J'ai ensuite travaillé pour la start-up Prophesee avant de rejoindre le service intelligence artificielle de STMicroelectronics.

* Convention industrielle de formation par la recherche.

Je travaille sur un projet de détection de présence qui, grâce à des caméras et à des capteurs, permettra à des appareils, comme les ordinateurs, de s'allumer automatiquement lorsque quelqu'un passe devant, le tout en consommant le moins d'énergie possible. Ce travail a commencé il y a 1 an et demi et devrait prendre encore 2 ans. C'est d'ailleurs toute la difficulté de notre métier : réussir à anticiper les tendances pour que notre produit ne soit pas obsolète lorsqu'il sortira sur le marché. Pour cela, je fais beaucoup de veille technologique, mais j'étudie aussi la concurrence et je me rends à des conférences ou à des congrès,

car le domaine de l'intelligence artificielle est en constante évolution. Pour parvenir à cette reconnaissance par un ordinateur, j'ai recours au *machine learning** : je constitue une importante base de données, images de visage en l'occurrence, puis je dois coder pour trouver le meilleur algorithme, qui permettra d'entraîner la machine à reconnaître les bonnes images. De nombreux tests sont nécessaires pour s'améliorer, notamment avec des conditions de lumière différentes. Dans le domaine de l'innovation, il n'existe pas toujours de solutions apparentes, il faut souvent les inventer. Je collabore avec des spécialistes (en images, capteurs, consommation, etc.) qui se trouvent dans le monde entier. L'anglais est donc la langue de communication, à l'oral et surtout à l'écrit. J'aime particulièrement le codage et le fait de développer un outil qui pourra servir à un grand nombre de personnes. ■

* Apprentissage automatique.

FICHE MÉTIER

INGÉNIEUR/INGÉNIEURE EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Formation : diplôme d'ingénieur ou master informatique avec une spécialisation en intelligence artificielle, mathématiques appliquées...

Qualités : créativité, curiosité, rigueur. **Salaires débutants :** 2900 à 3300 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



Eleni Diamanti, 45 ans
**CHERCHEUSE EN PHOTONIQUE,
CNRS*, À PARIS (75)**

Experte en photonique quantique, Eleni partage son temps entre le suivi des travaux de recherche de son équipe, les échanges avec sa communauté scientifique, la recherche de financements de ses projets et l'enseignement.

Tout en encadrant une équipe de sept doctorants et trois post-doctorants, je collabore avec plusieurs chercheurs, qui travaillent sur des sujets proches du nôtre, à savoir la photonique quantique. Nos recherches se font au niveau des particules de lumière, appelées « photons ». Nous les étudions un par un, alors que les télécommunications, par exemple, utilisent des faisceaux de milliers de photons. Nous faisons des expériences en laboratoire ou sur le terrain pour valider des hypothèses avec des signaux optiques. Nos recherches serviront en cryptographie, pour apporter une sécurité optimale dans les communications. J'ai développé une expertise pointue sur ce sujet, puisque j'y travaille depuis ma thèse, et je réfléchis toujours à de nouveaux sujets ou de nouvelles applications. Les chercheurs ne travaillent pas seuls : il est important de rencontrer des collègues, de discuter, de rédiger des articles et des rapports pour mettre en forme et faire avancer

ses idées. La recherche est internationale et je m'exprime en français ou en anglais. Je ne fais plus de travail expérimental en laboratoire moi-même, mais une grande partie de mon temps est consacrée au suivi de mon équipe, à la discussion des résultats ou des actions à mener, aux conférences, à la rédaction d'articles, etc. Le reste du temps se passe en recherche de financements (européens pour la plupart), rédaction de rapports, réunions... sans oublier les cours que je donne dans différents masters. ■

*Centre national de la recherche scientifique.

MON PARCOURS

J'ai obtenu un bac général et un diplôme d'ingénieur en génie électrique et informatique en Grèce, puis un master et un doctorat en génie électrique, à Stanford, aux États-Unis. Après un post-doctorat à l'Institut d'optique Graduate School, j'ai réussi un concours pour un poste de chargée de recherche au CNRS*, au laboratoire de recherche de Télécom Paris. J'ai finalement transféré mon équipe au laboratoire informatique de Sorbonne Université, où je suis devenue directrice de recherche à la suite d'un autre concours.



FICHE MÉTIER

CHERCHEUR/CHERCHEUSE

Formation : diplôme d'ingénieur spécialisé en électronique ou en photonique, ou master (3EA ; nanosciences et nanotechnologies ; optique, image, vision, multimédia ; physique ; physique appliquée et ingénierie physique...), suivi d'un doctorat. **Qualités :** curiosité, esprit d'équipe, persévérance. **Salaires débutants :** à partir de 1891 € brut/mois (hors primes et indemnités au CNRS*), 2500 à 3000 € dans la recherche privée.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p.28-29.



Samir Ben Si Saïd, 28 ans
**CONCEPTEUR HYPERFRÉQUENCES,
 MC2 TECHNOLOGIES, À VILLENEUVE-D'ASCQ (59)**

MON PARCOURS

Après un bac général en Algérie, j'ai suivi une prépa en sciences et techniques, puis j'ai intégré une école d'ingénieurs (Polytechnique d'Alger), option électrotechnique. Au bout de 1 an, j'ai décidé de me réorienter en licence du secteur génie électrique, à l'université de Lille. J'ai poursuivi en master 3EA avec un parcours en systèmes électroniques communicants. J'ai fait mon stage de fin d'études chez MC2 Technologies, qui m'a ensuite embauché en tant qu'ingénieur hyperfréquences.

Ingénieur dans une entreprise innovante, Samir conçoit, sur ordinateur, des antennes et des circuits intégrés, par exemple dans des systèmes de navigation ou des satellites. Il aime la polyvalence de son travail et ne s'ennuie jamais!

Au sein d'une équipe de six ingénieurs, je travaille à la CAO (conception assistée par ordinateur) de différents circuits radiofréquence et d'antennes, servant à la communication sans fil ou à la détection d'objets, par exemple. Je peux développer des produits qui seront ensuite proposés dans notre catalogue, ou répondre à la demande spécifique d'un client. Dans les deux cas, la démarche est la même: définition du cahier des charges, conception sur ordinateur avec les logiciels dédiés, simulations électromagnétiques sur ordinateur, assemblage du

prototype par les techniciens selon mes plans de montage, puis contrôle, mesure et validation par l'équipe de caractérisation, avant de lancer la fabrication en série. La phase de conception du circuit radiofréquence est la plus longue: de quelques mois à 1 an, selon la complexité du projet. L'étape de simulation électromagnétique du circuit prend à elle seule plusieurs jours. Je dois me tenir au courant des nouvelles technologies et des nouveaux matériaux, qui évoluent très vite et changent la donne. La tendance est à la miniaturisation – certaines puces ne font pas plus d'un millimètre carré – tout en augmentant les performances des circuits électroniques. Nous concevons donc de plus en plus de circuits intégrés sur mesure. Selon le projet, je suis en contact avec plusieurs départements: l'assemblage, la caractérisation et les mesures, les achats, la mécanique... J'apprends tous les jours et il n'y a pas de routine. ■

FICHE MÉTIER

CONCEPTEUR/CONCEPTRICE DE CIRCUITS INTÉGRÉS

Formation: diplôme d'ingénieur en électronique ou master 3EA avec une spécialisation en microélectronique, en radiofréquences... À noter: le BUT réseaux et télécommunications permet d'accéder à des missions d'assistance des ingénieurs spécialistes des systèmes de communication.
Qualités: autonomie, créativité, patience. **Salaire débutant:** 2 800 à 3 500 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



Feriel Babay, 27 ans
INGÉNIEURE MÉCATRONIQUE,
EXPLEO, À MONTIGNY-LE-BRETONNEUX (78)

Consultante en mission chez un constructeur automobile, Feriel encadre un projet sur l'éclairage automatique des voitures de demain. Pour ce faire, elle développe même un nouveau programme qui réduira les temps de tests.

J'interviens sur deux calculateurs, qui seront intégrés aux voitures de la marque en 2024 et qui piloteront automatiquement l'éclairage avant des véhicules. L'un se sert des données d'une caméra pour analyser et traiter les informations (croisement d'un piéton, d'une moto ou d'une voiture, vitesse, distance, etc.), l'autre allume ou éteint le nombre de LED nécessaires à l'éclairage optimal dans ces situations. Ce projet, qui s'étend sur 2 ans, a commencé par un appel d'offres, l'analyse des propositions et le choix des fournisseurs, ce qui a pris beaucoup de temps et d'échanges. Je m'occupe à présent des tests pour m'assurer que les deux calculateurs correspondent bien à la charte du constructeur, notamment en ce qui concerne l'environnement, la sécurité, la qualité, etc. Pour cela, je m'appuie sur des experts de chacun des domaines que j'ai à gérer conjointement. J'assiste donc à de nombreuses réunions au technocentre et je fais le point toutes

les semaines avec les fournisseurs. Je peux passer de la création d'un schéma de câblages, pour que les techniciens puissent tester une fonction, à la vérification d'un retour de fournisseur, à la suite de mes remarques. Nous avançons petit à petit : tests et validations jalonnent chaque étape. Secondée par une ingénieure alternante chez le constructeur, je suis en train de développer un programme pour automatiser les différents tests : il permettra de les réaliser en quelques heures, au lieu des 2 semaines nécessaires actuellement. ■

FICHE MÉTIER

INGÉNIEUR/INGÉNIEURE MÉCATRONIQUE

Formation : diplôme d'ingénieur en mécatronique, en électronique, en mécanique... ou master (3EA ; automatique, robotique ; ingénierie des systèmes complexes...) avec un parcours en mécatronique. À noter : la LP métiers de l'industrie : mécatronique, robotique permet d'accéder à des missions d'assistance des ingénieurs spécialistes de la mécatronique. **Qualités :** aisance relationnelle, anticipation, esprit d'équipe. **Salaires débutants :** à partir de 3000 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.

MON PARCOURS

J'ai passé un bac général en Tunisie avant d'entrer à l'Insa* Strasbourg où j'ai préparé, en 5 ans, un diplôme d'ingénieur en mécatronique. En parallèle, j'ai obtenu un master avec un parcours en IRIV (image, robotique, ingénierie pour le vivant). J'ai fait mon stage de fin d'études au centre d'innovation d'Alten, puis j'ai été recrutée chez Expleo. Après une première mission de recherche en interne sur le parcage autonome des voitures, je suis devenue consultante à plein temps.

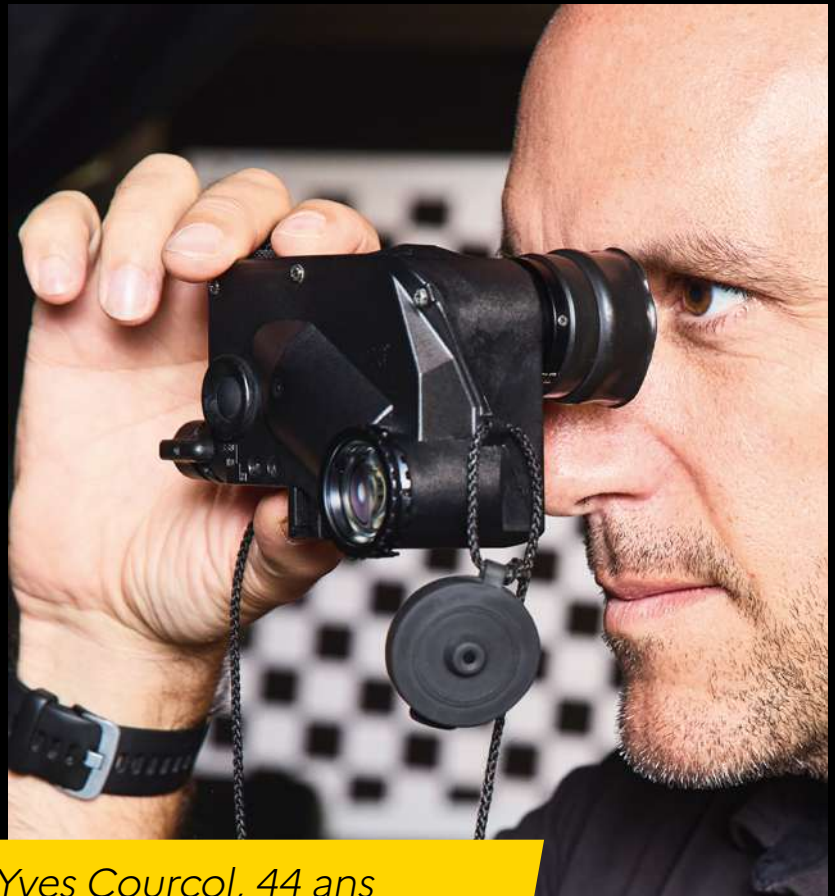
* Institut national des sciences appliquées.

MON PARCOURS

J'ai intégré une classe prépa après un bac général, puis je suis entré, sur concours, à l'École Centrale Marseille. En 3^e année, je me suis spécialisé en optique-optronique, un domaine qui touche à beaucoup de disciplines. En parallèle, j'ai fait un DEA* optique, signal, image.

Après une courte expérience chez un prestataire de services, j'ai intégré Thales en tant qu'ingénieur d'études et développement optique, avant de rejoindre mon poste actuel.

* Diplôme d'études approfondies, ancien diplôme, équivalent du master (bac+5).



Yves Courcol, 44 ans
**INGÉNIEUR OPTRONIQUE,
THALES, À ÉLANCOURT (78)**



Spécialiste des capteurs infrarouges, Yves travaille à la conception de caméras ultraperformantes utilisées dans le domaine militaire. De la recherche à l'industrialisation, il fait preuve d'une grande minutie: rien ne lui échappe!

Chez Thales, nous fabriquons notamment des caméras, essentiellement militaires, pour repérer, par exemple, une cible à distance, de jour comme de nuit. Je m'occupe des capteurs intégrés à ces caméras: éléments que nous ne fabriquons pas, car ils nécessitent l'intervention d'usines spécifiques. En tant qu'expert en technologies de détection visible, proche infrarouge et bas niveau de lumière, je commence par identifier des composants et des sous-traitants capables de répondre aux besoins particuliers de nos applications. Après fabrication, je teste ces capteurs dans

des conditions extrêmes (température, vibrations, éclairage, etc.) pour être sûr qu'ils répondront à nos attentes. Ensuite, je supervise l'intégration de l'électronique et de l'optique ainsi que les réglages nécessaires à l'obtention d'un module caméra complet. Je mets au point les méthodes de production et je m'assure de leur bonne exécution jusqu'au passage à la production en série. Je suis les projets de la recherche à l'industrialisation. En contact avec tous les professionnels qui apportent leur contribution (mécaniciens, électroniciens, opticiens...), je veille à ce que les contraintes de métier soient prises en compte et compatibles, pour arriver au meilleur résultat. Parfois au bureau devant l'ordinateur, en réunion, en salle blanche avec les opérateurs de réglage ou au laboratoire pour les manipulations, je me rends aussi sur le terrain, pour tester les caméras, rencontrer des sous-traitants ou participer à des séminaires. ■

FICHE MÉTIER

INGÉNIEUR/INGÉNIEURE PHOTONIQUE ET VISION

Formation: diplôme d'ingénieur en photonique ou master (optique, image, vision, multimédia; physique appliquée et ingénierie physique) avec un parcours en photonique, éventuellement suivi d'un doctorat. **Qualités:** anticipation, esprit d'équipe, méthode.

Salaires débutants: à partir de 3 500 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



**Benoît Lambert, 47 ans
INGÉNIEUR QUALITÉ-FIABILITÉ,
UMS FRANCE, À VILLEBON-SUR-YVETTE (94)**

Pour tester la fiabilité des composants électroniques destinés à du matériel de haute technologie, Benoît doit en quelques mois simuler une usure d'une vingtaine d'années. Une mission délicate qui requiert une expertise pointue !

L'équipe fiabilité, avec laquelle je travaille en étroite collaboration, teste les composants électroniques qui entrent dans la fabrication d'appareils comme les radars, les antennes ou les satellites pour les secteurs de la défense, de l'espace, des télécoms et de l'automobile. Des essais en accéléré sont réalisés, avec des contraintes plus importantes que dans la vie réelle. En quelques mois, l'usure d'une vingtaine d'années est modélisée en appliquant des contraintes de température, de courant électrique, de tension, d'humidité, de pression, mais aussi d'exposition aux radiations pour les composants destinés au spatial. J'analyse, avec les ingénieurs fiabilité, les résultats de ces tests pratiques par des opérateurs et techniciens. Nous avançons à tâtons sur chaque mesure pour trouver le juste milieu : aller trop vite, c'est risquer de perdre le travail de plusieurs mois. Lorsque le composant casse, il faut

le décortiquer à l'aide d'acides ou de faisceaux d'électrons, parfois jusqu'à l'atome, pour comprendre la cause de la défaillance. Nous informons les technologues du problème, afin qu'ils améliorent le procédé de fabrication. Notre travail permet également de rédiger des modèles d'utilisation et de conseiller les entreprises clientes. Aujourd'hui, je suis devenu expert fiabilité et je participe à des groupes de travail à l'agence spatiale européenne et chez les utilisateurs. Mon poste est plus transversal : il porte sur les projets et les coopérations, notamment avec des universités. ■

MON PARCOURS

Après un bac technologique, j'ai préparé un DUT en électronique, puis une licence et une maîtrise* en électronique, électrotechnique, automatique, à l'université. J'ai enchaîné sur un doctorat dans le domaine de la fiabilité des appareils électroniques, puis sur un post-doctorat à l'Agence spatiale européenne, pour laquelle j'ai continué à travailler, avant d'être recruté en tant qu'ingénieur fiabilité à UMS (joint-venture créée par Thales et Airbus). J'ai évolué pour encadrer l'équipe fiabilité, puis je suis devenu coordinateur recherche et développement.

* Ancien diplôme, équivalent d'un master 1.

FICHE MÉTIER

INGÉNIEUR/INGÉNIEURE QUALITÉ-FIABILITÉ

Formation : diplôme d'ingénieur ou master en électronique, en photonique ou en physique appliquée et ingénierie physique (notamment physique des semi-conducteurs), éventuellement suivi d'un doctorat. **Qualités :** anticipation, esprit d'analyse, esprit d'équipe. **Salaires débutants :** 3 300 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p.28-29.



**Théo Essirard, 21 ans
TECHNICIEN INSTRUMENTATION,
OXXIUS, À LANNION (22)**

MON PARCOURS

Après un bac technologique, j'ai poursuivi mes études en DUT mesures physiques option techniques instrumentales.

C'est grâce à un reportage à la télévision que j'ai connu l'entreprise Oxxius, à laquelle j'ai envoyé une candidature spontanée. J'ai été convoqué à un entretien et retenu pour un CDD* au poste que j'occupe actuellement.

Mon contrat a été prolongé, puis transformé en CDI**.

* Contrat à durée déterminée.
** Contrat à durée indéterminée.

Je travaille en salle blanche, pour tester les lasers avant qu'ils partent chez le client. Nous sommes trois dans mon équipe et nous tournons sur les différentes tâches. Nous recevons les lasers montés et nous commençons par les laisser allumés une nuit entière pour vérifier que le faisceau est bien fixé et ne baisse pas en puissance. Ensuite, l'un de nous finalise le paramétrage du laser, qui varie selon le client. La deuxième personne effectue les mesures sur l'électronique, notamment la tension et la puissance, tandis que la troisième se focalise sur le faisceau, qui doit

être bien circulaire et sans tache. La taille de ce dernier est mesurée par caméra au micromètre. Tous les appareils de mesure sont connectés à un ordinateur et chacun a son logiciel spécifique. Nous consignons tous nos résultats et faisons la synthèse. J'apprends sans cesse et il n'y a pas de routine, car nous fabriquons de nombreux types de lasers, avec des normes et des mesures différentes à chaque fois ou presque. Mais, dans tous les cas, il faut être vigilant sur la sécurité, en particulier avec les infrarouges que l'on ne voit pas. Pour éviter de passer devant le faisceau ou être touché par une réflexion, le laser est entouré de grands panneaux blancs et nous nous tenons toujours derrière. Je porte une blouse et des lunettes de protection, et je veille à ce que tout reste propre ; j'essuie tout ce qu'on a touché avant que cela soit expédié chez le client. Il est important d'être minutieux et attentif dans ce métier, où règne toutefois la convivialité au sein de l'équipe. ■

FICHE MÉTIER

TECHNICIEN/TECHNICIENNE INSTRUMENTATION

Formation: BTS métiers de la mesure, systèmes numériques ou systèmes photoniques ; BUT mesures physiques ou LP maintenance et technologie : électronique et instrumentation, métiers de l'électronique (parcours en mesures et instrumentation, instrumentation optique...) ou métiers de l'instrumentation, de la mesure et du contrôle qualité ; TP électronicien de tests et développement. **Qualités:** esprit de synthèse, minutie, rigueur. **Salaires débutant:** environ 2080 euros brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



Laurine Bodin, 29 ans
**INGÉNIEURE DE PRODUCTION DE COMPOSANTS
 ET SYSTÈMES PHOTONIQUES, LE VERRE FLUORÉ, À BRUZ (35)**

Avec son équipe, Laurine produit de la fibre optique de haute technologie pour des clients internationaux, à la commande ou sur mesure. Elle jongle entre relation client, étude de prix, mise en place de procédures industrielles...

Positionné sur un marché de niche, mais qui grandit rapidement, Le Verre fluoré est le leader mondial de la fibre de verre à base de fluorure, qui permet plus de transparence dans l'infrarouge que la fibre à base de silice, utilisée dans les télécoms. Notre fibre optique est privilégiée dans les domaines de la défense, du médical et de l'astronomie. Nos clients se trouvent en Asie, aux États-Unis ou en Europe, et la plupart de mes échanges avec eux se font en anglais. À partir de la demande d'un client, je fais une étude, puis une proposition de devis, en relation avec le service commercial. Je mets ensuite en œuvre la production avec les deux techniciens que je supervise, jusqu'à la livraison. On peut nous demander un câble, plus ou moins long, avec un certain type de connecteur à chaque bout, une gaine spécifique, etc. Tout est fait à la main : c'est un travail très minutieux, car la fibre de verre est à peine plus grosse qu'un cheveu. Les

connecteurs sont des pièces mécaniques que nous fabriquons et l'assemblage se fait avec de la résine ou de la colle. Chaque commande m'oblige à faire des tests de qualité et de rentabilité, dans l'idée de faire entrer ces nouveaux produits dans notre catalogue. Je dois alors concevoir une procédure qui peut être reproduite, ce qui demande réflexion et interaction avec mes collègues. Ce métier me permet de toucher à tout. Je passe environ un tiers de mon temps en réunion, un tiers avec les clients et un tiers en production. ■

MON PARCOURS

J'ai obtenu un bac technologique et un BTS en optique instrumentale avant d'intégrer l'Enssat*, où j'ai préparé un diplôme d'ingénieur en photonique et laser en apprentissage. Cette filière m'a plu pour l'importance de la pratique. J'ai fait ma 3^e année d'apprentissage au Verre fluoré, qui m'a ensuite proposé un CDI** en tant qu'ingénieur R&D***. J'ai évolué vers l'intégration et l'industrialisation des produits, où je retrouve davantage de travail manuel, ce qui me satisfait.

* École nationale supérieure des sciences appliquées et de technologie.
 ** Contrat à durée indéterminée.
 *** Recherche et développement.

FICHE MÉTIER

INGÉNIEUR/INGÉNIEURE DE PRODUCTION DE COMPOSANTS ET SYSTÈMES PHOTONIQUES

Formation : diplôme d'ingénieur en photonique ou master (3EA ; optique, image, vision, multimédia ; physique appliquée et ingénierie physique ; réseaux et télécommunication). **Qualités :** aisance relationnelle, minutie, polyvalence. **Salaires débutants :** environ 2900 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p.28-29.

MON PARCOURS

Je me suis intéressé à l'électronique dès la classe de 4^e. J'ai obtenu un bac technologique et un BTS dans ce domaine. J'ai commencé à travailler dans le dépannage, mais petit à petit je me suis spécialisé en CAO*. À Polygone, j'ai suivi plusieurs formations techniques: en conception et industrialisation des cartes électroniques, en technologie flex et flex-rigides spécifiques aux circuits imprimés, et en technologie HDI (haute densité d'interconnexion).



Mickaël Louis, 42 ans
**TECHNICIEN CAO* ÉLECTRONIQUE,
POLYGONE CAO, À ÉVREUX (27)**

Passionné d'électronique, Mickaël s'est spécialisé en CAO* pour dessiner des cartes de haute technologie. Il doit trouver des solutions pour les clients, en tenant compte des contraintes électroniques, mécaniques et économiques. Un vrai défi!

Je travaille pour un bureau d'études spécialisé en conception et en design de cartes électroniques de haute technologie, c'est-à-dire présentant une densité élevée de composants et de nombreuses contraintes à prendre en compte. Les plus grosses cartes, pour l'aéronautique ou les serveurs informatiques, peuvent faire 15 cm sur 20, tandis que les plus petites, intégrées aux lunettes connectées par exemple, font 1,5 cm sur 3. À l'aide d'un ordinateur puissant avec trois écrans et à partir d'un schéma électronique, d'une nomenclature, des plans mécaniques et parfois d'un cahier des charges, je réalise le

placement des composants électroniques sur les cartes ainsi que le routage (connexion entre les différents composants sur la carte). Durant cette étape, il est important de bien respecter le schéma électronique et les contraintes: signaux sensibles, alimentation de puissance, isolements particuliers, éléments mécaniques... J'échange souvent avec nos clients, notamment pour bien comprendre leurs spécificités. Je modélise les plans de fabrication et de câblage de la carte. En fonction de la complexité et de la taille de la carte, cela peut me prendre une demi-journée ou un mois. L'objectif est de réaliser des cartes électroniques fiables, robustes et reproductibles, tout en maîtrisant les coûts de fabrication. Pour cela, assurer une veille technique sur les composants, les matériaux et les procédés de fabrication est également indispensable. ■

* Conception assistée par ordinateur.

FICHE MÉTIER

TECHNICIEN/TECHNICIENNE CAO ÉLECTRONIQUE

Formation: BTS systèmes numériques; LP des métiers de l'électronique; CQPM technicien développeur intégrateur en électronique. **Qualités:** aisance relationnelle, curiosité, rigueur. **Salaire débutant:** à partir de 1830 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



MON PARCOURS

J'ai découvert l'optique au lycée. Après un bac général, j'ai préparé un BTS en optique instrumentale, en apprentissage dans une entreprise du secteur du militaire spatial, puis une LP en optique et visualisation, avec un stage long au CNRS*. J'ai commencé à travailler en intérim chez Avanex en tant que technicienne mesures et tests, dans le domaine de la fibre sous-marine. J'ai ensuite été embauchée chez Horiba, en tant que technicienne de fabrication, et j'ai évolué comme cheffe d'équipe.

* Centre national de la recherche scientifique.

Caroline Devrière, 41 ans
**TECHNICIENNE DE FABRICATION EN OPTIQUE DE PRÉCISION,
 HORIBA, À PALAISEAU (91)**

Caroline aime son métier, qui lui permet de contribuer à faire avancer la recherche. Elle a acquis suffisamment d'expérience dans la fabrication de composants optiques complexes pour encadrer une équipe et former des débutants.

Mon métier consiste à fabriquer des réseaux de diffraction. Ce sont des supports en verre de différentes formes et tailles, sur lesquels nous gravons des traits et des sillons. Ces traits vont permettre de diffracter (ou décomposer) la lumière. Par exemple, une lumière blanche sur un réseau donnera plusieurs spectres de lumières visibles, un peu comme la projection de plusieurs arcs-en-ciel. Ces réseaux sont intégrés dans des systèmes complexes, comme des spectromètres, qui mesurent l'absorption de la lumière dans les matériaux. Grâce à cela, les chercheurs, notamment dans le médical, peuvent faire des analyses poussées. D'autres réseaux, destinés au domaine spatial, sont intégrés dans des satellites et permettent d'imager et d'analyser le Soleil, la Terre... Pour la fabrication, je travaille en salle blanche et mon activité touche au domaine de la chimie, de l'interférométrie*, de l'holographie**, etc. Mon équipe, composée de techniciens confirmés, d'alternants et de stagiaires, part d'un

cahier des charges et de calculs réalisés par des ingénieurs optique, avec lesquels nous collaborons en permanence. Nous commençons par les étapes de préparation des supports, sur lesquels nous appliquons une couche de résine photosensible. En parallèle, nous fabriquons un montage optique holographique pour créer un champ d'interfréquences (ce seront nos traits). L'hologramme va alors s'imprimer sur la couche de résine, comme le négatif d'une photo. ■

* Technique de mesure utilisant les interférences des ondes.

** Technique photographique de restitution du relief des objets, utilisant les interférences de deux faisceaux laser.



FICHE MÉTIER

TECHNICIEN/TECHNICIENNE DE FABRICATION EN OPTIQUE DE PRÉCISION

Formation: BTS systèmes photoniques; LP métiers de l'électronique (domaine de la photonique) ou métiers de l'instrumentation, de la mesure et du contrôle qualité (notamment dans le domaine de la vision industrielle). **Qualités:** autonomie, minutie, rigueur. **Salaires débutants:** environ 2 300 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.

MON PARCOURS

Je me suis orienté en électronique dès le lycée, en préparant un bac technologique, puis un BTS du domaine et un DEUST* en optoélectronique et imagerie industrielle. J'ai d'abord travaillé pour un bureau d'études en électronique, puis j'ai intégré le service ingénierie de l'école d'ingénieurs Eseo**, qui a d'abord fait du développement électronique pour le tissu d'entreprises locales, avant de devenir un service d'ingénierie pour la recherche.

* Diplôme d'études universitaires scientifiques et techniques, de niveau bac+2.

** École supérieure d'électronique de l'Ouest



Philippe Ménard, 41 ans
**TECHNICIEN EN ÉLECTRONIQUE EMBARQUÉE,
 ESEO, À ANGERS (49)**



Derrière son ordinateur, en réunion ou en voyage, Philippe est au cœur de l'innovation. Au sein d'une équipe d'ingénierie, il participe à la conception et à l'installation de cartes électroniques embarquées dans tous les types d'appareils.

En collaboration étroite avec des enseignants-chercheurs, je développe des cartes électroniques embarquées pour différents types d'appareils, dont nous réalisons également les prototypes. J'interviens au départ pour expliciter la demande et les contraintes du porteur de projet et pour concevoir la carte électronique sur ordinateur. Je la récupère ensuite lorsqu'elle a été fabriquée: je réalise des mesures, le codage du logiciel embarqué, l'intégration des composants et parfois même l'installation de l'appareil finalisé sur place. Ainsi, je suis allé en Guadeloupe pour

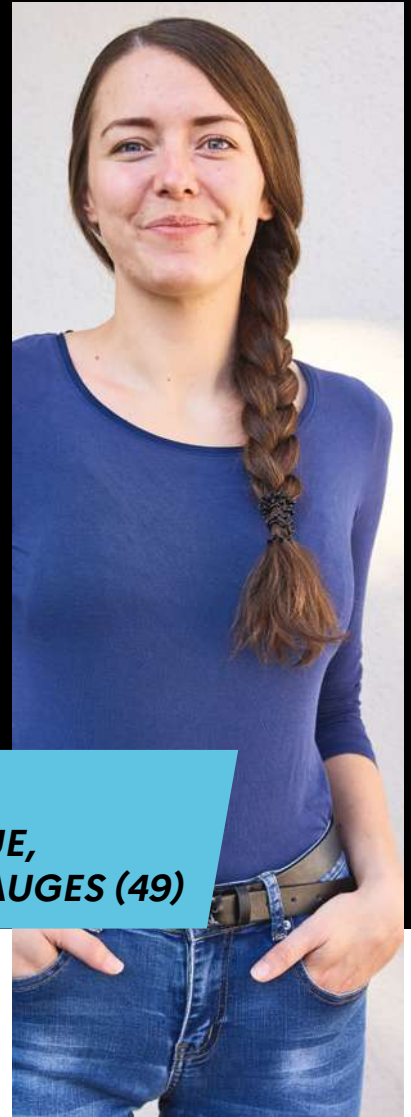
installer un sismomètre sur le volcan de la Soufrière, et un de nos appareils est positionné aux Saintes, sous la mer. Si la moitié de mon temps se passe sur ordinateur pour la conception et le codage, je participe aussi à des réunions et j'interagis avec les partenaires, notamment pour bien cerner les contraintes et les problématiques de leur métier. Cela demande de s'adapter en permanence. Je dois également me tenir informé des évolutions technologiques pour pouvoir proposer les meilleures solutions, sachant que dans les domaines d'expertise très poussés et mouvants sur lesquels nous travaillons, une seule personne ne peut pas tout maîtriser. Il faut aller chercher les réponses, lire des documents techniques, sourcer les bons composants et œuvrer en équipe pour imaginer de nouvelles choses. Nous sommes deux techniciens et deux ingénieurs et chaque projet nous fait avancer un peu plus dans la connaissance. ■

FICHE MÉTIER

TECHNICIEN/TECHNICIENNE EN ÉLECTRONIQUE EMBARQUÉE

Formation: BTS électrotechnique ou systèmes numériques, suivi d'une LP avec un parcours en électronique des systèmes embarqués; CQPM technicien en électronique embarquée; CQPM technicien en électronique de puissance. **Qualités:** curiosité, esprit de synthèse, rigueur. **Salaires débutants:** à partir de 1800 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



Marie Boucher, 23 ans
**OPÉRATRICE EN PRODUCTION ÉLECTRONIQUE,
 LACROIX ELECTRONICS, À BEAUPRÉAU-EN-MAUGES (49)**

Sur une ligne de production, Marie veille au bon fonctionnement de plusieurs machines, qui gèrent l'installation de composants sur des cartes électroniques. Concentration et réactivité sont de mise pour que la production ne soit pas interrompue.

Je viens de commencer à travailler sur une ligne de production trois fois plus rapide que celle sur laquelle j'étais avant. Elle est composée de plusieurs machines: la première envoie, grâce à un bras poussoir, des cartes électroniques, une à une, vers la suivante, appelée « deck », qui applique de la crème à braser là où seront posés les composants. Une autre machine vérifie que la crème est bien appliquée avant que les cartes électroniques passent à celle qui installe les composants. Je m'assure que ces derniers sont bien disposés, avant que les cartes aillent dans le four à refusion, qui soude les composants. À chaque étape, je veille au bon fonctionnement des machines, en binôme avec une retoucheuse qui, elle, vérifie que les composants n'ont pas bougé à la sortie du four, et les recale si nécessaire. S'il y a un problème, elle m'en informe pour que je corrige l'erreur en amont, en changeant quelques réglages. Si besoin, je peux faire appel à mon chef d'équipe

ou à ma formatrice, qui travaille sur une ligne à côté de moi, voire aux agents de méthode lorsque nous ne trouvons pas de solution. Je dois être attentive et à l'affût du moindre incident, pour tout vérifier et éviter que la production s'arrête. Cela nécessite de savoir gérer les priorités: si le « deck » sonne, cela indique que le niveau de crème à braser est bas, ce n'est pas grave. En revanche, si c'est le four qui sonne, il faut tout de suite réagir, car cela peut être dangereux. Même si on a une formation au départ, on apprend beaucoup petit à petit en faisant, en s'intéressant et en posant des questions. ■

MON PARCOURS

Au cours d'un bac pro en gestion-administration, j'ai fait des stages en maison de retraite et dans le commerce, secteur dans lequel j'ai commencé à travailler. Après un déménagement, je me suis inscrite dans une agence d'intérim et j'ai appris que Lacroix recrutait. J'y ai commencé en tant que préparatrice, avant d'être formée sur une ligne de production et d'évoluer vers un poste d'opératrice.

FICHE MÉTIER

OPÉRATEUR/OPÉRATRICE EN PRODUCTION ÉLECTRONIQUE OU PHOTONIQUE

Formation: CAP aéronautique; bac pro aéronautique, électromécanicien marine ou systèmes numériques; CQPM monteur câbleur de circuit imprimé équipé; TP agent de montage et de câblage en électronique.

Qualités: esprit d'initiative, patience, rigueur. **Salaires débutants:** à partir du Smic (environ 1 710 € brut/mois en janvier 2023).

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p.28-29.



Mario Lopes, 49 ans
TECHNICIEN SYSTÈMES PHOTONIQUES,
EVOSENS, À PLOUZANÉ (29)

Montage manuel de prototypes, tests et mesures, production de petites séries, Mario aime la diversité de ses tâches, qui font appel à des connaissances variées (mécanique, électronique, informatique...). Loin de la routine, il assiste les ingénieurs, échange avec les clients ou encadre des opérateurs.

MON PARCOURS

Après la classe de 3^e, je me suis orienté vers un bac technologique, puis un BTS en génie optique et photonique. J'ai occupé plusieurs postes, notamment technicien de caractérisation à Câbles Pirelli, puis technicien qualification à Highwave Optical Technologies, où j'ai pris la responsabilité du laboratoire de qualification jusqu'à la fermeture de l'entreprise. Après un déménagement, j'ai été technicien réseaux fibre optique chez Sogetrel, avant d'être embauché au bureau d'études Evosens.

Je fais partie d'une équipe composée de cinq ingénieurs et de trois techniciens. Nous fabriquons essentiellement des prototypes intégrant de l'optique, et parfois des productions en petites séries. Cela peut être des microscopes, des scanners pour dentistes, le système de fins miroirs actionnés pour un télescope, etc. En tant que technicien, j'assiste les ingénieurs pour le montage, les tests et les mesures sur les prototypes qu'ils auront imaginés en fonction du cahier des charges du client. Mon métier est très varié et il fait appel à de nombreuses connaissances : en optique bien sûr, mais aussi

en mécanique, en électronique, en informatique, etc. Je peux être amené à faire un peu de soudure, de la CAO* mécanique, etc. J'interagis également avec les clients lorsqu'ils chargent l'entreprise d'une petite production qui se fait manuellement, mais aussi lors des mesures et des tests sur les prototypes. Je travaille souvent sous microscope, selon un mode opératoire précis, pour le montage de composants électroniques ou de lentilles optiques miniatures. Au besoin, je commande les pièces en amont et je peux former et encadrer des opérateurs lorsque nous fabriquons de petites séries. Selon la difficulté, un projet peut durer de 3 mois à 2 ans, notamment lorsque nous devons réaliser plusieurs versions du produit. Cela nécessite d'être organisé, car je peux gérer en même temps de la production, du montage de prototype et des essais. ■

* Conception assistée par ordinateur.

FICHE MÉTIER

TECHNICIEN/TECHNICIENNE MONTAGE, CONTRÔLE OPTIQUE

Formation : BTS systèmes photoniques, éventuellement complété par une LP avec un parcours en photonique. **Qualités :** minutie, organisation, polyvalence. **Salaires débutants :** environ 1800 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



MON PARCOURS

Après un bac technologique, j'ai commencé à travailler en intérim dans le secteur de l'électronique. J'ai ensuite suivi une LP en maintenance des lasers. J'ai travaillé pendant 6 ans dans l'aéronautique en tant que technicienne laser en production, puis 6 ans en laboratoire au centre technologique d'Alphanov. J'ai alors décidé de préparer, par la formation continue, un master en physique fondamentale orienté commerce, afin d'évoluer vers la relation client.



Emma Verdier, 40 ans
**BUSINESS DÉVELOPPEUSE EN PHOTONIQUE,
 ALPHANOV, À TALENCE (33)**

Emma prospecte de nouveaux clients pour une société innovante qui développe lasers et procédés industriels. Elle se tient informée des évolutions technologiques afin de décrocher des contrats aussi bien dans le médical que dans l'horlogerie de luxe.

Occupant un rôle technico-commercial, mon objectif est de vendre les machines laser et les procédés laser qu'Alphanov propose. J'explique aux clients potentiels ce que l'on peut faire avec notre technologie, pour ensuite faire développer des produits ou vendre des services, comme des procédés laser pour les industriels ou la recherche. Les marchés visés sont le médical, l'horlogerie de luxe, l'armement, l'automobile, avec des applications de niche, mais la photonique est partout. Le laser peut servir aussi bien à détruire un drone qu'à graver un fond de montre. Il est aussi utilisé lors des opérations de chirurgie pour soigner la myopie, et lors de la fabrication de pièces intérieures de voiture, par exemple le tableau de bord. À moi de me tenir au courant des évolutions et d'être à l'écoute des tendances pour faire des propositions pertinentes. Je prospecte sans cesse de nouveaux clients et étudie leurs besoins pour leur apporter une réponse technique

et financière. Je dois être disponible et me déplacer, y compris à l'étranger, en m'adaptant à la culture de mes interlocuteurs. Parfois, les discussions durent plusieurs années et la proposition évolue, car le secteur est très mouvant. Je participe à beaucoup de réunions et je travaille au quotidien avec le service achats ou la comptabilité, car je supervise les contrats jusqu'au règlement par les clients. Je fais également un peu de marketing, pour créer ou mettre à jour des brochures, des webinaires ou des pitches de promotion, souvent en anglais. ■

FICHE MÉTIER

**INGÉNIEUR TECHNICO-COMMERCIAL/
 INGÉNIEURE TECHNICO-COMMERCIALE**

Formation : diplôme d'ingénieur ou master en électronique ou en photonique, si possible complété par un diplôme d'école de commerce, ou un master physique fondamentale et applications avec un parcours orienté commerce. **Qualités :** adaptabilité, aisance relationnelle, curiosité. **Salaires débutants :** entre 2500 et 3300 € brut/mois, avec une partie variable en fonction des résultats.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.

MON PARCOURS

Après un bac général, j'ai préparé une licence, puis un master en physique, spécialisé en lasers et procédés, à l'université de Bordeaux. J'ai effectué 6 mois de stage de fin d'études chez Amplitude, qui m'a proposé un poste d'ingénieure développement laser, en R&D*. Comme la société a rapidement grandi, j'ai eu l'opportunité d'intégrer l'équipe commerciale en tant qu'ingénieure laser, puis de devenir chargée de clientèle, et enfin responsable produit.



Amélie Letan, 33 ans
RESPONSABLE PRODUIT,
AMPLITUDE, À PESSAC (33)

De la conception à la distribution, Amélie est responsable d'une gamme de lasers. Elle analyse les besoins du marché, élabore et met en œuvre une stratégie marketing et de communication et suit les résultats obtenus tout en assurant une veille des évolutions techniques et de la concurrence.

En lien avec les services production, R&D* et commercial, j'ai un poste transversal qui consiste à gérer une gamme de produits développés dans l'entreprise. Je m'occupe plus particulièrement des lasers fibrés, qui sont utilisés, par exemple, en chirurgie de l'œil par les ophtalmologues, pour le micro-usinage de surface ou encore la découpe fine, notamment pour les engrenages de montre. Nous sommes donc dans le laser de précision, au micron près. Environ la moitié de mon temps est consacrée au support technique de l'équipe commerciale : je suis notamment chargée de mettre à jour la documentation technique, de faire

remonter les besoins du marché, de suivre les évolutions technologiques et la concurrence. Pour cela, je participe à des conférences techniques et aux trois grands salons spécialisés qui ont lieu en Allemagne, aux États-Unis et en Chine. J'anime aussi de nombreuses réunions, au cours desquelles je peux être amenée à convaincre des collègues de faire évoluer leurs pratiques, pour rendre notre produit toujours plus fiable et performant. Je défends également ma vision, pour mes produits, auprès du comité de direction et il m'arrive d'aller chez les clients pour étudier leurs contraintes particulières ou assister un commercial en apportant mon point de vue technique. Cela nécessite de l'aisance relationnelle et de l'adaptation, surtout lorsque je dois convaincre en anglais des clients chinois, américains ou italiens !

* Recherche et développement.

FICHE MÉTIER

CHEF/CHEFFE DE PRODUIT

Formation : diplôme d'ingénieur ou master en électronique ou en photonique. **Qualités :** curiosité, esprit d'équipe, force de persuasion. **Salaires débutants :** 3 080 à 3 330 euros brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



Thomas Eyrignoux, 31 ans
**INGÉNIEUR SUPPORT TECHNIQUE EN PHOTONIQUE,
 HAMAMATSU PHOTONICS, À MASSY (91)**

Démonstration et installation des produits, formation des utilisateurs et maintenance, Thomas alterne bureau et déplacements. Autonome sur un large secteur, il gère seul son planning: aucune journée ne se ressemble.

Mon binôme et moi sommes chargés de l'activité service et support de deux familles de produits: les émetteurs et détecteurs de rayons X, qui permettent notamment de repérer des corps étrangers (dans des produits alimentaires, par exemple), et un gros appareil de stimulation laser, qui localise les défauts lors de la fabrication de puces électroniques. En avant-vente, je réalise la démonstration des produits. Si la vente se fait, j'interviens chez le client pour l'installation et la formation des utilisateurs. Durant tout le cycle de vie du produit, j'effectue les maintenances préventives et curatives, les mises à jour ou les compléments de formation. Je dispose d'une voiture de fonction, car j'interviens sur toute la France, la Suisse, la Belgique et l'Italie. En dépannage, j'essaie de profiter de mon déplacement pour faire de la maintenance préventive, nécessaire pour garantir de bonnes performances. Disponibilité et organisation sont de mise, car je gère seul

mon planning. Je passe environ un tiers de mon temps en déplacements, au cours desquels il me faut suivre les nouvelles demandes qui arrivent. Je gère les priorités, en concertation avec mon binôme et une assistante, qui prend les premières informations auprès des clients. Je travaille aussi avec les commerciaux pour les démonstrations, les installations sur site ou pour évaluer le coût des services. Nous vendons beaucoup de nouvelles solutions techniques pour des applications innovantes, ce qui m'oblige à actualiser mes connaissances en permanence.

MON PARCOURS

À la suite d'un bac technologique, j'ai préparé un BTS en génie optique et photonique, puis un diplôme d'ingénieur spécialité photonique et systèmes optroniques à Polytech Paris, en alternance. J'ai été embauché dans la start-up où j'étais apprenti. Quand l'entreprise a fermé, j'ai travaillé chez Thales en tant que consultant, puis j'ai postulé chez Hamamatsu, où j'ai déjà plus de responsabilités qu'à mon embauche.

FICHE MÉTIER

TECHNICIEN/TECHNICIENNE SAV EN PHOTONIQUE

Formation: BTS maintenance des systèmes ou systèmes photoniques; BUT génie électrique et informatique industrielle ou génie industriel et maintenance; LP maintenance des systèmes industriels, de production et d'énergie, LP en maintenance et technologie ou LP en métiers de l'électronique; master ou diplôme d'ingénieur en photonique pour accéder rapidement à plus de responsabilités. **Qualités:** curiosité, organisation, polyvalence. **Salaire débutant:** environ 2080 € brut/mois.

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p.28-29.

MON PARCOURS

Après un bac général et une année de licence en droit, j'ai commencé à travailler dans la vente, puis dans le secteur social, grâce à l'obtention d'un CAP petite enfance et d'un TP assistante de vie aux familles. Mais les contraintes étant trop fortes dans ces métiers, j'ai voulu me réorienter. J'ai découvert l'industrie grâce à une journée de présentation organisée par Pôle emploi. J'ai alors été embauchée chez We Network, où j'ai eu l'opportunité d'obtenir un TP agent de montage et de câblage en électronique au bout de 6 mois de formation.



Marie Aricy, 44 ans
**MONTEUSE-CÂBLEUSE FILAIRE,
WE NETWORK, À VERRIÈRES-EN-ANJOU (49)**



Marie a intégré depuis peu un centre technique qui accompagne les sociétés dans leur transformation digitale. Autonome, elle assemble les composants sur des cartes électroniques, en variant les techniques. Un travail qui exige concentration et minutie !

Je réalise des prototypes de cartes électroniques ou des productions de petites séries, dans un centre technique qui accompagne les sociétés dans leur transformation digitale. Je suis chargée d'équiper les cartes de composants, à partir du schéma fourni par le client. L'assemblage peut se faire par pose des CMS (composants montés en surface) puis brasage, ou par insertion des broches des composants à travers la carte (on parle alors de « composants traversants ») suivie du brasage. Le brasage consiste à

fixer le composant sur la carte par soudure à l'étain. Je dois adapter la technique en fonction de chaque demande, sachant que je peux en changer plusieurs fois dans la même journée, dans la mesure où je ne travaille pas dans une grande usine, mais dans un atelier qui ne fait que des pièces uniques ou de toutes petites séries. Après la réalisation de chaque carte, je la contrôle méthodiquement et je m'assure, pour chacune d'elles, que les composants sont bien placés et en bon état. Certains sont polarisés, comme des piles avec un + et un -, je dois alors vérifier qu'ils sont dans le bon sens. Ce travail se fait sous une loupe binoculaire, car il peut y avoir jusqu'à 300 composants miniatures sur une même carte. Si besoin, je les répare, je les dessoude, les ressoude ou les remplace. Ce contrôle demande concentration et minutie. Il se fait en binôme avec le technicien pour garantir une qualité irréprochable, car une petite erreur de placement et la carte ne fonctionnera pas.

FICHE MÉTIER

MONTEUR-CÂBLEUR/MONTEUSE-CÂBLEUSE

Formation : CAP aéronautique option avionique ; bac pro aéronautique option avionique, électromécanicien marine ou systèmes numériques ; CCPM vernissage, collage, enrobage sur carte électronique ; CQPM monteur câbleur de circuit imprimé équipé ; TP agent de montage et de câblage en électronique ; TP monteur câbleur intégrateur en équipements électroniques et électrotechniques ; TP électronicien de montage, de contrôle et de maintenance. **Qualités :** esprit logique, méthode, rigueur. **Salaires débutants :** à partir du Smic (environ 1 710 € brut/mois en janvier 2023).

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 28-29.



Bénédicte Vincent, 43 ans
MONTEUSE-RÉPARATRICE DE CARTES ÉLECTRONIQUES,
TRONICO, À SAINT-PHILBERT-DE-BOUAINE (85)

Bénédicte a trouvé sa place en tant que réparatrice de cartes électroniques. Son expérience de câbleuse lui permet de gérer des interventions variées et d'être la référente sur les plus complexes d'entre elles. Pas de routine pour cette experte !

Gâce à mon expérience dans le câblage, je suis capable de gérer toutes les réparations des différents ateliers de l'entreprise. Il peut s'agir de non-conformité au niveau de la production, de pannes sur une carte lors des différents tests ou encore de prestations de SAV*. Je réalise le support des techniciens de tests pour les aider dans leur diagnostic de panne, en dessoudant les composants, mais aussi en contrôlant certaines zones de la carte, sur lesquelles on peut détecter d'éventuelles anomalies de production. Je peux faire une réparation manuelle au fer à souder sous loupe binoculaire, car tout est miniaturisé, ou utiliser une machine de réparation semi-automatique. Dans ce cas, je suis l'opération sur écran et j'effectue les réglages pour que le nouveau composant soit bien positionné. Au préalable, je prépare toutes les cartes : étuvage pour faire disparaître toute trace d'humidité, masquage pour protéger les composants

sensibles, démontage mécanique, etc. Je respecte un protocole précis, en fonction des spécifications de chaque client, tout en essayant à chaque fois de trouver la meilleure stratégie de réparation. Certaines d'entre elles sont plus complexes, notamment quand une carte a reçu un choc. Je peux être amenée à refaire des liaisons électriques, du recollage de plages d'accueil du circuit imprimé, par exemple. C'est un travail très complet et varié. Je ne m'ennuie jamais !

* Service après-vente.

MON PARCOURS

J'ai suivi un CAP et un bac pro dans la vente. Après quelques emplois en magasin, j'ai décidé de faire une formation de 1 an de technicienne bureau d'études pour travailler dans le secteur de la chaussure, mais j'ai eu du mal à trouver du travail. Grâce à l'intérim, j'ai été embauchée chez Tronico en tant qu'opératrice de câblage. J'ai obtenu un CDI*, en passant par le poste de préparatrice de commandes, puis de contrôleuse électronique, avant que celui de réparatrice soit disponible.

* Contrat à durée indéterminée.

FICHE MÉTIER

MONTEUR-RÉPARATEUR/MONTEUSE-RÉPARATRICE

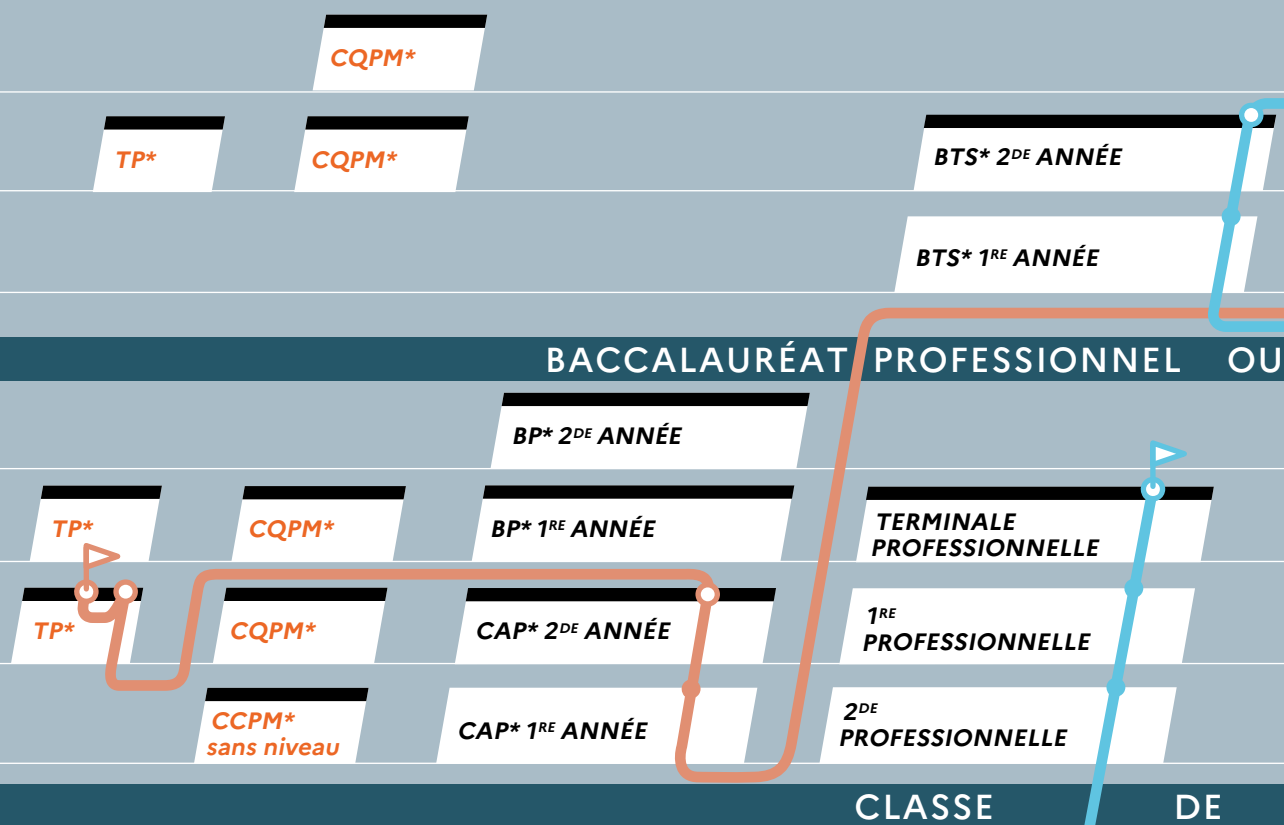
Formation : bac pro systèmes numériques ; BTS électrotechnique, systèmes numériques ou systèmes photoniques pour plus de responsabilités ; CCPM vernissage, collage, enrobage sur carte électronique ; CQPM monteur câbleur de circuit imprimé équipé ; CQPM technicien tests, essais et dépannages en électronique ; TP électronicien de montage, de contrôle et de maintenance.

Qualités : autonomie, esprit d'analyse, minutie. **Salaires débutants :** à partir du Smic (environ 1 710 € brut/mois en janvier 2023).

Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p.28-29.

À CHACUN ET CHACUNE SON PARCOURS

Du bac professionnel au doctorat, en passant par un BUT*, les parcours de Marie, Théo, Laurine, Marie et Alexis en témoignent : de nombreux diplômes, obtenus à différents niveaux d'études, permettent d'exercer un métier dans les filières de l'électronique et de la photonique.



p. 19

Marie, 23 ans

Titulaire d'un bac pro, Marie commence à travailler dans la vente avant de se réorienter, à la suite d'un déménagement. Elle est alors recrutée par une entreprise de l'électronique, qui lui permet d'évoluer en la formant sur la ligne de production.



p. 14

Théo, 21 ans

Théo passe un bac technologique, puis un DUT** mesures physiques option techniques instrumentales. À la télévision, il découvre une entreprise de la photonique qu'il intègre, rapidement après la fin de ses études, grâce à une candidature spontanée.

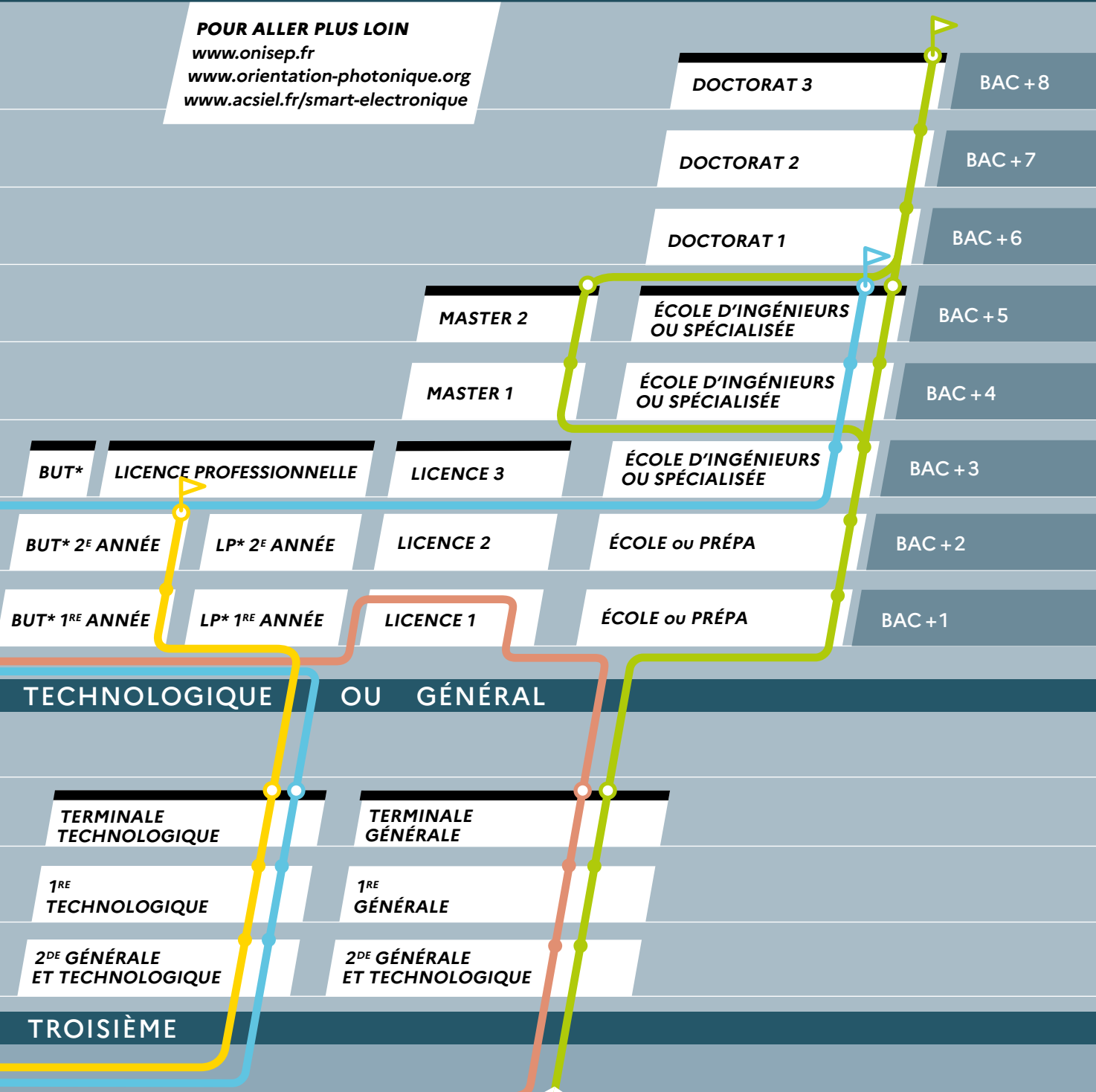


p. 15

Laurine, 29 ans

Diplômée d'un bac technologique et d'un BTS en optique instrumentale, Laurine complète sa formation avec un diplôme d'ingénieur en photonique et laser, en apprentissage dans une entreprise qui lui propose un poste à l'issue de son cursus. Elle continue d'y évoluer.

POUR ALLER PLUS LOIN
www.onisep.fr
www.orientation-photonique.org
www.acsiel.fr/smart-electronique



p. 24

Marie, 44 ans

À la suite d'un bac général, d'une 1^{re} année de licence en droit, d'un CAP* et d'un TP* du domaine social, Marie opte pour le secteur industriel. Elle obtient un TP* agent de montage et de câblage, mis à profit au sein d'une entreprise de l'électronique.



p. 6

Alexis, 25 ans

Après un bac général, Alexis rejoint, via une prépa, une école d'ingénieurs en électronique et informatique. Parallèlement à son diplôme, il prépare un master optique, image, vision, multimédia et poursuit en doctorat au sein d'une entreprise de photonique.

LÉGENDE

* Retrouvez les déroulés des sigles des diplômes p. 29.

** À la rentrée 2021, le DUT (diplôme universitaire de technologie), de niveau bac + 2, est devenu une certification intermédiaire du BUT (bachelor universitaire de technologie), diplôme de niveau bac + 3.

ANNÉE D'EXAMEN

FORMATION CONTINUE



Dernier diplôme acquis ou en cours d'acquisition

LICENCE

Après un bac En 3 ans

À l'université

La licence mention électronique, énergie électrique, automatique (appelée 3EA, EEA ou EEEA selon les universités) est particulièrement bien adaptée à une orientation en électronique. La mention physique convient aussi, en particulier pour la photonique. D'autres licences (sciences pour l'ingénieur, sciences et technologies, informatique...) sont possibles. Toutes permettent une poursuite d'études vers un bac+5 dans les deux filières en optant pour des options ou un parcours orientés électronique ou photonique.

MASTER

Après un bac+3 En 2 ans

À l'université

Plusieurs mentions conviennent et la spécialisation s'effectue en choisissant un des nombreux parcours proposés dans les filières les filières de l'électronique et de la photonique. Par la suite, il est possible de s'orienter vers la recherche en préparant une thèse de doctorat (bac+8).

- Master automatique, robotique
- ■ ■ ■ Master électronique, énergie électrique, automatique
- Master informatique
- ■ ■ ■ Master ingénierie des systèmes complexes
- Master instrumentation, mesure, métrologie
- Master nanosciences et nanotechnologies
- ■ ■ ■ Master optique, image, vision, multimédia
- Master physique
- ■ ■ ■ Master physique appliquée et ingénierie physique
- ■ ■ ■ Master physique fondamentale et applications
- ■ ■ ■ Master réseaux et télécommunication
- ■ ■ ■ Master transport, mobilité, réseaux

À noter: l'université propose aussi des CMI (cursus master en ingénierie) en 5 ans, qui correspondent à une licence et un master, renforcés par des enseignements et des activités de mise en situation. Certains CMI sont spécialisés en électronique ou en photonique.

DIPLÔME D'INGÉNIEUR

Après un bac En 5 ans

Après un bac+2 En 3 ans

En école d'ingénieurs

Il existe de nombreuses formations plus ou moins généralistes. La spécialisation en électronique ou photonique peut s'opérer dès la 1^{re} année et se renforcer jusqu'en 3^e année. Certaines écoles sont regroupées en réseaux, par exemple Centrale, Cesi, Icam, IMT, Insa, Polytech... Des écoles comme l'Ensea, l'Eseo, l'Esigelec... sont plus orientées vers l'électronique, alors que l'Enssat ou l'Institut d'optique Graduate School apportent une dominante en photonique. D'autres spécialités, comme la mécatronique ou l'informatique, peuvent convenir. **Apprentissage possible.**

Familles de métiers

- INNOVER, CONCEVOIR
- DÉVELOPPER
- PRODUIRE, RÉALISER
- ACHETER, COMMERCIALISER
- INSTALLER, MAINTENIR

* Déroulés des sigles

- BTS: brevet de technicien supérieur
- BUT: bachelor universitaire de technologie
- CAP: certificat d'aptitude professionnelle
- CCPM: certificat de compétences professionnelles de la métallurgie
- CFA: centre de formation d'apprentis
- CMI: cursus master en ingénierie
- CQPM: certificat de qualification paritaire de la métallurgie
- DUT: diplôme universitaire de technologie, devenu une certification intermédiaire du BUT
- IUT: institut universitaire de technologie
- LP: licence professionnelle
- TP: titre professionnel

CCPM ET CQPM

Les CCPM (certificats de compétences professionnelles de la métallurgie) et les CQPM (certificats de la qualification paritaire de la métallurgie) valident l'acquisition de compétences liées à un métier; ils peuvent être reconnus par plusieurs branches industrielles. Certains sont en cours de renouvellement de leur enregistrement au RNCP (Répertoire national des certifications professionnelles).

- ■ ■ ■ CCPM vernissage, collage, enrobage sur carte électronique (sans niveau)
- ■ ■ ■ CQPM monteur-câbleur de circuit imprimé équipé (niveau CAP*)
- ■ ■ ■ CQPM technicien tests, essais et dépannages en électronique (niveau bac)
- ■ ■ ■ CQPM technicien développeur intégrateur en électronique (niveau bac+2)
- ■ ■ ■ CQPM technicien en électronique de puissance (niveau bac+3)
- ■ ■ ■ CQPM technicien en électronique embarquée (niveau bac+3)

TP

De niveau CAP* à bac+2, les TP (titres professionnels), accessibles aux femmes et aux hommes des deux filières, valident l'acquisition de compétences et de connaissances dans des activités professionnelles qualifiées et sont délivrés par le ministère du Travail, du Plein Emploi et de l'Insertion. Certains sont en cours de renouvellement de leur enregistrement au RNCP (Répertoire national des certifications professionnelles).

- ■ ■ ■ TP agent de montage et de câblage en électronique (niveau CAP*)
- ■ ■ ■ TP monteur-câbleur-intégrateur en équipements électroniques et électrotechniques (niveau CAP*)
- ■ ■ ■ TP électronicien de montage, de contrôle et de maintenance (niveau bac)
- ■ ■ ■ TP électronicien de tests et développement (niveau bac+2)

8 QUESTIONS/RÉPONSES

Les formations des filières électronique et photonique sont nombreuses et variées. Comment choisir son cursus, et avec quelles perspectives ? Des responsables de formation ou de recrutement répondent à vos questions à partir d'exemples précis.

1 QUEL DIPLÔME PROFESSIONNEL APRÈS LA 3^E ?

Le CAP aéronautique option avionique permet de travailler dans la filière électronique ou de poursuivre en bac professionnel. Autre possibilité : opter pour une 2^{de} professionnelle métiers de l'aéronautique et préparer, par la suite, un **bac pro aéronautique**. En option avionique, les élèves apprennent notamment à intervenir sur les équipements et les liaisons électriques, électroniques, optiques et informatiques embarqués. La 2^{de} professionnelle TNE (métiers des transitions numériques et énergétiques), commune à sept spécialités, ouvre la voie vers le **bac pro systèmes numériques**.

81 % de réussite au bac professionnel du domaine électricité, électronique, en 2021.

Source : RERS, 2022.

2 QU'APPREND-ON EN BAC PRO SYSTÈMES NUMÉRIQUES ?

« En TP*, les élèves apprennent notamment à installer un système d'exploitation informatique ou à paramétrer un système de téléphonie », explique Laurent Chamayou, DDFPT* au lycée Les Côtes de Villebon à Meudon (92). « La base de l'enseignement professionnel, c'est l'adressage IP, le modèle OSI (architecture PC et réseau), l'électricité avec la connaissance des normes, l'électronique avec le paramétrage d'un switch (boîtier servant à relier des câbles), les capteurs... », renchérit Christian Gasmî, DDFPT au lycée La Tournelle à La Garenne-Colombes (92). Ce bac professionnel reste pluridisciplinaire. Les diplômés sont capables de réaliser le câblage des équipements réseaux d'une entreprise, de manipuler et raccorder de la fibre optique, d'installer un réseau sans fil et 5G, etc. À noter : une réforme va renforcer deux volets du programme à la rentrée 2023, l'électronique et la cybersécurité.

3 QUELS DIPLÔMES À BAC + 2 OU BAC + 3 ?

« Le diplôme adapté dépend du poste et du service visés, souligne Valérie Hillairet, manager en RH* dans l'industrie électronique en région grenobloise. En production, pour les postes en maintenance, il est primordial de savoir sur quelles machines les diplômés peuvent intervenir au vu de leur expérience. Le choix des stages effectués au cours des études précisera le profil des diplômés de BTS* électrotechnique, maintenance des systèmes ou SN*, de BUT* GEII*... Par ailleurs, en production, sur les métiers des procédés, nous cherchons des profils ayant des connaissances en mesures physiques, chimie et matériaux. Il y a un besoin de techniciens polyvalents. Un BTS métiers de la mesure ou systèmes photoniques, un BUT mesures physiques ou encore une LP* en microélectronique conviennent, voire un BTS ou un BUT du domaine de la chimie dans l'industrie des microprocesseurs. Les services R&D*, quant à eux, plébiscitent les compétences en caractérisation,

en analyse de tableaux de statistiques ou de données, conclut l'experte en recrutement. Sont adaptés les BTS SN et systèmes photoniques ou les BUT mesures physiques et GEII, la licence physique, mais également des diplômes plus éloignés de nos filières comme ceux de la chimie analytique avec une orientation matériaux. »

86 % de réussite en BTS du domaine électricité, électronique, en 2021.

Source : RERS, 2022.

4 QUEL BAC POUR LE BTS SYSTÈMES PHOTONIQUES?

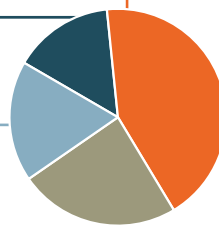
Les bacs technologiques STI2D* sont bien adaptés à une poursuite d'études en BTS* systèmes photoniques. « Les bacheliers STL* qui ont suivi un enseignement en SPCL* sont particulièrement bien préparés, car ils ont fait de la physique appliquée, précise Jean-Claude Boivin, DDFPT* au lycée Victor Bérard à Morez (39). Ceux qui ont un bac général ont suivi une spécialité scientifique en terminale. Sont également attendus les titulaires des bacs professionnels optique-lunetterie, systèmes numériques, voire microtechniques (et du bac pro systèmes photoniques à l'avenir). »

43 % bac techno

15 % bac pro

18 % autres

24 % bac général



Source: enquête effectifs BTS systèmes photoniques, 2021.

5 L'APPRENTISSAGE: QUELS AVANTAGES?

« L'apprentissage, c'est du gagnant-gagnant, résume François Faijan, chargé de mission apprentissage à l'Enssat*, à Lannion. L'entreprise mise sur une jeune personne et la rémunère. Elle prend le temps de la former et elle a donc tout intérêt à la recruter à l'issue de sa formation. Pour notre formation d'ingénieur en photonique et électronique, les périodes en entreprise ont lieu sur plusieurs semaines consécutives. Les futurs apprentis sont accompagnés dans leur recherche après avoir exprimé des vœux de domaines (spatial, défense, santé, environnement...) ou de région. Nous avons une liste d'industriels susceptibles de répondre à leurs attentes. Avec l'apprentissage, les jeunes ingénieurs seront plus vite opérationnels en entreprise. »

7 QUELLE FORMATION EN ÉCOLE D'INGÉNIEURS?

« En cycle ingénieur, l'enseignement s'appuie sur un tronc commun (électronique, informatique, télécommunications, sciences, management, langues, etc.), indique Lionel Trojman, directeur de la recherche à l'Isep, école d'ingénieurs du numérique d'Île-de-France. Le cursus propose des stages et des modules spécialisés, comme le parcours systèmes embarqués. Une salle équipée de matériel (oscillateurs, multimètres, composants électroniques...) permet de développer, par exemple, un projet domotique. En 3^e année, les étudiants, encadrés par les enseignants et des doctorants, participent à un projet de recherche. Les thèmes sont nombreux: circuit de gestion de puissance en technologie semi-conducteur, mise au point de capteurs, récupération de l'énergie électromagnétique des téléphones portables... » L'entrepreneuriat est encouragé, comme à l'Institut d'optique Graduate School, qui propose une filière dédiée pour accompagner les étudiants souhaitant créer leur start-up.

6 QUELS PARCOURS À L'UNIVERSITÉ?

Dans la plupart des universités, la 1^{re} année de licence scientifique est pluridisciplinaire. « Elle propose un enseignement en mathématiques, en physique, en informatique... En électronique, une UE* de découverte aborde les bases de l'électricité et les règles de calcul ou théorèmes à connaître, détaille Sylvain Bollaert, enseignant-chercheur à l'université de Lille (59). C'est à partir de la L2 que le parcours EEA* est proposé. L'électronique est l'occasion de TP*, comme la synthèse et l'analyse d'un système audio. La licence ouvre sur la poursuite d'études à bac+5 (master ou diplôme d'ingénieur). Il existe de nombreux masters spécialisés en électronique ou en photonique accessibles après les licences 3EA, mais aussi physique ou SI*. Par exemple, le master nanosciences et nanotechnologies, avec son parcours émergent technologies, s'intéresse aux nouvelles technologies (pour la 5G, les neurones artificiels...), en particulier la fabrication de nanocomposants et leur utilisation dans des systèmes complexes. »

8 ET APRÈS, QUELLE INSERTION PROFESSIONNELLE?

Plus le niveau de diplôme est élevé, plus l'insertion est rapide. Dans la spécialité électronique, 29 % des sortants d'un bac pro étaient en emploi en janvier 2021, 6 mois après la sortie du système scolaire. C'était également le cas de 47 % des sortants de BTS*. Avec un niveau bac+5, le taux d'insertion est proche de 100 % pour les jeunes diplômés spécialisés en électronique ou en photonique.

Sources: RERS 2022 et enquête IESF 2021.

* Déroulés des sigles

3EA: (licence, master ou parcours) électronique, énergie électrique et automatique, parfois appelés EEA ou EEEA selon les universités

BTS: brevet de technicien supérieur

BUT: bachelor universitaire de technologie

CAP: certificat d'aptitude professionnelle

DDFPT: directeur délégué/directrice déléguée aux formations professionnelles et technologiques

EEA ou EEEA: voir 3EA

Enssat: École nationale supérieure des sciences appliquées et de technologie

GEII: (BUT) génie électrique et informatique industrielle

L1, L2, L3: 1^{er}, 2^e, 3^e année de licence

LP: licence professionnelle

R&D: recherche et développement

RH: ressources humaines

SGM: (BUT) sciences et génie des matériaux

SI: (spécialité de bac ou licence) sciences pour l'ingénieur.

SN: (bac pro ou BTS) systèmes numériques

SPCL: (spécialité du bac STL) sciences physiques et chimiques en laboratoire

STI2D: (bac) sciences et technologies de l'industrie et du développement durable

STL: (bac) sciences et technologies de laboratoire

TP: travaux pratiques

UE: unité d'enseignement

MON TOP 3 DES MÉTIERS

1 MON PROFIL

J'établis mon profil professionnel en cochant les cases qui me correspondent.

MES PRÉFÉRENCES : J'AIMERAIS...

Travailler : seul/seule en équipe

Avoir des horaires : fixes souples

Passer mes journées : en atelier en laboratoire en bureau en extérieur

Exercer une pratique plutôt : technique manuelle intellectuelle

Travailler dans : une petite ou moyenne entreprise un grand groupe

MES QUALITÉS : LES 3 QUI ME CARACTÉRISENT...

Adaptabilité

Diplomatie

Force de persuasion

Patience

Aisance relationnelle

Esprit d'équipe

Méthode

Persévérance

Autonomie

Esprit d'initiative

Minutie

Polyvalence

Créativité

Esprit de synthèse

Organisation

Rigueur

Curiosité

Esprit logique

Passion

Sens de l'analyse

MON PROJET DE FORMATION : JE ME PROJETTE DANS...

Des études : courtes (CAP, bac pro) longues (bac+2 à bac + 8)

Une formation : par la voie scolaire en apprentissage indifférent

2 MA SÉLECTION DE MÉTIERS

J'inscris dans le tableau ci-dessous les 5 métiers qui ont le plus attiré mon attention au fil de ma lecture. En consultant les fiches métiers en bas des portraits, j'évalue à quel degré ces spécialités correspondent à mon profil (♥ un peu, ♥♥ beaucoup, ♥♥♥ complètement). Nous avons rempli un exemple!

Métier qui m'a plu	Il correspond à mes préférences	Il correspond à mes qualités	Il correspond à mon projet de formation	Total de ♥
Chercheur/chercheuse	♥♥♥	♥♥	♥♥♥	8
...				

3 MON TOP 3

Je sélectionne les 3 métiers qui ont obtenu le plus de ♥ dans le tableau ci-dessus. En face de chacun d'eux, j'inscris le projet de formation correspondant. À moi maintenant de me renseigner davantage sur ces métiers!

	Métier envisagé	Diplômes requis
1		
2		
3		

VOTRE **AVENIR** PASSE PAR NOS **TECHNOLOGIES**

ORIENTATION PHOTONIQUE

METTRE LE FUTUR EN LUMIÈRE
Découvrez la science de la lumière,
ses applications révolutionnaires,
ses métiers et ses formations

orientation-photonique.org

SMART ELECTRONIQUE

Avec SMART ELECTRONIQUE
inscris métier de pointe,
innovation et compétences
dans ton avenir 4.0

smartelectronics.ie



ZOOM MÉTIER

LES MÉTIERS DE L'ÉLECTRONIQUE ET DE LA PHOTONIQUE

Voiture autonome, LED, *edge computing*, lasers... technologies de pointe, l'électronique et la photonique innovent dans de nombreux domaines: la santé, les transports, l'écologie et même le spatial! Ces deux filières offrent plus de 12 000 postes chaque année dans de nombreux métiers.

Quels métiers y exerce-t-on? Quel est le quotidien des quelque 500 000 personnes qui y travaillent? Y a-t-il des opportunités pour les jeunes? Peut-on facilement évoluer? Quelles formations sont les mieux adaptées pour s'insérer?

Largement illustré, ce « Zoom » propose une information synthétique sur des filières qui recrutent aujourd'hui et recruteront demain. Au-delà des clichés, il fait découvrir les métiers via le témoignage concret de celles et ceux qui les exercent. Au travers de leurs parcours parfois atypiques, il livre les clés de stratégies d'orientation possibles.

Ce guide aidera les jeunes à se projeter dans leur vie professionnelle et à trouver leur voie. Pour les équipes éducatives, c'est une ressource utile au parcours Avenir des élèves et à l'orientation des étudiants et étudiantes.

Cette publication a été réalisée en collaboration avec:



DANS CE NUMÉRO

EMPLOI

Questions/Réponses

De quoi parle-t-on?
Quels débouchés pour les jeunes?
Comment faire carrière?
Et les métiers demain?

PORTRAITS DE PROS

Innover, concevoir
Développer
Produire, réaliser
Acheter, commercialiser
Installer, maintenir

FORMATIONS

À chacun et chacune son parcours
Les diplômés du secteur
Questions/Réponses

QUIZ

Mon top 3 des métiers

Code de diffusion 901625
ISSN 1772-2063
Mars 2023

[onisep.fr/lalibrairie](https://www.onisep.fr/lalibrairie)



4,90 €