



Groupement académique : AIX-MARSEILLE		Session 2018
Lycée : Alphonse BENOIT		
Ville : L'ISLE SUR LA SORGUE		
N° du projet : 5	Nom du projet : Générateur de tensions de consigne pilotable	

Projet nouveau	Oui	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Projet interne	Oui	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Non
Délai de réalisation	30/06/2018			Statut des étudiants	<input checked="" type="checkbox"/> Formation initiale	Apprentissage	
Spécialité des étudiants	EC	IR	<input checked="" type="checkbox"/> Mixte	Nombre d'étudiants	3		
Professeurs responsables	ANTOINE / DEFRANCE / ESCURET / HORTOLLAND / SILANUS						

1	Présentation et situation du projet dans son environnement	2
1.1	Contexte de réalisation	2
1.2	Présentation du projet.....	2
1.3	Situation du projet dans son contexte.....	2
1.4	Cahier des charges – Expression du besoin	4
2	Spécifications	4
2.1	Diagrammes UML / SYSML	6
2.2	Contraintes de réalisation.....	8
2.3	Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents).....	8
3	Répartition des fonctions ou cas d'utilisation par étudiant	10
4	Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :	12
5	Planification (Gantt).....	13
6	Condition d'évaluation pour l'épreuve E6-2	13
6.1	Disponibilité des équipements	13
6.2	Atteintes des objectifs du point de vue client.....	13
6.3	Avenants :	13
7	Observation de la commission de Validation	14
7.1	Avis formulé par la commission de validation :	14
7.2	Nom des membres de la commission de validation académique :	14
7.3	Visa de l'autorité académique :	14

1 Présentation et situation du projet dans son environnement

1.1 Contexte de réalisation

Constitution de l'équipe de projet :	Étudiant 1 EC <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 2 <input checked="" type="checkbox"/> EC IR	Étudiant 3 <input checked="" type="checkbox"/> EC IR	
Projet développé :	<input checked="" type="checkbox"/> Au lycée ou en centre de formation		<input type="checkbox"/> En entreprise	<input type="checkbox"/> Mixte
Type de client ou donneur d'ordre (commanditaire) :	Entreprise ou organisme commanditaire : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non			
	Nom : Gemalto			
	Adresse : Z.I. Athelia IV, 147 Avenue du Jujubier, 13600 La Ciotat			
	Contact : M. MOITREL Pascal.....			
	Origine du projet :			
	➤ Idée :	Lycée	<input checked="" type="checkbox"/> Entreprise	
	➤ Cahier des charges :	Lycée	<input checked="" type="checkbox"/> Entreprise	
	➤ Suivi du projet :	<input checked="" type="checkbox"/> Lycée	<input checked="" type="checkbox"/> Entreprise	
Si le projet est développé en partenariat avec une entreprise :	Nom de l'entreprise :	Gemalto		
	Adresse de l'entreprise :	Z.I. Athelia IV, 147 Avenue du Jujubier, 13600 La Ciotat.....		
	Adresse site :	http://www.gemalto.com/		
	Tél. :	04 42 36 50 00.....	Courriel :

1.2 Présentation du projet

- Il s'agit d'un projet développé en partenariat avec l'entreprise Gemalto.
- Le projet consiste à créer un **équipement capable de générer des tensions de consigne** destinées à régler la puissance de Lasers.
- Cet équipement s'intégrera dans une chaîne d'équipements existants.
- Les équipements de cette chaîne sont pilotés au travers le réseau Ethernet par un logiciel appelé « séquenceur ».

1.3 Situation du projet dans son contexte

1.3.1 La société Gemalto

Gemalto est une société spécialisée dans la **sécurité numérique**. Elle propose donc des solutions pour aider ses clients à mettre en place des services sécurisés fondés sur les 2 technologies de base que sont **l'authentification** et la **protection**.

Ces services comprennent :

- l'identité mobile,
- le paiement,
- la banque en ligne,
- le chiffrement de données,
- les titres de transport,
- « L'e-gouvernement »,
- la télématique embarquée dans les véhicules
- la distribution de logiciels.

Gemalto est implantée dans 49 pays et compte plus de 14000 employés.

Elle dispose de :

- 17 usines de production

- 27 centres de recherche & développement (→ 3000 ingénieurs)
- 45 centres de personnalisation et de données
- 118 bureaux

Le chiffre d'affaire de Gemalto en 2015 a atteint 3.1 Milliards d'Euros.

1.3.2 Le service « Security Labs »

Même si son offre s'est considérablement diversifiée à travers le temps, la sécurité numérique proposée par Gemalto s'appuie historiquement sur l'utilisation de **cartes à puces** (→ ex. : carte SIM, carte « Vitale »).

Le service «Security Labs» de Gemalto du site de La Ciotat dispose d'une équipe, appelée « hardware lab », chargée de caractériser les puces produites et notamment de tester leur résistance aux attaques.

De par son activité confidentielle, cette équipe qui compte 7 personnes avec des compétences multiples (électronique, développement logiciel, cryptographie) est isolée du reste de la société. Ainsi, ses locaux sont protégés par un contrôle d'accès supplémentaire et spécifique. Ils sont autonomes en terme d'énergie (→ groupe électrogène, onduleurs) mais également au niveau du réseau informatique (→ réseau isolé, serveurs dédiés). Pour tester la fiabilité de leurs produits, les ingénieurs utilisent une technique appelée **attaque par canal auxiliaire** (→ **side channel attack**). De manière simplifiée, celle-ci consiste à observer de manière minutieuse le système afin de déterminer son fonctionnement et ainsi parvenir à dévoiler ce qu'il est sensé garder secret (→ ex. : un code PIN pour une carte de téléphone portable).

L'observation du système s'appuie naturellement sur l'analyse des signaux électriques mais aussi sur :

- Les variations de consommation électrique
- Les informations temporelles (ex. : durée/instants des pics de consommation, temps de réaction d'une sortie suite à un changement d'état d'une entrée...)
- Les émanations électromagnétiques voire acoustiques et/ou photoniques

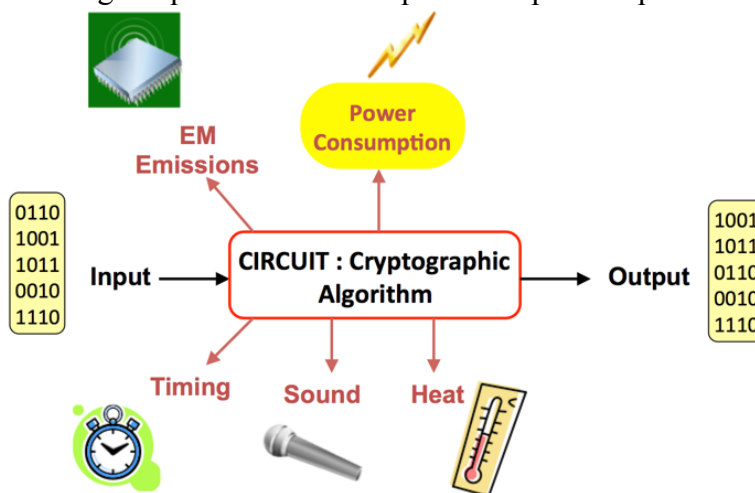
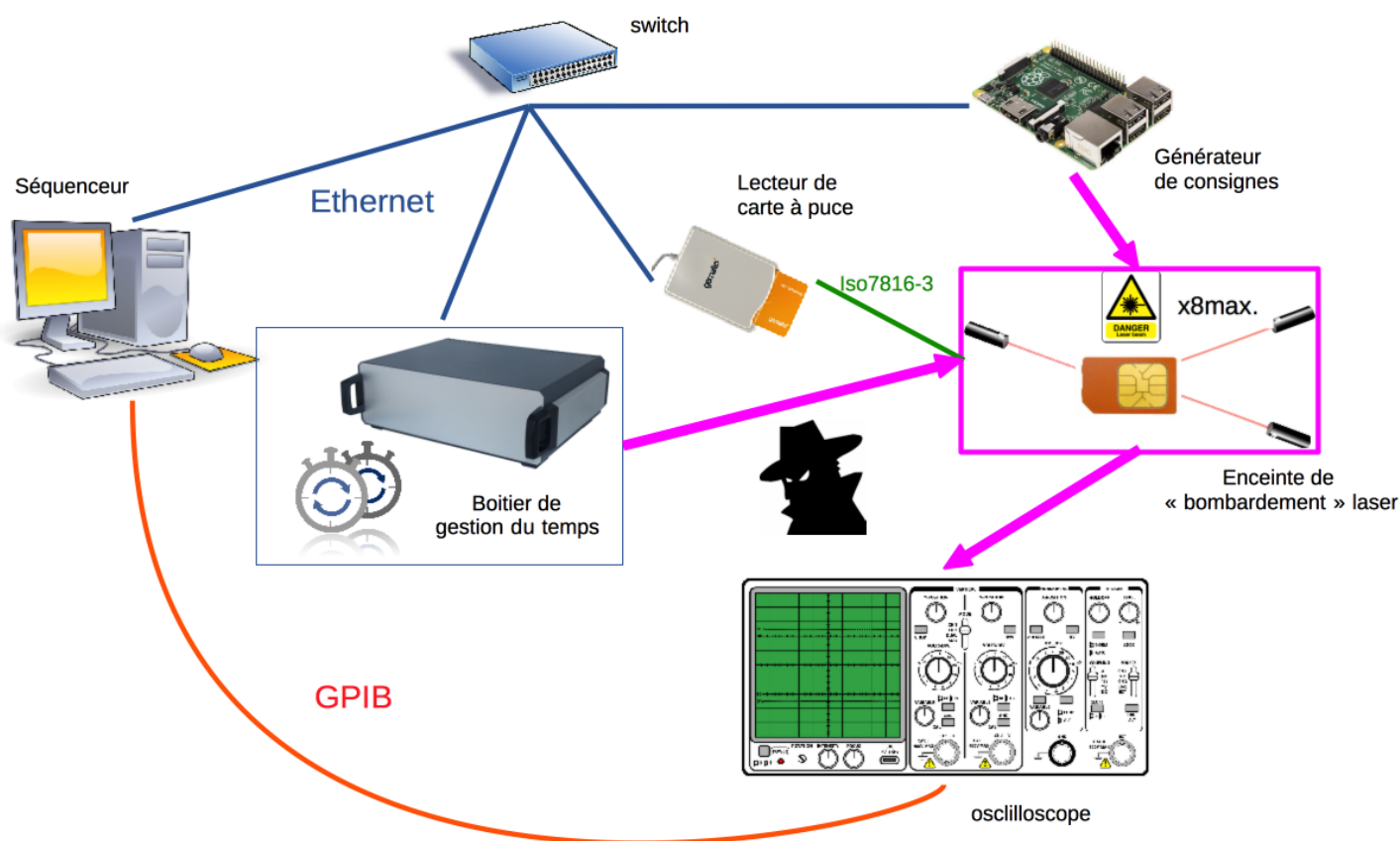


Figure 1 Side Channel Attack (Source : LIRMM)

L'attaque peut également se faire de manière plus invasive en perturbant le système.

C'est dans ce dernier cas que doit intervenir le générateur de tension de consignes dont la réalisation nous a été confiée par Pascal Moitrel, ingénieur sécurité au sein de l'équipe « hardware lab ».

Le rôle du générateur de consignes est de piloter en tension la puissance de faisceaux Laser (8 au maximum) destinés à perturber le fonctionnement de la carte à puce par « bombardement » du circuit « nu » --- c'est-à-dire débarrassé de son boîtier --- par des trains d'impulsions lumineuses de durée et d'intensité variables.



1.4 Cahier des charges – Expression du besoin

Dans le cadre de leurs attaques, l'équipe « hardware lab » utilise actuellement une alimentation stabilisée pour contrôler la puissance des lasers. De façon à limiter le nombre de manipulations et l'encombrement ainsi qu'à permettre le contrôle d'un plus grand nombre de lasers (4 actuellement), Pascal Moitreil souhaiterait disposer d'un équipement de **petite taille** et **pilotable à distance par Ethernet** pour remplacer la/les alimentations stabilisées actuellement utilisées.

Cet équipement doit pouvoir s'intégrer dans la chaîne d'instrumentation existante de façon à permettre son contrôle depuis le séquenceur. Outre la nécessité de disposer une interface Ethernet filaire, le générateur de consignes doit comprendre le protocole utilisé par le séquenceur. Ce protocole, de type Maître-Esclave, utilise au niveau applicatif des messages constitués de 3 champs :

- Le champ « Tag » qui identifie l'action à mener (Ex : « programmer tension de sortie »)
- Le champ « Length » qui renseigne sur la taille en octets du champ suivant
- Le champ « Value » qui spécifie les paramètres éventuels de l'action à mener (Ex. : n° de voie, valeur de la tension)

Ces messages sont habituellement et simplement appelés « TLV ».

Toute commande TLV issue du séquenceur nécessitera une réponse, également au format TLV, de la part du générateur de tensions.

2 Spécifications

- L'équipement doit être de petite taille
- L'équipement sera architecturé autour d'une carte Raspberry Pi 2 B+ et de cartes d'extension au format HAT (spécifications de la fondation Raspberry)
- Il doit être intégré dans un boîtier adapté
- Son coût doit être de l'ordre de 200 € (carte Raspberry + carte électronique additionnelle + boîtier)
- Il doit être capable de générer 8 tensions de consigne comprises entre 0 et 5V avec convertisseur DAC

sur 12bits

- Chacune des 8 tensions de consigne devra être en mesure de délivrer au moins 100mA (← 5V sur 50ohms)
- Les 8 sorties seront exposées à l'aide de connecteurs SMA femelles
- L'équipement est pilotable depuis une interface réseau filaire
- Les commandes transmises à l'équipement sont au format TLV (Tag-Length-Value) :
 - Le champ « Tag » est composé de 32 bits
 - Le champ « Length » est codé sur 32 bits
 - Le champ « Value » est composé de « Length » x 8bits
- Toute commande reçue par l'équipement entrainera une réponse de sa part.
- La réponse de l'équipement sera également au format TLV
- Les commandes à implémenter sont les suivantes :
 - `CmdVersionSoft` : permet au séquenceur de récupérer la version logicielle du générateur de consignes
 - `CmdVersionHard` : récupère la version matérielle du générateur de consignes
 - `CmdSetPowerLevel` : fixe la puissance d'un ou de plusieurs lasers (voire tous)
 - `CmdGetPowerLevel` : récupère la puissance courante d'un ou de plusieurs Lasers (voire tous)
 - `CmdPowerDown` : coupe un ou des lasers (voire tous)
 - `CmdClose` : ferme la communication avec le générateur de consignes
- L'application de génération de consignes doit être programmée en **C++ standard**

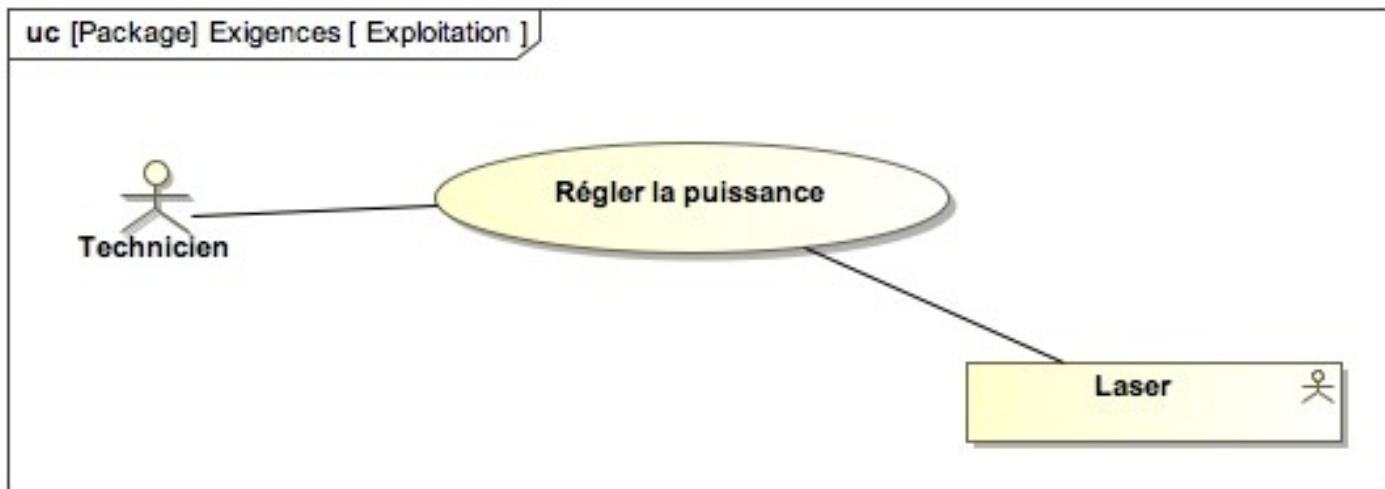
Pour le développement du projet, les étudiants s'appuieront sur celui de leurs prédécesseurs de la session 2017 du BTS SN à la fois pour répondre aux nouvelles exigences et pour poursuivre/reprendre l'implémentation des fonctionnalités du cahier des charges.

Les évolutions consistent :

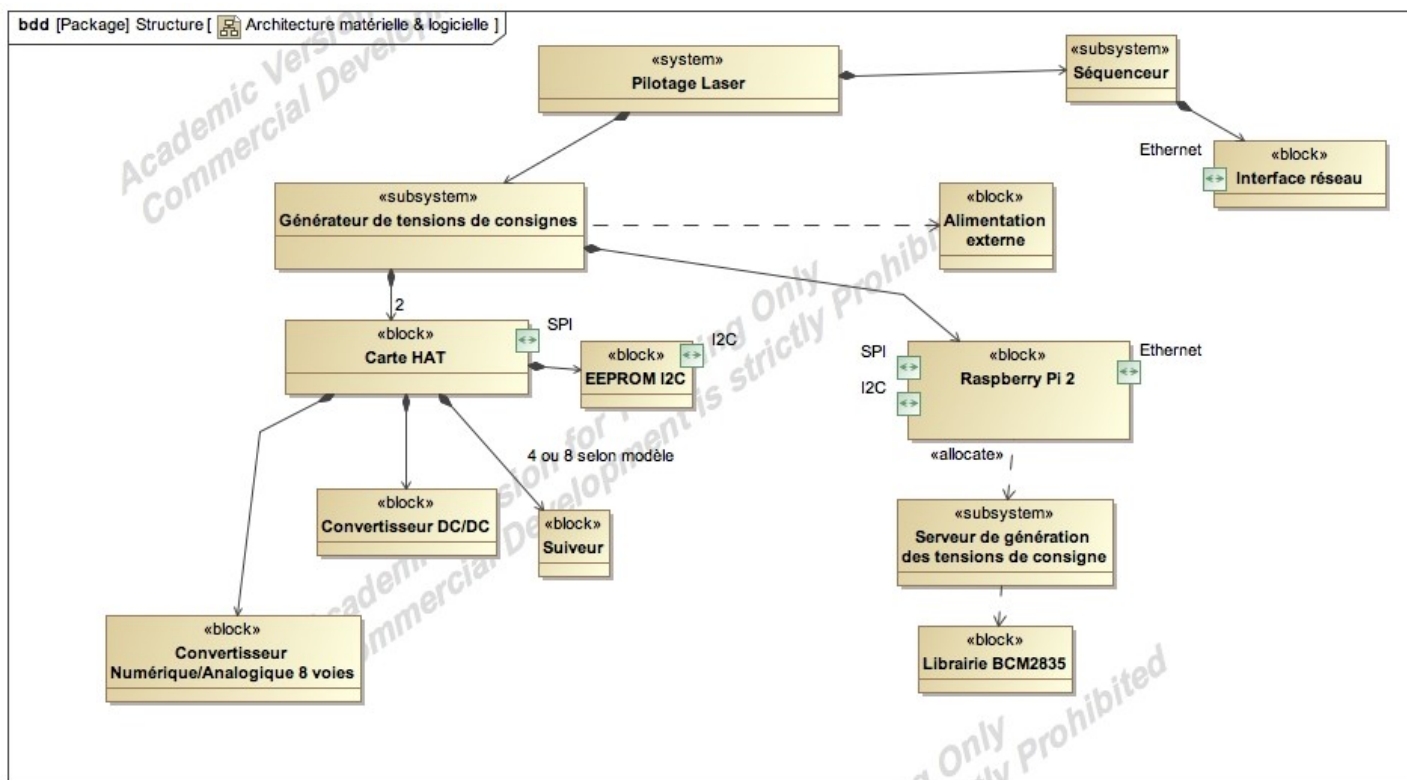
- Pour les étudiants EC, à proposer 2 alternatives pour fournir 8 sorties de pilotage des Lasers dans un encombrement compatible avec le format HAT (association gigogne de 2 cartes identiques de 4 sorties chacune, ou association d'une carte ADC + amplification et d'une mezzanine disposant de 8 sorties)
- Pour l'étudiant IR, à reprendre le codage de l'application présente dans le générateur de consignes pour :
 - Revoir la structure du code produit l'an dernier pour parvenir à une architecture orientée objet (voir par exemple l'article [TCP/IP Network Programming Design Patterns in C++](#))
 - Rendre opérationnelles les 5 commandes du cahier des charges (l'an dernier seul un serveur TCP avec interprétation des commandes TLV a été développé)
 - Permettre de piloter, via bus SPI, les 8 sorties Laser quelle que soit la version de la carte d'extension utilisée (association gigogne de 2 cartes identiques ou carte ADC+Ampli+Mezzanine).

2.1 Diagrammes UML / SYSML

2.1.1 Diagrammes des cas d'utilisation

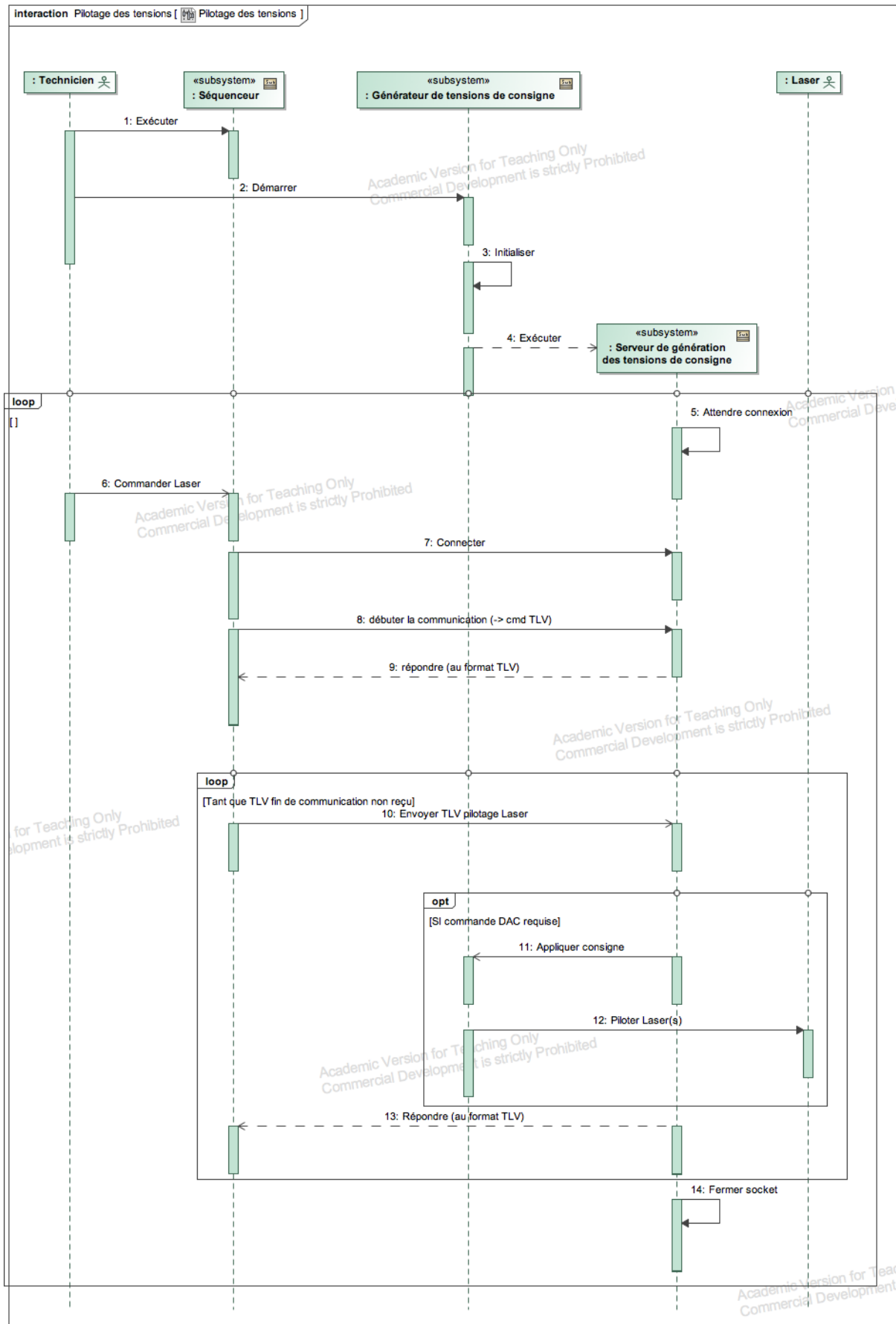


2.1.2 Architectures Matérielle & Logicielle

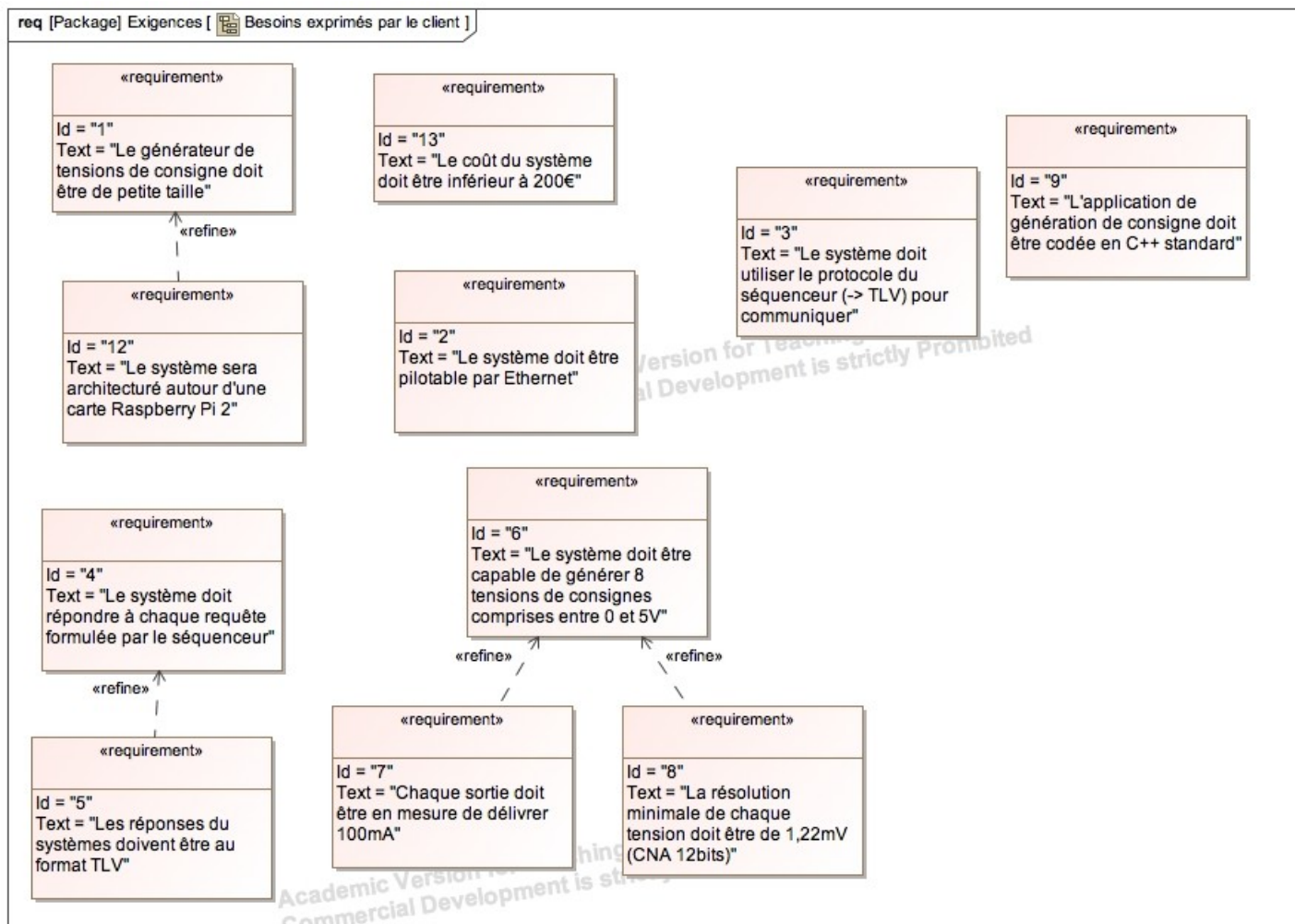


2.1.3 Scénarios des cas d'utilisation

2.1.3.1 Régler la puissance



2.1.4 Exigences



2.2 Contraintes de réalisation

Contraintes financières (budget alloué) :

- Environ 200€
- Gemalto participe au financement des composants

Contraintes de développement (matériel et/ou logiciel imposé / technologies utilisées) :

La spécification, conception et codage seront modélisés.

Contraintes qualité (conformité, délais, ...) :

Maintenable, maniable (ergonomie)

Contraintes de fiabilité, sécurité :

Les accès logiciels seront sécurisés.

2.3 Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents)

Matériels :

- 1 carte RASPBERRY PI 2 B+ par étudiant
- Composants électroniques pour la réalisation
- Matériel de laboratoire (alimentation, oscilloscope, analyseur logique)

Logiciels :

- Système d'exploitation Linux (Raspbian)
- Logiciel de conception électronique : Kicad
- logiciel de modélisation SysML/UML : MagicDraw v7.02
- SDK C/C++ standard POSIX (→ application serveur de génération de consignes)

Documents :

- les différentes documentations mises à disposition sur le site de la section de BTS SN.

3 Répartition des tâches par étudiant

<p>Étudiant 1</p> <p>IR</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir/Coder/Tester bibliothèques C++ de codage/décodage de trames TLV • Concevoir/Coder/Tester bibliothèque pour s'interfacer par SPI avec la/les carte(s) HAT • Concevoir/Coder/Tester serveur TCP de génération de consigne en respectant une architecture orientée objet • Proposer une solution pour émuler le séquenceur : codage d'une application utilisation d'un logiciel existant, utilisation de commandes linux (ex. netcat) 	<p>Installation : Système Raspbian, SDK C++</p> <p>Mise en œuvre : Langage C++ Posix,</p> <p>Configuration :</p> <p>Réalisation : Serveur TCP génération de consignes.....</p> <p>Documentation : Guide d'installation, manuel utilisateur, dossier de développement</p>
<p>Étudiant 2</p> <p>EC</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser le schéma structurel produit par les étudiants de la promotion 2017, corriger les erreurs et l'adapter aux nouvelles consignes • Concevoir/Réaliser/Tester une carte d'extension RPi disposant de 4 sorties, conforme à la spécification HAT et pouvant être associée (montage gigogne) à une seconde carte identique pour pouvoir piloter au total jusqu'à 8 lasers. • Participer à la conception/au codage/au test d'une bibliothèque de pilotage des cartes. • Concevoir/Coder/Tester une interface graphique permettant de vérifier à minima le bon fonctionnement des sorties analogiques 	<p>Installation : Bibliothèques C/C++, BCM2835, framework Qt</p> <p>Mise en œuvre : BCM2835, C/C++ Qt</p> <p>Configuration :</p> <p>Réalisation : Circuit imprimé. Les documents de fabrication seront réalisés avec Kicad (logiciel utilisé par l'entreprise commanditaire).</p> <p>Documentation : Installation, prototypage/mise au point, documents de fabrication (pour sous-traitance industrielle des PCB) et programmes commentés</p>
<p>Étudiant 3</p> <p>EC</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser le schéma structurel produit par les étudiants de la promotion 2017, corriger les erreurs et l'adapter aux nouvelles consignes. • Concevoir/Réaliser/Tester 2 cartes d'extension RPi, l'une conforme à la spécification HAT disposant du DAC (<i>unique</i>), et l'autre montée sur la précédente (<i>association gigogne et/ou mezzanine</i>) disposant de la connectique permettant de pouvoir piloter jusqu'à 8 lasers. La répartition des composants (<i>autres que DAC et connecteurs SMA</i>) et la connectique de liaison des 2 cartes sont à l'initiative de l'étudiant. • Participer à la conception/au codage/au test d'une bibliothèque de pilotage des cartes. • Concevoir/Coder/Tester une interface graphique permettant de vérifier à minima le bon fonctionnement des sorties analogiques 	<p>Installation : Bibliothèques C/C++, BCM2835, framework Qt</p> <p>Mise en œuvre : BCM2835, C/C++ Qt</p> <p>Configuration :</p> <p>Réalisation : Circuit imprimé. Les documents de fabrication seront réalisés avec Kicad (logiciel utilisé par l'entreprise commanditaire).</p> <p>Documentation : Installation, prototypage/mise au point, documents de fabrication (pour sous-traitance industrielle des PCB) et programmes commentés</p>
<p>Tous les étudiants</p>	<p>✓ <i>Tâches à traiter par l'ensemble des étudiants de l'équipe projet pour le développement de la solution</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir au plus tôt les interfaces entre les tâches individuelles. Ex. : protocoles 	

	<p>d'échange, valeurs délivrées (format, précision, fréquence,...)</p> <ul style="list-style-type: none">• Documentation globale. Ex. : documentation pour le déploiement de la solution (→ guide de mise en route rapide) <p>✓ <i>Domaines de physique à traiter par l'ensemble des étudiants de l'équipe projet :</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Ondes électromagnétiques ; dualité onde-corpuscule• Traitement des signaux analogiques• Numérisation	
--	--	--

4 Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :

	Électronique et Communications	Informatique et Réseaux	Étudiant 1 IR	Étudiant 2 EC	Étudiant 3 EC
C2.1	Maintenir les informations		X	X	X
C2.2	Formaliser l'expression du besoin		X	X	X
C2.3	Organiser et/ou respecter la planification d'un projet		X	X	X
C2.4	Assumer le rôle total ou partiel de chef		X	X	X
C2.5	Travailler en équipe		X	X	X
C3.1	Analyser un cahier des charges		X	X	X
C3.3	Définir l'architecture globale d'un prototype ou d'un système		X	X	X
C3.5	Contribuer à la définition des éléments de recette au regard des contraintes du cahier des charges		X	X	X
C3.6	Recenser les solutions existantes répondant au cahier des charges		X	X	X
C3.8	Élaborer le dossier de définition de la solution techniquement			X	X
C3.9	Valider une fonction du système à partir d'une maquette réelle			X	X
C3.10	Réaliser la conception détaillée d'un module matériel et/ou logicielle			X	X
C4.1	Câbler et/ou intégrer un matériel		X (RPi)	X	X
C4.2	Adapter et/ou configurer un matériel		X (RPi)	X	X
C4.3	Adapter et/ou configurer une structure logicielle	Installer et configurer une chaîne de développement	X	X	X
C4.4	Fabriquer un sous ensemble	Développer un module logiciel	X	X	X
C4.5	Tester et valider un module logiciel et matériel	Tester et valider un module logiciel	X	X	X
C4.6	Produire les documents de fabrication d'un sous ensemble	Intégrer un module logiciel	X	X	X
C4.7	Documenter une réalisation matérielle / logicielle		X	X	X

5 Planification

Début du projet (Dp)	semaine 2	: lundi 9 Janvier 2018.
Revue 1 (R1)	semaine 10	: à partir du lundi 06 mars 2018.
Revue 2 (R2)	semaine 18	: à partir du mardi 02 mai 2018
Remise du projet (Rp)	semaine 21	: vendredi 26 mai 2018 (date limite de remise du dossier sur l'espace académique)
Soutenance finale (Sf)	semaine 24	: à partir du lundi 12 juin.

6 Conditions d'évaluation pour l'épreuve E6-2

6.1 Disponibilité des équipements

L'équipement sera-t-il disponible ?

Oui

Non

6.2 Atteintes des objectifs du point de vue client

Que devra-t-on observer à la fin du projet qui témoignera de l'atteinte des objectifs fixés, du point de vue du client :

L'étudiant devra être capable de mettre en œuvre les tâches dont il a la charge.

Dans le meilleur des cas : l'intégration et les cas d'utilisation seront opérationnels et respecteront les contraintes.

6.3 Avenants :

Date des avenants : Nombre de pages :

7 Observation de la commission de Validation

Ce document initial : **comprend 14 pages et les documents annexes suivants :**

(À remplir par la commission de validation qui valide le sujet de projet)

a été utilisé par la Commission Académique de validation qui s'est réunie à Lycée Fourcade (Gardanne), le 20 / 11 /2017

Contenu du projet :	Défini	Insuffisamment défini	Non défini
Problème à résoudre :	Cohérent techniquement		Pertinent / À un niveau BTS SN
Complexité technique : (liée au support ou au moyen utilisés)	Suffisante	Insuffisante	Exagérée
Cohérence pédagogique : (relative aux objectifs de l'épreuve)	Le projet permet l'évaluation de toutes les compétences terminales Chaque candidat peut être évalué sur chacune des compétences		
Planification des tâches demandées aux étudiants, délais prévus, ... :	Projet ... Défini et raisonnable	Insuffisamment défini	Non défini
Les revues de projet sont-elles prévues : (dates, modalités, évaluation)	Oui	Non	
Conformité par rapport au référentiel et à la définition de l'épreuve :	Oui	Non	

Observations :

7.1 Avis formulé par la commission de validation :

Sujet accepté
en l'état

Sujet à revoir :

Conformité au Référentiel de Certification / Complexité
Définition et planification des tâches
Critères d'évaluation
Autres :

Sujet rejeté

Motif de la commission :

7.2 Nom des membres de la commission de validation académique :

Nom	Établissement	Académie	Signature

7.3 Visa de l'autorité académique :

(nom, qualité, Académie, signature)

Nota :

Ce document est contractuel pour la sous-épreuve E6-2 (Projet Technique) et sera joint au « Dossier Technique » de l'étudiant. En cas de modification du cahier des charges, un avenant sera élaboré et joint au dossier du candidat pour présentation au jury, en même temps que le carnet de suivi.