

NOTE D'OPPORTUNITE

- Rénovation du Bac professionnel « Systèmes numériques » à 3 options
- Rénovation du BTS « Systèmes numériques » à 2 options
- Création d'une Mention Complémentaire de niveau 4 « Production et réparation électronique »
- Création d'une Mention Complémentaire de niveau 4 « Cybersécurité »



Première version le 30/08/2019

Mise à jour 16/06/2021

Table des matières

I.	ORIGINE DE LA DEMANDE	3
	Les acteurs à l'origine de la demande	3
II.	LE MARCHÉ DE L'ÉLECTRONIQUE	5
1.	Périmètre de la filière	5
2.	Poids de la filière	7
3.	Enjeux et dynamique de la filière	9
4.	Structuration de l'emploi	11
III.	LE MARCHÉ DE LA CYBERSECURITE	14
IV.	UNE PENURIE DE COMPETENCES DANS LA FILIERE ELECTRONIQUE QUI FREINE SON DEVELOPPEMENT	17
1.	Des difficultés de recrutement dans les entreprises.....	17
2.	Des facteurs multiples	19
V.	UNE PENURIE DE COMPETENCES QUI SE RETROUVE AU SEIN DE LA FILIERE DE LA CYBERSECURITE SUR CERTAINS SEGMENTS PARTICULIERS	20
VI.	ÉTUDES ET STATISTIQUES.....	21
1.	Étude prospective KYU – OPCO 2i – novembre 2020.....	21
2.	Étude prospective sur les activités critiques pour la branche métallurgie BIPE – Observatoire de la métallurgie et OPCO2i – avril 2021	22
3.	Données et statistiques de mise en œuvre du bac pro SN et du BTS SN.....	23
VII.	ATTENTES DES INDUSTRIELS DE L'ÉLECTRONIQUE	25
1.	Disposer de profils adaptés aux besoins	25
2.	Disposer d'une offre de formation adaptée.....	26
3.	Révision et création de diplômes professionnels.....	27
VIII.	STRATEGIE GLOBALE DE REVISION DES DIPLOMES EN 3 AXES	30
	ANNEXES.....	32
	Annexe 1 : verbatim	32
	Annexe 2 : prospective sur les activités critiques électronique et cybersécurité – 13 avril 2021	33
	Annexe 3 : bac pro aéronautique option avionique.....	37

I. ORIGINE DE LA DEMANDE

Depuis plusieurs années, les études menées par l'Observatoire paritaire prospectif et analytique des métiers et qualifications de la métallurgie et les syndicats professionnels de l'électronique font part des difficultés de recrutements rencontrées par les entreprises de l'électronique. Ces tensions se traduisent par un déficit de compétences à l'échelle nationale (cf annexe 1).

Dans ce contexte, l'UIMM Bretagne, les syndicats de l'électronique ACSIEL et SNESE souhaitent, par la présente note d'opportunité, porter à l'attention de l'Education Nationale, le besoin de révision de deux diplômes professionnels :

- Bac professionnel « Systèmes numériques »
 - o Option A – Sûreté et sécurité des infrastructures, de l'habitat et du tertiaire
 - o Option B – Audiovisuels, réseau et équipement domestiques
 - o Option C – Réseaux informatiques et systèmes communicants
- BTS « Systèmes numériques »
 - o Option A – Informatique et réseaux
 - o Option B – Électronique et communications

Dans le cadre de ces demandes de révision et afin de répondre aux besoins exprimés par le Comité Stratégique de Filière « Industries de Sécurité », les professionnels concernés en accord avec l'Éducation nationale, demandent la création de deux mentions complémentaires de niveau 4 :

- Mention complémentaire « Production et réparation électronique »,
- Mention complémentaire « Cybersécurité ».

Les acteurs à l'origine de la demande

ACSIEL - Alliance Électronique

Né de regroupements successifs d'organisations professionnelles entre 2013 et 2016, ACSIEL Alliance Électronique est un syndicat professionnel qui regroupe l'ensemble des acteurs des composants électroniques, des équipements de test, de mesure et de production alimentant la chaîne de valeur de l'électronique.

Avec une volonté forte de rassemblement et de conquête, ACSIEL se veut l'organisation professionnelle de référence, fédérateur et catalyseur de la filière électronique amont en France. Le panel de ses 150 adhérents est à l'image de tous les acteurs de la filière : diversifié par la taille des organisations (de la PME aux grands groupes), par la nature des activités (fabricants, concepteurs, importateurs, enseignants, chercheurs, laboratoires, organismes de formation) et l'étendue de l'offre (du composant à l'équipement final et aux services).

L'Alliance a pour vocation de représenter cette diversité et d'être un interlocuteur reconnu auprès de l'ensemble des acteurs de l'écosystème (pouvoirs publics, groupements professionnels, donneurs d'ordre, ...) pour stimuler la compétitivité du secteur en termes d'innovation et de développement industriel et commercial. Synergie entre adhérents, valorisation des métiers et des savoir-faire, éducation et formation, accompagnement des PME et jeunes entreprises innovantes, coopérations,

simplification du cadre réglementaire, modes de financement, sont les axes privilégiés sur lesquels ACSIEL est engagée.

SNESE – Syndicat National des Entreprises de Sous-traitance Électronique

En 1983, la sous-traitance électronique française a été confrontée à la nécessité de se doter d'instances collégiales ; c'est sur cette base qu'a été créé le SNESE.

Le SNESE a pour mission de :

- RASSEMBLER, pour faciliter la circulation d'informations et les transferts d'expérience, pour promouvoir les synergies entre spécialistes confrontés au même environnement économique.
- REPRÉSENTER, pour veiller au respect des intérêts professionnels de toutes les entreprises concernées par les acteurs économiques et institutionnels avec lesquels elles sont amenées à travailler.
- AGIR, pour accompagner le développement de toutes les entreprises.

Le SNESE regroupe 200 entreprises sous-traitantes de l'électronique.

Les deux organisations ci-dessus sont parties prenantes avec la FIEEC – Fédération des Industries Électriques, Électroniques et de Communication, la SPDEI – Syndicat Professionnel de la Distribution en Électronique Industrielle et l'Embedded France, association des représentants Français des logiciels et systèmes embarqués, du **Comité Stratégique de Filière (CSF) « Industrie Electronique »** qui a pour mission d'identifier de façon convergente les enjeux clés de la filière et les engagements réciproques de l'Etat, des régions et des industriels. Le caractère stratégique de la filière électronique a été reconnu le 28 mai 2018 par le Conseil National de l'Industrie présidé par le Premier ministre ([Contrat Stratégique de Filière Industrie Electronique 2018-2022](#))

UIMM BRETAGNE

Créée en 2001, l'UIMM Bretagne est une union régionale de syndicats professionnels qui contribue à l'efficacité et au développement industriels de la Bretagne.

L'UIMM Bretagne et les UIMM territoriales (22, 29, 35-56) assurent la représentation des entreprises, la promotion de leurs activités et de leurs métiers, leur accompagnement dans les domaines RH, social, formation professionnelle, juridique, fiscal, économique, compétitivité, ...

Depuis 2004, l'Observatoire de la Métallurgie en Bretagne accompagne la branche dans ses réflexions, orientations et préconisations en matière d'emploi et de formation professionnelle.

La branche Métallurgie rassemble en Bretagne plus de 2 000 entreprises et 54 000 salariés.

Comité Stratégique de Filière (CSF) « Industries de Sécurité »

Le Conseil National de l'Industrie a créé le 22/11/2018 le Comité Stratégique de Filière « Industries de Sécurité », cette filière rejoignant ainsi pour la première fois cette instance. L'industrie française de sécurité est une industrie d'excellence qui regroupe des grands leaders mondiaux dans leurs domaines, un tissu dense d'ETI et de PME dynamiques et innovantes, de nombreuses start-ups et s'appuie sur une recherche et innovation de niveau mondial.

Le rôle du CSF est de fédérer les différents acteurs – Industrie, État et utilisateurs, autour de projets structurants concrets, à fort impact et focalisés sur les enjeux clés de compétitivité et de souveraineté.

Il est à l'origine de la demande de création d'une mention complémentaire « cybersécurité ».

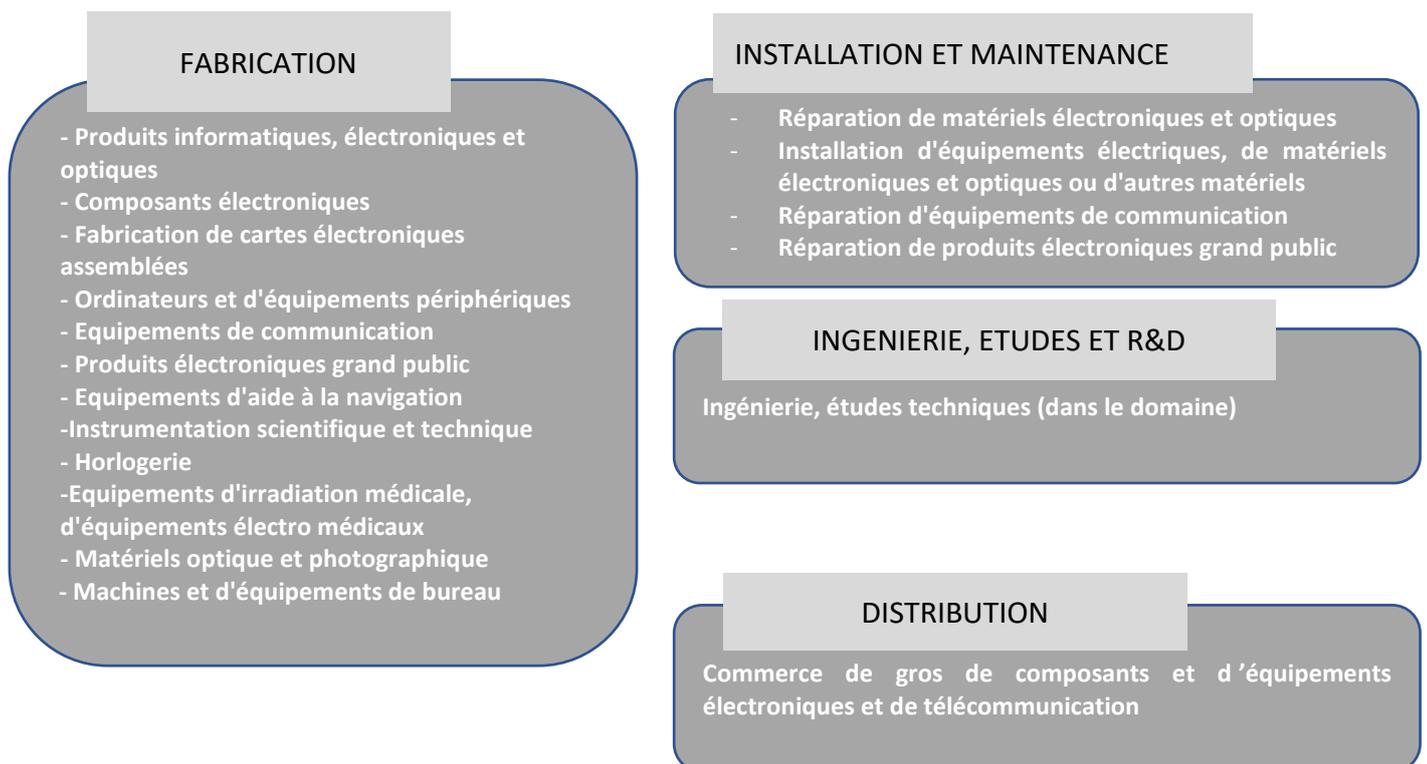
II. LE MARCHE DE L'ÉLECTRONIQUE

1. Périmètre de la filière

Si l'on se réfère aux codes NAF (Nomenclature d'Activités Française) définis par l'INSEE, on peut considérer que la filière s'organise autour des activités de :

- Ingénierie, études et R&D, industrialisation (développement des bancs de tests)
- Fabrication de composants (actifs, passifs, circuits imprimés, connectique, capteurs, fusibles et protections, électromécaniques) et cartes électroniques,
- Intégration et maintenance de cartes et systèmes électroniques, de composants, d'équipements et de consommables
- Distribution d'équipements de production, de consommables et de composants

Au sein de ces quatre grands domaines, sont identifiés les secteurs d'activité des entreprises de la filière répertoriées au sens de la NAF :



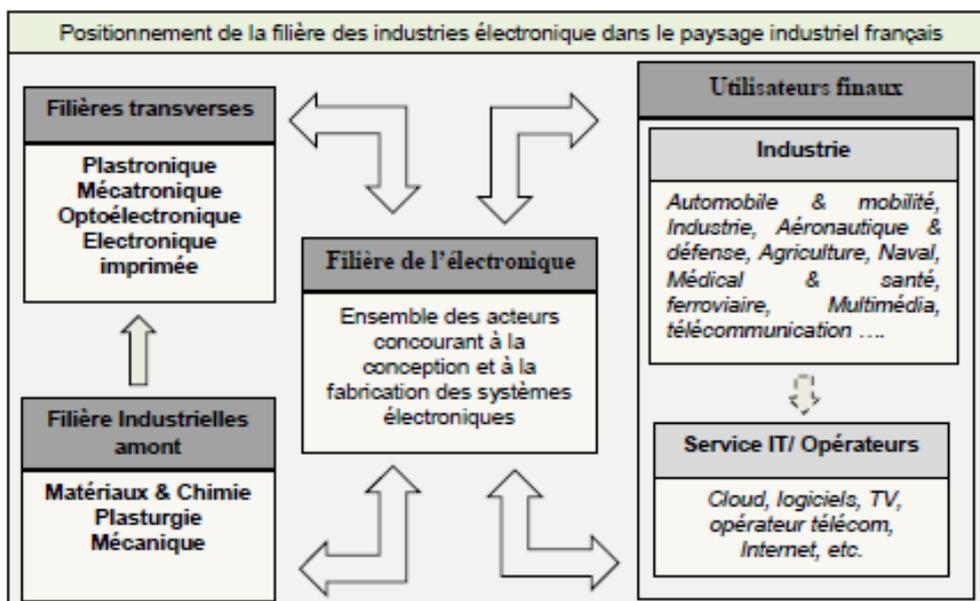
Source : Observatoire de la Métallurgie en Bretagne

Cependant, le périmètre de la filière de l'électronique est bien plus large que le périmètre décrit plus haut. En effet, la technologie « électronique » est diffuse dans l'ensemble de notre environnement et joue un rôle primordial dans nos économies : machines de production, véhicules, ordinateurs,

téléphones, IRM, GPS, armement, raquettes de tennis, vélos... L'électronique a permis l'essor de nombreux objets et équipements devenus indispensables à notre quotidien et à tous les secteurs d'activité (cf schéma plus bas). A l'instar du sel dans la mer, les composants électroniques font partie intégrante de tous les objets ou équipements d'usage industriel ou privé.

L'électronique, cœur des évolutions des marchés et des usages, constitue le socle de la révolution numérique. Il s'agit d'une activité stratégique compte tenu de son intégration dans l'ensemble de notre environnement.

L'étude du PIPAME « Enjeux et perspectives pour la filière française de la fabrication électronique » (juin 2019) identifie le positionnement suivant :



Source : Synthèse de l'étude PIPAME - « Enjeux et perspectives pour la filière française de la fabrication électronique » (juin 2019)

2. Poids de la filière

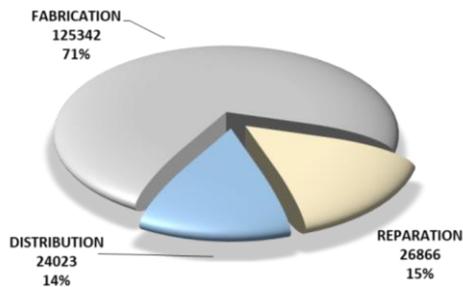
Si l'on se réfère aux codes NAF définis par l'INSEE, la filière électronique comptait, en 2017, 6 690 établissements et 176 231 salariés sur le territoire national, hors Ingénierie, études, R&D propres à l'électronique.

Répartition des établissements et salariés sur les activités qui relèvent du cœur de l'électronique :

	Activités (codes NAF filières)	Nombre d'établissements	Nombre de salariés
Fabrication de matériel électronique 2 421 établissements 125 352 salariés	26.11Z Fabrication de composants électroniques	279	27106
	26.12Z Fabrication de cartes électroniques assemblées	360	16457
	26.20Z Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques	172	6395
	26.30Z Fabrication d'équipements de communication	353	16436
	26.40Z Fabrication de produits électroniques grand public	113	1519
	26.51A Fabrication d'équipements d'aide à la navigation	104	23101
	26.51B Fabrication d'instrumentation scientifique et technique	673	23900
	26.52Z Horlogerie	92	1490
	26.60Z Fabrication d'équipements d'irradiation médicale, d'équipements électro médicaux et électro thérapeutiques	108	4813
	26.70Z Fabrication de matériels optique et photographique	140	2506
	26.80Z Fabrication de supports magnétiques et optiques	6	100
28.23Z Fabrication de machines et d'équipements de bureau (à l'exception des ordinateurs et équipements périphériques)	21	1519	
Installation et maintenance de matériels et de produits électroniques 1 714 établissements 20 268 salariés	33.13Z Réparation de matériels électroniques et optiques	375	6598
	33.20D Installation d'équipements électriques, de matériels électroniques et optiques ou d'autres matériels	891	13383
	95.12Z Réparation d'équipements de communication	274	2283
	95.21Z Réparation de produits électroniques grand public	549	4602
Distribution de matériel électronique 2 180 établissements 24 023 salariés	46.52Z Commerce de gros de composants et d'équipements électroniques et de télécommunication	2180	24023
	Total général	6690	176231

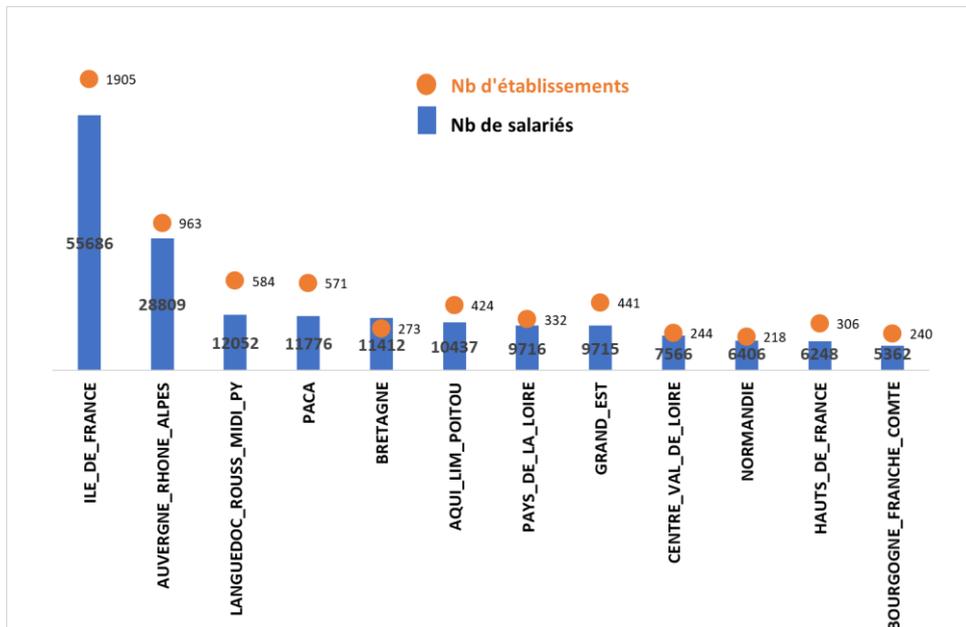
Source : Acoess au 31/12/2017 - Hors Ingénierie, études, R&D propres à l'électronique

Il convient de noter que la grande majorité des salariés occupent des emplois liés à la fabrication (125 342 salariés, soit 71% de l'emploi total), en particulier la fabrication de composants (27 106 salariés) ou de cartes électroniques assemblées (16 457 salariés).



A l'exception de quelques grands groupes, les emplois sont majoritairement portés par un grand nombre de PME industrielles, présentes sur l'ensemble du territoire national.

On note cependant une concentration des emplois en Ile-de-France (1 905 établissements et 55 686 salariés) et en Auvergne Rhône-Alpes (963 établissements, 28 809 salariés) suivie du Languedoc, de Paca, Bretagne, Aquitaine et Pays de Loire. La Bretagne se positionne au 5^{ème} rang des régions, avec 273 établissements et 11 412 salariés.



Source : Acoess au 31/12/2017 - Hors Ingénierie, études, R&D propres à l'électronique

Les chiffres cités plus haut sont largement sous-estimés puisqu'ils concernent uniquement les entreprises ayant pour cœur d'activité l'électronique. Comme cela a été évoqué précédemment, les activités de l'électronique sont diffusées dans tous les secteurs d'activités et concernent par conséquent

l'ensemble des entreprises. Il est donc difficile de quantifier le nombre réel d'emplois de l'électronique en France.

De plus, la filière électronique génère bon nombre d'emplois indirects (Cf avenant au contrat de filière de Mars 2021).

3. Enjeux et dynamique de la filière

Des enjeux multiples

Depuis de nombreuses années, l'électronique innove pour concevoir et fabriquer des produits et solutions qui répondent à des enjeux en matière de progrès technologique, maîtrise de la consommation d'énergie, sécurité, réglementation et santé. Ainsi, de nouveaux marchés s'ouvrent à l'électronique : éco-conception, « silver économie », domotique, électro-ménager, cyber sécurité, économie circulaire (avec nouveaux métiers sur la réparation), télémédecine...

Aujourd'hui et demain, l'innovation électronique permet et permettra encore le développement de nouveaux marchés et services, en faisant appel aux technologies du numérique, pour répondre aux besoins des sociétés modernes en termes de santé, électromobilité, sécurité et environnement.

Tous les équipements, quel que soit leur usage sont concernés par les enjeux de l'énergie durable : efficacité énergétique et développement des nouvelles sources d'énergie renouvelables et décentralisées. Ce secteur, en forte mutation, est créateur d'emplois techniques et a besoin de compétences intégrant les innovations technologiques pour permettre la mutation énergétique en cours à l'échelle mondiale.

Dans l'industrie, l'électronique est appelé à jouer un rôle central dans le développement de l'Industrie 4.0 avec notamment les systèmes embarqués intégrés dans les produits et équipements, la robotique et cobotique dans les outils de production, et la diffusion du numérique dans les usines. **Ainsi, l'électronique est au cœur de la transformation numérique de toute l'industrie.**

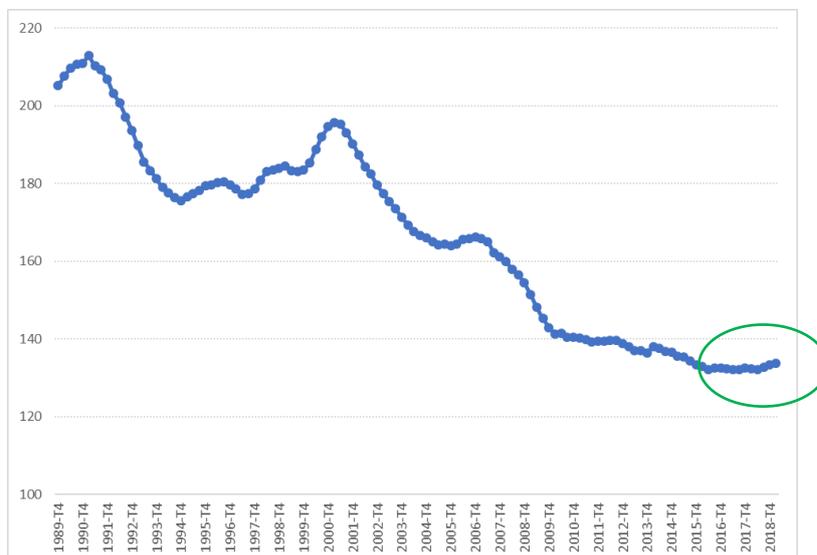
Pour assurer son développement et répondre à ces enjeux multiples, la France abrite de grandes entreprises leaders du marché mondial ainsi que de nombreuses PME et ETI extrêmement performantes.

Toutes ont en commun d'être tournées vers le marché mondial et d'être très compétitives et innovantes.

Une reprise d'activités

L'éclatement de la bulle spéculative sur les valeurs internet et technologiques en 2000, et la crise des télécommunications aggravée par le concept d'industrie sans usine (« fables »), ont eu de lourdes répercussions sur la filière. En dépit de ces difficultés et malgré une baisse de l'emploi salarié, la filière a réussi à préserver des activités compétitives sur le territoire national.

L'emploi reprend cependant depuis 4-5 ans. On observe ainsi au 1^{er} trimestre 2019 une hausse de 1.06% de l'emploi sur le secteur de la fabrication de produits électroniques.



Source : INSEE - Emplois salariés trimestriels (en milliers) - Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques Hors Distribution, Maintenance et Ingénierie, études, R&D propres à l'électronique

Parallèlement, on observe un phénomène de relocalisation des entreprises de production (ex. : relocalisation de Kapsys et Coyote chez BMS Circuits, Nateosanté, Debflex, Lucibel¹...).

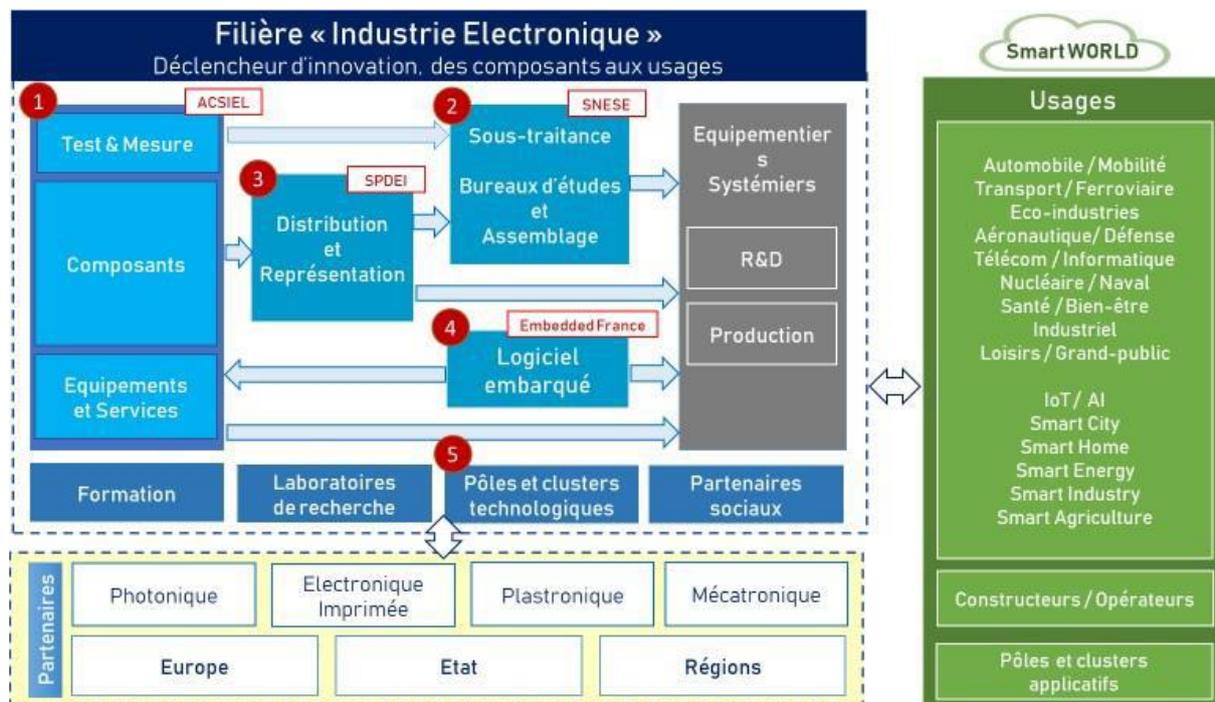
Cela peut être attribué à plusieurs facteurs :

- Exigence de qualité des produits et du « Made in France »
- Volonté de la part des industriels de mieux structurer leur chaîne logistique dans un souci d'efficacité, de productivité et de diminution des délais d'approvisionnement (rapprochement sous-traitant/donneur d'ordre/BE/autres partenaires...)
- Une automatisation croissante dans les usines qui favorise leur compétitivité
- Une reprise économique dans l'ensemble de l'industrie, toutes filières confondues
- Changement de paradigme de la Chine sur ses exportations : décision de fournir en priorité le marché intérieur chinois
- Des orientations politiques et économiques favorables à la filière en France : en mars 2019, signature du contrat stratégique de filière « Industrie électronique 2018-2022 »
- Des orientations politiques et économiques favorables à la filière en France : en mars 2019, signature du contrat stratégique de filière « Industrie électronique 2018-2022 » avec une nouvelle dynamique de réflexion stratégique sur les enjeux de souveraineté nationale et européenne à la suite des effets de la crise mondiale du COVID19.

¹ Source : Usine Nouvelle – Article du 04/05/2017 « Ces industriels de l'électronique qui ont relocalisé leur production en France »

4. Structuration de l'emploi

En sortant de l'analyse stricte au sens des codes NAF, le périmètre actualisé du Comité Stratégique de Filière « Industrie Electronique » (CSF) compte environ 200000 emplois directs et 150000 emplois indirects (selon le contrat de filière et le schéma ci-dessous). Ces emplois sont portés par un tissu très diversifié d'entreprises depuis la multinationale jusqu'au petit Bureau d'Etudes indépendant en passant par une grande quantité de PME et ETIs industrielles.



En complément on peut recenser dans les secteurs utilisateurs avals (qualifiés d'usages dans le schéma ci-dessus) près de 200 000 personnes exerçant une profession spécifique à l'intégration de systèmes électroniques dans leurs équipements finaux, tous secteurs confondus (base INSEE).

Ainsi dans ces secteurs utilisateurs avals, on recense un peu plus de 7 salariés sur 10 travaillant dans des secteurs industriels dont **la moitié dans la production/intégration d'électronique dans leurs produits**. Les secteurs de l'ingénierie, des études et de la R&D (9%), de l'intérim (8%), du bâtiment et du commerce (10%) emploient les 27% restants.

On compte une majorité d'emplois qualifiés : techniciens et agents de maîtrise, puis ingénieurs et cadres. Cette élévation des compétences dans la filière peut être attribuée à l'automatisation croissante des équipements de production nécessitant moins de profils opérateurs.

	Effectifs	En % du tot.	Industrie	dt prod élec	Ingénierie, études, R & D	Intérim	Autres (bâtiment, commerce, ..)
Ingénieurs et cadres	68 040	35%	72%	47%	18%	1%	8%
Techniciens et agents de maîtrise	72 312	37%	75%	41%	7%	7%	11%
Opérateurs	56 004	29%	69%	58%	2%	18%	11%
Total	196 356	100%	73%	48%	9%	8%	10%

Source : Observatoire de la Métallurgie en Bretagne, d'après INSEE DADS.

Ces professions sont majoritairement exercées par des hommes, les femmes ne représentant que 21% des effectifs (à noter : les femmes représentent 49 % des effectifs dans la sous-traitance électronique, tous niveaux confondus).

La représentation des femmes est inégale dans les métiers de l'électronique : elles sont sous représentées sur les postes d'ingénieurs et techniciens agents de maitrise mais constituent la moitié des effectifs d'opérateurs qualifiés.

D'autre part, le vieillissement de la population active devient un enjeu de plus en plus important. En effet, la population salariée de plus de 50 ans représente un quart des effectifs avec un poids plus important sur certains métiers (détails dans le schéma plus bas) :

- **Ingénieurs et cadres de fabrication en matériel électrique, électronique (37%)**
- **Ingénieurs et cadres technico-commerciaux en matériel électrique ou électronique professionnel (33%)**
- **Agents de maitrise en fabrication de matériel électrique, électronique (32%)**
- **Agents de maitrise en maintenance, installation en électricité et électronique (30%)**
- **Câbleurs qualifiés en électronique (34%)**
- **Plateformistes, contrôleurs qualifiés de matériel électrique ou électronique (39%)**

Part des femmes et des salariés de 50 ans et plus dans les effectifs des métiers de l'électronique :

Source : Observatoire de la Métallurgie en Bretagne, d'après INSEE DADS.

	Effectifs	% de F	Age moyen	% 50 ans et plus
Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement en électricité, électronique	46 572	14%	40,7	23%
Ingénieurs et cadres de fabrication en matériel électrique, électronique	9 192	11%	44,3	37%
Ingénieurs et cadres technico-commerciaux en matériel électrique ou électronique professionnel	12 276	11%	44,4	33%
Dessinateurs en électricité, électromécanique et électronique	7 824	11%	38,8	23%
Techniciens de recherche-développement et des méthodes de fabrication en électricité, électromécanique et électronique	22 596	12%	41,1	29%
Techniciens de fabrication et de contrôle-qualité en électricité, électromécanique et électronique	26 700	13%	40,5	25%
Agents de maîtrise en fabrication de matériel électrique, électronique	3 996	19%	43,2	32%
Agents de maîtrise en maintenance, installation en électricité et électronique	11 196	6%	41,6	30%
Opérateurs qualifiés sur machines automatiques en production électrique ou électronique	14 808	40%	39,2	22%
Câbleurs qualifiés en électronique (prototype, unité, petite série)	5 124	55%	43,3	34%
Autres monteurs câbleurs en électronique	7 584	43%	40,6	27%
Plateformistes, contrôleurs qualifiés de matériel électrique ou électronique	2 568	50%	43,8	39%
Ouvriers non qualifiés de l'électricité et de l'électronique	25 920	44%	39,8	29%
Total	196 356	21%	41,0	27%

Les travaux de prospective de France Stratégie et de la Dares laissent apparaître que les besoins en emploi seraient de l'ordre de 2,4% par an jusqu'en 2022, selon un scénario central. Les postes à pourvoir s'expliquent principalement par le remplacement des départs à la retraite et les besoins sur

En milliers

Famille professionnelle	Effectif 2022	Postes à pourvoir 2012-2022	dont		Postes à pourvoir annuellement (en %)
			créations nettes d'emplois	départs en fin de carrière	
ONQ électricité électronique	29	5	-4	9	1,5
OQ électricité électronique	57	16	-2	18	2,7
Techniciens et AM électricité électronique	139	33	1	33	2,4
Ensemble du domaine	225	54	-6	60	2,4
Ensemble des métiers	27 582	7 066	1 774	6 102	3,0

Source DARES « Les métiers en 2022 »

Une mise à jour récente des perspectives d'emplois faite dans le cadre de l'EDEC (Engagement développement et compétences) Electronique, quantifie dans le détail ces besoins et annonce des perspectives à la hausse. La filière et ses clients des secteurs aval offriront 18 000 postes à pourvoir dans les 3 prochaines années, soit 6 000 créations de postes par an, répartis à 48% pour les ingénieurs et doctorants, 40% pour les techniciens et techniciens supérieurs et 11% pour les opérateurs (source Kyu 2021).

III. LE MARCHÉ DE LA CYBERSECURITE

La Cybersécurité correspond à la sécurisation « interne » des systèmes numériques. La cybersécurité regroupe deux types d'activités souvent associées dans la pratique, les services (conseil, conception, mise en place, exploitation, formation), et les logiciels et solutions, destinés aux marchés professionnels (Etat et secteur public, installations critiques, entreprises, PME) et grand public (ordinateurs, smartphones, maison, véhicules et objets connectés, etc).

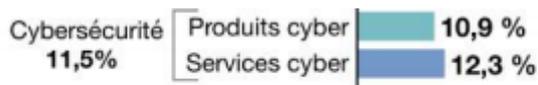
Il est possible de distinguer deux principaux segments d'activité : le développement de logiciels de cybersécurité et l'ensemble des services d'audit, de conseil et de mise en œuvre des solutions de sécurisation.



Source : Observatoire de la confiance numérique 2021 publié par l'ACN

Concernant le poids de la filière, le secteur de la cybersécurité croît à un rythme bien supérieur à celui des services numériques au sens large. Selon le cabinet SITSI, spécialiste des services numériques, le TOP 10 des ESN (Entreprise de Service Numérique) a subi une récession de -2,5% en France en 2020 et une croissance de 4,6% en 2019.

Croissance du chiffre d'affaires en 2020 :



Sources : DECISION Etudes & Conseil

Cette croissance est portée par plusieurs facteurs :

- La miniaturisation couplée à la baisse des coûts des composants électroniques. Ce phénomène rend possible l'intégration à grande échelle d'équipements électroniques de sécurité et participe donc à une forte croissance en volume des équipements et donc des failles de sécurité.
- La transformation numérique est une réalité pour toutes les entreprises et administrations. Elles numérisent leurs processus et interconnectent les réseaux de données ainsi générés. La crise sanitaire renforce cette tendance, les besoins de cybersécurité vont de pair avec cette transformation.
- La prise de conscience de l'impact économique du risque informatique et de l'importance du risque de fuite de données. Les positions américaines contre les solutions chinoises ou plus récemment celles de la communauté européenne face au cloud act américain l'attestent.
- L'entrée en vigueur du RGPD et la fin de Privacy Shield exposent les entreprises et leurs dirigeants à des sanctions sévères en cas de fuite de données personnelles. Plusieurs actions en justice ont été récemment initiées auprès de grands comptes du commerce électronique pour insuffisance de protection. Le phénomène va s'étendre aux collectivités et aux PME dans les années qui viennent.

Nombre d'emplois en 2020 par segment :



Nombre d'entreprises du secteur en 2020 :



Remarque : Il s'agit du nombre d'entreprises présentes sur le segment
 Source : DECISION Etudes & Conseil

IV. UNE PENURIE DE COMPETENCES DANS LA FILIERE ELECTRONIQUE QUI FREINE SON DEVELOPPEMENT

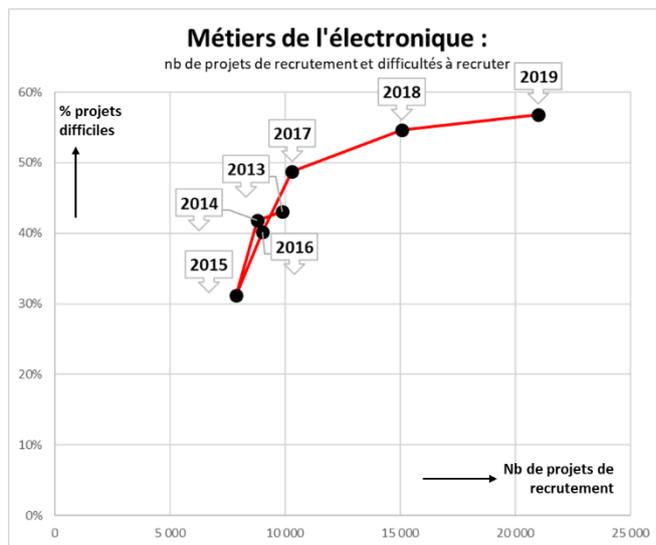
1. Des difficultés de recrutement dans les entreprises

Malgré des atouts et un potentiel de développement certains, la filière rencontre des freins à son développement dont le premier est le manque de compétences.

En effet, la filière rencontre d'importantes difficultés de recrutements sur des métiers de niveaux de qualification différents dont plusieurs métiers en tension (dessinateur en électricité et en électronique, technicien en électricité et en électronique...), et ce, sur le territoire national. Depuis 2016, les entreprises qui annoncent des projets de recrutement en hausse rencontrent dans le même temps des difficultés croissantes pour recruter atteignant presque 60% en 2019 (schémas 1 et 2).

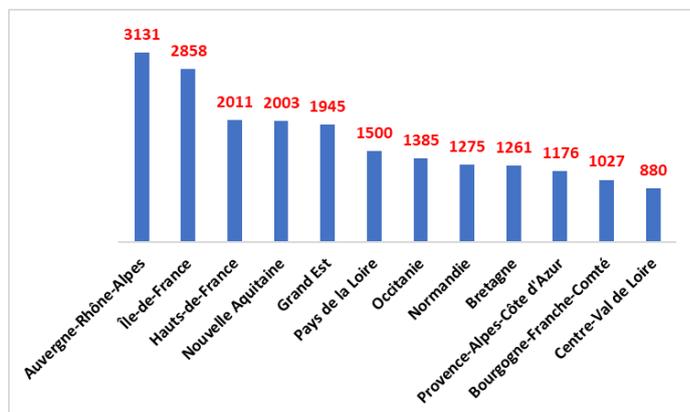
Ces difficultés de recrutement sont constatées par les entreprises à l'échelle nationale (schéma 3), et concernent particulièrement les niveaux techniciens et ouvriers qualifiés (schéma 4).

Schéma 1 - Projets de recrutements / Difficultés à recruter – En France



Source : Observatoire de la Métallurgie en Bretagne, d'après BMO Pôle Emploi 2019

Schéma 2 - Projets de recrutements / région



Source : Observatoire de la Métallurgie en Bretagne, d'après BMO Pôle Emploi 2019

Schéma 3 - Projets de recrutements sur les métiers et difficultés à recruter

Métier	Projets de recrutement	Difficultés à recruter	Emplois saisonniers
Ouvriers qualifiés de l'électricité et de l'électronique	9 043	58,3%	6,4%
Ouvriers non qualifiés de l'électricité et de l'électronique	5 592	46,9%	10,1%
Techniciens en électricité et en électronique	4 991	63,7%	4,1%
Dessinateurs en électricité et en électronique	784	79,9%	4,5%
Agents de maîtrise et assimilés en fabrication de matériel élec., électron.	588	36,8%	14,2%
Total	20 997	56,8%	7,0%

Source : BMO Pôle Emploi 2016

Ce manque de compétences à tous les niveaux de l'entreprise constitue un véritable frein au développement pour les entreprises.

Les risques encourus sont d'abord une perte de marchés pour les entreprises sous-traitantes qui ne peuvent pas satisfaire les volumes de commandes des donneurs d'ordre.

De manière plus large et à plus long terme, le manque de compétences sur le territoire national pourrait, s'il se prolonge, entraîner une perte de maîtrise des technologies de fabrication par les entreprises françaises, et ce, dans un contexte de forte concurrence internationale (dépendance sur des technologies à caractère stratégique, ex : militaire).

Les résultats de l'analyse KYU de 2021 dont certains éléments sont mentionnés plus haut dans cette note, confortent et actualisent ces difficultés.

2. Des facteurs multiples

Cette pénurie de compétences en électronique sur le territoire national peut être attribuée à plusieurs facteurs :

- Absence de formation initiale : il n'existe plus de filière électronique portant sur la fabrication électronique (seulement deux diplômes de l'électronique débutant au niveau Baccalauréat professionnel mais n'abordant pas les technologies de fabrication dans leur référentiel).
Ces dernières années ont vu émerger le numérique dans l'ensemble des biens de consommation et de production. Les compétences en numérique ont été fortement développées au détriment des compétences en électronique.
Pourtant le numérique reste intrinsèquement dépendant de l'électronique : un équipement numérique ne peut fonctionner sans ses composants et sous-ensembles électroniques.
Les compétences de base en électronique n'apparaissent plus dans les programmes de formations aux diplômes et sont par conséquent devenues de plus en plus rares dans les entreprises.
- Désintérêt des jeunes pour l'électronique : l'industrie souffre encore auprès des jeunes et des parents, d'une mauvaise image qui en fait une filière souvent dévalorisée, métiers de l'électronique inclus. On constate également une méconnaissance des jeunes sur des métiers de l'industrie de manière générale, dont ceux de l'électronique.

Constatée depuis un certain nombre d'années par les entreprises, cette pénurie de compétences est aujourd'hui accentuée par :

- Les départs en retraite : on constate un manque de transmission de savoir-faire des personnes partant en retraite vers les nouveaux arrivants. Cette pénurie de compétences est amplifiée par la vague de départs en retraite en cours et à venir dans les entreprises, due à une pyramide des âges vieillissante.
- La reprise économique au niveau national : la hausse du volume des commandes accroît les besoins en compétences sur l'électronique et donc les tensions sur les recrutements.

L'ensemble de ces problématiques justifient une priorisation de la filière au niveau national. Il est indispensable que les professionnels de la filière se regroupent pour travailler sur ces problématiques. **C'est dans cette optique que le Contrat Stratégique de Filière « Industrie Electronique » a été signé en mars 2019 avec un groupe de travail dédié à la formation et dans lequel s'inscrit cette note d'opportunité.**

V. UNE PENURIE DE COMPETENCES QUI SE RETROUVE AU SEIN DE LA FILIERE DE LA CYBERSECURITE SUR CERTAINS SEGMENTS PARTICULIERS

Grâce notamment à l'excellence et la disponibilité des compétences françaises en matière de recherche et développement, la grande majorité des entreprises françaises de la Confiance Numérique sont positionnées sur les segments haut-de-gamme de leurs marchés en proposant des solutions à la pointe de ce que la technologie rend aujourd'hui possible. La France excelle en particulier dans les domaines suivants : l'intelligence artificielle, la cryptographie ainsi que les technologies post-quantique (dont cryptographie). La France dispose notamment de près de 1 000 chercheurs académiques affectés à temps plein à des thématiques de cybersécurité.

Cependant, **les industriels du secteur de la cybersécurité déplorent que la population d'actifs en cybersécurité soit quasiment exclusivement composée d'ingénieurs et cadres. La population de BTS y est faible et celle de niveau bac ou inférieur est quasiment nulle.** Ce déséquilibre handicape aujourd'hui la filière car elle empêche les utilisateurs de services de sécurisation d'embaucher les opérateurs nécessaires à leur utilisation. **La création d'une mention complémentaire permettrait de former des profils manquant cruellement à la filière de sécurité aujourd'hui.**

Notons par ailleurs que les femmes sont extrêmement sous représentées dans la cybersécurité. Elles ne représentaient que 7% des effectifs en 2017. La situation semble s'améliorer sous l'action de diverses organisations dont Women4cyber mais l'industrie est encore loin de la parité. Promouvoir une mention complémentaire auprès des étudiantes serait un moyen efficace de combler ce déficit.

VI. ÉTUDES ET STATISTIQUES

1. Étude prospective KYU – OPCO 2i – novembre 2020

Diagnostic, identification des métiers et des compétences en tension en électronique et mise en place de nouvelles stratégies pour y répondre

SGT1

5 défis pour l'industrie électronique française

L'adaptation des activités de la filière aux caractéristiques des nouveaux marchés

Les acteurs des nouveaux marchés d'application de l'électronique se distinguent par : leur demande accrue en **personnalisation des solutions**, la **variabilité de leurs besoins** et des **volumes de production** et leur **faible connaissance des applications** électroniques.

La prise en compte de la consommation d'énergie

Le développement des considérations écologiques ainsi que le développement de l'électronique embarquée suppose **d'intégrer les problématiques d'optimisation et de réduction de la consommation énergétique** des équipements électroniques.

Le besoin de conservation des compétences clés sur le long terme

Les secteurs de la défense et de l'aéronautique disposent de **programmes industriels longs** qui nécessitent de préserver et entretenir des compétences électroniques anciennes.



Le développement de l'Internet des objets

La **technologie de l'internet des objets** est au cœur des transformations de l'**industrie 4.0**, des **smartcities**, des **smart building** et des **véhicules autonomes** et connectés. Elle demande notamment des compétences en **électronique analogique** et en **radiofréquence**.

Le développement de l'électronique de puissance

L'**électronique de puissance** est stratégique du fait de l'**électrification de l'aéronautique**, l'**automobile** et des **systèmes industriels**. L'ensemble de la chaîne de valeur de l'industrie électronique est concernée (composants, bureaux d'études, sous-traitants, équipementiers).



Document KYU

SGT1

les 3 principaux métiers recherchés dans l'électronique : Ingénieur hardware, technicien en électronique, opérateur salle blanche

Top 10 des métiers les plus recherchés et principales compétences associées au métier dans l'électronique

Source : [Textkernel](#), traitement KYU Lab, 2018/2020

électronique, conduite d'installations industrielles, maintenance industrielle, tests et essais, gestion des contrôles et de la conformité	Technicien en électronique et électromécanicien dont technicien maintenance, microélectronique, test, essais	1	Ingénieur Hardware dont ingénieur FPGA, traitement du signal et image, micro électronique, hyperfréquence, électronique de puissance	électronique, travail en équipe, conception produits ou projets, gestion des objectifs commerciaux, tests et essais
électronique, développement et programmation, conception produit ou projets, travail en équipe, gestion des objectifs commerciaux	Ingénieur logiciel Ingénieur développement, ingénieur logiciel embarqué	2	3	électronique, gestion des contrôles et de la conformité, conduite d'installations industrielles, tests et essais, ordonnancement et planification
électronique, électricité, réseau informatique et télécom, travail en équipe, gestion des contrôles et de la conformité	Monteur – Câbleur conception, montage, câblage, intégration	4	5	travail en équipe, gestion des objectifs commerciaux, conception produits ou projets, développement et programmation, intégration logicielle
maintenance industrielle, conduite d'installations industrielles, maintenance réparation d'engins, travail en équipe, maintenance courante	Agent de maintenance en électromécanique	6	7	travail en équipe, conception produits ou projets, conduite d'installations industrielles, test et essais, gestion des objectifs commerciaux
conception produits ou projets, architecture fonctionnelle, travail en équipe, architecture technique, électronique	Architecte Système	8	9	électronique, gestion des contrôles et de la conformité, tests et essais, conduite d'installations industrielles, ordonnancement et planification
		10		

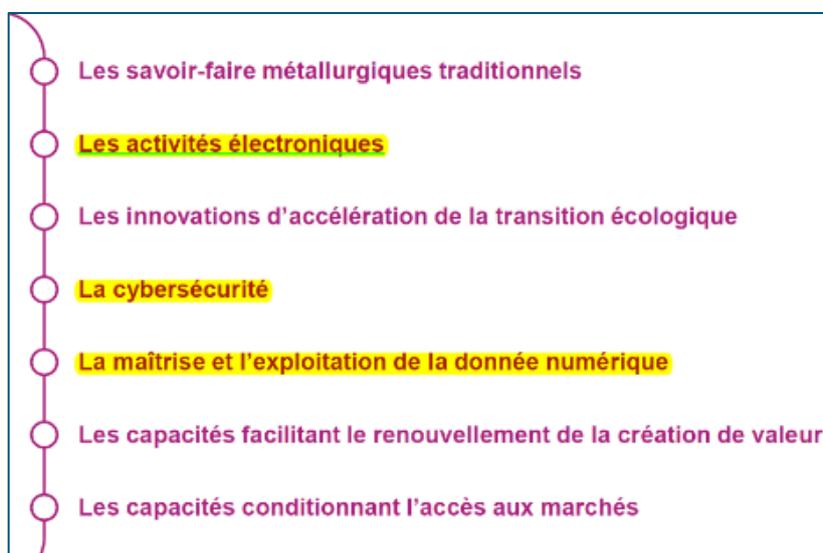
Les profils demandés au sein de la filière semblent bien **équilibrés** entre **Ingénieurs** (min Bac +5) et **techniciens/opérateurs** (jusqu'à bac +3). Dans le top 3 des métiers les plus recherchés, on retrouve ainsi les **Ingénieurs Hardware** regroupant diverses spécialisations, mais également **deux familles de techniciens/opérateurs** (technicien en électronique et opérateur en salle blanche), dont l'importance est donc centrale. On note en outre que les métiers recherchés se concentrent davantage sur les familles de métiers « **concevoir-rechercher** », « **produire réaliser** », et « **installer maintenir** ».

Des métiers recherchés qui montrent un bon équilibre entre profils d'Ingénieurs et de techniciens/opérateurs

2. Étude prospective sur les activités critiques pour la branche métallurgie BIPE – Observatoire de la métallurgie et OPCO2i – avril 2021

Sept activités critiques pour la Branche Métallurgie

Sept activités ressortent comme critiques suite au diagnostic conduit auprès des filières à l'échelle de la Branche de la Métallurgie. Il s'agit des activités indispensables à préserver ou à développer pour répondre aux besoins finaux du pays et maintenir un bon niveau d'activité et d'emploi sur le territoire, aujourd'hui et demain (Cf annexe 2).



3. Données et statistiques de mise en œuvre du bac pro SN et du BTS SN

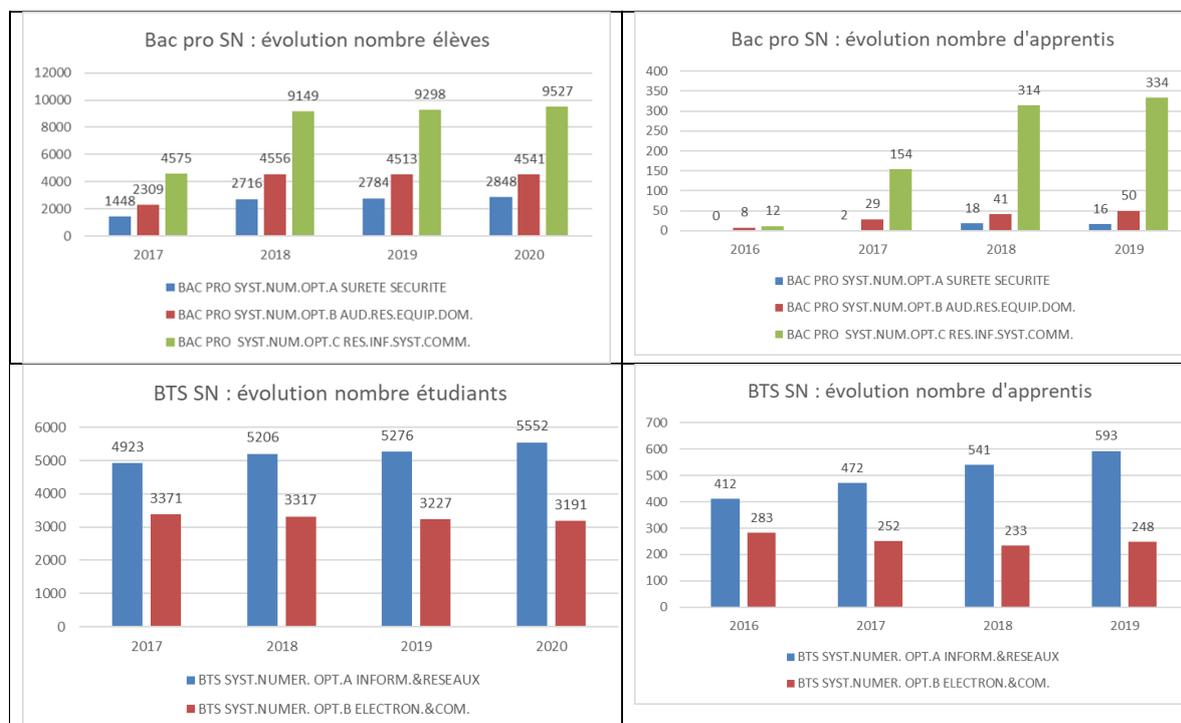
Nombres d'établissements de formation

Bac pro Systèmes numériques	Nombres d'établissements de formation (Lycées professionnels et CFA privés et publics)
option A « sûreté et sécurité des infrastructures, de l'habitat et du tertiaire » (SSIHT)	139 établissements
option B « option B audiovisuels, réseau et équipement domestiques » (ARED)	149 établissements
option C « réseaux informatiques et systèmes communicants » (RISC)	258 établissements

BTS Systèmes numériques	Nombres d'établissements de formation (Lycées professionnels et CFA privés et publics)
option A « informatique et réseaux »	168 établissements
option B « électronique et communications »	120 établissements

Source Onisep

Evolution flux d'élèves et d'apprentis formés



Résultats aux examens

Bac pro SN : session d'examen 2020

	SCOLAIRE		APPRENTISSAGE		FORMATION CONTINUE		INDIVIDUEL		TOUS STATUTS	
	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite
BAC PRO SYST.NUM.OPT.A SURETE SECURITE	1103	89,2 %	9	100,0 %	12	70,6 %	5	55,6 %	1129	88,80%
BAC PRO SYST.NUM.OPT.B AUD.RES.EQUIP.DOM.	1995	92,5 %	20	87,0 %	11	100,0 %	21	95,5 %	2047	92,50%
BAC PRO SYST.NUM.OPT.C RES.INF.SYST.COMM.	4211	94,0 %	155	93,9 %	43	93,5 %	21	77,8 %	4430	93,90%

BTS SN : session d'examen 2019

	SCOLAIRE		APPRENTISSAGE		FORMATION CONTINUE		INDIVIDUEL		ENSEIGNEMENT A DISTANCE		TOUT STATUT	
	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite	Admis	Tx réussite
BTS SYST.NUMER. OPT.A INFORM.&RESEAUX	2020	88,6 %	217	83,1 %	16	94,1 %	14	33,3 %	13	61,9 %	2280	87,0%
BTS 25516 SYST.NUMER. OPT.B ELECTRON.&COM.	1203	80,7 %	91	77,8 %	31	91,2 %	14	40,0 %	1	20,0 %	1340	79,7%

Source : Banque Centrale de Pilotage, DEPP

VII. ATTENTES DES INDUSTRIELS DE L'ÉLECTRONIQUE

1. Disposer de profils adaptés aux besoins

L'évolution continue et accélérée de l'électronique (miniaturisation, RoHS passage au sans-plomb) complexifie de manière croissante l'électronique. Toute erreur dans la conception et l'industrialisation rend très difficile les rectifications lors de la fabrication du produit.

D'autre part, les industriels remontent la nécessité pour les concepteurs de tous systèmes électroniques (analogiques, numériques...), de maîtriser le DFX (Design for Excellence) qui combine :

- DFM (Design For Manufacturing - Conception pour la fabrication)
- DFA (Design For Assembly – Conception pour l'assemblage)
- DFT (Design For Test – Conception pour le test)

Cela nécessite une bonne maîtrise du cycle de fabrication par les concepteurs et une maîtrise des règles basiques de fabrication qui fait défaut aujourd'hui. Il n'est pas possible de concevoir un produit sans avoir de connaissance sur le processus de fabrication.

Sur ce champ, les industriels remontent un déficit de compétences techniques pouvant se traduire par des cahiers des charges approximatifs reçus par les sous-traitants électroniques et les fabricants de circuits imprimés de la part des donneurs d'ordre.

Il est par conséquent primordial que les métiers de la conception et de l'industrialisation se réapproprient la maîtrise des technologies de fabrication des circuits imprimés et de l'assemblage ou brasage des composants dans un souci d'efficacité de la production et de conservation des technologies de fabrication face à la concurrence internationale. Cela implique que les concepteurs doivent avoir acquis de solides bases en fabrication au cours de leur formation (au niveau 4).

Les industriels font part également d'un manque de compétences de base (matériaux, thermique, brasage...) sur les métiers d'opérateurs et techniciens de production. Ceci est d'autant plus problématique dans un contexte de départs en retraite importants, avec une transmission des savoir-faire qui n'est pas toujours assurée.

En effet, les diplômes actuels privilégient le numérique aux compétences de base en électronique, pourtant indispensables aux métiers de l'électronique dont numérique.

Les métiers concernés sont :

- Ouvriers qualifiés de l'électronique
- Techniciens en électronique
- Plus largement : Conducteurs de ligne de production

Les technologies de fabrication de l'électronique doivent être assimilées par tous les niveaux - concepteurs, techniciens et opérateurs - sur toute la chaîne de valeur.

Les métiers de l'électronique doivent également prendre en compte :

- L'évolution des composants (fonctions, boîtiers, structure des composants) qui ont un impact sur la définition du circuit imprimé
- Les évolutions des contraintes environnementales
- Les évolutions qui impactent les procédés de fabrication

2. Disposer d'une offre de formation adaptée

Cette pénurie de compétences en électronique de fabrication est liée à une formation initiale inadaptée aux besoins réels des entreprises.

En effet, la formation initiale existante ne comprend pas les bases minimales en électronique, indispensables sur tous les métiers de la chaîne de valeur, de la conception à la production.

Les diplômes existants ne sont pas spécifiques à l'électronique et relèvent des domaines connexes de l'électricité et des systèmes numériques. Ils ne correspondent pas aux besoins des industriels.

Intitulé diplôme	Commentaires
Bac professionnel systèmes numériques <ul style="list-style-type: none"> o Option A Sûreté et sécurité des infrastructures, de l'habitat et du tertiaire o Option B Audiovisuels, réseau et équipement domestiques o Option C Réseaux informatiques et systèmes communicants 	Porte sur l'intervention (la préparation, l'installation, la réalisation, la mise en service et la maintenance préventive, corrective et curative) des installations et équipements entrant dans la constitution de systèmes numériques N'aborde pas : <ul style="list-style-type: none"> - Les fonctions électroniques - La fabrication des cartes électroniques - Les techniques de brasage
BTS systèmes numériques <ul style="list-style-type: none"> o Option A Informatique et réseaux o Option B Électronique et communication 	N'aborde pas <ul style="list-style-type: none"> - La <u>fabrication</u> des cartes électroniques - Les techniques de brasage

Faute de disposer d'une offre de formation initiale répondant à leurs besoins, les entreprises et autres acteurs concernés sont contraints de développer des solutions alternatives :

- formations initiale : FCIL Hyperfréquence, Licences pro Plastronique, licences pro Microélectronique et salles blanches ...
- formation élémentaire en interne avec, pour les grandes entreprises, le développement de leur propre centre de formation ou formation en externe,
- révision de diplômes avec insertion d'option « électronique » au sein d'un référentiel.
Exemple du Bac professionnel « Aéronautique option Avionique » : à la demande du groupe THALES, les compétences en fabrication et réparation de cartes électroniques ont été maintenues dans le référentiel du diplôme (cf annexe 2).

Ces alternatives représentent un coût supplémentaire important pour les entreprises, difficilement valorisable pour les fabricants de cartes électroniques, sources d'appauvrissement et frein aux investissements.

3. Révision et création de diplômes professionnels

Les industriels demandent la rénovation du bac pro et BTS « Systèmes numériques » rénovés respectivement en 2016 et en 2013 pour y réintégrer les fondamentaux de l'électronique. L'objectif de révision des deux niveaux de diplômes porte donc sur l'intégration d'un socle de base en électronique, mais également sur :

- La formation de profils généralistes pouvant accéder à différents types de métiers pour favoriser la mobilité inter-filière
- La formation de profils opérationnels pouvant être recrutés à l'issue de leur formation ou pouvant poursuivre leurs études s'ils le souhaitent.

De plus, l'intitulé des diplômes devra répondre à deux exigences :

- Intégrer le mot « électronique » pour répondre à la demande des professionnels,
- Ne pas reprendre l'intitulé « Systèmes électronique et numérique » pour éviter un retour en arrière illisible et peu attractif pour les jeunes et leur famille, à la demande de l'Éducation Nationale.

Compétences et connaissances de base attendues sur les diplômes de l'électronique

NB : Liste non exhaustive qui pourra être complétée ultérieurement en groupe de travail

Compétences et connaissances de base attendues de niveau 4 en électronique

Objectif : réintroduire les bases des technologies de fabrication de l'électronique au cœur du diplôme

Fonctions électroniques simples

Cartes électroniques

Objectif : Donner le vocabulaire et les principes des différentes technologies de fabrication des cartes électroniques : la conception et industrialisation – les circuits imprimés – les composants traversants et CMS² – les différentes techniques de brasage (comprenant les impacts liés aux alliages sans plomb) – les moyens de test électriques et d'inspection – la maîtrise statistique du procédé.

Brasage au fer

Objectif(s) : Permettre d'intégrer des nouveaux personnels dans les métiers manuels incontournables sur la production des cartes électroniques, en passant en revue :

- une approche simplifiée de l'environnement de travail (5S ; ESD³ ; poste de travail ; matériels de brasage ; contrôle visuel sous binoculaire) ainsi qu'en donnant les principales informations pour l'insertion manuelle via une lecture de plan, intégrant la reconnaissance des principaux composants.

² CMS : Composants Montés en Surface

³ ESD : Electrostatic discharge

- les principales opérations de préformage, d'insertion, de brasage et de contrôle sous binoculaire sur des composants traversants et CMS simples.

Brasage au fer et réparation de cartes électroniques

Objectif 1 : Améliorer les connaissances sur les composants traversants et montés en surface, ainsi que la lecture d'une nomenclature associée à un schéma topographique, pour limiter les erreurs d'insertion et/ou pose avant/après un procédé de brasage avec alliage au plomb ou RoHS⁴.

Objectif 2 : Améliorer les compétences pour toutes les opérations de câblage, retouche, réparation de composants traversants et CMS (Hors BGA⁵) avec un alliage avec plomb ou RoHS.

- Terminologie et conditions de réalisation associées au brasage avec alliage au plomb ou RoHS.
- Sélection de l'outillage adapté, ainsi que réalisation de la procédure d'intervention de brasage / débrasage avec des alliages au plomb ou sans plomb (Cas des M.S.L⁶).
- Critères pour le contrôle visuel de la qualité des joints réalisés avec un alliage au plomb ou RoHS.
- Risques et contraintes liés aux ESD dans une zone protégée.
- Plusieurs normes et spécifications sont concernées : NFC20630, NF A89400, NFC90550, NF EN 9453, ISO 9454-1, HDBK 001, IPC-A-610, J-STD-001, CEI 61191, IPC 7711, EN 61340-5-1&2...

Objectif 3 : Apporter les connaissances théoriques et améliorer les compétences pratiques sur la réparation ou modification des substrats et cartes électroniques.

- Précautions nécessaires à prendre lors des opérations de réparation ou de modification, reconstitution ou suppression de liaison, pose d'un œillet, ajout de fils, de composant...
- Réparation des circuits imprimés nus ou câblés faisant référence aux : IPC 7721 (ancienne IPC R700 C), MIL C 28809B, IPC-A-610 et J-STD-001.

Contrôle visuel des cartes électroniques

Objectif : Améliorer l'efficacité et la qualité du contrôle des cartes brasées avec un alliage avec plomb ou sans plomb (procédé plombé ou RoHS) équipées de composants traversants, montés en surface CMS et fils brasés sur différents supports.

- définition et terminologie des joints brasés avec un alliage avec plomb ou sans plomb (procédé RoHS)
- présentation des éléments participant à la réalisation des joints (alliage et flux)
- présentation des composants, de leurs procédés de brasage automatique et des défauts types
- établissement d'une procédure de contrôle (méthode)
- présentation des principaux critères des normes (IPC⁷-A-610) et des outils utilisés pour le contrôle visuel de la qualité des joints

Normes IPC

Certification IPC A-610

Certification de spécialistes IPC 7711/7721

⁴ RoHS : Restriction of hazardous substances in electrical and electronic equipments

⁵ BGA : Ball Grid Array

⁶ M.S.L : Moisture Sensitivity Level

⁷ IPC : normes et certifications mondiales de référence dans l'ensemble de l'industrie électronique (conception, fabrication de circuits imprimés, assemblages et essais électroniques), développées par l'organisme IPC accrédité par l'American National Standards Industry (ANSI)

Compétences et connaissances de base attendues de niveau 5 en électronique

Objectif : réintroduire les bases des technologies de fabrication de l'électronique au cœur du diplôme

Cartes électroniques

Objectif : Donner le vocabulaire et les principes des différentes technologies de fabrication des cartes électroniques : la conception – les circuits imprimés – les composants traversants et CMS – les différentes techniques de brasage (comprenant les impacts liés aux alliages sans plomb) – les moyens de test électriques et d'inspection – la maîtrise statistique du procédé.

Technologie de fabrication des circuits imprimés rigides (du simple face aux multicouches)

Objectif : Présenter un panorama des technologies et normes dans le domaine du circuit imprimé en incluant les étapes principales de la fabrication des circuits rigides.

Faire une corrélation entre les contraintes du concepteur, du fabricant de circuit imprimé et du câbleur pour optimiser le choix de la technologie.

Permettre de distinguer et comprendre les détails sur les dossiers techniques ou cahiers des charges.

Technologies spécifiques aux circuits imprimés flexibles et flexi-rigides

Objectif : Fournir un panorama des technologies et normes dans le domaine du circuit imprimé flexibles et flexi-rigides.

Identifier les spécificités de la fabrication et de la conception des circuits flexibles et flexi-rigides.

Brasage des cartes électroniques

Objectif : Améliorer les compétences théoriques et pratiques sur les principales techniques de brasage en alliage plombé ou sans plomb, à savoir la refusion, le brasage à la vague, le brasage au fer ainsi que les différents procédés de brasage sélectifs.

Normes IPC

Certification de spécialistes IPC-J-STD-001 Exigences des assemblages électroniques brasés

Certification de concepteur IPC CID

Certification avancé de concepteur IPC CID

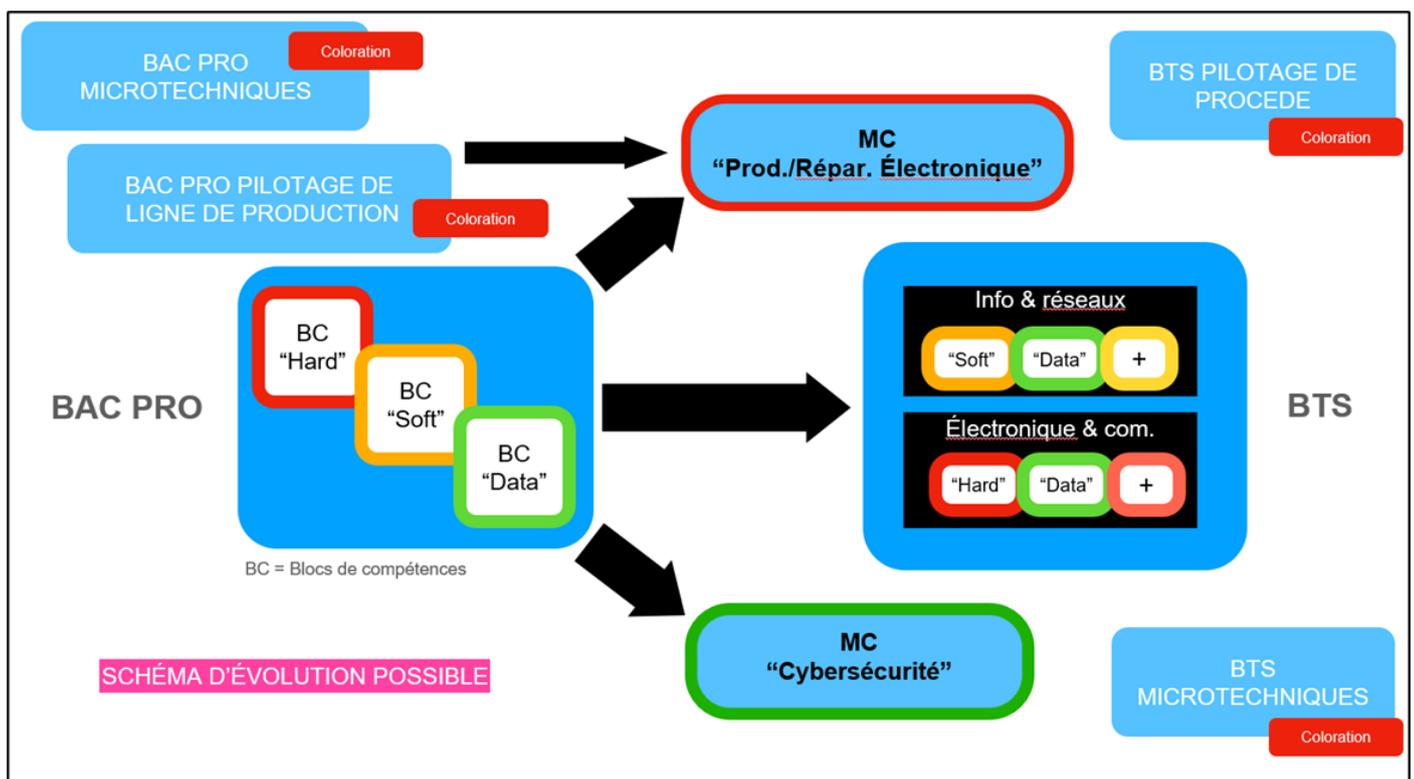
Concernant les travaux pratiques, il y a des incontournables. D'une façon générale, plus il y en aura, meilleur cela sera. Il peut y avoir des TP simples réalisés avec des matériels plus didactiques qu'industriels, l'essentiel étant, si nécessaire, de raccrocher les TP sur équipements didactiques aux procédés industriels. Il existe des équipements de prototypages didactiques qui sont utilisés dans l'industrie (distinction entre fabrication et production).

VIII. STRATEGIE GLOBALE DE REVISION DES DIPLOMES EN 3 AXES

En concertation avec les professionnels de l'électronique, l'Éducation Nationale propose une stratégie de rénovation globale qui répond également aux besoins exprimés par les filières Infrastructures numériques et Cybersécurité.

Les points clés de cette stratégie sont :

- **une réécriture du BAC PRO SN** en passant d'un système actuel d'options vers une structure par blocs de compétences pour apporter les fondamentaux "hardware (matériel)" incluant les fondamentaux de l'électronique (notions de bases, connaissances des composants, de leurs rôles et caractéristiques, conception des circuits et des cartes électroniques, et techniques de fabrication composants et cartes), "software (logiciel)" et "data (données)" à tous les élèves au niveau bac pro ;
- **une réécriture du BTS**, en cohérence avec le bac pro, pour approfondir les blocs de compétences et développer des compétences spécialisées de niveau supérieur. Les 2 options seraient maintenues : "Électronique et communication" et "Informatique et réseaux" ;
- **une création de mentions complémentaires de niveau 4** spécifiques notamment "Production/Réparation électronique", "Cybersécurité", ... et diversifier ainsi les diplômes de la filière en fonction des besoins des entreprises ;
- **une coloration des diplômes connexes déjà existants** (notamment bac pro microtechniques et bac pro pilote de ligne de production) vers le domaine de la production électronique, avec possibilité de rejoindre une mention complémentaire.



La stratégie globale en 3 axes :

La stratégie globale est d'aller au-delà d'un ajustement des contenus des diplômes de la filière pour engager une révision qui intègre :

- **Une actualisation des contenus** aux évolutions industrielles, avec une vision à long terme ;
 - Rééquilibrer les compétences de base entre couche matérielle (hardware, cartes électroniques, composants, fonctions, procédés de fabrication) et logicielle (codage, développement d'applicatifs, architecture réseaux)
 - Développer des compétences tournées vers les marchés d'avenir pour l'industrie française :
 - Électronique de puissance et systèmes embarqués, prototypage
 - Digitalisation de l'industrie (industrie du futur) et internet des objets, enjeux de performances énergétique des composants, miniaturisation, enjeux environnementaux, smart territoires
 - Gestion et traitement de la donnée, technologies 5G/6G, IA, sécurisation des données
 - Construire un réel continuum entre les compétences développées en niv. 4 (bac pro) et niv 5 (BTS)
- **Un développement de l'éventail de diplomation** au-delà des seuls bac pro et BTS pour :
 - Une offre construite autour de blocs de compétences modulaires
 - plus de réactivité
 - plus d'agilité
 - des compétences approfondies suivant les besoins (hard/soft, ...)
 - des diplômes « connexes » colorés pour y associer l'électronique
- **Assurer une meilleure lisibilité et modularité** de l'offre de formation pour booster l'attractivité
 - Plutôt qu'un système d'option proposer un bac professionnel par blocs de compétences avec une mise en cohérence entre bac pro et BTS
 - Créer des mentions complémentaires post-bac ciblés sur des enjeux clé (cybersécurité, production/maintenance électronique) et orientés insertion professionnelle
 - Des diplômes adaptés pour une mise en œuvre plus rapide et ciblée sur les besoins

ANNEXES

Annexe 1 : verbatim

Verbatim - Sébastien SCHAEFFER – Directeur Général de la société ALPHITAN

« Pour notre partie, qui concerne à la fois la partie Maintenance mais aussi et surtout Réparation, il est capital de réintroduire cette notion de compétences « manuelles » au niveau des 2 formations (BAC Pro / BTS). En effet, aujourd'hui nous n'avons plus d'élèves capable d'appréhender une réparation car ils ne connaissent plus les fondamentaux manuels.

L'accent est beaucoup trop porté sur l'aspect soft (programmation notamment) et pas assez sur le côté hard (produits et composants).

Or pour réparer une carte aujourd'hui il faut les 2 !

Cette réparation est un domaine qui va fortement se développer, pousser également pour la volonté du développement durable et pour des questions économiques. Réduire le nombre de fabrication de cartes au profit de la réparation de quelques composants à tout son sens.

Encore faut-il être capable de mettre en place les moyens de test adéquats pour garantir le fonctionnement de cette carte réparée. »

Annexe 2 : prospective sur les activités critiques électronique et cybersécurité – 13 avril 2021

3 Les activités électroniques (1/4)

Les activités électroniques qui irriguent de nombreux secteurs industriels sont au cœur des 4 défis de la branche Métallurgie.



Éléments de criticité de l'activité :

- Indissociables du développement du numérique dans les autres filières industrielles, les activités électroniques sont critiques (elles sont notamment au cœur des systèmes embarqués, complexes et à forts enjeux).
- La filière électronique s'est désorganisée depuis la fin des années 1990 (délocalisations massives, abandon de la maîtrise des normes et référentiels), entraînant la disparition des filières de formations spécialisées qui sont aujourd'hui devenues critiques car elles ne répondent plus aux besoins des industriels. Les savoirs fondamentaux en industrialisation ne sont plus maîtrisés.
- Les savoir-faire électroniques sont nécessaires pour maintenir une indépendance stratégique tant pour les activités de Défense qu'en période de crise (délais d'approvisionnement allongés accentuant les impacts de la crise). Leur non-maintien porte atteinte à la souveraineté.
- La maîtrise de la conception et du prototypage électronique (agilité, fiabilité, outil industriel adapté) conditionne le redéveloppement dans les territoires d'une production électronique de petites et moyennes séries fortement personnalisées.
- Dans une perspective d'économie circulaire, les savoir-faire en réparation électronique sont et demeureront eux aussi critiques.

Activités concernées

- Conception physique en électronique
- Ingénierie électronique (produits, logiciels)
- Industrialisation et fabrication électronique
- Electrotechnique*
- Electronique de puissance*
- Conception de systèmes électroniques embarqués

* Activité également évoquée dans « L'innovation pour répondre aux défis de la transition écologique »

3 Les activités électroniques (2/4)

Activité	Famille de la cartographie concernée	Filières concernées	Description, métiers ou compétences concernés
Conception physique en électronique			<ul style="list-style-type: none"> • Implanter de circuits imprimés (conception physique, prototypage et préséries, placement routage)
Ingénierie électronique (produits, logiciels)			<ul style="list-style-type: none"> • Ingénieur électrique / électronique / électronicien • Développeur informatique / logiciel • Modélisation et programmation
Industrialisation et fabrication électronique			<ul style="list-style-type: none"> • Industrialisation électronique (lois physiques et mathématiques, compréhension de l'usage d'un composant)
Electrotechnique*			<ul style="list-style-type: none"> • Électrique
Electronique de puissance* (conception, tests, contrôles)			<ul style="list-style-type: none"> • Impacts de l'électronique de puissance sur la mécanique • Contrôle qualité, tests et mesures • Hyper fréquence, radio fréquence
Conception de systèmes électroniques embarqués			<ul style="list-style-type: none"> • Ingénieur informatique logiciel embarqué (EnR, efficacité énergétique, smart grids)

* Activité également évoquée dans « L'innovation pour répondre aux défis de la transition écologique »

3 Les activités électroniques (3/4)

Verbatims d'entretiens

“ Il y a un frémissement côté offre de formations, mais c'est pas encore ça. L'enjeu du numérique est bien compris mais pas celui d'autres secteurs : analogique, hyper puissance. On en a besoin, on manque de compétences à tous les niveaux. Les écoles d'ingénieurs recommencent à mettre des modules électroniques ; mais il faudra attendre 5 ans pour les voir sur le marché et il ne faut pas relâcher les efforts pour autant. Il faut faire vite aussi avant que les formateurs partent à la retraite

Dans les formations existantes, il manque les connaissances de base / fondamentales de l'électronique permettant de comprendre ce qu'est un composant électronique et comment on l'utilise, et qui auparavant étaient enseignées dans les cours d'électrotechnique avant le BAC. [...] Il faut enseigner l'électrotechnique avant le BAC pour pouvoir disposer d'un vivier qui puisse s'orienter vers les BTS et au-delà.

Les briques de base ne sont plus maîtrisées, le terrain est miné, fragilisé. Le socle de connaissances n'est pas là.

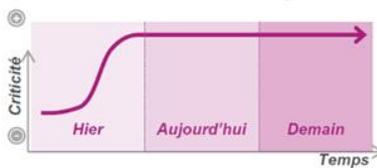
On a besoin d'ingénieurs électroniciens dotés de capacité de développement de logiciel. La double compétence est difficile à trouver. Dans les masters ou ingénieurs, les formations pour systèmes embarqués sont OK. Mais on cherche des profils expérimentés car des électroniciens partent en retraite en 2021 et il sera difficile de faire le tuitage avec des jeunes : ils ne seront soit pas électroniciens soit pas logiciel.



3 Les activités électroniques (4/4)

Enseignements impacts et leviers

Force et horizon d'impact



- Une criticité enclenchée à la fin des années 1990
- Une criticité absolue actuellement et qui obère le potentiel d'avenir

Leviers

- Communication d'urgence sur l'importance de la filière électronique en France : « pas de numérique sans électronique », lutter contre les amalgames électronique / informatique, faire découvrir la filière française, sa technicité élevée et la variété des activités, participation et communication sur les initiatives type Olympiade des métiers / Worldskills... Prise de conscience collective sur les besoins en électronique et les problématiques de dépendance
- Une stratégie nationale forte et lisible : quels réinvestissements d'activités ? identification des territoires les plus propices à la redynamisation des activités électroniques, mesures d'accompagnement exceptionnelles, mobilisation des entreprises volontaires pour être fer de lance de l'activité sur le territoire...
- Communication d'urgence et à tous les niveaux sur les besoins RH en matière d'électronique (écosystèmes de formation, appui aux entreprises, médias). Sensibilisation de l'Education Nationale sur le risque d'une évolution des formations et de leurs intitulés « tout numérique » et réintroduction de l'électronique. Mise en place d'urgence de l'ensemble de l'offre de formation nécessaire pour répondre aux besoins actuels et futurs (CAP, Bac Pro, BTS, ingénieurs dont travail sur le vivier de formateurs)
- Actions de préparation du vivier : enseignement de compétences électroniques avant le Bac (sciences physiques, technologie, SNT) pour pouvoir disposer d'un vivier qui puisse s'orienter vers les formations dédiées
- Vigilance en matière d'attractivité afin de prolonger le parcours professionnel en électronique et au sein des secteurs (importance des mesures de rétention des talents, valorisation de la contribution de l'électronique à l'offre de valeur de l'entreprise...)

3 La cybersécurité (1/4)

Face à la numérisation croissante des méthodes (conception, production, maintenance, vente...) et au développement de la connectivité des produits, les risques liés aux cyberattaques sont très élevés.



Eléments de criticité de l'activité :

- La cybersécurité est critique à tous les stades de la chaîne de valeur, tant au niveau des produits que des process et des pratiques informatiques usuelles des collaborateurs au quotidien. Elle conditionne désormais le maintien sur les marchés existants (exploitation de la donnée numérique, solutions globales...).
- La gestion de la cybersécurité est critique sur toute la chaîne de valeur et particulièrement pour les PME ou ETI qui sont exposées à l'exigence de mise en place de solutions comme aux risques cyber au même titre que les grandes entreprises, sans nécessairement disposer de ressources dédiées en interne.
- Véritable enjeu de souveraineté, la cybersécurité doit être maîtrisée pour éviter de constituer une porte pour une intrusion externe (maillon faible ; une problématique renforcée avec la 5G, tant pour l'échange de données entre sites industriels que pour les objets connectés). Elle est dès lors critique à l'échelle d'un écosystème et un levier de confiance dans une chaîne si elle est maîtrisée à bon niveau (pour le partage de données, la continuité numérique, la maquette numérique..).
- L'activité est également critique au regard des ressources disponibles. Les formations à la cybersécurité sont abondantes mais la concurrence entre les secteurs économiques est forte pour capter ces ressources expertes. Par ailleurs, l'ensemble des collaborateurs doit être sensibilisé à la cybersécurité dans les gestes du quotidien. La diffusion d'une « culture cybersécurité » est critique pour minimiser les risques.
- Le développement du télétravail accentue par ailleurs la criticité des enjeux de cybersécurité. Le travail à distance, sur des réseaux potentiellement non sécurisés, est une source de risque, notamment pour les activités à caractère souverain.

Activités concernées

- Gestion de la cybersécurité



Prospective des activités critiques pour la métallurgie – 13 avril 2021

© Tous droits réservés. Utilisation des données en libre accès sous réserve de citer la source « OPCO21 / Observatoire de la Métallurgie » pour toute diffusion.

57

3 La cybersécurité (2/4)

Activité	Famille de la cartographie concernée	Filières concernées	Description, métiers ou compétences concernés
Gestion de la cybersécurité			<ul style="list-style-type: none"> • Expert sécurité informatique véhicule numérique / autonome • Cybersécurité industrielle • Protection des activités souveraines / militaires • Cybersécurité dans les comportements quotidiens des collaborateurs



Prospective des activités critiques pour la métallurgie – 13 avril 2021

© Tous droits réservés. Utilisation des données en libre accès sous réserve de citer la source « OPCO21 / Observatoire de la Métallurgie » pour toute diffusion.

58

3

La cybersécurité (3/4)

Verbatims d'entretiens

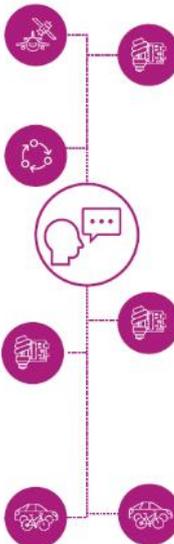
“

La crise a renforcé les enjeux de cybersécurité en augmentant le nombre d'attaques.

La cybersécurité des systèmes industriels et des solutions clients est une activité critique.

La crise a mis en exergue certains défis, en lien avec les clients : le partage de données, les quantité de stockage des serveurs, la cybersécurité... Certains n'ont pas pris la juste mesure des enjeux de cybersécurité : même les petites entreprises sont concernées par le rançonnement. Même si les montants exigés ne sont pas exorbitants, c'est bloquant.

La cybersécurité est un des 21 domaines stratégiques se rapportant à des compétences nouvelles, disruptives et donc à staffer fortement.



Les compétences en cybersécurité industrielle sont rares, malgré les formations existantes qui sont de bon niveau. Il faut pouvoir se prémunir des risques de contrôle à distance par des tiers malveillants, c'est très compliqué.

La cybersécurité en lien avec la transition numérique et la connectivité et en termes de souveraineté française et européenne est critique. Le risque porte sur l'intrusion dans les systèmes de pilotage énergétique. Il faut pouvoir visualiser les différents points de connexion sur le réseau électrique, donc il y a besoin de développer des logiciels. C'est problématique pour les systèmes industriels également. C'est une activité particulièrement critique pour les ETI et les PME. Un client s'est par exemple fait voler tous les plans électriques de son site industriel.

Le second axe prioritaire de notre politique est celui de la transition digitale, ce qui inclut la cybersécurité, les échanges de données et les bases de données nécessaires aux véhicules.

3

La cybersécurité (4/4)

Enseignements impacts et leviers

Force et horizon d'impact



- Criticité actuelle croissante et qui va se maintenir à l'avenir (court terme / moyen terme / long terme)
- L'enjeu est toucher 100% des établissements tout au long de la chaîne de valeur

Leviers

- Capitalisation des bonnes pratiques en matière de sensibilisation / formation à la cybersécurité mises en place par les syndicats et les fédérations ; encouragement des approches innovantes à impact (exemple : grille d'évaluation aux risques inspirée du référentiel ANSSI dialoguée avec les donneurs d'ordre de la filière pour disposer d'un référentiel commun partagé et partageable avec l'ensemble de la filière)
- Mutualisation de ressources à l'échelle de la branche ou du territoire (expert conseil au lancement de la démarche, appui à l'ingénierie financière de prise en charge, AMO / PMO, liste de prestataires recommandés à tarif encadré, offre de service des fédérations, plateforme d'échanges...)
- Formations aux enjeux de la 5G (technologies associées, business case, nouveaux risques cyber)
- Communication forte à l'ensemble des collaborateurs et des entreprises sur l'importance d'une bonne maîtrise des enjeux de cybersécurité (sur site et à distance, process, produits et services) ; actions et chartes confidentialité / RGPD ; sensibilisation de tout le tissu industriel (cycles de rencontres d'entreprises, webinars...)
- Pour les ETI et GE : agir sur les leviers d'attractivité, notamment au recrutement, face à la concurrence et valoriser le sens et la contribution opérationnelle des experts cybersécurité vis-à-vis de la production ou de l'activité de l'entreprise

Annexe 3 : bac pro aéronautique option avionique

Bac Pro Aéronautique Option 1 : Avionique

Présentation	Certification	Référentiel
<p>Les activités couvertes</p> <hr/> <p>Métier de technicien :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Support à l'intégration d'équipements électroniques et informatiques dans l'aéronef ou sur banc ; • Tests, contrôles, identification des causes possibles de problèmes (maintenance et construction) ; • Montage d'équipements et tests (construction) ; • Essais, à partir de procédures, de l'équipement dans un environnement système réel ou simulé et tests fonctionnels sur aéronef. <p>Nature :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appliquer des procédures, recueillir des données, transmettre des informations, assurer la traçabilité. <p>Parties concernées de l'aéronef :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instruments de bord, calculateurs, interfaces entre les calculateurs et les systèmes fonctionnels, chaîne d'information des systèmes y compris les détecteurs. 		

Ci-dessous, extraits du référentiel page 32 et 33 à retrouver par le lien :

https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/Bac_pro_Aeronautique_2013.pdf

C06Av– Fabriquer des éléments		
Données	Compétences détaillées	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Un contexte matériel d'intervention de fabrication (atelier de fabrication). - Les outillages standards et spécifiques à l'intervention (tables de câblage des harnais, bancs d'adaptation des cartes électroniques...). - Les outils standards et spécifiques à l'intervention. - Les éléments et consommables nécessaires à l'intervention et au conditionnement. - La documentation liée à la fabrication y compris les procédures liées aux décharges électrostatiques (ESD). - Les moyens de sécurité et de protection des biens, des personnes et de l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poser et régler des outillages. - Mettre en œuvre les outillages. - Régler des outils. - Fabriquer des harnais constitués de câbles métalliques ou optiques. - Fabriquer et adapter des cartes électroniques aéronautiques. - Conditionner les éléments pour livraison. - Autocontrôler sa fabrication. - Renseigner les documents de traçabilité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabrication conforme aux exigences de la gamme (procédure) de fabrication. - Exhaustivité des points contrôlés en fin de fabrication. - Documents de suivi correctement remplis et attestés. - Dossier de production remis au bon service. - Zone de travail exempte de tout corps étranger. - Outils et outillages nettoyés et rangés. - Respect des temps alloués. - Respect des règles d'hygiène, de sécurité et de protection des biens, des personnes et de l'environnement.

C07_{Av}– Réparer des éléments		
<i>Données</i>	<i>Compétences détaillées</i>	<i>Critères et/ou indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Un contexte matériel de réparation (atelier ou aéronef). - Les outillages standards et spécifiques à la réparation (tables de câblage des harnais, bancs d'adaptation des cartes électroniques...). - Les outils standards et spécifiques à la réparation. - Les éléments et consommables nécessaires à la réparation et au conditionnement. - La documentation liée à la réparation y compris les procédures liées aux décharges électrostatiques (ESD). - Les moyens de sécurité et de protection des biens, des personnes et de l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poser et régler des outillages. - Mettre en œuvre les outillages. - Régler des outils. - Réparer des harnais constitués de câbles métalliques ou optiques. - Réparer des cartes électroniques aéronautiques. - Conditionner les éléments pour livraison. - Autocontrôler son intervention. - Renseigner les documents de traçabilité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de la réparation conformément aux procédures et aux précautions d'usage. - Exhaustivité des points contrôlés en fin de réparation. - Documents de suivi correctement remplis et attestés. - Zone de travail exempte de tout corps étranger. - Outils et outillages nettoyés et rangés. - Respect des temps alloués. - Respect des règles d'hygiène, de sécurité et de protection des biens, des personnes et de l'environnement.