



RÉGION ACADÉMIQUE
GRAND EST

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE
MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION



Note sur la réforme du baccalauréat général

Yves PARRIAT
Daniel GLAISER
IA-IPR Sciences et Techniques Industrielles
Rentrée 2019

SOMMAIRE

1. Préambule	4
2. Eléments de contexte	4
2.1 Généralités	4
2.2 Textes de référence (liste au 15 avril 2019)	4
3. Classe de 2^{nde}	5
3.1 Organisation de la classe de 2 ^{nde}	5
3.2 Enseignement du tronc commun : Sciences Numériques et Technologie (SNT)	5
3.2.1 Généralités	5
3.2.2 Quels enseignants ? : extrait d'une note d'information DEGESCO du 29 janvier 2019	6
3.2.3 Organisation de l'enseignement	7
3.2.4 Contenus	7
3.2.5 Plan de formation	8
3.2.5.1 ... national	8
3.2.5.2 ... académique	8
3.3 Enseignements optionnels	8
3.3.1 Généralités	8
3.3.2 Carte académique SI-CIT	8
3.3.3 Contenus	9
4. Cycle terminal	10
4.1 Organisation générale	10
4.2 L'enseignement de spécialité : Sciences de l'Ingénieur	11
4.2.1 La contribution des STEM	11
4.2.2 Contenus	11
4.2.3 Principales évolutions du programme	12

4.2.4	Exemple de progression pédagogique	12
4.2.5	Les épreuves du baccalauréat	13
4.2.6	Déroulé des épreuves du baccalauréat	14
4.3	Evaluation du nouveau baccalauréat	14
4.3.1	Poids des épreuves	14
4.3.2	Epreuve de spécialité SI non poursuivie en terminale	14
4.3.2.1	Généralités	14
4.3.2.2	Banque nationale	15
4.3.2.3	Protocole d'élaboration des sujets E3C (Epreuves Commune du Contrôle Continu)	15
4.3.3	Epreuve de spécialité SI en classe de terminale	16
4.3.4	Grand Oral	16
4.4	Projets	17
4.4.1	Projet de 1 ^{ère} (12h) : challenge ou défi	17
4.4.2	Projet de Terminale (48h)	18
4.4.3	Cahier des charges	18
5.	Equipements	18
	Laboratoire de SI	18
5.1		18
5.2	FABLAB	18
5.2.1	Généralités	18
5.2.2	Préconisations	18
6.	Plan de formation	18
6.1	Généralités	19
6.2	Journée institutionnelle : 8 et 18 mars	20
6.2.1	Organisation des ateliers	20
6.2.1.1	ATELIER 1 : construction d'une progression de formation	20
6.2.1.2	ATELIER 2 : les équipements, fablab, laboratoires	20

6.2.1.3	ATELIER 3 : le projet de 1 ^{ère}	20
6.2.2	Synthèse des ateliers	20
6.2.2.1	ATELIER 1 : construction d'une progression de formation	20
6.2.2.2	ATELIER 2 : les équipements, fablab, laboratoires	20
6.2.2.3	ATELIER 3 : le projet de 1 ^{ère}	21
6.2.3	Mise à disposition des ressources	22
6.3	Journées de formation disciplinaire	22
6.3.1	SysML	22
6.3.2	Python et environnement	22
6.3.3	Calculs d'incertitudes	22
6.3.4	Approche Design	22
6.3.5	Simulations multiphysiques	22
6.3.6	Jumeau numérique	22
6.3.7	Projets	22
7.	Ressources	22

1. Préambule

Ce **document** réunit des informations ou préconisations à la mise en œuvre de l'enseignement des SNT du tronc commun, des enseignements optionnels : SI et CIT de la classe de 2^{nde}, ainsi que de l'enseignement de spécialité : Sciences de l'Ingénieur du cycle terminal de la voie générale. Il vise à diffuser un même niveau d'informations aux différents acteurs et à les centraliser pour une mise en œuvre des plus efficaces dans le cadre de la réforme du lycée et du baccalauréat. Les informations collectées dans ce document sont issues des **textes règlementaires** et des différents **échanges avec l'Inspection Générale STI**.

Ce **document évolutif** sera **régulièrement mis à jour** et envoyé aux établissements au gré des nouveautés et spécificités qui pourront l'agrémenter. Il ne reprend que des éléments concernant **les enseignements relevant du domaine des STI**. Des **recommandations pédagogiques** plus développées seront fournies **ultérieurement**, principalement à destination des équipes pédagogiques. Elles détailleront l'esprit général de la réforme.

2. Eléments de contexte

2.1 Généralités

La mise en œuvre de la réforme est prévue pour la rentrée de septembre 2019 à deux niveaux :

- mise en œuvre de la nouvelle classe de seconde ;
- mise en œuvre des nouveaux programmes de la classe de 1^{ère}.

LE NOUVEAU LYCÉE	LE NOUVEAU LYCÉE
<p>LE NOUVEAU LYCÉE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pour mieux accompagner les élèves dans la conception de leur projet d'orientation <ul style="list-style-type: none"> ■ Un temps dédié à l'orientation en 2^{de}, en 1^{re} et en terminale ■ Deux professeurs principaux en terminale ■ La suppression des séries dans la voie générale, la rénovation des séries dans la voie technologique, un même diplôme pour tous, avec des enseignements communs, des enseignements de spécialité et la possibilité de choisir des enseignements optionnels ■ Pour servir de tremplin vers la réussite dans le supérieur <ul style="list-style-type: none"> ■ Les lycéens bénéficient d'enseignements communs à tous, qui garantissent l'acquisition des savoirs fondamentaux et favorisent la réussite de chacun. ■ Les lycéens choisissent des enseignements de spécialité pour approfondir leurs connaissances et affiner leur projet dans leurs domaines de prédilection. 	<p>LA SCOLARITÉ AU LYCÉE GÉNÉRAL ET TECHNOLOGIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ En seconde GT : tronc commun + accompagnement personnalisé (AP) ■ En première : tronc commun + 3 spécialités + AP (+ options) ■ En terminale : tronc commun + 2 spécialités + AP (+ options)

2.2 Textes de référence (liste au 15 avril 2019)

- Épreuves du baccalauréat général à compter de la session de 2021 : NOR : MENE1813138A, Arrêté du 16 juillet 2018.
- L'organisation et aux volumes horaires de la classe de seconde des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole : NOR : MENE1815610A, Arrêté du 16 juillet 2018.
- Modalités d'organisation du contrôle continu pour l'évaluation des enseignements dispensés dans les classes conduisant au baccalauréat général et au baccalauréat technologique : NOR : MENE1813139A, Arrêté du 16 juillet 2018.
- organisation et volumes horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat technologique, séries «sciences et technologies de la santé et du social (ST2S)», «sciences et technologies de laboratoire (STL)» «sciences et technologies du design et des arts appliqués (STD2A)», «sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)», «sciences et technologies du management et de la gestion (STMG)», «sciences et technologies de l'hôtellerie et de la restauration (STHR)» : NOR : MENE1815612A, Arrêté du 16 juillet 2018.
- Organisation et aux volumes horaires des enseignements du cycle terminal des lycées, sanctionnés par le baccalauréat général : NOR : MENE1815611A, Arrêté du 16 juillet 2018.
- Enseignements de spécialité : NOR : MENE1823260N, note de service n° 2018-109 du 5-9-2018
- Procédure d'orientation en fin de classe de seconde : NOR : MENE1826273N, note de service n° 2018-115 du 26-9-2018.
- Rôle du professeur principal dans les collèges et les lycées : NOR : MENE1823888C, circulaire n° 2018-108 du 10-10-2018.
- Bulletin officiel spécial n°1 du 22 janvier 2019.
- Epreuves communes de contrôle continu des enseignements de spécialités suivis uniquement pendant la classe de première de la voie générale - session 2021 : NOR : MENE1910712N, note de service n° 2019-059 du 18-4-2019.
- Modalités d'organisation du contrôle continu pour l'évaluation des enseignements : modifications : NOR : MENE1903375A, arrêté du 26-3-2019 - J.O. du 30-3-2019.

3. Classe de 2^{nde}

ENSEIGNEMENTS COMMUNS			
français	4 h	histoire - géographie	3 h
langue vivante A et langue vivante B ¹		5 h 30	
sciences économiques et sociales	1 h 30	mathématiques	4 h
physique - chimie		3 h	
sciences de la vie et de la Terre	1 h 30	éducation physique et sportive	2 h
enseignement moral et civique		18 h/an	
sciences numériques et technologie	1 h 30		

UN ENSEIGNEMENT TECHNOLOGIQUE MAXIMUM AU CHOIX	
atelier artistique	72 h / an
biotechnologies	1 h 30
création et culture - design	6 h
création et innovation technologiques	1 h 30
hippologie et équitation ou autres pratiques sportives ²	3 h
management et gestion	1 h 30
pratiques professionnelles ²	3 h
pratiques sociales et culturelles ²	3 h
santé et social	1 h 30
sciences de l'ingénieur	1 h 30
sciences et laboratoire	1 h 30

3.1 Organisation de la classe de 2^{nde}

En plus des enseignements communs, les élèves auront la possibilité de choisir des enseignements optionnels technologique et/ou général.

UN ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL MAXIMUM AU CHOIX	
arts	3 h
au choix parmi arts plastiques, cinéma - audiovisuel, danse, histoire des arts, musique, théâtre	
arts du cirque	6 h
écologie - agronomie - territoires - développement durable ²	3 h
éducation physique et sportive	3 h
langues et cultures de l'Antiquité : latin ou grec ³	3 h
langue vivante C ¹	3 h

A ces horaires est alloué une enveloppe de moyens complémentaires utilisable par l'établissement, dans le cadre de son autonomie pédagogique. La taille nominale d'une division au niveau académique est fixée à 35 élèves.

Enveloppe de 12 h par semaine et par division :

- Accompagnement personnalisé
- Accompagnement au choix de l'orientation (54 h)
 - Heures de vie de classe
 - Groupes à effectif réduits
 - Enseignements optionnels

3.2 Enseignement du tronc commun : Sciences Numériques et Technologie (SNT)

3.2.1 Généralités

Un enseignement où les enseignants SII ont leur place et qui présente un enjeu est l'enseignement des SNT. Il constitue à la fois un apprentissage de l'informatique en tant que science et un questionnement sur la place du

numérique dans la société. L'objectif est de permettre la compréhension de l'évolution de la diffusion des technologies de l'information et de la communication et les impacts majeurs sur les pratiques humaines.

L'ensemble des élèves de seconde bénéficieront de cet enseignement obligatoire d'1h30 et à ce titre les enseignants SII pourront aborder des thématiques du programme via des supports de SI qui pourront susciter l'intérêt et motiver les élèves à une orientation potentielle vers les SI ou les STI2D. Il y aurait ainsi également une complémentarité avec les enseignements optionnels.

Pour l'heure le besoin identifié au niveau national est de 9000 professeurs à former pour les 17724 divisions de 2nde GT actuelles. Pour ce qui concerne la formation, les moyens devraient être versés aux académies pour assurer cette formation qui commencerait au retour des vacances d'hiver 2019. Les professeurs qui interviendront en SNT seront formés en académie, quelle que soit l'origine disciplinaire. Le besoin académique avoisine les 250 professeurs.

La question générale à se poser pour répondre aux exigences de la formation à dispenser en SNT est : "Pourquoi et en quoi l'informatique va changer le quotidien et non plus comment l'informatique va changer le quotidien." L'enseignement au travers du programme est organisé autour de sept thèmes, qu'il est impératif de traiter :

- internet ;
- le Web ;
- les réseaux sociaux ;
- les données structurées et leur traitement ;
- localisation, cartographie et mobilité ;
- informatique embarquée et objets connectés ;
- la photographie numérique.

L'Intelligence artificielle a été supprimé des projets de programmes initiaux.

L'architecture donnée au programme pour chacune de ces thématiques est déclinée de la même manière (introduction, repères historiques, ...). Cet enseignement s'appuiera sur l'universalité de **quatre concepts fondamentaux** :

- les **données**, qui représentent sous une forme numérique unifiée des **informations** ;
- les **algorithmes** ;
- les **langages**, qui permettent de traduire les algorithmes abstraits en **programmes** ;
- les **machines**, et leurs systèmes d'exploitation. On y inclut les **objets connectés** et les **réseaux**.

À ces concepts s'ajoute un élément transversal : les **interfaces**.

3.2.2 Quels enseignants ? : extrait d'une note d'information DEGESCO du 29 janvier 2019

La réforme du lycée propose à la fois des enseignements communs et des enseignements de spécialité, dans une modalité nouvelle d'enseignement pluridisciplinaire.

Les programmes du lycée apportent des indications sur le type d'enseignants devant intervenir dans le cadre de ces enseignements. Une souplesse d'organisation interne à l'établissement est maintenue, de manière à tenir compte des ressources humaines de l'établissement et des effets attendus du plan national de formation dans les nouveaux enseignements.

L'établissement a la responsabilité de la construction des services des professeurs pour garantir la délivrance des enseignements dans le respect des programmes. Il a aussi la responsabilité de l'organisation pédagogique de leur intervention dans le cadre du projet de l'établissement. Quand l'établissement choisit que plusieurs professeurs interviennent dans le cadre d'un même programme d'enseignement, il s'assure de la cohésion de l'équipe pédagogique. En effet, les enseignements faisant appel à des enseignants relevant de disciplines différentes supposent qu'ils construisent ensemble, en fonction du partage horaire qui aura été préalablement défini, leurs modalités de travail et de progression dans le programme qu'ils dispensent. Cette concertation régulière doit en particulier permettre de retenir les modalités d'évaluation des élèves. Les enseignants bénéficient, dans leur réflexion commune, de l'appui collectif des corps d'inspection concernés.

Enseignement de seconde en 2019

Sciences numériques et technologie (1h30 hebdomadaire) : organisation relevant de l'établissement.

Une formation de formateurs est prévue au plan national de formation.

Une formation est prévue pour les enseignants dans le cadre des plans académiques de formation.

Peuvent intervenir :

- des enseignants dispensant actuellement l'option d'ICN ;
- des enseignants de mathématiques ;
- des enseignants de physique-chimie ou de SVT ;

- des enseignants en charge de certains enseignements technologiques (le programme indique : « L'enseignement de sciences numériques et technologie en classe de seconde a pour objet de permettre d'appréhender les principaux concepts des sciences numériques, mais également de **permettre aux élèves, à partir d'un objet technologique, de comprendre le poids croissant du numérique et les enjeux qui en découlent.** ») ;
- des enseignants d'histoire-géographie ou de sciences économiques et sociales, ou encore de philosophie (le programme indique : « L'enseignement de sciences numériques et technologie aide à **mieux comprendre les enjeux scientifiques et sociétaux de la science informatique et de ses applications**, à adopter un usage réfléchi et raisonné des technologies numériques dans la vie quotidienne et à se préparer aux mutations présentes et à venir de tous les métiers ») ;
- des enseignants en charge de certains enseignements artistiques (par ex. pour le thème du programme : « **La photographie numérique** »).

3.2.3 Organisation de l'enseignement

Les architectures de morcèlement qui permettraient à un professeur de ne traiter qu'un ou plusieurs thèmes, alors qu'un autre en traiterait d'autres en fonction de leurs appétences respectives ne sont pas recommandés par l'Inspection Générale de Mathématiques qui gère ce dossier au niveau national.

L'IGEN préconise que l'enseignement d'1h30 devrait être pris en charge par un seul professeur, et qu'un professeur prenne en charge deux divisions. Il n'y a aucune contrainte disciplinaire d'origine pour identifier les professeurs pouvant assurer cet enseignement, mais on peut penser aux disciplines scientifiques : STI, physique-chimie, maths, SVT ; aux disciplines d'éco-gestion et aux actuels professeurs ICN, mais aussi potentiellement tous les autres. **Un point de vigilance concernera le tropisme lié à la discipline d'origine qu'il sera nécessaire de freiner potentiellement.**

Les établissements sont autonomes pour décider si cela se fait en effectif réduit ou pas. Il en est de même pour les équipements (1 poste par élève). Un risque important subsiste est qu'il y ait un enseignement en classe entière, sans machine par moment. Une possibilité serait d'utiliser le BYOD (téléphone portable des élèves).

L'enseignement des SNT n'a pas pour objectif d'alimenter la spécialité NSI. La plateforme PIX peut aider à la certification des élèves, mais la certification délivrée par PIX ne correspond pas pleinement à l'enseignement des SNT. Une partie seulement des compétences développées par les élèves en SNT peuvent faire l'objet d'une validation sur la plateforme PIX.

A terme, tous les lycées de la région Grand Est seront dotés du même équipement en termes de réseau wifi et de montée en débit. Tous les lycées peuvent alors entrer dans le dispositif "Lycée 4.0" - a minima pour les élèves de seconde voire pour l'ensemble des niveaux, en fonction des décisions prises dans les conseils d'administrations des établissements.

3.2.4 Contenus

SNT est un enseignement de culture générale qui s'adresse à tous les élèves, quel que soit leur parcours ultérieur. Il ne doit pas être présenté comme un enseignement centré sur les techniques, des normes, des détails, mais sur des concepts pour expliquer un monde numérique. Aucune norme n'est au programme. La place de la programmation est modulable selon la disponibilité des équipements et des compétences. Un des objectifs est d'éclairer les élèves sur les usages informatiques et numériques. Il s'agira de mieux comprendre les enjeux scientifiques et sociétaux de la science informatique et de ses applications et à adopter un usage réfléchi et raisonné des technologies numériques.

S'il y a des exercices de programmation qui sont proposés le langage utilisé devra être Python, également utilisé en Mathématiques et en Sciences Physiques. Il peut y avoir de la programmation pour éclairer tel ou tel point du programme. Mais la programmation n'est pas la majorité du programme. Selon la disponibilité des machines il serait opportun de passer les premières séances à découvrir la programmation en Python, en s'appuyant sur ce qui a été fait en collège mais en se coordonnant avec les mathématiques, dont le programme fait une part en algorithmique et programmation.

Les propositions d'activités du programme ne sont ni exhaustives, ni impératives. Les 7 thèmes sont par contre eux impératifs, et non à la carte. Mais la place de la création individuelle des élèves sera bien réduite par rapport à ICN. La rédaction des 7 thèmes suit le même schéma :

- introduction sur éléments de culture scientifique et technologique (repères historiques, explication des concepts, impact sur les pratiques humaines) ;
- tableau de contenus/capacités attendues ;
- liste ni exhaustive, ni impérative d'exemples d'activités pouvant être conduites avec les élèves.

3.2.5 Plan de formation

3.2.5.1 ... national

8 professeurs ont été informés, formés au niveau national sur 3 journées. Outre la formation ils ont participé à l'élaboration de ressources pédagogiques. Toutes les disciplines étant concerné par cet enseignement ce sont 2 enseignants de SII, 2 de sciences physiques, 2 de mathématiques et 2 d'économie-gestion qui ses sont rendus à ces journées. Ces 8 enseignants vont former une dizaine d'autres professeurs (le 20 mars en présentiel ainsi qu'à des sessions distancielles) pour devenir le vivier académique des formateurs.

3.2.5.2 ... académique

Sur la base du nombre de divisions présentes à la rentrée 2018 en respectant la préconisation de l'inspection générale de prise en charge de 2 divisions par 1 professeur, environ 250 professeurs interviendront à la rentrée 2019 en SNT. Ces enseignants seront formés par les formateurs académiques sur 6 lieux distincts au niveau académique à une des 3 dates suivantes : 13, 14 ou 15 mai. En plus de ces journées de formation présentielles un parcours Magistère (<https://magistere.education.fr/dgesco/course/view.php?id=1538§ion=12>) est mis en place, ainsi qu'une Helpline et un MOOC.

3.3 Enseignements optionnels

3.3.1 Généralités

Les élèves auront la possibilité de choisir 1, 2 ou aucun enseignement optionnel. Si 2 enseignements optionnels sont choisis, ce sera forcément 1 enseignement optionnel général et 1 enseignement optionnel technologique. Deux enseignements optionnels technologiques ou deux enseignements optionnels général ne peuvent pas être choisis. Les horaires alloués à ces enseignements sont spécifiques.

Pour ce qui concerne la carte académique des enseignements optionnels technologiques SI et CIT (1h30) elle a été construite suivant deux critères :

- implantation de l'enseignement optionnel SI, si présence dans l'établissement de l'enseignement de spécialité SI.
- implantation de l'enseignement optionnel CIT, si présence dans l'établissement de l'enseignement de spécialité STI2D.

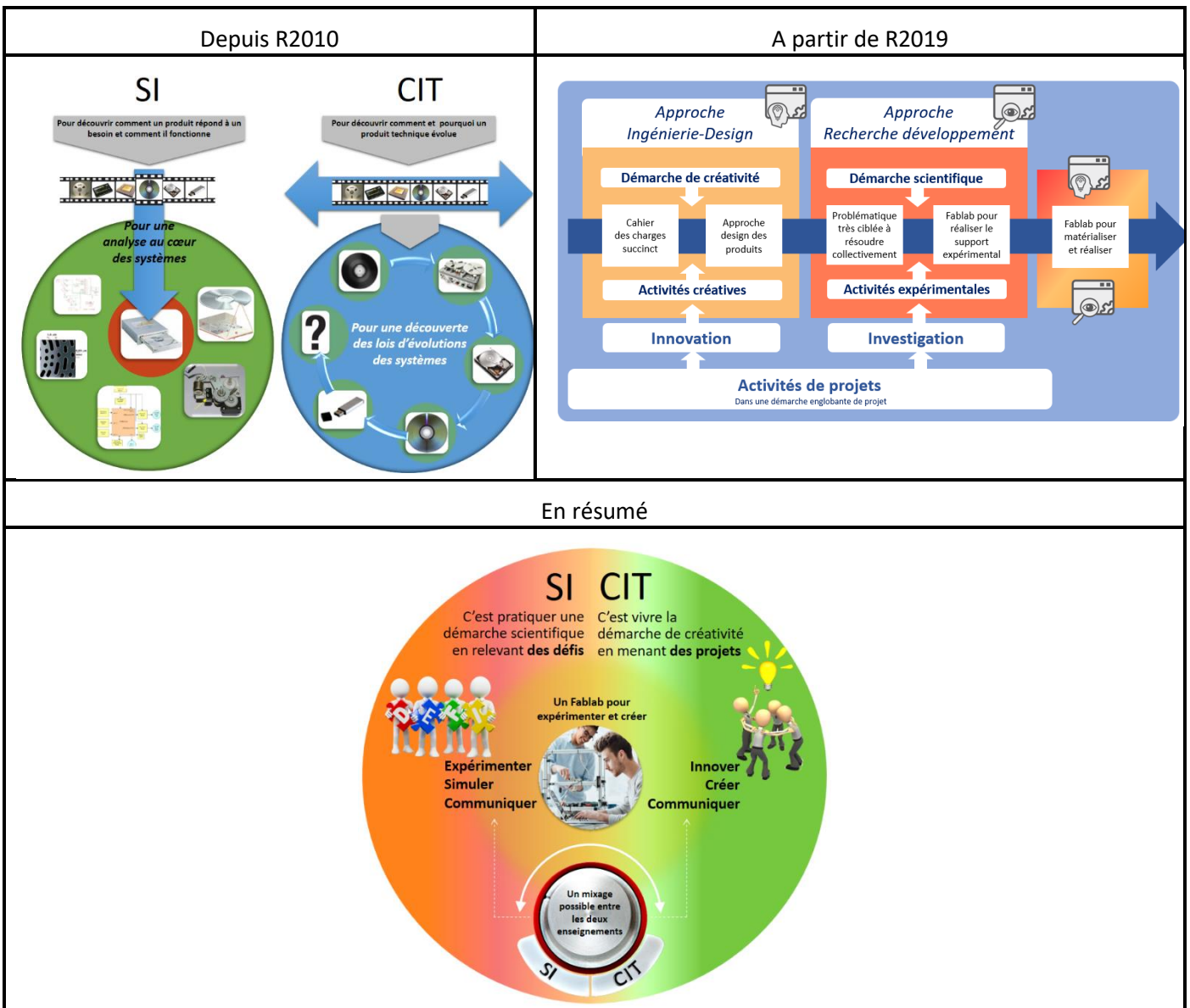
Pour les établissements proposant les deux enseignements de spécialités SI et STI2D, les deux sont proposés (en très grande majorité).

3.3.2 Carte académique SI-CIT

NORD-SUD	Enseignement de spécialités SI		Enseignements optionnels	
	PATRONYME	VILLE	SI	CIT
SUD	Jean-Jacques Henner	ALTKIRCH	X	
NORD	Marc Bloch	BISCHHEIM	X	X
SUD	Blaise Pascal	COLMAR	X	X
SUD	Saint André (P)	COLMAR	?	?
SUD	Théodore Deck	GUEBWILLER	X	X
NORD	Alphonse Heinrich	HAGUENAU	X	X
NORD	Le Corbusier	ILLKIRCH GRAFFENSTADEN		
SUD	Don Bosco (P)	LANDSER	?	?
NORD	Louis Marchal	MOLSHEIM	X	X
SUD	Louis Armand	MULHOUSE	X	X
SUD	Laurent de Lavoisier	MULHOUSE	X	
NORD	Freppel	OBERNAI	X	
SUD	Jean Mermoz	SAINT - LOUIS	X	X
NORD	Georges Imbert	SARRE-UNION	X	

NORD	Haut Barr	SAVERNE	X	X
SUD	JB Schwilgué	SELESTAT	X	X
NORD	Kléber	STRASBOURG	X	
NORD	Notre Dame (P)	STRASBOURG	?	?
NORD	Louis Couffignal	STRASBOURG	X	X
NORD	Marcel Rudloff	STRASBOURG	X	X
NORD	Stanislas	WISSEMBOURG	X	X

3.3.3 Contenus



L'écriture des programmes s'est opérée de façon complémentaire pour que les enseignements puissent être enseignés indépendamment de l'affichage SI ou CIT. Les modalités de fonctionnement de ces enseignements au regard des objectifs peuvent aisément s'opérer sous la forme d'un club, tel que les clubs de robotique : présents dans les collèges et dans certains lycées. L'enjeu de ces enseignements optionnels est de **susciter l'intérêt** et donner l'envie aux élèves de choisir les enseignements de spécialités : STI2D et SI.

Les programmes ne font pas état de connaissances spécifiques, mais uniquement de notions. Il n'y a pas d'attendus décrits et l'évaluation passera du coup par une évaluation des travaux effectués par les élèves.

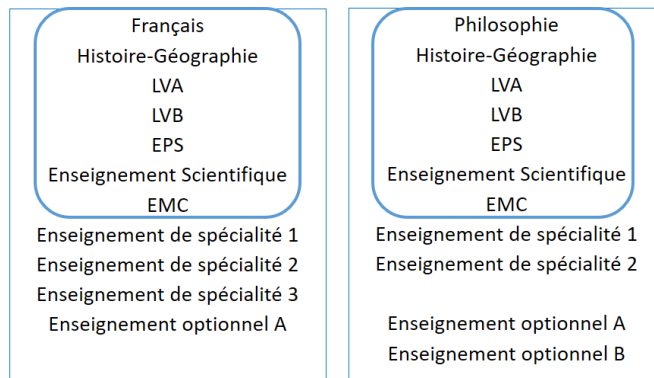
Les produits ne sont pas au centre des activités pédagogiques mais plutôt les démarches expérimentales qui vont permettre de les créer. Un FABLAB permettra d'initier les élèves à ces démarches de créativité, de conception et

de réalisation. Cet espace de travail collaboratif ouvert à tous les élèves permettra de passer rapidement d'une phase créatrice à une phase de prototypage permettant de valider ou non les choix.

Les modalités de service associées à cet enseignement diffèrent peu des enseignements d'explorations actuels. La difficulté résidant dans le fait d'attirer les jeunes vers cet enseignement qui est optionnel.

4. Cycle terminal

4.1 Organisation générale



Les moyens horaires principaux alloués à chaque division sont définis dans l'arrêté du 16 juillet 2018, à savoir :

- tronc commun 15h30 en 1^{ère}, 15h en Terminale ;
- enseignements optionnels :
 - 3h en classe de première pour 1 enseignement optionnel ;
 - 3h en classe de terminale pour chacun des enseignements optionnels ;
- enseignements de spécialités :
 - 4h en classe de première par enseignement ;
 - 6h en classe de terminale par enseignement.

A ces horaires est alloué une enveloppe de moyens complémentaires utilisable par l'établissement, dans le cadre de son autonomie pédagogique.

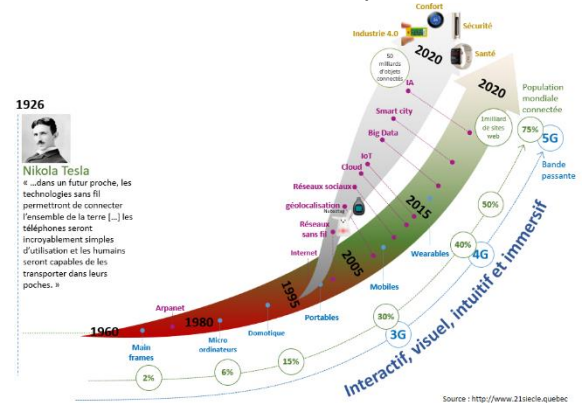
Enveloppe complémentaire de 8h par semaine et par division :

- Accompagnement personnalisé dont l'accompagnement au choix de l'orientation (54 h)
- Heures de vie de classe
- Groupes à effectif réduits
- Enseignements optionnels

4.2 L'enseignement de spécialité : Sciences de l'Ingénieur

La réforme de l'enseignement de spécialité SI s'inscrit dans le cadre global de la réforme du bac et du lycée. En STI2D l'approche des objets est interne ; par les solutions constructives. En SI on s'occupe des performances, notamment des relations entre les entrées et les sorties. Ainsi le support doit être observé comme un phénomène. Pour autant, l'enjeu fort reste d'affirmer la démarche scientifique de l'enseignement de sciences de l'ingénieur dans la voie générale du lycée.

Il est nécessaire de prendre en compte l'évolution des sciences de l'ingénieur, par la modification du rapport à l'objet, à l'environnement et au vivant. Cette modification se traduit par une généralisation des objets connectés.



Plusieurs enjeux demeurent pour l'enseignement de spécialité SI dans la réforme du lycée :

- créer l'appétence des jeunes pour les Sciences de l'ingénieur, à travers les enseignements de SI-CIT et de SNT en classe de seconde,
- pérenniser pour la terminale le choix des jeunes qui ont choisis SI en 1^{ère} comme enseignement de spécialités,
- faire prendre sa place au programme dans la continuité des enseignements de technologie collège, 2nde SNT (et option SI), cycle terminal et CPGE pour faire réussir les élèves en universités et en écoles d'ingénieurs.

L'écriture du programme des Sciences de l'ingénieur pour le cycle terminal du lycée général intègre les contraintes suivantes :

- l'évolution du volume horaire : 15 heures actuellement, 10 heures pour le nouveau cycle ;
- positionner le programme en cohérence avec les contenus scientifiques de physique et de mathématiques, dans un continuum d'enseignement du collège et de la seconde vers les études supérieures ;
- l'intégration dans les Sciences de l'ingénieur des fortes évolutions générées par le développement des sciences et technologies du numérique ;
- l'affirmation de la démarche scientifique de l'enseignement des Sciences de l'ingénieur dans la voie générale du lycée ;
- l'inscription dans les enseignements d'un projet scientifique interdisciplinaire, support possible du grand oral terminal.

La réduction du volume horaire et la densification des notions inscrites aux programmes impliquent une organisation stricte sur le cycle de formation. Les valences (mécanique et électrique) sont difficilement compatibles avec le nouveau programme. Les enseignants devront aborder toutes les notions du programme même celles ne correspondant pas à leur valence d'origine. En cela des compléments de formation seront nécessaires. Les organisations initiales d'un professeur à sensibilité mécanique et un professeur à sensibilité électrique devient difficile à mettre en œuvre pour intervenir sur une division et répondre aux exigences de la formation.

4.2.1 La contribution des STEM

Cet enseignement de spécialité est un enseignement scientifique ambitieux pour préparer à l'enseignement supérieur. La contribution des STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) permet une appropriation des concepts scientifiques et technologiques par l'interdisciplinarité.

L'enseignement de Sciences de l'ingénieur intègre des contenus propres aux sciences physiques. De plus, en classe terminale, les élèves ayant choisi l'enseignement de spécialité sciences de l'ingénieur bénéficient de deux heures de sciences physiques enseignées par un professeur de physique-chimie. Ces deux heures sont dédiées aux aspects fondamentaux de sciences physiques.

4.2.2 Contenus

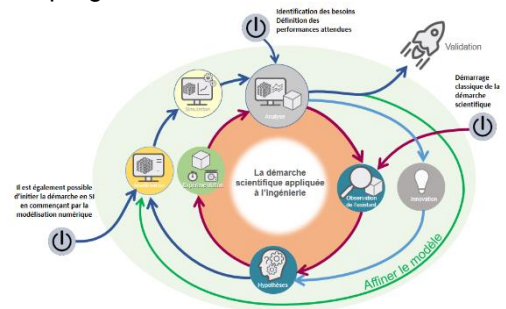
Le programme est ambitieux pour un nombre d'heures restreint. Pour aider à la mise en place du programme et assurer sa faisabilité, il sera donc nécessaire de densifier les enseignements, tout en adaptant la pédagogie :

- par les activités expérimentales qui doivent être recentrées sur l'objectif pour être plus efficace. Pour ce faire il faut recentrer les activités sur des objectifs faciles à identifier pour les élèves qui ne nécessitent pas

forcément des temps longs de formation et sortir du schéma 1 séance = 1 activité et accepter plusieurs activités par séance (simulation, expérimentation, communication et synthèse) ;

- par l'incitation des élèves à intensifier les phases de travail personnel ;
- par une sensibilisation accrue des collègues professeurs sur la place de ce programme en continuité avec les contenus du programme de technologie de collège et du programme de SNT de seconde.

La démarche scientifique reste bien au service de la production in fine de produit et passe par une analyse du besoin pour définir et valider les performances attendues. Ces différentes phases s'opèrent sur l'existant, mais la différence du nouveau programme concerne **l'innovation**. Les innovations des produits doivent être prises en compte et engendrent une remise en cause des hypothèses initiales.



Trois grandes thématiques sont proposées pour contextualiser l'enseignement :

Les territoires et les produits intelligents, la mobilité des personnes et des biens :

- les structures et les enveloppes ;
- les réseaux de communication et d'énergie ;
- les objets connectés, l'internet des objets ;
- les mobilités des personnes et des biens.

L'Humain assisté, réparé, augmenté :

- les produits d'assistance pour la santé et la sécurité ;
- l'aide et la compensation du handicap ;
- l'augmentation des performances du corps humain.

Le design responsable et le prototypage de produits innovants :

- l'ingénierie design de produits innovants ;
- le prototypage d'une solution imaginée en réalité matérielle ou virtuelle ;
- les applications numériques nomades.

4.2.3 Principales évolutions du programme

- les approches d'analyse SADT sont remplacées par un outil d'ingénierie système plus généraliste et compatible avec un environnement numérique SysML (Système Modeling Language) ;
- les outils de description des systèmes à événements discrets évoluent vers les graphes d'états, compatibles avec un environnement numérique ;
- la chaîne d'énergie est complétée par la chaîne de puissance présentée à partir de la notion de grandeurs de flux et d'effort ;
- l'étude des systèmes asservis est renforcée ;
- la modélisation des matériaux est très allégée ;
- l'approche mécatronique évolue en intégrant les structures et ouvrages.

Les contenus sur les systèmes numériques sont renforcés avec de nouvelles notions sur :

- les réseaux de communication ;
- un langage de programmation (langage python) ;
- l'internet des objets ;
- des éléments liés à l'Intelligence artificielle ;
- les notions sur la modulation et la démodulation des signaux ;
- la modélisation des systèmes est renforcée par l'approche multiphysique.

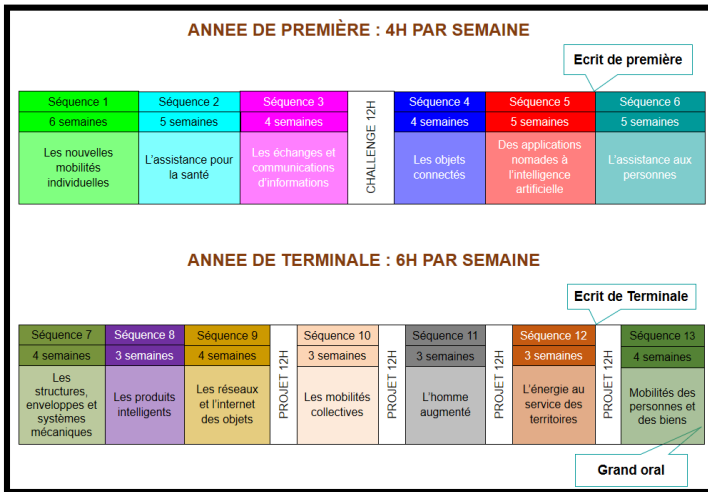
4.2.4 Exemple de progression pédagogique

Pour la réussite des élèves, il est nécessaire de circonscrire les activités et de rendre explicite l'intérêt des activités. Pour ce faire, le professeur doit planifier et structurer ses objectifs afin d'assurer la progressivité des apprentissages chez les jeunes. La conceptualisation des éléments de connaissances théoriques, enjeu fort des apprentissages, doit être orientée et ciblée pour que les élèves en cernent les enjeux.

La répartition horaire et l'organisation temporelle de la formation est de la responsabilité des établissements dans un contexte de pleine autonomie. L'exemple proposé se positionne sur une répartition probable des heures entre les heures classe entière et celles à effectif réduit. L'objectif de cet exemple est de montrer la faisabilité du programme dans le temps imparti. La projection sur le cycle du programme des Sciences de l'ingénieur a été élaborée avec les horaires réglementaires découpés de la manière suivante :

- 50% des heures hebdomadaires en classe entière ;
- 50% des heures hebdomadaires en groupes à effectifs réduits.

Cette proposition découpée en séquences n'a pas du tout vocation à être modélisante, mais simplement à montrer un exemple de ce qu'il est possible de faire pour répondre aux attentes des contenus du programme.



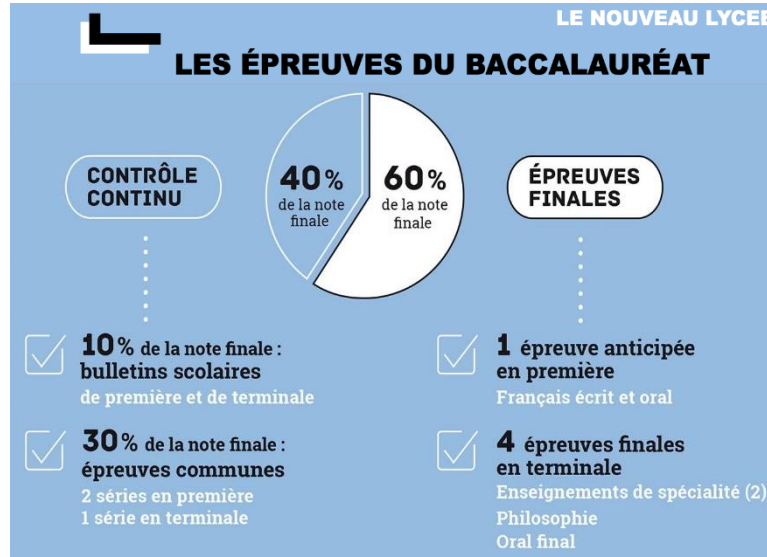
Organisation sur le cycle



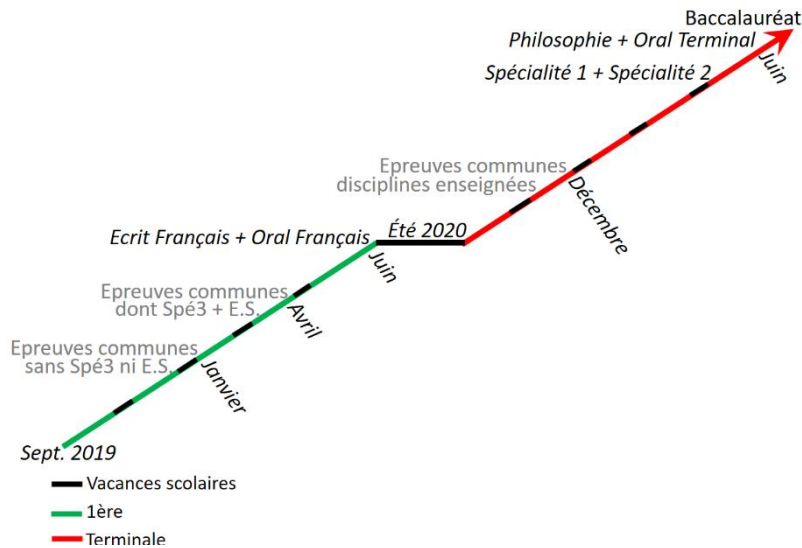
Organisation pédagogique de la séquence 1

NB : Plusieurs disciplines scientifiques sur le cycle terminal qui mènent au baccalauréat vont permettre aux élèves d'intégrer dans de bonnes conditions les CPG. En 1^{ère} un élève bénéficiera de l'enseignement scientifique du tronc commun et pourra par exemple prendre en enseignement de spécialités : mathématiques, NSI, Sciences de l'ingénieur. En terminale si par exemple la NSI est abandonnée, l'élève bénéficiera toujours des mathématiques et des sciences de l'ingénieur auxquels seront ajoutés 2h de physique, et dans ce cas il pourra également bénéficier de l'enseignement optionnel de mathématiques expertes.

4.2.5 Les épreuves du baccalauréat

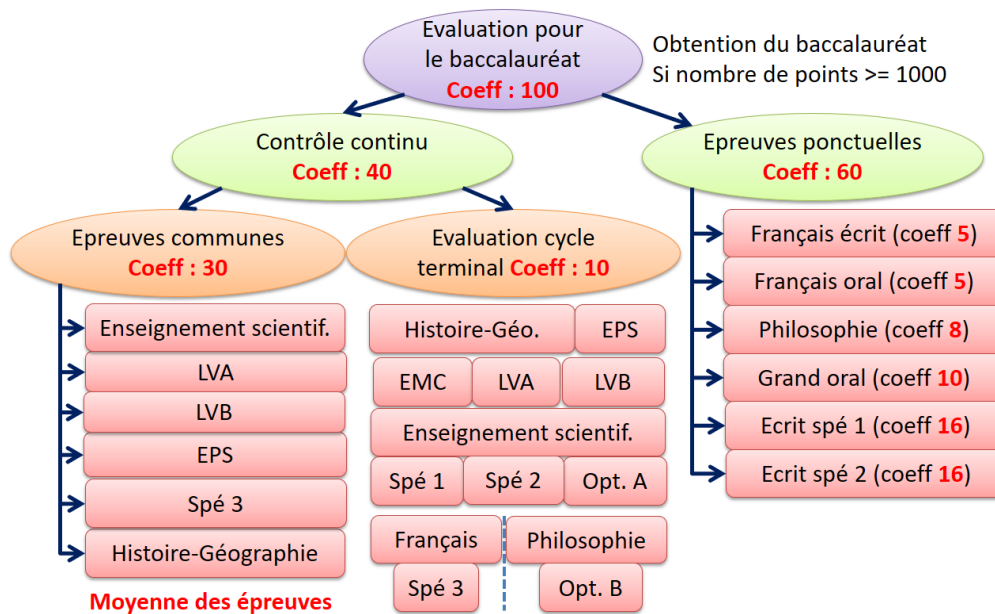


4.2.6 Déroulé des épreuves du baccalauréat



4.3 Evaluation du nouveau baccalauréat

4.3.1 Poids des épreuves



4.3.2 Epreuve de spécialité SI non poursuivie en terminale

4.3.2.1 Généralités

Cette épreuve s'adresse aux élèves qui ne choisiront pas les sciences de l'ingénieur parmi les spécialités de la classe Terminale. Pour cette épreuve commune de contrôle continu, les choix suivants ont été opérés :

- épreuve écrite de deux heures ;
- un produit unique sert au questionnement ;
- deux exercices d'égale durée, de difficulté et d'attribution de 10 points pour former une note sur 20.

Le **premier exercice** s'intéresse à l'étude d'une **performance du produit**. Les candidats doivent mobiliser leurs compétences et les savoirs associés pour **qualifier et/ou quantifier cette performance**, à partir de l'analyse, de la modélisation de tout ou partie du produit ou de relevés expérimentaux.

Le **second exercice** portera sur la **commande du fonctionnement** d'un produit ou la **modification de son comportement** ; l'étude s'appuiera sur l'algorithmie et de la programmation, à partir de ressources fournies au candidat qu'il devra exploiter, compléter ou modifier.

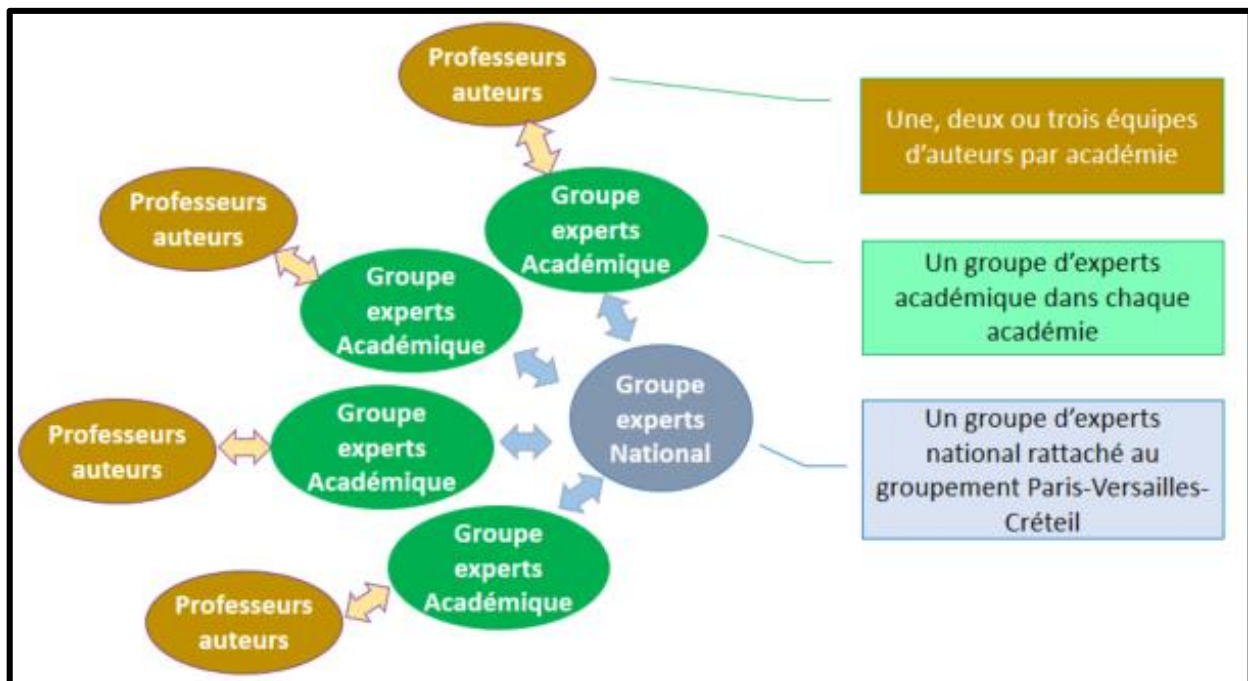
4.3.2.2 Banque nationale

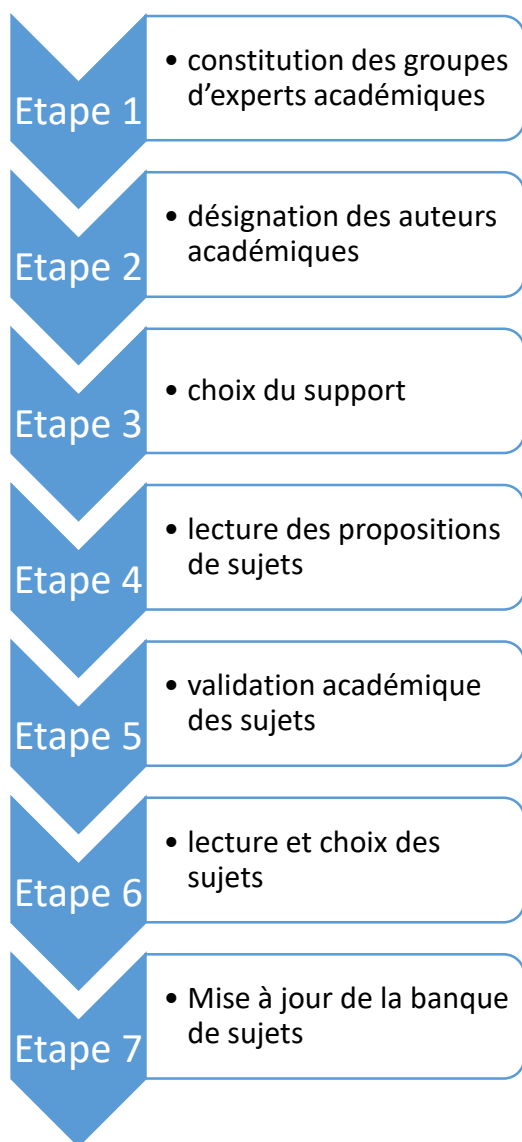
Une banque nationale **publique** d'environ 80 sujets sera constituée à partir de 20 supports différents. **Chaque support** permettra de développer **deux exercices liés à l'étude d'une performance** et **deux exercices liés à la commande** et au contrôle du comportement d'un produit. Chaque produit permettra donc de produire quatre sujets d'écrit.

À terme une banque d'environ 150 sujets sera constituée... progressivement. Chaque académie contribuera à la banque nationale de façon pondérée à ses effectifs. Pour l'heure deux établissements de l'académie de Strasbourg seront sollicités. Cette banque sera renouvelée en partie tous les ans. Les académies du SIEC, Paris-Créteil-Versailles seront en charge de la construction et du maintien de la banque.

4.3.2.3 Protocole d'élaboration des sujets E3C (Epreuves Commune du Contrôle Continu)

L'organisation générale ci-dessous permet d'identifier les différents acteurs qui seront mobilisés pour la réalisation de ces sujets. Les étapes avec l'échéancier sont proposés ci-après :





Etape 1 : constitution des groupes d'experts académiques : **AVRIL 2019**

Un groupe d'experts est constitué dans chaque académie, au niveau de l'académie de Strasbourg il est piloté par Daniel GLAISER. Ce groupe est composé (en plus de l'IA-IPR STI), de plusieurs professeurs intervenants (en cours de nomination) dans le cycle terminal de Sciences de l'Ingénieur et éventuellement d'un professeur de CPGE SII (en cours de nomination également).

Etape 2 : désignation des auteurs académiques : **AVRIL 2019**

L'IA-IPR désigne les équipes de professeurs auteurs des sujets.

Etape 3 : choix du support : **JUIN 2019**

Suite à leur désignation, les professeurs auteurs choisissent le support. La validation des supports va s'opérer à distance par l'IA-IPR début du mois de juin.

Etape 4 : lecture des propositions de sujets : **MI NOVEMBRE 2019**

Les auteurs rédigent puis proposent leurs sujets au groupe d'experts académiques qui seront réunis en présentiel. Les sujets comprendront 2 exercices liés à la commande et au contrôle du comportement d'un produit et 2 exercices liés à sa performance.

Etape 5 : validation académique des sujets : **MI DECEMBRE 2019**

Le groupe d'experts académiques relit les sujets, propose d'éventuelles corrections aux auteurs et valide les sujets qui seront transmis au groupe d'experts national.

Etape 6 : validation académique des sujets : **JANVIER 2020**

Le groupe national lit et choisit les sujets.

Etape 7 : mise à jour de la banque de sujets : **MI DECEMBRE 2019**

Le groupe national dépose les sujets dans la banque nationale et « nettoie » la banque de la session N-1.

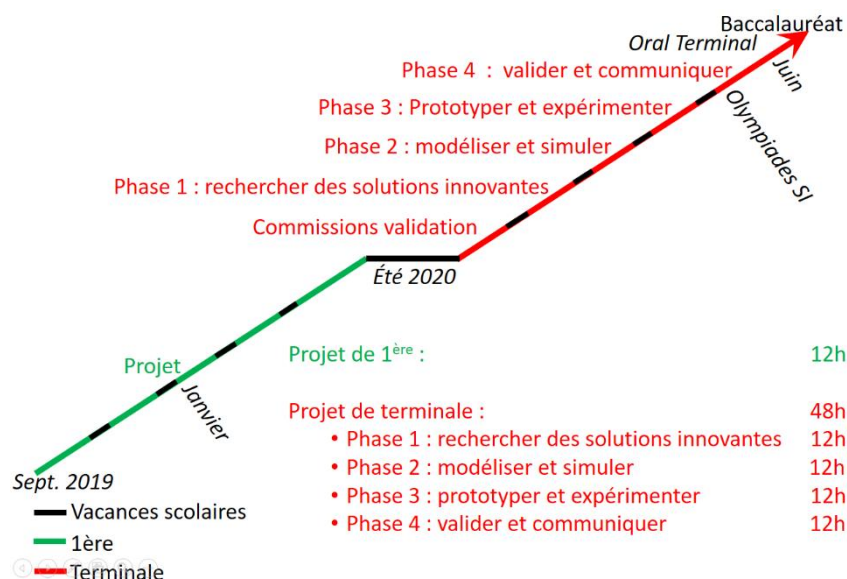
4.3.3 Epreuve de spécialité SI en classe de terminale

A VENIR

4.3.4 Grand Oral

A VENIR

4.4 Projets



Le projet doit permettre de développer une posture réflexive chez l'élève, l'intérêt n'étant pas tant le produit final mais les chemins empruntés dans le processus d'apprentissage. Doter les élèves d'outils (théoriques, pratiques, méthodologiques, ...), transposables et mobilisables dans d'autres situations, doit être une préoccupation quotidienne pour tout un chacun.

Un projet orchestrant des temps de travail, tantôt individuels tantôt collectifs, est un levier permettant de structurer, d'organiser la formation, ... en réunissant les conditions de réussite pour tous les élèves, pour chaque élève. Plusieurs éléments dans la réalisation d'un projet doivent toutefois faire l'objet d'une attention particulière :

- l'évaluation : une évaluation qui stimule, ne décourage pas, est un élément déterminant pour la réussite de chacun. Nous savons que la notation engendre des logiques de comparaison et de classement entre élèves.
- le numérique : le numérique n'est pas une fin en soi mais un outil permettant le développement de compétences professionnelles. S'ils sont utilisés à bon escient, les usages numériques facilitent et démultiplient les effets des pratiques pédagogiques.
- la motivation : la motivation n'est pas nécessairement un préalable ; elle peut et doit être générée par des réussites progressives et régulières. Il est nécessaire de susciter l'intérêt, la curiosité, l'étonnement, l'envie d'agir

Le projet est une entreprise collective qui s'oriente vers une production concrète et induit un ensemble de tâches dans lesquelles tous les élèves peuvent s'impliquer et jouer un rôle actif. **Les projets doivent être axés sur des thématiques sociétales motivantes et intéressantes pour tout type d'élèves et qui modernisent la perception des SI.**

4.4.1 Projet de 1^{ère} (12h) : challenge ou défi

Les projets peuvent s'organiser sous la forme de challenge ou défi et le format raccourci du projet (12h) concourt à viser plusieurs objectifs :

- placer les élèves dans une dynamique avec la découverte de l'activité de projet tout en créant de l'émulation et une compétition entre les différentes équipes d'un établissement ;
- l'aspect attractif et ludique va permettre de donner de la visibilité aux SI dans le lycée et notamment auprès des 2^{nde} ;
- créer de l'appétence et inciter les élèves à choisir puis conserver la SI (véritable enjeu) ;
- la place du projet dans l'année scolaire est importante au regard du calendrier pour le choix des spécialités conservées pour la classe de terminale.

L'objectif premier du projet est de matérialiser tout ou partie d'une solution originale en suscitant l'intérêt pour maintenir les élèves en enseignement de spécialités SI en terminale. Le projet ne doit pas forcément être abouti mais restera démonstratif avant le choix de la spécialité de la classe de terminale. Pour répondre aux exigences du choix des enseignements de spécialités la place dans le calendrier de ce projet est essentielle ; et le mois de janvier paraît être la meilleure solution (=juste avant le choix des spécialités de terminale). Pour autant, les enseignants ont toute liberté de le placer à leur convenance dans leur progression.

A terme pour faciliter la mise en œuvre des projets une banque académique sera créée. Elle sera alimentée tous les ans par des projets élaborés par des enseignants de l'académie. Bien que non évalué ce projet concourt de façon pleine et entière à la validation des contenus du programme. Un sujet 0, clé en main défini au niveau national sera disponible et pourra être utilisé dès la rentrée 2019.

Il n'y aura pas de validation institutionnelle de ces projets lors de commissions de validations mais un regard sera porté sur les sujets qui alimenteront la banque académique.

4.4.2 Projet de Terminale (48h)

A VENIR

4.4.3 Cahier des charges

Un document qui réunit des informations ou préconisations à la mise en œuvre des **projets** de la classe de **première** et de **terminale** dans le cadre de l'enseignement de spécialité : **Sciences de l'Ingénieur** sera mis à disposition au plus tard à la rentrée prochaine. Chacun de ces deux projets poursuit des objectifs différents mais concourt à la formation des élèves et ainsi au développement de compétences.

5. Equipements

Un groupe de travail académique, composé principalement de DDFPT, se penche actuellement sur les équipements des laboratoires des sciences de l'ingénieur en lien avec les FABLAB. Les réflexions de ce groupe de travail serviront notamment au corps d'inspection lors du dialogue de gestion qu'il opérera avec la région Grand Est dans le cadre des projets d'équipements.

5.1 Laboratoire de SI

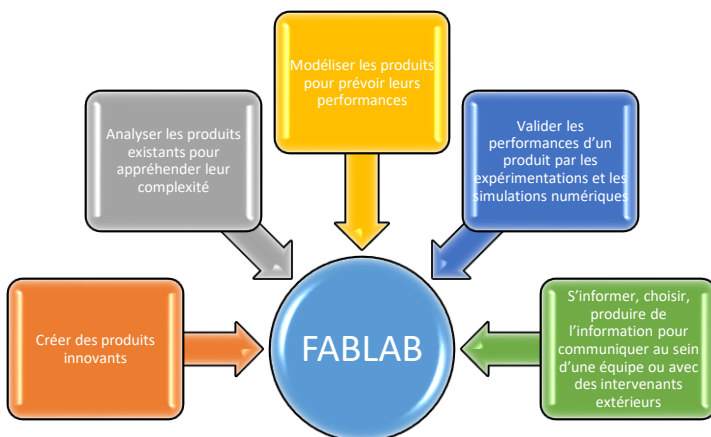
A VENIR

5.2 FABLAB

5.2.1 Généralités

Fablab : Contraction des mots « fabrication laboratory » (laboratoire de fabrication). Il est un espace partagé d'échanges, de recherche et de fabrication, doté d'outils numériques et technologiques.

La globalité des projets de 1^{ère} et Terminale repose sur les 5 parties du référentiel : **Innover, Analyser, Modéliser et résoudre, Expérimenter et simuler, Communiquer**. C'est pourquoi le Fablab doit répondre aux 5 impératifs : Analyser, Communiquer, Fabriquer, Mesurer, Modéliser



5.2.2 Préconisations

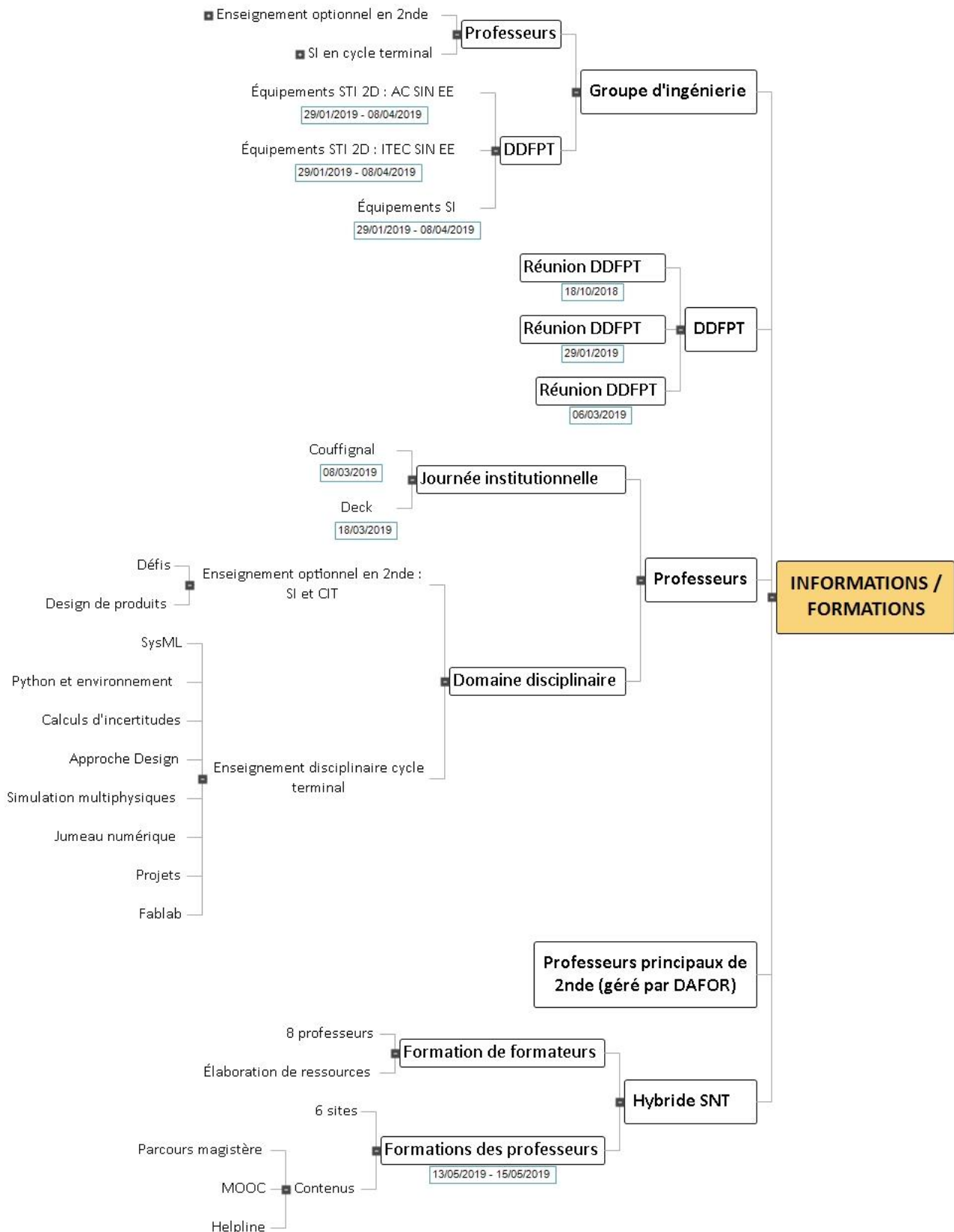
A VENIR

6. Plan de formation

6.1 Généralités

Les nouveautés intégrées dans le programme impliquent un plan de formation qui va s'inscrire dans la durée (plusieurs années), sous plusieurs formes (présentielle et distancielle) et avec des objectifs spécifiques.

Plusieurs temps sont mis en œuvre à destination de plusieurs acteurs : DDFPT, professeurs, professeurs principaux de 2^{nde}, ... Certains de ces temps de formation sont matérialisés ci-dessous :



6.2 Journée institutionnelle : 8 et 18 mars

La matinée de ces journées consacrées à un temps institutionnel a laissé place l'après-midi à des ateliers d'échanges de réflexion sur la mise en œuvre de la réforme au travers de 3 thématiques. Outre l'organisation de ces ateliers thématiques ci-dessous est repris la synthèse des réflexions menée par les enseignants.

6.2.1 Organisation des ateliers

6.2.1.1 ATELIER 1 : construction d'une progression de formation

Participants : 1 douzaine à chacune des journées

Questions proposées par le corps d'inspection STI (liste non exhaustive) :

- Quels sont les contraintes, les points de vigilance à prendre en compte pour définir une progression cohérente ?
- Comment intégrer les projets dans la progression ?
- Comment articuler les séances classe entière et les séances en groupe ?
- Comment articuler les items du nouveau programme par niveau ? (modules, ...)

6.2.1.2 ATELIER 2 : les équipements, fablab, laboratoires

Participants : 1 douzaine à chacune des journées

Questions proposées par le corps d'inspection STI (liste non exhaustive) :

- Quels sont les contraintes, les points de vigilance à prendre en compte pour mettre en place un Fablab ?
- Quels sont les manques avérés de matériels au regard du programme ?
- Quels sont les équipements devenus obsolètes ?

6.2.1.3 ATELIER 3 : le projet de 1^{ère}

Participants : 1 douzaine à chacune des journées

Questions proposées par le corps d'inspection STI (liste non exhaustive) :

- Quels sont les contraintes, les points de vigilance à prendre en compte pour définir et mettre en œuvre le projet en 1^{ère} ?
- Comment rechercher et définir des supports d'études ?
- Comment organiser ces projets dans l'établissement ?
- Combien de projets par classe ? par établissement ?
- Combien d'élèves par projets ?
- Comment valoriser ces projets au regard des enjeux ?
- Comment mutualiser les projets ?

6.2.2 Synthèse des ateliers

La synthèse des différents ateliers servira d'alimenter la réflexion académique sur les trois thématiques. Ces relevés ci-dessous ne sont qu'une étape de réflexion et ne sauraient être des éléments conclusifs du corps d'inspection.

6.2.2.1 ATELIER 1 : construction d'une progression de formation

A VENIR

6.2.2.2 ATELIER 2 : les équipements, fablab, laboratoires

- Généralités :
 - ouvert à tous ? NON ;
 - un élève ou groupes d'élèves peuvent-ils être seuls ? NON, si OUI, qui est responsable ?
 - le ou les fablab(s) doivent être proches du ou des labos ;
 - qui gère le fablab ? Un enseignant avec une décharge ou un agent ou ... ?
 - pour travailler sur certains équipements il faudrait que les intervenants soient habilités.
- Matériels classés par priorité :
 1. 2 imprimantes 3D par fablab ;
 2. 1 découpe laser ;
 3. centre d'usinage type Charly robot ;
 4. thermo-formeuse et thermo-plier ;
 5. scanner 3D ;
 6. appareils électroportatifs (mini perceuse, ...).

- **Appareils de mesures :**
 - multimètres ;
 - oscilloscopes ou cartes d'acquisitions ;
 - analyseur de trames ;
 - pinces ampère métrique ;
 - caméras type gopro ;
 - caméra thermique ;
 - irradiancemètre et luxmètre ;
 - système de prototypage électronique ;
 - capteurs de force, dynamomètre ;
 - ...
- **Logiciels :**
 - modeleur et simulateur 3D –Solidworks de préférence ;
 - simulation multiphysique : logiciels classés par préférence :
 1. Matlab ;
 2. Mapelsim ;
 3. Scilab si le produit est maintenu ;
 4. Open modelica si le produit est maintenu.
 - simulation électronique : logiciels classés par préférence :
 1. Proteus ;
 2. Multisim.
 - logiciel de programmation : python et autres ;
 - logiciel de traitement vidéo : la plupart sont gratuits.

6.2.2.3 ATELIER 3 : le projet de 1^{ère}

- **Objectifs du projet :**
 - mettre en pratique la démarche de projet et la démarche scientifique ;
 - travail en équipe et travail collaboratif.
- **Contraintes du projet :**
 - attention aux objectifs assignés au projet pour respecter le cadre réglementaire et les horaires associés ;
 - le projet doit s'appuyer sur la mise en œuvre d'une démarche scientifique mais en 12h il faut rester modeste ;
 - le projet doit être un support de formation au regard de sa position dans le calendrier si les préconisations de l'inspection générale sont respectées ;
 - attention à la stabilité de l'équipe pour assurer une cohérence d'une année sur l'autre.
- **Forme du projet :**
 - période de janvier fait consensus, même si la fin d'année par rapport aux connaissances acquises serait plus logique ? Mais les enjeux associés font consensus ;
 - défi à privilégier en proposant à une même classe, voir dans un même établissement, un défi sur la base d'un projet unique ;
 - défi inter établissement : à l'avenir mais cette année 4 établissements intéressés (Kleber, Nessel, Wissembourg, Bloch) ;
 - la répartition des tâches est réalisée par qui ?
 - la durée de 12h est un minimum réglementaire, mais il est possible de faire un projet de plus de 12h tout en restant dans l'ordre du raisonnable ;
 - les 12h implique un cadrage maximum ;
 - le projet doit-il être filé ou massé ? (fonction aussi des heures éventuelles de dédoublements) ;
 - le projet coupé par des vacances scolaires peut être bénéfique, car il sera poursuivi pendant les vacances en famille.
- **Contenus :**
 - rester modeste sur le cahier des charges au regard des 12h ;
 - ne demander à un élève de traiter qu'une seule variable dans le cadre de la démarche scientifique ;
 - possibilité de faire participer les élèves de seconde pour participer à l'évaluation des projets sur un critère donné (esthétisme par exemple) ;
 - cibler le développement durable, l'écoconception, l'amélioration des performances énergétiques ;
 - trouver une articulation du projet avec les contenus de formation, en fonction des acquis et des prérequis au projet. Les heures hebdomadaires en enseignement de spécialités peuvent être dévolues au projet ou des heures peuvent être consacrées à des apports de cours classiques (relatifs au projet ou non)
 - circonscrire les activités, mais l'important reste la démarche et pas tant le résultat ;
 - développer un projet en partant d'un existant fait consensus chez beaucoup d'enseignants ;

- chaque élève peut traiter une partie d'un projet conséquent.
- **Evaluation :**
 - comment évaluer le projet ? Par qui ? Sous quelle forme ?

NB : Sur ce dernier point il est rappelé que le projet n'est pas évalué dans le cadre d'une épreuve certificative du diplôme. Il reste un élément de formation mais qui peut être évalué et intégré dans le cadre du contrôle continu.

6.2.3 Mise à disposition des ressources

L'ensemble des ressources et documents utilisés, projetés, commentés, ... lors des journées de formation institutionnelles sur l'académie de Strasbourg seront disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.ac-strasbourg.fr/pedagogie/reformelycee/>

6.3 Journées de formation disciplinaire

Lors des journées institutionnelles des 8 et 18 mars, au regard des besoins des enseignants, les formations suivantes seront mises en œuvre, certaines dès cette année scolaire et d'autres l'année scolaire prochaine.

6.3.1 SysML

- *Objectifs :*
 - Appréhender le langage de description SysML ;
 - Connaître et mettre au point des diagrammes SysML simples au travers d'exemples, avec la prise en compte des diagrammes d'exigences, usecase, diagramme de blocs internes (chaines fonctionnelles), diagramme comportementaux ...
- *Architecture globale de la formation :*
 - nombre de journées : 1 jour ;
 - lieu de la formation : lycée Couffignal de STRASBOURG ;
 - date de la formation : **vendredi 3 mai 2019.**

6.3.2 Python et environnement

A VENIR

6.3.3 Calculs d'incertitudes

A VENIR

6.3.4 Approche Design

A VENIR

6.3.5 Simulations multiphysiques

A VENIR

6.3.6 Jumeau numérique

A VENIR

6.3.7 Projets

A VENIR

7. Ressources

A VENIR