



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IGÉSR

INSPECTION GÉNÉRALE
DE L'ÉDUCATION, DU SPORT
ET DE LA RECHERCHE



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IGÉSR

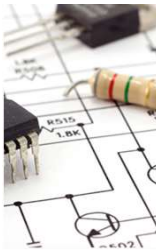
INSPECTION GÉNÉRALE
DE L'ÉDUCATION, DU SPORT
ET DE LA RECHERCHE

Place de l'électronique dans le CIEL

Sommaire

- Éléments introductifs
- L'enseignement développé dans le pôle. « REALISATION ET MAINTENANCE DE PRODUITS ÉLECTRONIQUES »
- Les points saillants

Le pôle « **Production et réparation de produits électroniques** » de la filière CIEL vise à former des techniciens en **électronique**.

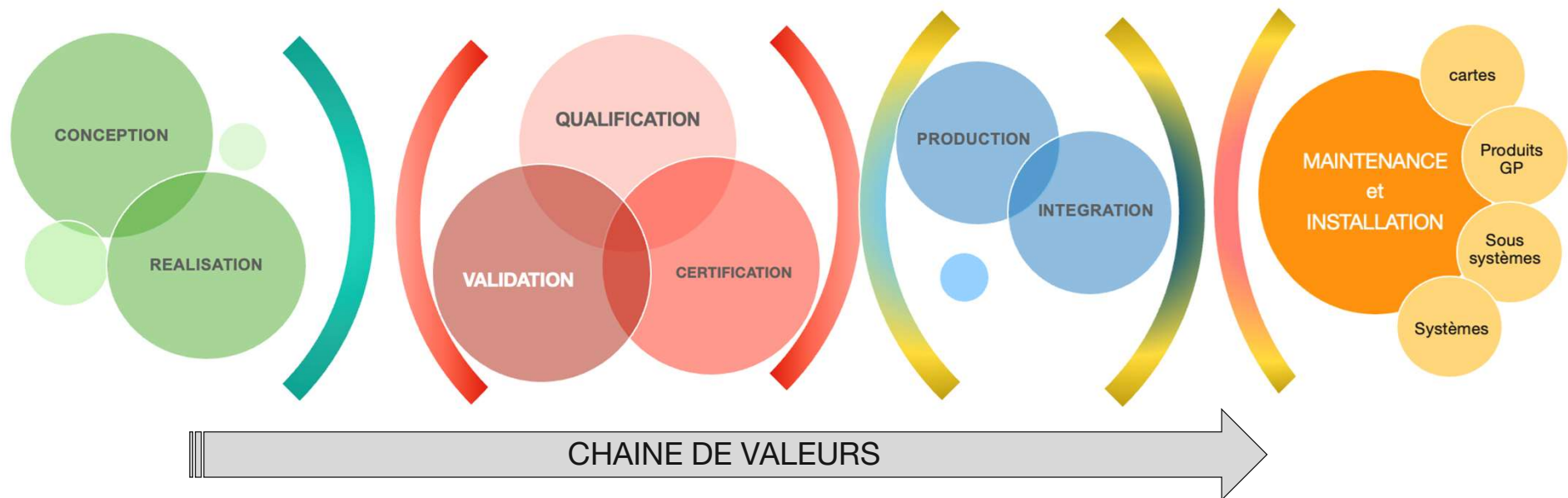


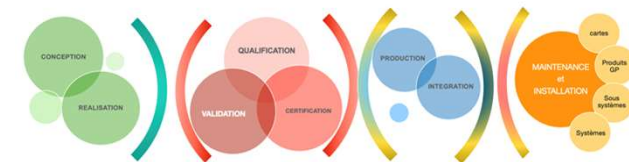
Dans le secteur dit « **professionnel** »

Incluant notamment le secteur industriel & médical, l'aéronautique & défense...

Et le secteur dit « **de masse** »

incluant notamment l'électroménager, l'audiovisuel, les télécoms grand public, les IOT, Smart Grid, l'informatique personnelle...).

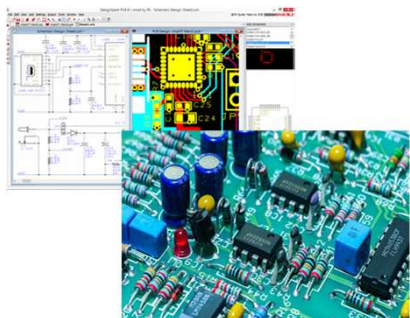




Les formations de la filière CIEL vise à former des technicien(ne)s en **électronique**, intervenant à différents **niveaux et responsabilité de la chaîne de valeurs**

CONCEPTION

- Pré-étude et analyse du besoin
- Conception électronique et mécanique
- Routage et prototypage



QUALIFICATION

- Tests et essais
- Certification CEM
- Conformité avec les spécifications (fiabilité, durabilité, adaptabilité en fonction du secteur)



PRODUCTION

- Conduite de ligne de production
- Assemblage et interconnexion de cartes ou sous ensembles
-



MAINTENANCE

- Réparations de produits électroniques
- Installations
- Conseils

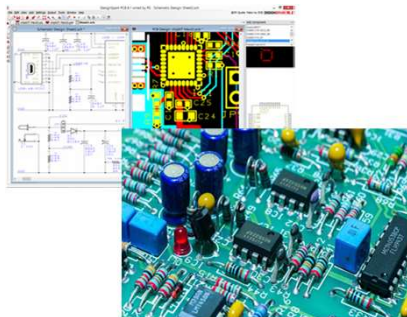




Les formations de la filière CIEL vise à former des technicien(ne)s en **électronique**, intervenant à différents **niveaux et responsabilité de la chaine de valeurs**

CONCEPTION

- Pré-étude et analyse du besoin
- Conception électronique et mécanique
- Routage et prototypage



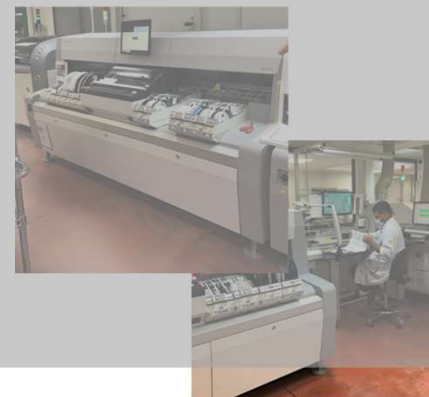
QUALIFICATION

- Tests et essais
- Certification CEM
- Conformité avec les spécifications (fiabilité, durabilité, adaptabilité en fonction du secteur)



PRODUCTION

- Conduite de ligne de production
- Assemblage et interconnexion de cartes ou sous ensembles
-



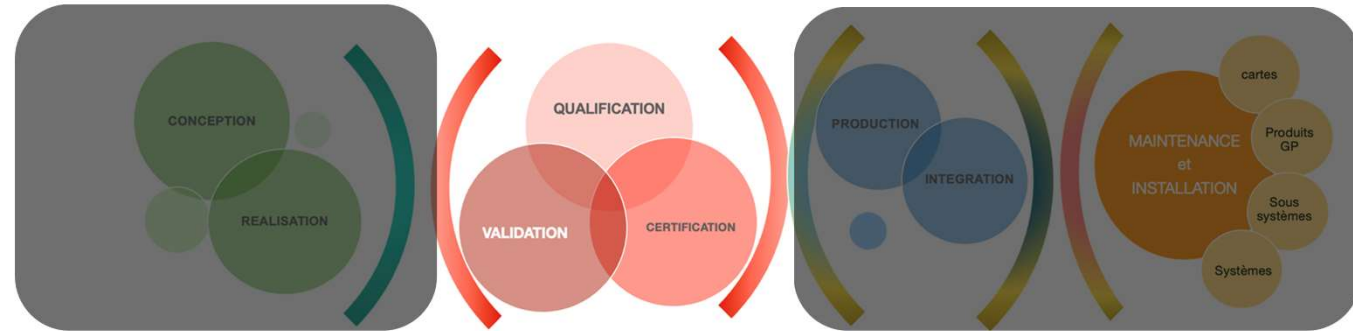
MAINTENANCE

- Réparations de produits électroniques
- Installations
- Conseils



IMPORTANT

FOCUS DES PROFESSIONNELS: TESTS-MESURES-ESSAIS

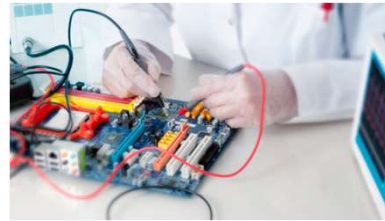


QUALIFICATION

- Tests et essais

- Certification CEM

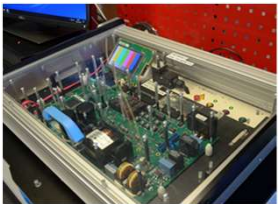
- Conformité avec les spécifications (fiabilité, durabilité, adaptabilité en fonction du secteur)



- critères d'acceptation d'une carte électronique
- protocoles de tests

Il s'agit de mettre en œuvre l'environnement de mesures nécessaire à la validation des structures électroniques montées sur cartes réelles sans exclure les prototypes réalisés en interne.

- définition d'un protocole de tests
- mise en œuvre d'une procédure de tests



FOCUS :



MAINTENANCE

- Réparations de produits électroniques
- Installations
- Conseils



INDICE de RÉPARABILITÉ	1,8	3,5	5,2	6,9	8,5
CRITÈRE 1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 10	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 11	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 12	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 13	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 14	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 15	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 16	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 17	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 18	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 19	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 20	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 21	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 22	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 23	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 24	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 25	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 26	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 27	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 28	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 29	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 30	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 31	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 32	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 33	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 34	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 35	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 36	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 37	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 38	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 39	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 40	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 41	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 42	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 43	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 44	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 45	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 46	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 47	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 48	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 49	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 50	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 51	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 52	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 53	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 54	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 55	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 56	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 57	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 58	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 59	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 60	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 61	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 62	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 63	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 64	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 65	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 66	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 67	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 68	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 69	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 70	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 71	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 72	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 73	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 74	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 75	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 76	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 77	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 78	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 79	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 80	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 81	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 82	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 83	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 84	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 85	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 86	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 87	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 88	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 89	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 90	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 91	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 92	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 93	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 94	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 95	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 96	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 97	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 98	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 99	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CRITÈRE 100	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
INDICE de RÉPARABILITÉ	1,8	3,5	5,2	6,9	8,5



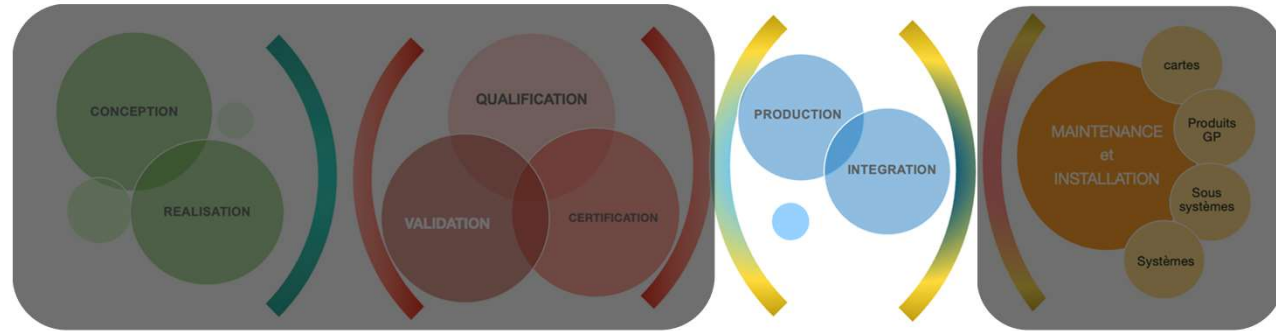
Le smartphone le plus réparable du monde 9,4/10

L'indice de réparabilité a été déployé au 1er janvier 2021 sur les: smartphones, ordinateurs portables, téléviseurs, tondeuses à gazon, lave-linges hublot.

Depuis le 4 novembre 2022, quatre nouvelles catégories lave-linges top, lave-vaisselles, aspirateurs, nettoyeurs haute-pression.

À horizon 2024, la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire prévoit que cet indice devienne un indice de durabilité, notamment par l'ajout de nouveaux critères comme la robustesse ou la fiabilité des produits

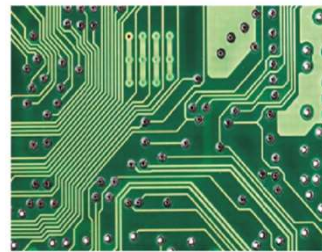
IMPORTANT



Par ailleurs les apprenants devront être **acculturés*** aux **processus de fabrication industriel des PCB** (Printed Circuit Board), dans ces différentes phases. Ils doivent également connaître le processus d'assemblage de cartes électroniques **PCBA**(Printed Circuit Board Assembly),

**Vidéos, visites d'entreprises, PFMP, stages, conférences,*

Le processus de fabrication d'un PCB

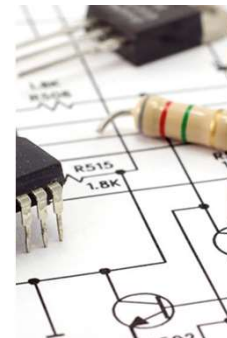
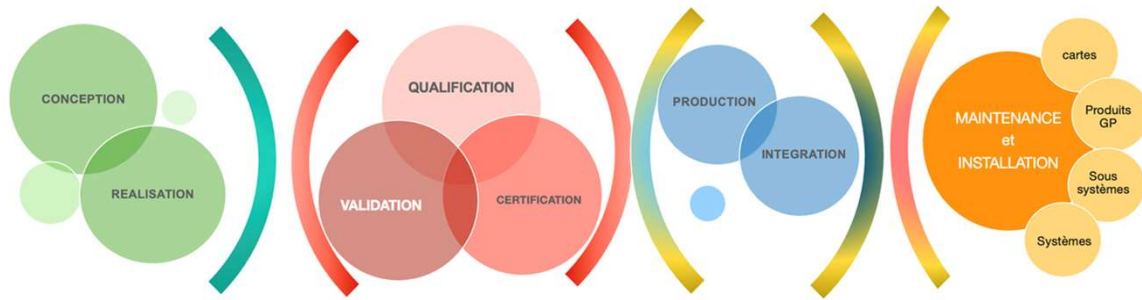


Processus d'assemblage d'un PCB (PCBA)

Répartition des activités professionnelles et des niveaux d'expertise

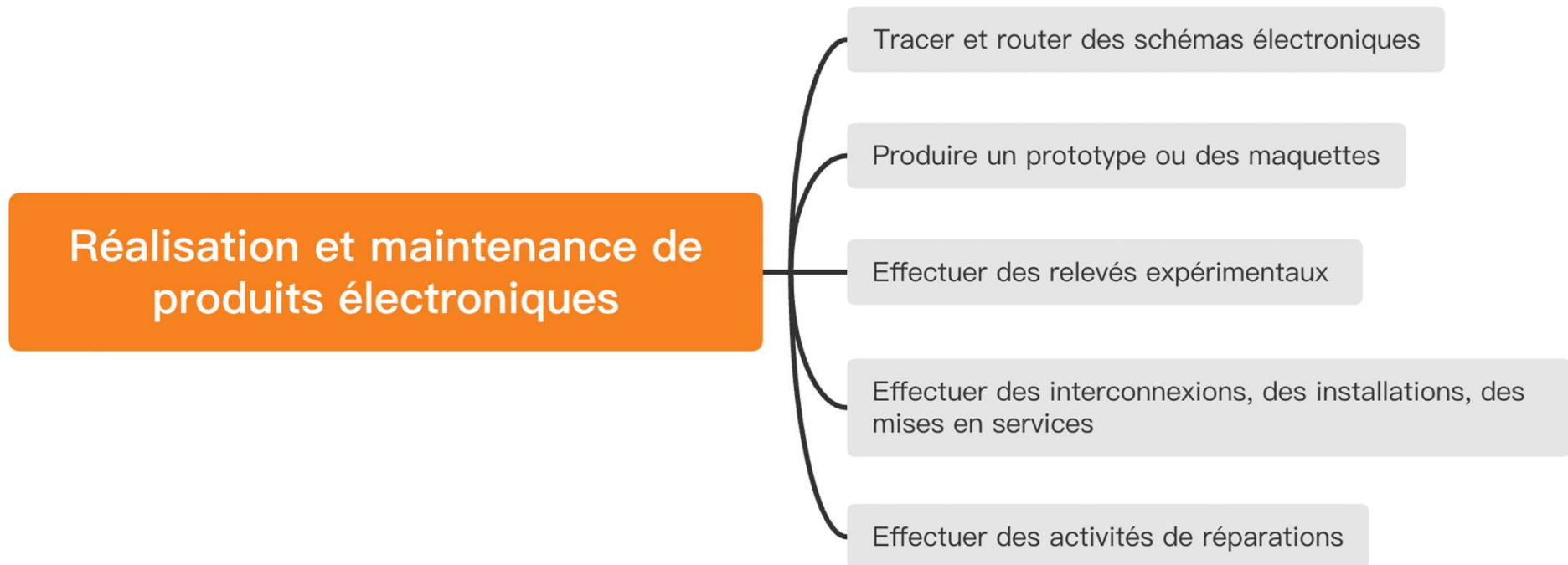
		BAC PRO	BCP + MC PREL	BTS opt. ER	Niveaux >5
Réalisation et maintenance de produits électroniques	E1 – Étude et conception de produits électroniques	0	(0)	(0)	expert
	E2 – Tests et essais	(0)	avancé	avancé	expert
	E3 – Production et assemblage d'ensembles électroniques	(0)	avancé	avancé	expert
	E4 – Intégration matérielle et logicielle	(0)	(0)	avancé	expert
	E5 – Maintenance et réparation de produits électroniques	(0)	avancé	avancé	expert

Présent dans le référentiel	Niveau expertise	
-	à définir	
0	1	novice
(0)	2	compétent
avancé	3	Maitrise
expert	4	Expertise & maitrise



L'enseignement développé dans le pôle. « REALISATION ET MAINTENANCE DE PRODUITS ÉLECTRONIQUES » prends comme support des objets techniques, des produits, des sous-systèmes et systèmes électroniques communicants,

Les activités principales permettent de:



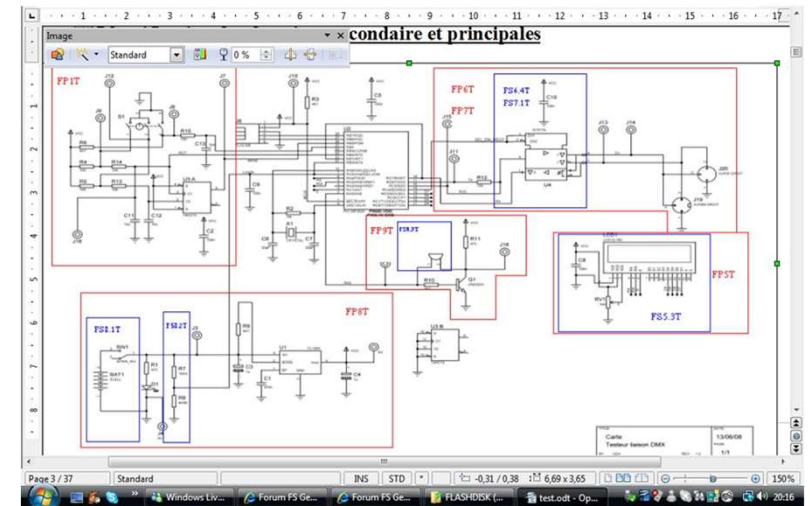
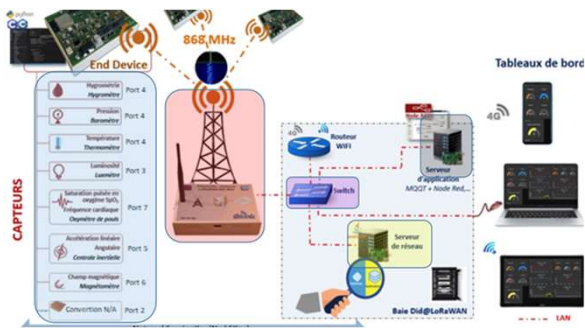
FABLAB Electronique



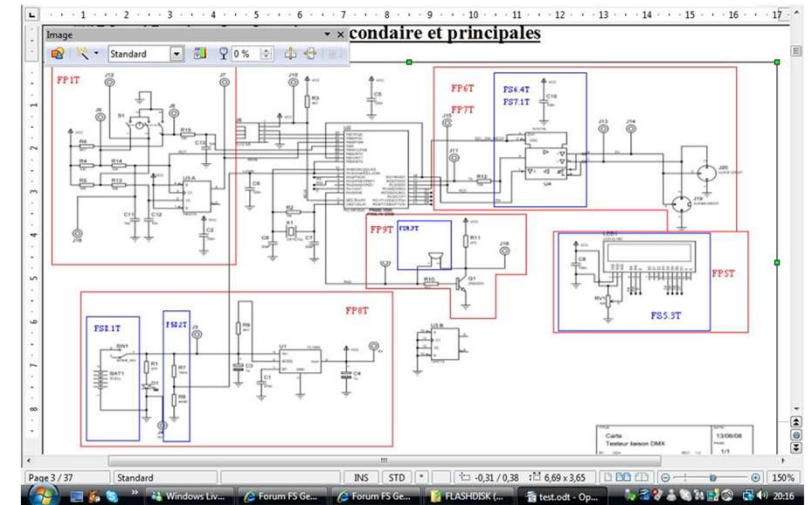
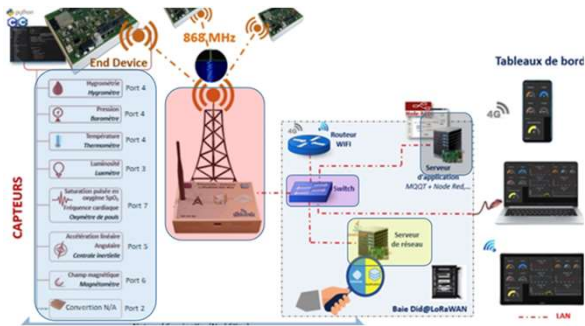
- Prototypage et sous-traitance locale .

L'analyse fonctionnelle de la carte ou du sous-système électronique est effectuée de manière à ce que **les entrées et sorties de chaque fonction soient précisément identifiables**. Les grandeurs d'entrées et de sorties sont parfaitement définies. Cette analyse fonctionnelle de l'agencement des fonctions facilite la compréhension du fonctionnement de la carte ou du système.

L'électronique étant la **technologie de l'information**, les fonctions les plus couramment rencontrées sont le captage, la production, le traitement, et la transmission de l'information



Sur le plateau technique l'apprenant dispose de **tout ou partie d'un produit**, d'un sous-système ou d'un système électronique communicant, les spécifications techniques extraites du cahier des charges ainsi que les documents constructeur (notice d'utilisation, notice de maintenance, ...) des schémas fonctionnelles et si nécessaires la caractérisation des entrées sortie de différentes fonctions (chronogrammes, texte, algorithme...) permettant après analyse d'appréhender assez rapidement sa complexité.





IMPORTANT

Attention aux vieux démons de « l'électro-papèterie!!! »

Les compétences mobilisent des connaissances.

En aucun cas, l'acquisition de la connaissance disciplinaire requise ne doit être dissociée de la compétence et donc de l'activité professionnelle proposée.

Il faut proscrire un enseignement descendant passif des savoirs électroniques.

Référentiel BAC PRO CIEL

C08 : ICODER

- Langages de développement, de description, et les interfaces IDE associées Niveau 2
- Outils de modélisation Niveau 2
- Politiques internes et référentiels externes liées à la sécurisation des applications et leur environnement Niveau 2
- Infrastructures matérielles et logicielles Niveau 2
- Principes fondamentaux de programmation (variables, alternatives, boucles et fonctions) Niveau 3

C09 : INSTALLER LES ÉLÉMENTS D'UN SYSTÈME ÉLECTRONIQUE OU INFORMATIQUE

- Plan mécanique et architectural en 2D et 3D Niveau 3
- Schémas électriques, électroniques et réseaux Niveau 3
- Technologies de raccordement : filaire, optique, fluïdique etc. Niveau 3
- Appareils de mesures (multimètre, oscilloscope etc.) Niveau 3
- Habilitation électrique niveau B1V Niveau 3
- Outillage mécanique et spécifique Niveau 3
- Certification AIPR (Autorisation d'Intervenir à Proximité des Réseaux) Niveau 3
- Protocoles usuels IPv4 Niveau 3
- IOT (Internet des objets) Niveau 2
- Serveur et ordinateur (Windows, Linux, virtuels, etc.) Niveau 2
- Architecture réseau et/ou système Niveau 2

C10 : EXPLOITER UN RÉSEAU INFORMATIQUE

- Méthodes de connexion à distance sur un équipement Niveau 3
- Lignes de commandes d'équipements Niveau 3
- Système d'exploitation UNIX et Windows Niveau 2
- Les bonnes pratiques en sécurité informatique Niveau 2

C11 : MAINTENIR UN SYSTÈME ÉLECTRONIQUE OU RÉSEAU INFORMATIQUE

- Structures électroniques analogiques et numériques Niveau 3
- Structures programmables Niveau 2
- Caractérisation de signaux non complexes Niveau 2
- Appareils de mesure (multimètre, oscilloscope, générateurs etc.) Niveau 3
- Formation à l'habilitation électrique BR Niveau 2
- Économie de la maintenance (coûts de la maintenance) Niveau 2
- Normes QSE Niveau 1
- Différents types de maintenance Niveau 2
- Normes IPC spécifiques à la réparation Niveau 2

C02 : ORGANISER UNE INTERVENTION_BTS

- (FRANÇAIS/ANGLAIS)
- Communication orale : verbale et non verbale, écoute active, empathie, techniques de reformulation
- Règles de présentation et de typographie

C03 : GÉRER UN PROJET

- Outils de suivi_Niveau 2
- Budgetisation des moyens humain et matériels_Niveau 2
- Gestion de commande_Niveau 3
- Méthodologie de projet_Niveau 3

C04 : ANALYSER UNE STRUCTURE MATÉRIELLE ET LOGICIELLE

- Infrastructures matérielles et logicielles centralisées, décentralisées ou réparties
- Documents d'architecture métiers (synoptiques réseaux, matrice de flux, schéma de câblage, etc.)
- Acteurs de l'écosystème réglementaire et normatif et de référence des bonnes pratiques : CNIL, ANSSI, / NS, Cybermalveillance.gouv, référents informatiques de la gendarmerie nationale, etc
- SysML (exigences, séquence, blocs, blocs internes)
- Structures électroniques matérielles (analogiques et numériques)_Niveau 2
- Structures programmables
- Programmation en langage évolué
- Connaissances en électronique analogique Niveau 3
- Anglais technique

C05 : CONCEVOIR UN SYSTÈME INFORMATIQUE_BTS

- Réseaux informatiques (protocoles, équipements et outils usuels) Niveau 3
- Principes des modèles en couches Niveau 1
- Architecture réseaux industriels et tertiaires Niveau 2
- Structures matérielles (analogiques et numériques) Niveau 2
- Structures programmables Niveau 2
- Appareils de mesure_Niveau 3

C06 : VALIDER LA CONFORMITÉ D'UNE INSTALLATION

- Technologies de boîtiers de composants (CMS, traversant, connectiques) Niveau 3
- Technologies de fabrication d'un PCB (procédés industriels) Niveau 2
- Procédés industriels de pose et brasage Niveau 2
- Procédés de prototypage Niveau 3
- Normes IPC Niveau 2

C07 : RÉALISER DES MAQUETTES ET PROTOTYPES

- Technologies de boîtiers de composants (CMS, traversant, connectiques) Niveau 3
- Technologies de fabrication d'un PCB (procédés industriels) Niveau 2
- Procédés industriels de pose et brasage Niveau 2
- Procédés de prototypage Niveau 3
- Normes IPC Niveau 2

Référentiel BAC PRO CIEL

(FRANÇAIS/ANGLAIS)

Communication orale : verbale et non verbale, écoute active, empathie, techniques de reformulation
Règles de présentation et de typographie

C02 : ORGANISER UNE INTERVENTION_BTS

C03 : GÉRER UN PROJET

Outils de suivi_Niveau 2
Budgetisation des moyens humain et matériels_Niveau 2
Gestion de commande_Niveau 3
Méthodologie de projet_Niveau 3

C04 : ANALYSER UNE STRUCTURE MATÉRIELLE ET LOGICIELLE

Infrastructures matérielles et logicielles centralisées, décentralisées ou réparties
Documents d'architecture métiers (synoptiques réseaux, matrice de flux, schéma de câblage, etc.)
Acteurs de l'écosystème réglementaire et normatif et de référence des bonnes pratiques : CNIL, ANSSI, / NIS, Cybermalveillance.gouv, référents informatiques de la gendarmerie nationale, etc
SysML (exigences, séquence, blocs, blocs internes)
Structures électroniques matérielles (analogiques et numériques)_Niveau 2
Structures programmables
Programmation en langage évolué
Connaissances en électronique analogique Niveau 3
Anglais technique

C05 : CONCEVOIR UN SYSTÈME INFORMATIQUE_BTS

C06 : VALIDER LA CONFORMITE D'UNE INSTALLATION

Réseaux informatiques (protocoles, équipements et outils usuels) Niveau 3
Principes des modèles en couches Niveau 1
Architecture réseaux industriels et tertiaires Niveau 2
Structures matérielles (analogiques et numériques) Niveau 2
Structures programmables Niveau 2
Appareils de mesure_Niveau 3

C07 : RÉALISER DES MAQUETTES ET PROTOTYPES

Technologies de boîtiers de composants (CMS, traversant, connectiques) Niveau 3
Technologies de fabrication d'un PCB (procédés industriels) Niveau 2
Procédés industriels de pose et brasure Niveau 2
Procédés de prototypage Niveau 3
Normes IPC Niveau 2

C08 : ICODER

Langages de développement, de description, et les interfaces IDE associées Niveau 2
Outils de modélisation Niveau 2
Politiques internes et référentiels externes liées à la sécurisation des applications et leur environnement Niveau 2
Infrastructures matérielles et logicielles Niveau 2
Principes fondamentaux de programmation (variables, alternatives, boucles et fonctions) Niveau 3

C09 : INSTALLER LES ÉLÉMENTS D'UN SYSTÈME ÉLECTRONIQUE OU INFORMATIQUE

Plan mécanique et architectural en 2D et 3D Niveau 3
Schémas électriques, électroniques et réseaux Niveau 3
Technologies de raccordement : fibre, optique, fluïdique etc. Niveau 3
Appareils de mesures (multimètre, oscilloscope etc.) Niveau 3
Habilitation électrique niveau BIV Niveau 3
Outillage mécanique et spécifique Niveau 3
Certification AIPR (Autorisation d'Intervenir à Proximité des Réseaux) Niveau 3
Protocoles usuels IPv4 Niveau 3
IOT (internet des objets) Niveau 2
Serveur et ordinateur (Windows, Linux, virtuels, etc.) Niveau 2
Architecture réseau et/ou système Niveau 2

C10 : EXPLOITER UN RÉSEAU INFORMATIQUE

Méthodes de connexion à distance sur un équipement Niveau 3
Lignes de commandes d'équipements Niveau 3
Système d'exploitation UNIX et Windows Niveau 2
Les bonnes pratiques en sécurité informatique Niveau 2

C11 : MAINTENIR UN SYSTÈME ÉLECTRONIQUE OU RÉSEAU INFORMATIQUE

Structures électroniques analogiques et numériques Niveau 3
Structures programmables Niveau 2
Caractérisation de signaux non complexes Niveau 2
Appareils de mesure (multimètre, oscilloscope, générateurs etc.) Niveau 3
Formation à l'habilitation électrique BR Niveau 2
Économie de la maintenance (coûts de la maintenance) Niveau 2
Normes QSE Niveau 1
Différents types de maintenance Niveau 2
Normes IPC spécifiques à la réparation Niveau 2

C06 : VALIDER LA CONFORMITE D'UNE INSTALLATION



STI

Réseaux informatiques (protoc

Principes des modèles en cou

Architecture réseaux industrie

Structures matérielles (analog

Structures programmables Niv

Appareils de mesure_ Niveau

Notes

Mesurages:
Représentation temporelle, amplitude, période,
fréquence, rapport cyclique, déphasage

Mesurage de la tension électrique aux bornes
d'un dipôle

Mesurage d'une intensité électrique dans un
circuit

Mesurage à l'aide de l'oscilloscope (tension
efficace, tension maximale, période, fréquence,
rapport cyclique

Structures Matérielles:

