

**Comité d'accréditation
pour les formations du brevet de technicien supérieur
Évaluation du BTS Internet of Things
2022 - 2023**

**RAPPORT D'ÉVALUATION
adressé au Lycée des Arts et Métiers (LAM)**

Commission spéciale :
Bruno CURVALE, Marc KIEFFER, membres du comité d'accréditation
Gilles RISCH, Dimitri KONSTANTAS, Pierre BERGERAT, experts,
Fabrice HENARD, secrétaire

15 mai 2023

INTRODUCTION

Le comité d'accréditation pour les formations du brevet de technicien supérieur (ci-après le comité d'accréditation) a procédé en 2022-2023 à l'évaluation du BTS Internet of Things du Lycée des Arts et Métiers (LAM). Dans ce cadre, la commission spéciale composée des experts susmentionnés, mandatée par le comité d'accréditation, s'est rendue le 2 février 2023 au LAM. Le présent rapport rend compte des conclusions auxquelles est parvenue la commission après la lecture du dossier d'autoévaluation de l'établissement et à l'issue des entretiens et des observations in situ.

Tout d'abord, la commission spéciale tient à souligner la coopération du lycée et de ses équipes concernées par l'évaluation externe. Elle remercie également les personnes rencontrées au cours de la visite.

La commission spéciale

La commission spéciale est constituée pour l'occasion afin d'évaluer la conformité du projet de formation au regard des critères de l'accréditation. Cette commission était composée :

- d'un expert du domaine professionnel concerné, **Gilles Risch**, ingénieur réseau chez LuxConnect S.A., Luxembourg ;
- d'un expert disciplinaire, **Dimitri Konstantas**, professeur à la Geneva School of economics and management de l'Université de Genève, Directeur de l'Information Science Institute, coordinateur du projet Avenue de véhicules autonomes ;
- d'un expert étudiant, **Pierre Bergerat**, étudiant en master Systèmes et services numériques à l'Université de Genève, certifié Comptia Security+ ;
- de deux membres du comité d'accréditation : **Bruno Curvale** et **Marc Kieffer**.
- du secrétaire général du comité, **Fabrice Hénard**.

La collecte de données

Les experts de la commission se sont appuyés sur le dossier d'accréditation fourni par le lycée ainsi que sur des recherches documentaires relatives à l'établissement. Pour compléter cette base, la commission spéciale s'est entretenue avec la direction du lycée, le coordinateur du BTS, le groupe curriculaire, des enseignants hors groupe curriculaire ainsi que des employeurs et des étudiants.

La rédaction du rapport

Chacun des experts de la commission spéciale a rédigé un rapport d'expertise à la suite de la visite du lycée et sur la base des éléments fournis et complétés durant cette journée. Ces différentes contributions ont été recueillies par le secrétaire de la commission afin de rédiger un rapport. La version provisoire du rapport a été transmise aux experts, qui l'ont amendée. Ce rapport a ensuite été débattu par le comité d'accréditation puis transmis au lycée pour commentaire. Le comité s'est réuni, enfin, pour validation et produire le rapport d'évaluation définitif.

La structure du rapport

Le rapport revient successivement sur les constats, analyses et recommandations relatifs aux cinq domaines du référentiel d'évaluation du comité d'accréditation (sur lequel s'est basé l'établissement pour conduire son autoévaluation) :

- Domaine 1 : Opportunité du programme de formation
- Domaine 2 : Pertinence du programme de formation
- Domaine 3 : Modalités d'évaluation et de certification des étudiants
- Domaine 4 : Mise en œuvre du programme de formation
- Domaine 5 : Mesures de garantie de la qualité

Enfin, le rapport se termine par un tableau récapitulatif du niveau d'atteinte de chaque critère d'évaluation, ainsi que des principales recommandations.

PRÉSENTATION DE L'ÉTABLISSEMENT

Le Lycée des Arts et Métiers est l'émanation d'une volonté qui remonte au début du XXème siècle de créer au Luxembourg un établissement pour formations techniques. Les décennies passant ont vu des changements d'implantation, de nom et d'introduction de nouveaux programmes d'études suivant les progrès des sciences, des outils de communication et des techniques de l'image. Après les premiers cours pour BTS en informatique, en 2010, suivront les ouvertures après accréditation des BTS Informatique, Game Programming and Game Design, Game Art and Game Design et **Internet of Things**, en 2018. Parallèlement, ce développement s'exprime aussi par l'ouverture des BTS Génie Technique, Cinéma et Audiovisuel, Dessin d'animation, Réalisateur Graphique ainsi que Connected Buildings and Cities. Cet essor et ce large panel d'offres de formations témoignent de la volonté des enseignants de toujours demeurer en phase avec les progrès technologiques. Depuis 2018, le BTS IoT a migré vers le nouveau site Congrégation, dévolu à certains BTS. C'est sur ce site qu'a été implanté le *Talent Hub*, dont l'ambition est de rapprocher davantage les formations de BTS avec le monde des entreprises et donc du travail.

PRÉSENTATION DU BTS SPECIALISÉ

Intitulé : Brevet de Technicien Supérieur Internet of Things

Objectifs du BTS :

Le monde désormais hyperconnecté qui se développe très rapidement aujourd'hui repose en partie sur la technologie Internet of Things (IoT), qui relie des objets à internet par l'intermédiaire de terminaux informatiques intégrés à d'autres terminaux et systèmes sur internet en vue d'échanger des données entre eux.

Les objectifs de cette formation sont donc de préparer les étudiants à comprendre les besoins des clients, à proposer une solution, à mettre en œuvre le projet en tenant compte de diverses contraintes organisationnelles et techniques, enfin à en assurer la maintenance. Pour ce faire, le BTS IoT forme les étudiants à la création d'objets connectés, à l'implémentation d'une solution IoT, à la mise en œuvre de règles de sécurité, à la documentation de projets. Au-delà de ces compétences propres à la maîtrise de la matière, l'étudiant doit développer des compétences, les softs skills, telles que la capacité à travailler soit en autonomie soit en équipe, la créativité, l'exactitude et la persévérance, l'aisance avec autrui (clients et

collaborateurs), le sens de l'organisation, la maîtrise du français et de l'anglais (pour la documentation technique), cette liste n'étant pas exhaustive.

Destination professionnelle :

Le BTS prépare ses diplômés au métier de *IoT Product Designer*, pour le développement et la mise en production de dispositifs IoT ; à celui de *IoT Manager* qui gère et supervise les systèmes IoT ; à celui de *IoT System Developer*, comme développeur de système IoT en coopération avec des personnes possédant d'autres qualifications en informatique ou en électrotechnique ; à celui de *IoT system maintenir* (maintenance) ; à celui de *IoT System Tester* que ce soit pour le matériel ou un logiciel. Ce panel très vaste entend offrir de nombreuses opportunités de devenir professionnels à ses diplômés.

Domaine 1 : Opportunité du programme de formation

1.1 Le programme de formation vise des objectifs économiques pertinents en termes d'emploi et d'insertion professionnelle

CRITÈRES DU DOMAINE 1.1

1. Un niveau de certification est défini sur la base de la législation nationale appropriée et les cadres de certification existants (au niveau européen, national, sectoriel ou des établissements).
2. Le profil du programme indique le ou les domaines d'études, le niveau du programme, le sujet principal, les principaux résultats d'apprentissage visés à terme, l'environnement d'apprentissage et les principaux modes d'apprentissage, d'enseignement et d'évaluation.
3. Le profil montre clairement aux étudiants et parties intéressées quelles compétences génériques et spécifiques au sujet seront visées et le potentiel d'employabilité du programme.

CONSTATS ET ANALYSE :

1. La commission spéciale souligne que la demande sur le marché du travail en diplômés Internet of Things (IoT) est forte : tous les derniers diplômés de ce BTS ont trouvé rapidement un emploi, la plupart d'ailleurs dans l'entreprise où ils avaient fait leur stage. Le fait que tous les étudiants soient presque immédiatement embauchés par les entreprises locales démontre la pertinence des objectifs économiques du programme et la valeur du diplôme et le besoin d'une telle formation. Et il apparaît que bon nombre de postes IoT ne sont pas encore pourvus dans les entreprises ; aussi, les diplômés sont fort prisés des employeurs. Ces derniers militent même pour un accroissement du nombre de places dans ce BTS dont ils apprécient la qualité du contenu. Néanmoins, la commission spéciale remarque que l'objectif de former 12 étudiants est loin d'être atteint et elle s'interroge sur l'attractivité de ce BTS.
2. La formation proposée permet d'aborder les différents aspects de la conception de produits IoT, à savoir : le design industriel, le marketing, le développement des logiciels, la sécurité, les outils CAD (Computer-Aided Design), etc. Muni de ces connaissances nombreuses et diverses, le nouveau diplômé peut donc trouver facilement une entreprise.
3. Mieux, la transversalité du programme permet au détenteur de ce BTS de lancer des passerelles vers d'autres métiers d'ingénierie ou de développement moins axés sur l'IoT, dans le cas où il ne souhaiterait plus exercer dans le domaine pour lequel il a été formé ou dans le cas peu probable où le diplômé ne trouverait pas de poste à pourvoir.

4. La commission spéciale s'accorde à dire que le stage de fin d'études est une très bonne opportunité pour l'étudiant car il lui permet, d'une part d'acquérir une première expérience professionnelle, d'autre part de se voir proposer une promesse d'engagement dans l'entreprise où il effectue son stage. Cette opportunité s'est vérifiée quasiment pour chaque stagiaire.
5. En dépit des conditions hautement favorables pour obtenir un diplôme IoT de qualité, reconnu et demandé, les lycéens ou étudiants susceptibles de suivre le cursus ne sont pas aussi nombreux que souhaité. La cause est peut-être à rechercher autour du manque de visibilité de cette formation dans le champ de tous les BTS présents au Luxembourg mais également au sein de la population en général qui cerne difficilement les tenants et aboutissants de « l'internet of things ». Il n'est pas exclu que les effets post-covid, là aussi, aient pu ébranler toute cette branche de l'informatique. La commission spéciale relève que le très faible nombre d'inscrits en 1^{ère} année met en péril l'existence de ce cursus.
6. Le lycée propose à ses étudiants IoT de passer des certifications telles que CISCO ou MS Office, une proposition intéressante car le marché du travail recherche des diplômés titulaires de ces certifications (notamment CISCO) qui peuvent les faire figurer avantageusement sur leur CV.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- Renforcer les actions et les moyens pour faire connaître à un plus grand nombre de jeunes l'existence du BTS IoT notamment lors des manifestations ou des salons qu'ils fréquentent, tels que le Springbreak. Un partenariat de « publicité » avec les entreprises pourrait être un autre moyen. Informer de l'importance du secteur IoT auprès de la population en général.

1.2 Le programme de formation dispose d'une analyse de faisabilité argumentée

CRITÈRES DU DOMAINE 1.2

1. Le lycée a mené ou commandé une étude de faisabilité sur l'état des besoins des milieux professionnels dans des domaines spécifiques, l'offre de formation existante au Luxembourg et dans la Grande Région.
2. Les milieux économiques ont été associés à la collecte des données.
3. L'étude de faisabilité identifie les compétences clef et transversales qu'il conviendrait de mobiliser pour répondre à des besoins professionnels spécifiques.
4. Les résultats de l'étude ont été débattus au lycée et au sein du groupe curriculaire et présentés aux milieux économiques.

CONSTATS ET ANALYSE :

7. Les besoins du milieu professionnel en personnel qualifié IoT est avéré : beaucoup d'entreprises soutiennent ce BTS (elles ont répondu aux questionnaires). Elles sont satisfaites des matières enseignées car elles répondent clairement à leurs exigences. Les 12 compétences-clés de la formation présentées en Annexe A – tableau A représentent les attentes légitimes des futurs employeurs ; et les cours dispensés permettent aux étudiants de maîtriser ces compétences.

8. Les employeurs ont leur intérêt aiguisé par le développement futur de cette technologie IoT, toujours innovante et qui est forcément amenée à s'enrichir, à se techniciser encore davantage et à s'étendre : l'avenir commercial parle donc en faveur de ce BTS. Qui plus est, le potentiel d'attractivité de ce BTS est accru du fait qu'il n'existe pas de formation équivalente dans la Grande Région, que ce soit au niveau BTS ou à l'université. Pour les étudiants, la courte durée du programme, combinée à son orientation très pratique, leur permet de démarrer une carrière professionnelle très rapidement.
9. La commission spéciale constate que les responsables de la formation ont la volonté de remédier aux faiblesses de leurs étudiants afin de faciliter leur parcours scolaire. En effet, les enseignants ont mesuré et analysé dans le détail les compétences et les connaissances des étudiants. À la lumière de leur analyse, les équipes administratives et pédagogiques ont pu adapter le programme ; par exemple, le cours d'ingénierie électronique a été augmenté d'une heure hebdomadaire.
10. Les étudiants sont très satisfaits de l'importance accordée aux projets qu'ils conduisent car ils estiment que cette disposition leur permet de progresser grandement. Ces projets et leur réalisation sont pertinents et correspondent à ce qu'est en droit d'attendre l'industrie du pays.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- S'assurer de la pertinence constante des enseignements vis-à-vis de l'évolution permanente des technologies mises en œuvre dans le IoT pour garantir une adéquation pérenne entre formation et besoins professionnels.

Domaine 2 : Pertinence du programme de formation
2.1 Le programme de formation dispose d'un plan d'études structuré
<u>CRITÈRES DU DOMAINE 2.1</u>
<ol style="list-style-type: none"> 1. La structure globale du programme est définie, et mentionne les crédits attribués à chaque unité sur la base des résultats d'apprentissage correspondants et de la charge de travail relative. 2. Le niveau de certification est défini sur la base de la législation nationale appropriée et les cadres de certification existants (au niveau européen, national, sectoriel ou des établissements). 3. Le profil du programme indique le ou les domaines d'études, le niveau du programme, le sujet principal, les principaux résultats d'apprentissage visés à terme, l'environnement d'apprentissage et les principaux modes d'apprentissage, d'enseignement et d'évaluation. 4. Le profil du programme se compose d'unités d'enseignement qui peuvent être composées d'un module unique ou de plusieurs modules, d'autres types d'unités d'enseignement, stages en milieu clinique et en entreprise, projets de recherche, travail en laboratoire et autres activités d'apprentissage pertinentes. 5. Un nombre de crédits ECTS minimum pour les unités d'enseignement est défini au niveau institutionnel, afin de faciliter la collaboration et les échanges interdisciplinaires ou entre les facultés.

CONSTATS ET ANALYSE :

11. Le catalogue des cours est complet et précis décrivant de manière claire les différents modules avec pour chacun les connaissances prérequis nécessaires et celles qui seront acquises dans le cadre du cours. Les objectifs spécifiques sont identiquement bien définis. Le plan d'études est correctement structuré, dédiant 75 % des heures du programme aux travaux pratiques et aux stages en entreprise, ce qui fait la force de cette formation technique qui doit former des diplômés immédiatement opérationnels. C'est donc un programme complet, adapté et qui sait montrer sa flexibilité, son adaptabilité aux réalités du terrain dans les modifications à moyen terme.
12. En revanche, la structure rigide du processus de révision des programmes ne permet pas d'intégrer les adaptations à court terme « imposées » par le marché du travail.
13. La commission spéciale salue la mise en place de projets pratiques, et en nombre, à exécuter seul ou en petits groupes car ils permettent un travail complet et une évaluation sous plusieurs angles. En effet, ces projets permettent d'intégrer pleinement les notions vues en cours théoriques et nécessitent aussi, pour la plupart, des recherches spécifiques qui sont donc effectuées de manière autonome par le ou les étudiants. Et apprendre à chercher l'information seul est une compétence primordiale dans ce domaine en constante évolution qu'est l'IoT. Enfin, ces projets pratiques permettent d'évaluer la compréhension globale des matières apprises tout en assurant que l'étudiant sait conduire ses propres recherches.
14. Ces projets pratiques traitent de problématiques réelles et offrent chaque fois l'occasion à l'étudiant de faire le lien entre les cours au sein de l'établissement et le monde réel du travail. C'est une façon de montrer combien les matières enseignées ont leur justification. Les porteurs de la formation l'ont bien compris et ont judicieusement réparti les cours pratiques (Creative project) qu'ils ont étroitement associés aux cours théoriques.
15. Quant aux modules, ceux qui sont proposés sont clairs avec des objectifs d'apprentissage affichés précis. Les étudiants savent ainsi où ils vont et pourquoi leurs enseignants les forment de cette façon. Pour ces derniers, un programme d'études bien défini au départ leur permet de savoir où ils en sont à chaque moment de l'année scolaire dans le déroulement de leurs cours.
16. La commission spéciale remarque que, à la différence d'autres formations en informatique, ce BTS du LAM a mis en place des modules liés au marketing et à l'entrepreneuriat en lien avec l'informatique, ce qui est un plus pour cette formation. De même qu'en lien avec ces deux domaines cités sont dispensés des cours de langue (*business english*).
17. Le BTS IoT fonctionne avec la logique des ECTS. Avec ce système, les étudiants actuels ont la possibilité de choisir entre l'entrée dans le monde du travail ou la poursuite d'études. Néanmoins, l'Université du Luxembourg n'offrant pas de formation dans ce domaine, les étudiants de ce BTS qui souhaitent poursuivre leurs études auprès de cette université devront réorienter leurs études supérieures vers un domaine ne correspondant pas strictement à l'IoT.
18. Cette formation participe tous les ans à la TalentHub Power week, un événement organisé par le Lycée des Arts et Métiers : il s'agit d'un projet collaboratif réunissant des spécialistes concernant la programmation informatique ou la création numérique. Cette participation est l'occasion pour les étudiants de se confronter aux savoirs et aux

capacités d'autres étudiants, mettre en application leurs nouvelles compétences et de mesurer le chemin qui leur reste à parcourir pour maîtriser leur discipline.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

2.2 Le programme de formation couvre les aspects principaux de la spécialisation. Il permet l'acquisition de méthodes de travail adéquates et garantit l'intégration de connaissances spécifiques à la spécialisation.

CRITÈRES DU DOMAINE 2.2

1. La structure globale du programme est définie, et mentionne les crédits attribués à chaque unité sur la base des résultats d'apprentissage correspondants et de la charge de travail relative.
2. Le profil du programme indique le ou les domaines d'études, le niveau du programme, le sujet principal, les principaux résultats d'apprentissage visés à terme, l'environnement d'apprentissage et les principaux modes d'apprentissage, d'enseignement et d'évaluation.
3. Les unités d'enseignement sont exprimées en termes de résultats d'apprentissage appropriés et des informations claires sont disponibles concernant leur niveau, les crédits associés, leur mise en œuvre et leur évaluation.
4. Le profil montre clairement aux étudiants et parties intéressées quelles compétences génériques et spécifiques au sujet seront visées et le potentiel d'employabilité du programme.
5. Le profil est défini en consultation avec les intéressés.

CONSTATS ET ANALYSE :

19. Le programme est transversal et couvre les fondamentaux des différentes facettes de l'industrie. Les projets pratiques offrent l'opportunité aux étudiants de déployer leurs compétences acquises et leurs savoirs nouveaux et, ainsi, de se les approprier complètement.
20. La structure d'ensemble du programme est judicieusement bâtie et clairement exposée. La commission spéciale tient à ajouter que cette formation se focalise sur la proactivité et les recherches personnelles, lesquelles sont primordiales pour l'avenir des étudiants. Ceux-ci peuvent apprendre de nouvelles compétences de manière autodidacte, comme par exemple un nouveau langage de programmation, car on leur aura appris comment chercher l'information.
21. Les savoirs concernant le contenu des modules Mechanic fundamentals 1 et 2 ne trouvent pas toujours leur utilité dans le monde professionnel. Cela pose donc la question de leur intérêt dans le programme d'études.
22. Le programme ne permettrait pas, selon certains, d'embrasser tous les aspects des notions de sécurité, ou d'être trop superficiel dans l'approche de ces notions. Mais il faut reconnaître que ce champ de la sécurité est extrêmement large et qu'il est impossible de le traiter en détail pendant une formation de deux ans. Et le programme est déjà conséquent ; donc ajouter de nouvelles matières ou de nouvelles heures le rendraient plus pesant. Cela alourdirait aussi un programme de révision très chargé.

23. Le mode d'apprentissage que sont les stages est bien entendu exploité : il permet l'appropriation de compétences mais cette fois-ci avec une vision pragmatique, industrielle. Car un stage oblige à recourir aux bonnes pratiques, initie à d'autres usages que ceux vus en cours puisqu'ayant une incidence directe sur l'efficacité du travail accompli. La commission spéciale remarque combien l'expérience pratique est une constante dans le programme d'études : aux stages s'ajoutent en effet des travaux pratiques en situation réelle et des travaux en laboratoire. Cela permet aux étudiants d'intégrer au mieux les concepts théoriques et d'envisager leurs applications.
24. Lors de la Power Week, au Luxembourg, ont lieu des laboratoires de collaboration avec d'autres BTS qui permettent l'échange d'idées entre différentes expertises et peuvent servir de plaque tournante pour l'innovation inter-domaines. Dans le même ordre d'idée, le « Talent Hub » et le cours d'initiation à l'entrepreneuriat, permettent aux étudiants d'avoir des bases pour créer des start-ups et s'insérer de manière plus dynamique dans la vie professionnelle.
25. Le potentiel d'employabilité de ce programme est extrêmement élevé. En effet, la commission spéciale rappelle que les nouveaux diplômés ont occupé immédiatement un poste en entreprise sans qu'il y ait besoin d'une période de formation et de mise à niveau. Cette employabilité immédiate témoigne de l'adéquation du programme d'études de ce BTS avec les attendus des métiers dans l'IoT.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- S'assurer auprès des employeurs et des nouveaux diplômés arrivés sur leur poste de l'intérêt à dispenser au lycée les deux modules de Mechanic Fundamentals.
- Consacrer moins d'heures aux révisions dans un programme déjà dense ; les heures libérées pourraient ainsi être consacrées à l'examen d'un thème d'actualité du IoT, car les évolutions sont fréquentes dans ce domaine.

2.3 Le programme de formation est défini en termes d'objectifs d'apprentissage et il est décliné en connaissances, compétences et compétences transversales

CRITÈRES DU DOMAINE 2.3

1. Les unités d'enseignement sont exprimées en termes de résultats d'apprentissage appropriés et des informations claires sont disponibles concernant leur niveau, les crédits associés, leur mise en œuvre et leur évaluation.
2. Le profil montre clairement aux étudiants et parties intéressées quelles compétences génériques et spécifiques au sujet seront visées et le potentiel d'employabilité du programme.
3. Les résultats d'apprentissage, ainsi que les stratégies et critères d'évaluation correspondants sont définis pour chaque unité d'enseignement.
4. Les résultats d'apprentissage sont aisément compréhensibles et vérifiables au regard de ce que l'étudiant a réellement accompli à la fin du programme.
5. Les exigences de progressions sont explicites pour l'étudiant.
6. Les résultats d'apprentissage peuvent être atteints dans les limites de la charge de travail spécifiée.
7. Les résultats d'apprentissage sont liés aux activités d'apprentissage, aux méthodes et aux critères d'évaluation appropriés.
8. Les études sont suivies dans la durée qui leur est officiellement allouée (ce qui signifie que la charge de travail associée à une année universitaire, un semestre, un trimestre ou un seul cours est réaliste).
9. La structure des programmes est flexible afin de permettre aux étudiants d'opter pour des enseignements intégrant de nouveaux modes d'apprentissage
10. Les technologies numériques sont intégrées dans l'enseignement et l'apprentissage.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">11. Les résultats d'apprentissage sont formulés par le personnel universitaire avec la participation des étudiants et d'autres parties intéressées.12. Les crédits octroyés pour toutes les formes d'enseignement supérieur comprenant des éléments de formation continue et professionnelle sont reconnus et accumulés en vue de l'acquisition d'une certification ou non, suivant le souhait de l'étudiant et/ou les exigences de la certification. |
|--|

CONSTATS ET ANALYSE :

26. Les matières des cours, bien définies, sont pertinentes par rapport aux objectifs qui sont tout autant clairement identifiés. Les étudiants sont donc convenablement informés. Ces objectifs d'apprentissage et le profil de formation, s'inscrivant dans la classification internationale type de l'éducation (CITE-2013), exposent les attendus d'une formation telle que le BTS IoT. Ainsi, le diplômé sortant du LAM a les compétences qu'il lui faudra bien sûr conforter et enrichir pour lancer un projet de système IoT et en assurer le suivi.
27. Les contenus des cours dispensés préparent à ces compétences, auxquelles il faut ajouter la capacité d'écoute et de communication avec le client.
28. Cette dernière compétence transversale est particulièrement sollicitée durant les modules « Creative project » et « Real Life Project » où les capacités à gérer un projet (seul ou collectivement) et à communiquer sont primordiales. Les autres compétences transversales indiquées dans le programme des cours et touchant les domaines du design, de l'informatique ou de la sécurité, représentent les domaines fondamentaux du domaine du IoT.
29. La structure du programme, si elle s'insère strictement dans les deux années d'études, est assez souple pour que chaque enseignant l'adapte à ses étudiants. C'est le cas pour le professeur de français qui, devant la faiblesse du niveau de ses étudiants dans cette langue, a pu et a su modifier son programme.
30. La commission spéciale se fait l'écho de certains étudiants qui regrettent qu'il n'y ait pas assez de notions enseignées sur la sécurité physique et numérique. D'autres encore rapportent que les connaissances préalables requises sont d'un niveau élevé, ce qui pour certains est une exigence plus difficile à surmonter si leurs études précédentes ne les y préparaient pas suffisamment.
31. De nombreux étudiants complètent leurs savoirs et savoir-faire par des certifications professionnelles. En effet, le programme offre une sélection de certifications, parmi les plus pertinentes. Ceci permet aux étudiants de les découvrir et de choisir eux-mêmes ces certifications. La commission spéciale salue cette initiative.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

Domaine 3 : Modalités d'évaluation et de certification des étudiants

3.1 Les qualifications requises pour l'admission sont réglementées et vérifiées

CRITÈRE DU DOMAINE 3.1

Les institutions appliquent de manière cohérente et constante des règles prédéfinies et publiées couvrant toutes les phases du cycle d'études, c'est-à-dire l'admission et la progression des étudiants, la reconnaissance et la certification de leurs acquis.

CONSTATS ET ANALYSE :

32. La commission spéciale note que les qualifications et les procédures requises pour l'obtention du diplôme de BTS sont décrites de façon très détaillée dans le chapitre 6 du dossier de recevabilité déposé par l'établissement. Elles sont par ailleurs clairement justifiées. Ces éléments sont repris sur le site du lycée qui expose les modalités d'admission et d'évaluation. Le catalogue des cours expose pour chaque matière le nombre d'ECTS attribués, le volume horaire, le volume horaire du travail en autonomie, la langue du cours et du support, les prérequis, le contenu du cours, la méthode pédagogique, le mode d'évaluation, enfin le matériel technique nécessaire.
33. Un examen d'admission est organisé en début d'année afin de mesurer les connaissances de base des postulants et de procéder à une sélection s'il y a plus de candidats que de places offertes. L'autre intérêt de cet examen d'entrée est de recruter des étudiants suffisamment motivés et disposant déjà d'une base de connaissances dans les domaines techniques pour entrer immédiatement dans un programme de formation dense durant les deux années. Cet examen organisé début septembre est peut-être trop tardif car des candidats potentiels peuvent être détournés de cette formation pour s'inscrire à d'autres formations ouvertes plus précocement ou qui ne comportent pas d'examen d'entrée.
34. La commission spéciale attire l'attention sur le fait que certains étudiants entrant dans ce BTS IoT n'ont pas les prérequis attendus, spécialement dans le domaine informatique (comme la programmation) et donc que leurs chances d'être retenus pour entrer dans la formation sont diminuées. Il ne faudrait pas que des étudiants qui ont du potentiel, mais encore insoupçonné, soient écartés du BTS IoT pour ce seul motif. D'autres établissements que le LAM dispensent des cours hors cursus de remise à niveau.
35. La progression des étudiants a été réfléchi, partant toujours de leurs connaissances pour franchir un palier supérieur. Cela se remarque dans l'exposé des modules qui annoncent toujours un prérequis, qu'il faut avoir assimilé pour obtenir le niveau de prérequis supérieur (ex : le Code Crunching 2 succède au Code Crunching 1).

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- Avancer la date d'examen de sélection, peut-être en juillet, mois choisi par d'autres BTS.
- Proposer des cours aux étudiants qui ont des lacunes dans certaines matières techniques, avant la rentrée scolaire ou parallèlement aux cours des premières semaines. Cela pourrait peut-être passer par l'e-learning.

3.2 Les méthodes d'évaluation sont définies en fonction des objectifs de formation

CRITÈRES DU DOMAINE 3.2

1. Le profil du programme indique le ou les domaines d'études, le niveau du programme, le sujet principal, les principaux résultats d'apprentissage visés à terme, l'environnement d'apprentissage et les principaux modes d'apprentissage, d'enseignement et d'évaluation.
2. Les résultats d'apprentissage, ainsi que les stratégies et critères d'évaluation correspondants sont définis pour chaque unité d'enseignement.
3. Les résultats d'apprentissage sont liés aux activités d'apprentissage, aux méthodes et aux critères d'évaluation appropriés.
4. Des contrôles pratiqués annuellement portent sur toute la gamme des tests d'évaluation et sur les résultats.
5. Les étudiants sont informés de leurs résultats sans délai.
6. Les crédits octroyés pour toutes les formes d'enseignement supérieur comprenant des éléments de formation continue et professionnelle sont reconnus et accumulés en vue de l'acquisition d'une certification ou non, suivant le souhait de l'étudiant et/ou les exigences de la certification.
7. Les instruments de validation et de reconnaissance doivent s'adapter au développement d'un environnement de formation diversifié et flexible ; ils doivent reconnaître de nouvelles formes d'apprentissage en ligne rendues possibles par la technologie.

CONSTATS ET ANALYSE :

36. Le document *Cours catalogue* expose de manière claire avec une présentation identique pour tous les cours, les modalités pédagogiques de déroulement du cours, des prérequis et des attendus des étudiants jusqu'à l'évaluation finale du cours, avec les renseignements plus « administratifs » tels que nombre d'ECTS attribués ou nombre d'heures d'enseignement et de travail personnel. L'ensemble des étudiants s'accorde à dire que tout a été mis à leur connaissance.
37. La commission spéciale apprécie la variété des méthodes d'évaluation employées, que ces évaluations soient formatives ou normatives : rapports écrits, présentation orale, portfolio, épreuves pratiques..., ce qui permet à l'étudiant d'utiliser la palette de ses facultés, ce qui lui sera aussi demandé en entreprise. À noter que l'évaluation accorde une grande importance à l'application pratique des connaissances.
38. Une disposition intéressante est l'existence de séances de rattrapage à la fin des 2^{ème} et 4^{ème} semestres. Mais il n'est pas explicité comment un étudiant est en capacité de rattraper les cours des 3^{ème} et 4^{ème} semestres sans avoir à suivre de nouveau les cours l'année suivante.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- Clarifier les modalités de rattrapage pour les cours de 3^{ème} et 4^{ème} semestres.

Domaine 4 : Mise en œuvre du programme de formation

4.1 Le programme de formation dispose des ressources matérielles suffisantes pour réaliser ses objectifs. Ces ressources sont disponibles pour la durée totale du programme de formation

CRITÈRE DU DOMAINE 4.1

Les résultats d'apprentissage peuvent être atteints dans les limites de la charge de travail spécifiée.

CONSTATS ET ANALYSE :

39. La plupart des BTS du LAM, dont le BTS IoT ont été relocalisés en 2018 dans un bâtiment dédié sur le site de Congrégation. Cette unité est propre à favoriser une synergie voire un esprit d'école entre les différentes formations, ce qui ne peut qu'ajouter une atmosphère de travail et d'émulation au sein de la communauté estudiantine.
40. La commission spéciale note que les infrastructures (salles) et matériels (imprimante 3D, postes de soudure, accès aux composants, tout ceci pour concevoir des projets électroniques) mis à disposition des étudiants correspondent à ce qu'on est en droit d'attendre d'une formation IoT. La commission souligne par ailleurs la qualité de l'équipement des postes de toutes les salles de classe ; ainsi les étudiants utilisent-ils des appareils de mesure modernes et ils ont accès à plusieurs programmes (tels que CISCO, Networking Academy, suite Office).
41. Tous les postes des salles ne sont pas utilisés. Mais l'espace pourrait venir à manquer si davantage d'étudiants étaient inscrits à ce BTS. Chaque salle sert à la fois tant pour les cours théoriques que pour les cours pratiques. Les étudiants ont également la possibilité d'accéder à celles-ci (les laboratoires dédiés) en dehors des heures de cours pour développer leur projet, sur une longue période, ce qui est une commodité appréciée de la commission spéciale.
42. L'enseignement du IoT, comme tous les BTS techniques, a des besoins en équipement importants, qui doivent être renouvelés, coûteux. Or, la planification financière du renouvellement de cet équipement pourrait ne pas suffire à couvrir les besoins futurs des laboratoires.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- Budgéter le remplacement du matériel obsolète, ce qui survient rapidement car les technologies IoT sont en constante évolution. Une collaboration financière avec des employeurs pourrait être une option.
- Anticiper la capacité d'accueil de l'espace laboratoire.

4.2 L'enseignement est dispensé par un corps enseignant compétent du point de vue didactique, scientifique et professionnel

CRITÈRES DU DOMAINE 4.2

1. Le personnel responsable de la mise en œuvre du programme et de ses unités garantit la cohérence entre les résultats d'apprentissage définis pour le programme, les activités d'apprentissage et d'enseignement et les procédures d'évaluation.
2. La pédagogie favorise un dialogue ouvert et l'échange entre étudiants, enseignants et administrateurs concernés, afin d'exprimer et de discuter des besoins et aspirations de chacun.

CONSTATS ET ANALYSE :

43. La commission souligne la grande disponibilité du corps enseignant lequel est très investi et très dynamique. Les relations entre eux paraissent fluides ; ils se rencontrent d'ailleurs régulièrement pour harmoniser les cours et adapter leurs contenus au profil de leurs étudiants. Leurs connaissances ne sauraient être remises en question et sont du niveau de leurs qualités pédagogiques. Le profil professionnel des enseignants responsables de la mise en place de la formation est d'ailleurs consultable et leurs qualités vérifiables dans le dossier remis par l'établissement aux pages 33-35 du dossier d'accréditation.
44. Certains enseignants sont également entrepreneurs. Leurs cours sont donc très orientés vers l'application pratique des connaissances, tant techniques que commerciales, ce qui correspond aux ambitions de ce BTS (comme pour les autres BTS) de former des diplômés immédiatement employables et aptes à occuper un poste.
45. Les enseignants offrent dans leurs cours des perspectives larges et pas seulement dans une optique pure d'implémentation ; ainsi n'hésitent-ils pas à mettre en perspective, par exemple, plusieurs types de langage informatique, ce qui permet à leurs étudiants de comparer les logiques des différents programmes. Cette façon de faire ajoute une plus-value à la qualité des enseignements.
46. Pour ancrer davantage la formation dans le monde du travail, certains professionnels sont invités pour des présentations courtes sur des sujets spécifiques.
47. La commission spéciale apprécie qu'une procédure détaillée de remplacement des enseignants éventuellement absents ait été établie.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

4.3 Il est pourvu à un encadrement adéquat des étudiants

CRITÈRES DU DOMAINE 4.3

1. La pédagogie favorise un dialogue ouvert et l'échange de commentaires réfléchis entre étudiants, enseignants et administrateurs concernés, afin d'exprimer et de discuter des besoins et aspirations de chacun.
2. Les apprenants qui s'inscrivent à titre individuel dans un programme formel bénéficient d'un accompagnement ou de conseils susceptibles de les aider à satisfaire les exigences de progression. Ces conseils incluent, le cas échéant, la validation des savoirs et des acquis d'expérience antérieurs (VAE – Validation des Acquis de l'Expérience).
3. Les étudiants reçoivent des informations détaillées et des conseils afin de suivre les règles de progression, exploiter les différentes possibilités de parcours et choisir les unités d'enseignement du niveau approprié à la certification visée.
4. Les apprenants bénéficient d'un accompagnement ou de conseils susceptibles de les aider à satisfaire les exigences de progression. Ces conseils incluent, le cas échéant, la validation des savoirs et des acquis d'expérience antérieurs (VAE – Validation des Acquis de l'Expérience).

CONSTATS ET ANALYSE :

48. Les porteurs de cette formation BTS IoT constatent un même phénomène qui affecte toutes les formations techniques, celui de la forte baisse du nombre d'étudiants ; effectivement, le nombre maximal d'inscriptions n'a jamais été atteint. L'avantage est un suivi très fin des étudiants et des professeurs plus longuement disponibles mais il faut regretter que cette formation dont les diplômés trouvent aisément un emploi ne soit pas plus recherchée.
49. La commission rappelle que l'investissement et l'enthousiasme des enseignants de ce BTS sont propices à une ambiance de travail de qualité. Leur proximité et l'attention qu'ils portent aux étudiants s'illustre, par exemple, avec le professeur de français qui s'adapte aux connaissances de ses étudiants plutôt que de suivre un programme fixe déterminé à l'avance, travaillant selon la manière du coaching.
50. Lors des stages, les étudiants sont épaulés par un professeur attiré et des débriefings fréquents. En effet, le professeur tuteur s'assure que le stage respecte les objectifs d'enseignement du lycée (qu'il s'agisse d'un stage en IoT et non pas une autre branche de l'informatique par exemple). Des échanges réguliers sont institués entre le professeur tuteur et l'entreprise sont mis en place tous les 30 jours (selon le Vademecum p.10) pour assurer le bon encadrement de l'étudiant.
51. Le tutorat garantit le bon encadrement des étudiants. Le tuteur est un professeur chargé de suivre l'évolution de l'étudiant et joue également un rôle d'assistance en cas de problèmes liés aux études voire à des problèmes personnels. Le tuteur est également le professeur en charge de suivre l'étudiant pendant le stage, cette continuité pouvant être considérée comme rassurant pour l'étudiant. Plusieurs d'entre eux ont également souligné la motivation et la disponibilité des professeurs (qu'ils soient leur tuteur ou non) pour toute question et/ou remarque, une attitude que salue la commission spéciale.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

Domaine 5 : Mesures de garantie de la qualité
5.1 Le programme de formation fait l'objet de mesures de garantie de la qualité
<u>CRITÈRES DU DOMAINE 5.1</u>
<ol style="list-style-type: none">1. L'assurance qualité interne porte sur l'ensemble des procédures entreprises par les établissements d'enseignement supérieur pour s'assurer que la qualité de leurs programmes et certifications répond à leurs propres spécifications et à celles d'autres organismes compétents tels que les agences d'assurance qualité.2. L'utilisation du système ECTS doit faire l'objet d'une garantie de la qualité assurée par un processus d'évaluation approprié (contrôle, audits internes et externes de la qualité et commentaires des étudiants) et d'une amélioration continue de la qualité.3. Les institutions appliquent de manière cohérente et constante des règles prédéfinies et publiées couvrant toutes les phases du cycle d'études, c'est-à-dire l'admission et la progression des étudiants, la reconnaissance et la certification de leurs acquis (ESG 1.4).

CONSTATS ET ANALYSE :

52. Le Lycée des Arts et Métiers a rédigé un document unique pour tous ses BTS. Il décrit point par point les aspects de l'assurance qualité et les procédures correspondantes. Il semblerait que ce document de référence ne soit pas accessible pour tous.
53. La commission spéciale remarque aussi que les informations ne circulent pas toujours correctement entre cette formation et les employeurs ; ceux-ci souhaitent du reste être plus impliqués dans l'organisation et le contenu du plan d'études.
54. L'établissement organise annuellement une rencontre entre les alumni et les étudiants, une façon de mesurer, lors des échanges, la qualité du contenu des cours. Cette heureuse initiative n'a cependant qu'une portée limitée due au trop petit nombre de diplômés pour constituer un panel représentatif. Les événements informels annuels auxquels participe l'établissement permettent des échanges souvent fructueux et qui permettent aussi de mesurer le niveau de qualité de la formation par rapport autres établissements ou structures professionnelles.
55. La formation mesure la qualité par le système classique des questionnaires : aux étudiants pour avoir leur avis sur cette formation ; aux entreprises afin de mieux comprendre leurs attentes, les réponses devant déboucher sur d'éventuelles remédiations. Le très faible nombre d'étudiants ne garantit guère l'anonymat des réponses des étudiants aux questionnaires, ce qui peut infléchir la pensée véritable de ceux-ci et biaiser leurs réponses.
56. Les enseignants eux-mêmes ont voix au chapitre et d'eux-mêmes apportent des perfectionnements (comme cette heure de micro-électronique qui a été ajoutée). La commission spéciale note le souci constant chez les professeurs de toujours être en phase avec les évolutions inévitables et rapides de ce secteur d'activité. Ils agissent donc de façon à prévenir l'obsolescence du contenu de leurs cours.
57. Le programme est conscient du défi constant du risque d'obsolescence de la formation et semble mettre en place toutes les mesures pour y pallier. Les projets sont par exemple tirés de problématiques actuelles (ex : création d'un véhicule autonome, suivi de consommation électrique) et les professeurs tâchent de mettre à jour leurs cours en fonction des retours des entreprises et de l'évolution du domaine. Les enseignants qui sont également entrepreneurs sont très bien placés pour adapter leurs cours en permanence au regard des nouveaux besoins du métier. Enfin, le professeur en charge des cours de programmation propose un cours tourné vers l'apprentissage de la logique programmatique plutôt que l'apprentissage d'un langage spécifique. De plus, l'apprentissage du C (langage très bas niveau) permet une appropriation beaucoup plus rapide des langages plus simples et plus utilisés comme le Python ou le JavaScript.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- Préciser quelles personnes ont connaissance du document sur l'assurance qualité et l'utilisent.
- Améliorer la communication entre formateurs et entrepreneurs afin d'impliquer davantage les entreprises, notamment en leur donnant la possibilité de se présenter longuement aux

étudiants, et en leur offrant une part plus active dans la construction de la formation.

5.2 Les responsabilités, les compétences et les processus décisionnels sont définis de manière à garantir la qualité de l'activité du lycée concerné

CRITÈRE DU DOMAINE 5.2

Les représentants des étudiants devraient participer activement au processus d'assurance qualité pour le système ECTS. En matière d'assurance qualité externe, les étudiants sont membres des commissions d'examen externes des établissements et/ou programmes d'enseignement supérieur.

CONSTATS ET ANALYSE :

58. Le LAM a une longue tradition dans l'offre de BTS ; aussi les procédures sont-elles réfléchies et rôdées. Le système d'assurance qualité apparaît même surdimensionné au regard du faible nombre d'étudiants. Mais il a le mérite d'énoncer la répartition des rôles et des responsabilités de toutes les parties prenantes de cette formation. Néanmoins, il n'est pas désigné de personne référente chargée de la gestion des éventuelles situations conflictuelles (différends interpersonnels, contestations d'origines diverses) entre les étudiants et une personne du lycée.

59. Les membres du groupe curriculaire sont très impliqués dans la qualité de la formation IoT.

60. Un comité des étudiants existe depuis cette dernière rentrée 2022.

AVIS : La commission spéciale estime que le critère ministériel est atteint.

RECOMMANDATIONS :

- Désigner un médiateur auprès duquel les étudiants peuvent demander de l'aide et qui peut garantir l'anonymat total.

Tableau récapitulatif :

Domaines d'examen	Référence	Appréciation du degré de satisfaction des attentes	Recommandations par critère
Domaine d'examen 1 : Opportunité du programme de formation	1.1 : le programme de formation vise des objectifs économiques pertinents en termes d'emploi et d'insertion professionnelle	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer les actions et les moyens pour faire connaître à un plus grand nombre de jeunes l'existence du BTS IoT notamment lors des manifestations ou des salons qu'ils fréquentent, tels que le Springbreak. Un partenariat de « publicité » avec les entreprises pourrait être un autre moyen. Informer de l'importance du secteur IoT auprès de la population en général.
	1.2 : le programme de formation dispose d'une	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer de la pertinence constante des

	analyse de faisabilité argumentée		enseignements vis-à-vis de l'évolution permanente des technologies mise en œuvre dans le IoT pour garantir une adéquation pérenne entre formation et besoins professionnels.
Domaine d'examen 2 : Pertinence du programme de formation	2.1 : le programme de formation dispose d'un plan d'études structuré	Atteint	Sans
	2.2 : le programme de formation couvre les aspects principaux de la spécialisation. Il permet l'acquisition de méthodes de travail adéquates et garantit l'intégration de connaissances spécifiques à la spécialisation.	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> S'assurer auprès des employeurs et des nouveaux diplômés arrivés sur leur poste de l'intérêt à dispenser au lycée les deux modules de Mechanic Fundamentals. Consacrer moins d'heures aux révisions dans un programme déjà dense ; les heures libérées pourraient ainsi être consacrées à l'examen d'un thème d'actualité du IoT, car les évolutions sont fréquentes dans ce domaine.
	2.3 : le programme de formation est défini en termes d'objectifs d'apprentissage et il est en décliné en connaissances, compétences et compétences transversales.	Atteint	Sans
Domaine d'examen 3 : Modalité d'évaluation et de certification des étudiants	3.1 : les qualifications requises pour l'admission sont réglementées et vérifiées.	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> Avancer la date d'examen de sélection, peut-être en juillet, mois choisi par d'autres BTS. Proposer des cours aux étudiants qui ont des lacunes dans certaines matières techniques, avant la rentrée scolaire ou parallèlement aux cours des premières semaines. Cela pourrait peut-être passer par le e-learning.
	3.2 : les méthodes d'évaluation sont définies en fonction des objectifs de formation.	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> Clarifier les modalités de rattrapage pour les cours de 3^{ème} et 4^{ème} semestres.
Domaine d'examen 4 : Mise en œuvre du programme de formation	4.1 : le programme de formation dispose des ressources matérielles suffisantes pour réaliser ses objectifs. Ces ressources sont disponibles pour la durée totale du programme de formation.	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> Budgéter le remplacement du matériel obsolète, ce qui survient rapidement car les technologies IoT sont en constante évolution. Une collaboration financière avec des employeurs pourrait être une option. Anticiper la capacité d'accueil de l'espace Laboratoire.
	4.2 : l'enseignement est dispensé par un corps	Atteint	

	enseignant compétent du point de vue didactique, scientifique et professionnel.		Sans
	4.3 : il est pourvu à un encadrement adéquat des étudiants	Atteint	Sans
Domaine d'examen 5 : mesures de garantie de la qualité	5.1 : le programme de formation fait l'objet de mesures de garantie de la qualité.	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> • Préciser quelles personnes ont connaissance du document sur l'assurance qualité et l'utilisent. • Améliorer la communication entre formateurs et entrepreneurs afin d'impliquer davantage les entreprises, notamment en leur donnant la possibilité de se présenter longuement aux étudiants, et en leur offrant une part plus active dans la construction de la formation.
	5.2 : les responsabilités, les compétences et les processus décisionnels sont définis de manière à garantir la qualité de l'activité du lycée concerné.	Atteint	<ul style="list-style-type: none"> • Désigner un médiateur auprès duquel les étudiants peuvent demander de l'aide et qui peut garantir l'anonymat total.