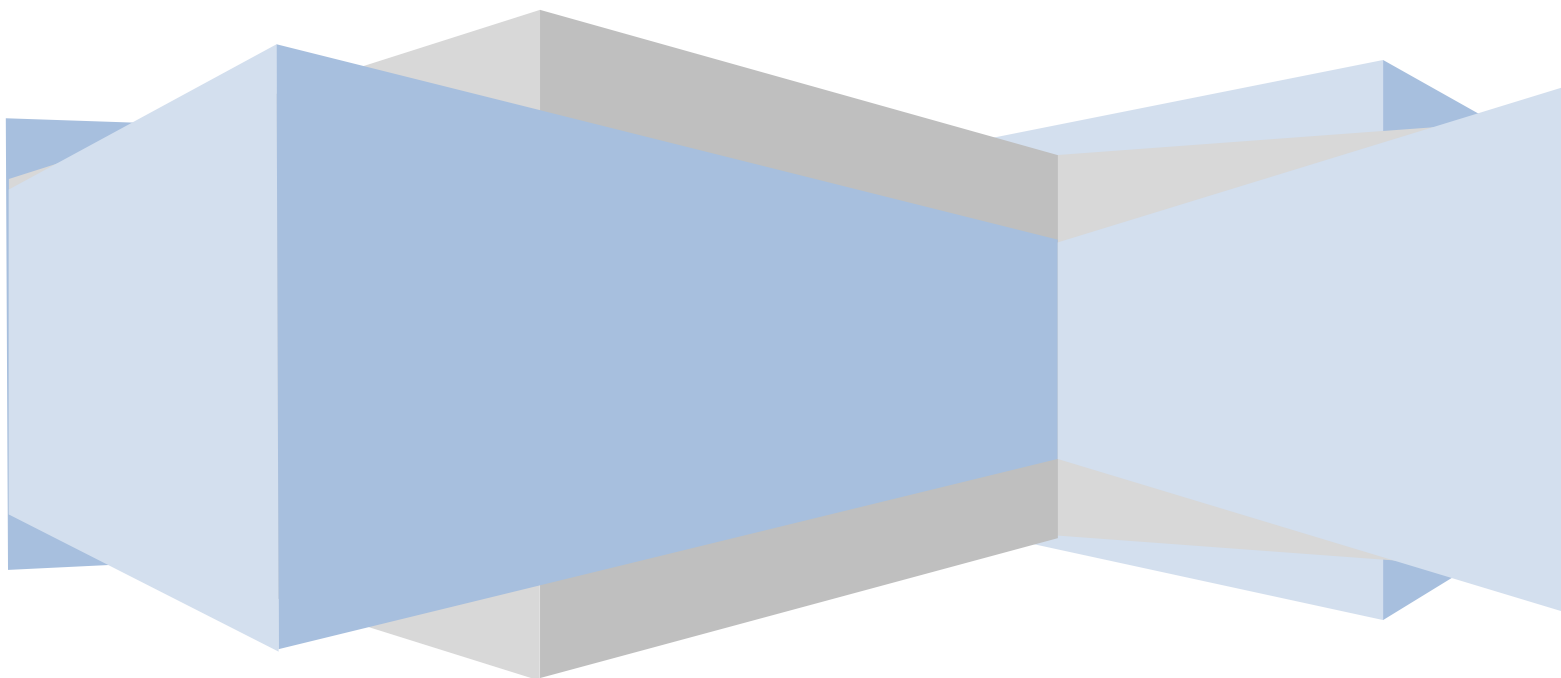


Académie de LYON



REFLEXION SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA CONSTRUCTION

Mai 2012



Sommaire

1. Démarche et objectifs du document de cadrage	4
2. Les objectifs et l'organisation pédagogique de la formation	5
2.1. Le contexte industriel.....	5
2.2. La contribution de la construction et de la mécanique à la formation des professionnels	5
2.3. Les compétences attendues dans les différentes formations professionnelles	6
3. Les centres d'intérêt en construction	8
3.1. Définition	8
3.2. Démarche.....	8
3.3. Les centres d'intérêt en construction	9
3.4. Les centres d'intérêt de construction.....	10
3.5. Un enseignement qui intègre la chaîne numérique.....	12
3.6. Apports des outils numériques dans la mise en œuvre de l'enseignement	13
4. Didactique propre à une séquence d'apprentissage	15
4.1. Séquence d'apprentissage : situation.....	15
4.2. Constitution d'un dossier en autonomie.....	16
4.3. Élaboration du parcours de formation.....	17
4.4. Le moment pour valider une compétence	18
5. Réflexion sur la disposition du laboratoire de construction.....	19
5.1. Proposition d'implantation	19
5.2. Définition matérielle d'un îlot :.....	21
5.3. Proposition de disposition de la salle de synthèse :	21
6. Réflexion sur l'aide personnalisée.....	23
6.1. Mise en place de l'aide personnalisée.....	23
6.2. Rôle de la construction mécanique dans l'aide personnalisée:	24
7. Place des horaires de communication technique et de construction dans les baccalauréats professionnels en 3 ans (<i>recommandations D. TARAUD I.G.E.N.</i>)	25
8. L'enseignement de la mécanique appliquée	29
8.1. La mécanique dans le parcours de formation du Bac Pro des différentes filières	29
8.2. Recommandations pédagogiques à prendre en compte:	29
8.3. Phases d'étude d'un problème de mécanique en bac pro.....	30
8.4. Didactique propre à une séquence d'apprentissage d'une compétence de mécanique	32

Ce document de réflexion a été élaboré par :

Daniel ROUGON	Inspecteur de l'éducation nationale
Dominique DUTRUGE	Chargé de mission d'Inspection
Calogero MINACORI	Professeur animateur construction mécanique
Jean Marc CELARIER	Professeur animateur construction Mécanique
Marc DEFANCE	Professeur construction Mécanique
Christophe CORNELOUP	Professeur construction Mécanique
Marc FORTUNATO	Professeur construction Mécanique
Olivier GENET	Professeur construction Mécanique
Valery MENEUR	Professeur construction Mécanique
Stéphane LE PAPE	Professeur construction Mécanique
Hervé WILSON	Professeur construction Mécanique
Xavier CRETON	Professeur construction Mécanique

1. Démarche et objectifs du document de cadrage

Cette réflexion a été conduite par le groupe de travail académique des professeurs de construction mécanique qui regroupait des référents de chaque métier. Ces référents métiers ont la charge d'assurer le lien avec les filières dans la définition des parcours de formation bac professionnel en trois ans. Le groupe piloté par D. ROUGON I.E.N. référent construction pour l'académie a élaboré ces repères au regard des pratiques de terrain, des directives nationales et des documents référents (D. TARAUD I.G.E.N. chargé du pilotage de la construction).

La mutation engagée dans la mise en œuvre de parcours de formation en trois ans et l'évolution de la didactique liée à l'utilisation des modeleurs volumiques justifiait cette démarche. Au fil du temps une distorsion s'est installée entre l'enseignement de la construction et l'enseignement de la réalisation accentué par des écarts importants dans l'organisation et l'équipement des salles de construction. Il s'avérait nécessaire de recentrer l'activité de ces deux enseignements dans la mise en œuvre du parcours de formation bac professionnel en 3 ans autour de la construction des compétences professionnelles des diplômés.

Cette réflexion sera proposée au groupe de pilotage pour validation des propositions qui porte sur :

- Les objectifs de la construction dans la mise en œuvre de la chaîne numérique ;
- La démarche d'enseignement de la construction ;
- Les centres d'intérêt tronc commun de la construction ;
- La proposition d'organisation des locaux.

Ces propositions validées définiront les stratégies académiques de mise en œuvre de l'enseignement du tronc commun de la construction sur l'académie.

Partant de ce référent les groupes de travail filière vont être mis en place au cours du second trimestre. Ces groupes travailleront à partir du référentiel et du repère pour la formation de la discipline et ont pour mission de définir les parcours de formation conduisant aux différents bacs professionnels en organisant leur enseignement à partir des supports métier propres à chaque filière.

Ce document présente donc un certain nombre de **propositions sous forme d'informations, de conseils techniques et pédagogiques** support de réflexion pour la définition des parcours de formation que chacun devra **définir de concert avec l'équipe de réalisation**. Son but est d'aider à une bonne implantation du site, dans une démarche réfléchie et dynamique et non de fixer un cadre rigide d'organisation et d'équipement des locaux. La distribution en centre d'intérêt qui y est présentée caractérise les évolutions en cours ou à venir. Ce document participe aux évolutions à mettre en œuvre, il sera réactualisé par le groupe au regard des évolutions et de la capitalisation des expériences conduites par les différentes équipes.

Evaluation des enseignants de construction :

Il nous a paru utile de lier ce travail au cadre de l'évaluation de l'équipe, afin que l'engagement de chacun puisse être reconnu et contribue à l'évolution de la qualité de la formation.

L'évaluation externe institutionnelle sera conduite sur la base du projet de formation présenté par l'équipe et se déroulera en quatre étapes :

1. Présentation par l'équipe et le chef de travaux du projet de formation et des principaux axes de travail retenus. Cette présentation s'appuie sur un document vidéo projeté,
2. Observation d'un ou plusieurs enseignants en situation et entretien d'évaluation individuel, consigné dans le rapport d'inspection noté.
3. Restitution et mise en perspective des observations sur la mise en œuvre du projet de formation à l'équipe d'enseignant et au chef de travaux au terme de la journée pour contractualisation.
4. Rapport de restitution et mise en perspective des observations sur la mise en œuvre du projet de formation à l'équipe de direction.

Cette pratique sera mise en œuvre conjointement par les I.E.N. référent filière et l'I.E.N. référent construction pour la validation du protocole, elle sera ensuite prise en charge par les I.E.N. référent filière.

2. Les objectifs et l'organisation pédagogique de la formation

2.1. Le contexte industriel

Des années 80 à nos jours la pratique industrielle a évolué du dessin assisté par ordinateur (DAO) à la conception assistée par ordinateur (CAO) qui intègre à côté des outils de représentation un ensemble de modules "métiers" qui permettent l'analyse et la validation des solutions constructives imaginées.

L'exploitation des banques de données internes ou externes à l'entreprise, a considérablement enrichi les modalités d'exploitation de l'outil informatique.

Aujourd'hui cette communication par représentation graphique évolue et la projection plane normalisée n'est qu'un résultat obtenu grâce à une fonctionnalité de « mise en plan » intégrée à un modèleur volumique.

Si le croquis et le schéma, sous leurs diverses formes, restent des outils précieux de recherche de solutions, la conception et par suite la représentation s'imposent en volumique avec l'émergence des arbres de construction et d'assemblage.

La formation de tout jeune abordant les problèmes de représentation doit donc prendre en compte ces évolutions et intégrer dès son entrée en formation l'outil informatique et l'utilisation de la CAO.

2.2. La contribution de la construction et de la mécanique à la formation des professionnels

La construction mécanique associe, dans la représentation qu'en ont les techniciens, d'une part une culture des solutions constructives et d'autre part une culture des modèles qui peuvent les représenter.

Parmi ces modèles trois familles concernent plus directement l'enseignement de la construction :

- les modèles de représentation ;
- les modèles permettant l'analyse d'un fonctionnement ;
- les modèles permettant l'étude des comportements.

Les modèles de représentations trouvent leur justification dans la communication technique. Associés au langage écrit et oral, ils permettent de traduire un réel par l'image. Qu'il s'agisse de schémas, de perspectives, d'éclatés, de modèles 3D, de mises en plans, ils sont un vecteur indispensable en étude comme en fabrication.

Les modèles d'analyse d'un fonctionnement permettent de construire des représentations mentales conduisant à la compréhension de l'agencement des fonctions techniques et des solutions constructives qui contribuent à une fonction de service ainsi qu'à celle des relations commande/effet.

Les modèles permettant l'étude des comportements mobilisent la science des lois du mouvement et de l'équilibre, même si le niveau requis dans les BEP qui s'y intéressent doit rester modeste. L'enseignement de la mécanique permet la compréhension de tout ou partie du système étudié et participe largement au développement de capacités transversales (méthode, rigueur, analyse du réel, validation expérimentale).

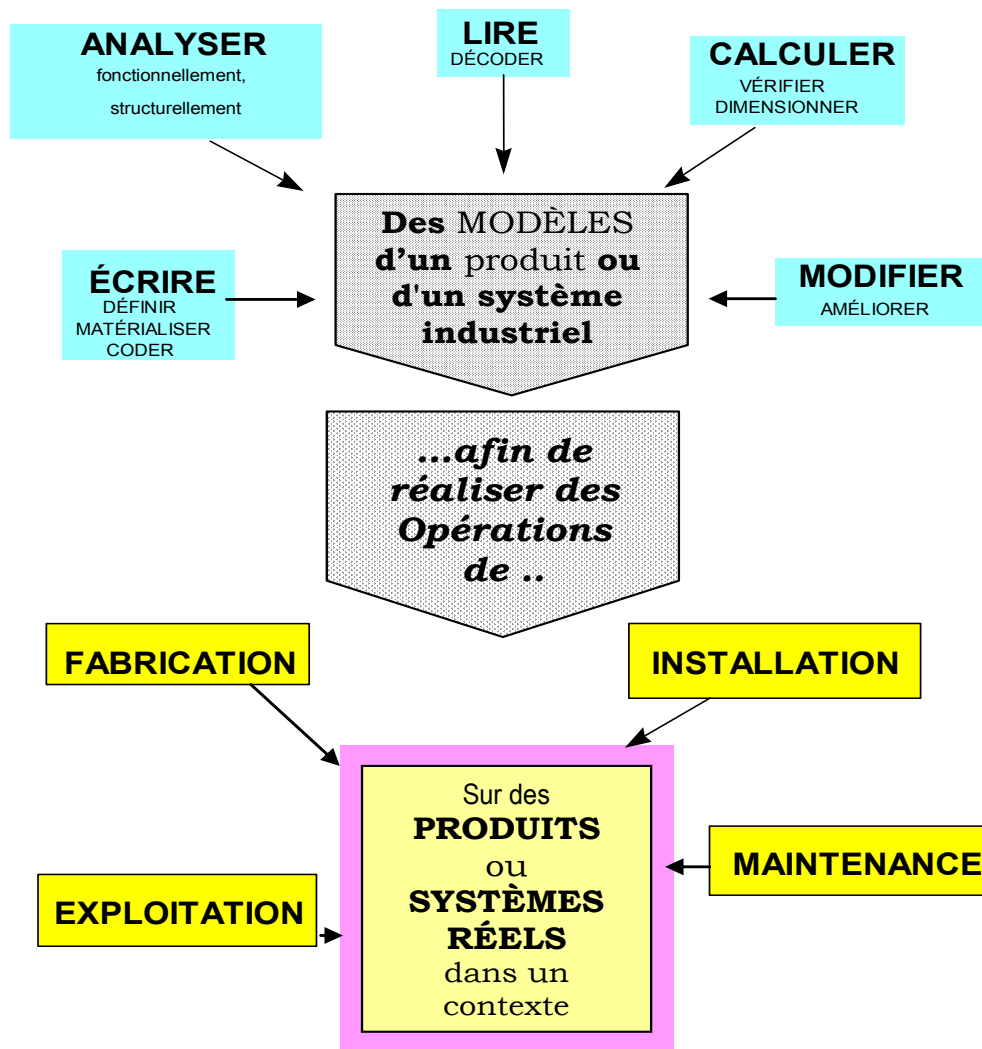
Il est clair que l'approche de ces modèles et une forte fréquentation du réel permettent aux jeunes la réalisation d'activités industrielles qui sont des activités d'intelligence.

L'enseignement de la construction mécanique participe à ce développement du capital technologique et à la promotion des capacités individuelles.

2.3. Les compétences attendues dans les différentes formations professionnelles

2.3.a. La finalité de l'enseignement de la construction au niveau IV

L'enseignement de la construction a pour objet un travail sur des modèles à des fins d'actions sur le réel.



Lors de l'exécution d'une tâche professionnelle, à partir d'un problème technique posé conduisant à une activité pédagogique, la Construction Mécanique intervient...

Avant l'exécution de la tâche, en termes d'Analyse ou de Contrôle (en préparation de l'action, exemple : préparation d'une intervention de maintenance, exploitation d'un dossier technique).

Pendant l'exécution de la tâche, par le choix des solutions appropriées (mise en œuvre, choix technologique).

Après l'exécution de la tâche, en termes de Communication technique (représentation 3D 2D, compte rendu technique oral et écrit),

En bac professionnel, la construction vise à développer chez l'élève ses capacités à :

- lire, décoder
- analyser,
- écrire, coder, matérialiser,
- calculer, vérifier
- modifier...

...des modèles d'un produit ou système, sur lequel il aura, au cours de l'exercice de son futur métier des activités :

- de réalisation,
- d'installation,
- d'exploitation,
- de maintenance.

L'enseignement de la construction permet à l'élève de seconde de développer les capacités qui lui permettront d'acquérir les connaissances de lecture et d'interprétation du fonctionnement d'un système. Cet enseignement lui permettra d'acquérir une culture technologique qui sera parmi les vecteurs de réussite dans son parcours de formation vers le bac professionnel. Cet enseignement devra être renforcé en début de formation.

Il développe les capacités à :

- **s'informer et informer** avec toute la rigueur nécessaire au futur professionnel,
- **traiter** des informations techniques et **prendre les décisions** pertinentes dans l'exercice de son métier,
- **mettre en œuvre et réaliser** des activités à caractère professionnel.

Cet enseignement est un lieu d'interdisciplinarité forte avec l'enseignement de spécialité ; il est en interaction permanente avec celui-ci, mais aussi avec l'enseignement général, les mathématiques et sciences physiques, le français, l'histoire, les langues étrangères, l'enseignement de la prévention des risques professionnels, l'enseignement artistique.

2.3.b. Les grilles de compétences

L'enseignement de la construction est, regroupé en centre d'intérêt au regard des capacités touchant à :

- la lecture ;
- l'écriture ;
- l'analyse ;
- l'étude des comportements et les calculs de vérification ;
- la modification d'un système

L'ensemble fait appel à des connaissances scientifiques et technologiques parmi lesquelles on trouve tout ou partie de celles relatives aux solutions constructives, aux procédés d'élaboration des matériaux, aux codes et normes de représentation, aux outils de l'analyse, à la compétitivité des produits et à la mécanique appliquée.

Des réflexions seront conduites par champs en cohérence avec les centres d'intérêt des spécialités pour définir les parcours de formation.

Elles poursuivent plusieurs objectifs :

- définir les compétences relatives à la construction dans les filières industrielles. Il appartient aux groupes de travail d'identifier le lot des compétences attachées aux diplômes considérés.

- identifier les activités observables de l'élève à travers lesquelles la compétence s'exprime :

1. *manipulation d'objets réels* ;
2. *exploitation d'outils informatiques (manipulation d'objets virtuels)* ;
3. *production orale* ;
4. *production écrite*.

- donner à l'enseignant une vision claire et explicite des compétences visées par chacune des formations.

3. Les centres d'intérêt en construction

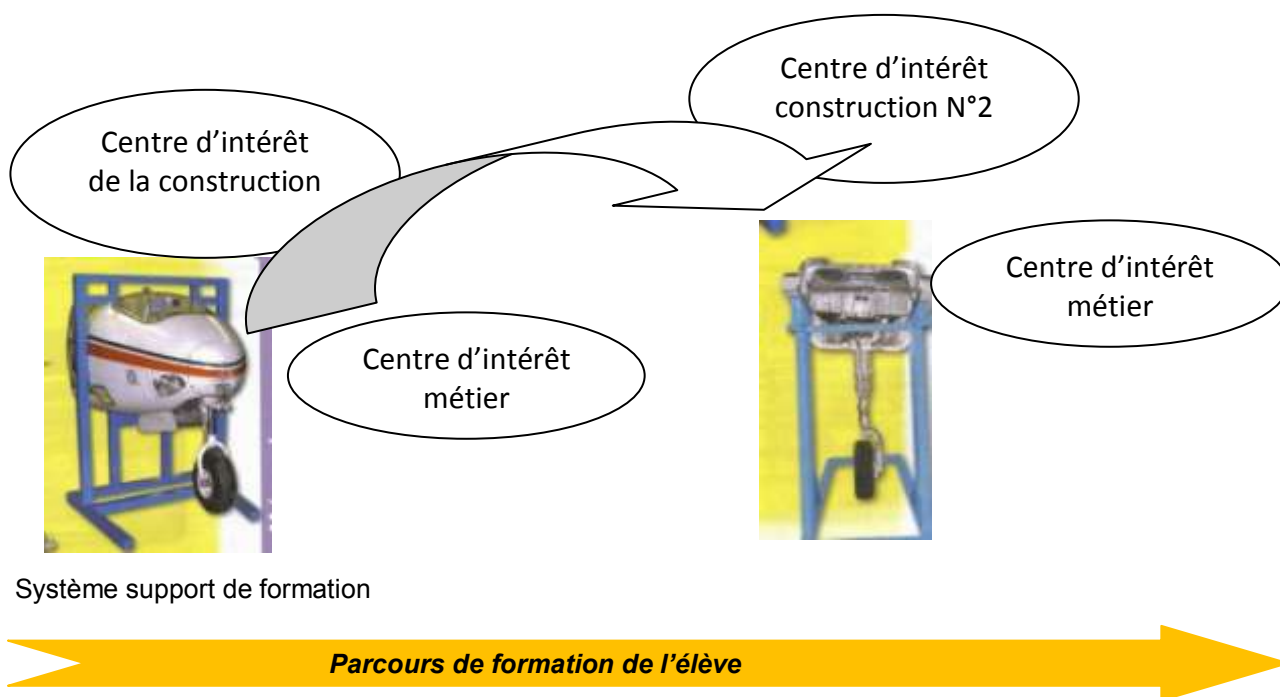
3.1. Définition

Le « centre d'intérêt », fil rouge des savoirs mis en jeux dans les activités proposées à l'ensemble des élèves à un instant donné permet d'organiser la progression de la construction des compétences :

- Il centre l'attention des élèves (et du professeur...) sur l'objet des apprentissages,
- Il permet la programmation de ces apprentissages (TP plus courts et mieux ciblés, gestion facilitée des antériorités),
- Il permet la structuration des apprentissages (les séances de « synthèse » remplacent les séances de « correction »),
- Il est le point de mire des apprentissages et détermine les évaluations en fin de cycle.

3.2. Démarche

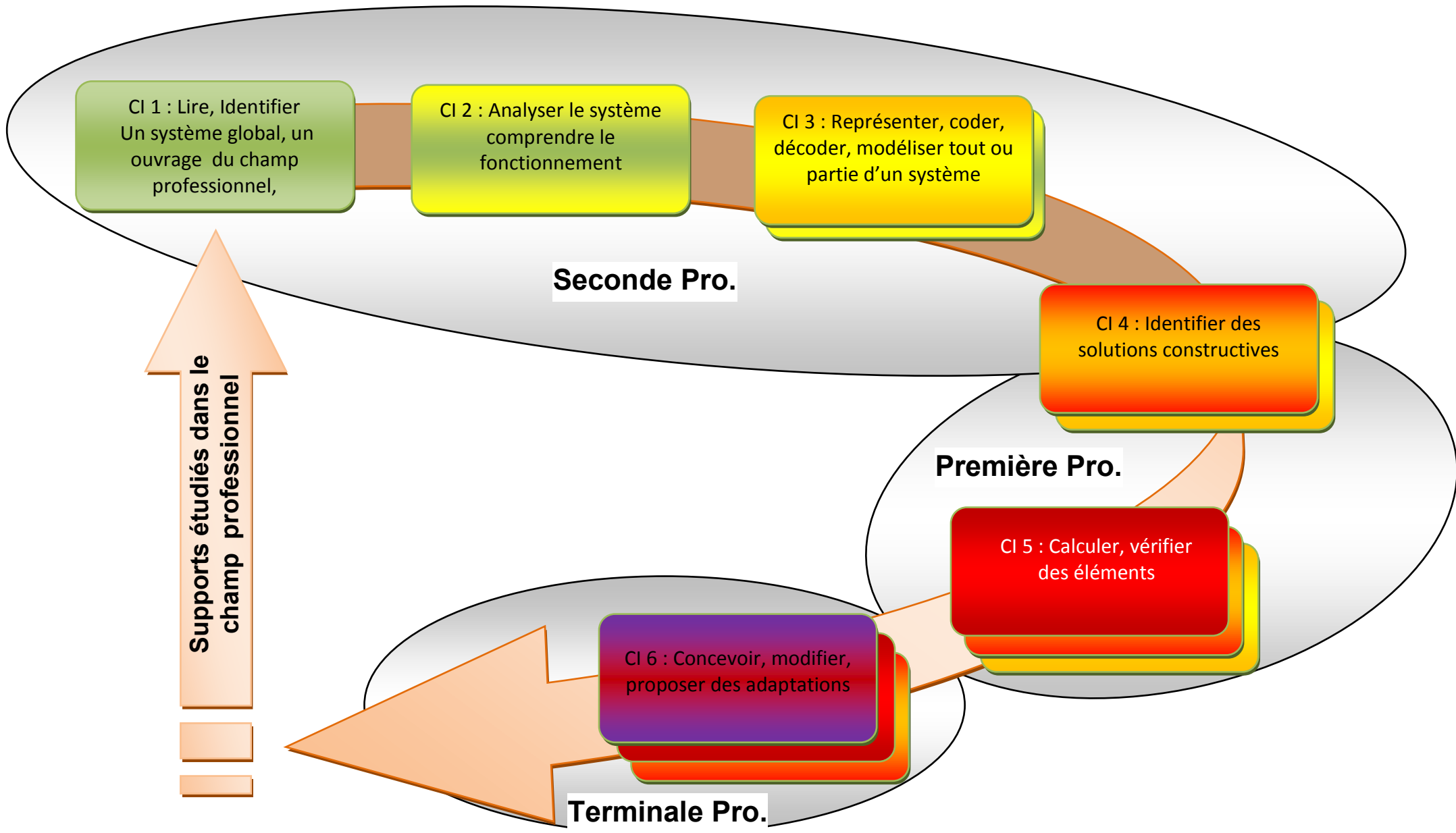
L'organisation des centres d'intérêt nécessite une chronologie dans l'acquisition des compétences qui se construit en cohérence avec le métier ou le champ professionnel. Dans cette chronologie, les centres d'intérêt développés en construction seront mis en œuvre à partir des supports métier dont ils vont permettre la lecture, l'analyse et la compréhension.



Système support de formation

Parcours de formation de l'élève

3.3. Les centres d'intérêt en construction



3.4. Les centres d'intérêt de construction

CI 1 : Lire, Identifier
Un système global, un ouvrage du champ professionnel,

Ce centre d'intérêt se déroule obligatoirement dans la période de DECOUVERTE, l'équipe enseignante propose des activités où l'élève pourra identifier, repérer, localiser un système global (ou un sous – système) réel ou un ouvrage réel. De même, l'élève découvrira les outils de définition (dossier technique, logiciel, photos.....) de ces systèmes.

En termes de compétences

Ci 1 Lire, Identifier un système global, un ouvrage du champ professionnel	
1	Identifier un ouvrage historiquement, géographiquement... Ex : Identifier un meuble provençal du XVII ^{ème} siècle à partir du style et des techniques de construction
2	Identifier la frontière physique d'un système, sa situation dans une chaîne de production

CI 2 : Analyser le système
comprendre le fonctionnement

Situé dans la période d'APPRENTISSAGE, ce centre d'intérêt traitera de l'acquisition des outils d'analyse :

- Analyse fonctionnelle (Analyse de la valeur)
- Analyse cinématique

En termes de compétences

Ci 2 Analyser le système comprendre le fonctionnement	
1	Isoler un système, identifier la matière d'œuvre et la valeur ajoutée, énoncer une fonction globale
2	Identifier des données d'entrée, de sortie, des données de contrôle, des contraintes, des relations avec l'environnement
3	Utiliser une analyse descendante, un outil de description fonctionnelle
4	Identifier les degrés de mobilité entre deux solides, en déduire la liaison mécanique élémentaire
5	Regrouper les pièces d'un système en classes d'équivalence, compléter un schéma cinématique, utiliser un modéleur volumique

CI 3 : Représenter, coder, décoder, modéliser tout ou partie du système

Suivant les champs professionnels, ce centre d'intérêt s'étendra sur les périodes d'APPRENTISSAGE, d'APPROFONDISSEMENT voire de MAITRISE. Il traitera des compétences de représentation en 2D et/ou 3D à l'aide d'un modéleur volumique, dessin à main levée, perspective, élévation....

En termes de compétences

Ci 3 Représenter, coder, décoder, modéliser tout ou partie du système ou de l'ouvrage	
1	Identifier et dessiner les formes élémentaires d'une pièce en appliquant les règles européennes de projection
2	Symboliser un filetage, un taraudage
3	Effectuer des coupes et sections des vues partielles
4	Représenter symboliquement une soudure
5	Manipuler un modèle existant
6	Modifier un modèle existant
7	Créer un modèle comportant une création de matière par extrusion
8	Créer un modèle comportant une création de matière par révolution
9	Créer un modèle comportant un enlèvement de matière par extrusion
10	Créer un modèle comportant un enlèvement de matière par révolution
11	Créer un modèle comportant une fonction perçage
12	Interpréter une spécification dimensionnelle
13	Interpréter une spécification géométrique de position et les spécifications dimensionnelles associées de forme et orientation
14	Interpréter une spécification géométrique de battement
15	Interpréter une spécification d'état de surface

CI 4 : Identifier des solutions constructives

Suivant les champs professionnels, ce centre d'intérêt s'étendra sur les périodes d'APPRENTISSAGE, d'APPROFONDISSEMENT voire de MAITRISE. L'élève apprendra à identifier les solutions technologiques et les dispositions constructives adoptées dans le système mécanique ou dans l'ouvrage.

En termes de compétences

Ci 4 Identifier des solutions constructives	
1	Identifier la nature du matériau d'une pièce et expliquer son mode d'obtention
2	Identifier des éléments réalisant une liaison fixe
3	Identifier une liaison encastrement par ajustement serré
4	Identifier une liaison pivot et justifier les solutions constructives qui la réalisent
5	Identifier une liaison glissière et justifier les solutions constructives qui la réalisent
6	Identifier une liaison hélicoïdale et justifier les solutions constructives qui la réalisent
7	Identifier une fonction lubrification, étanchéité statique ou dynamique
8	Identifier une transmission de mouvement autre que par engrenages
9	Identifier et justifier un engrenage

CI 5 : Calculer, vérifier des éléments

Suivant les champs professionnels et le référentiel du diplôme...

- Dans la période d'APPRENTISSAGE, l'élève apprendra à reconnaître et à différencier les sollicitations à la traction et à la compression, puis au cisaillement. Ensuite il abordera des notions de contraintes normales et tangentielles. Ces apprentissages déboucheront sur des notions de statique et de détermination des efforts. Dans certains champs professionnels il traitera de problèmes simples d'hydrostatique.
- Dans la période d'APPROFONDISSEMENT et de MAITRISE, il pourra être amené à effectuer des calculs de vérification de plus en plus complexes prévus au référentiel et à résoudre des problèmes de statique et de dynamique également prévus au référentiel.(cinématique)

En termes de compétences

Ci 5 Calculer, vérifier des éléments	
1	Vérifier l'aptitude d'un système comportant un ou plusieurs vérins
2	Déterminer les caractéristiques d'un mouvement rectiligne
3	Déterminer les caractéristiques d'un mouvement circulaire
4	Utiliser un logiciel de mécanique, interpréter une courbe
5	Déterminer les caractéristiques d'un mouvement plan
6	Déterminer graphiquement les actions inconnues exercées sur une pièce soumise à trois forces concourantes
7	Déterminer analytiquement les actions inconnues exercées sur une pièce soumise à trois forces parallèles
8	Identifier le phénomène de frottement, en prévoir les incidences sur le système
9	Rechercher dans une documentation et identifier les grandeurs caractérisant mécaniquement un matériau
10	Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à une traction ou compression
11	Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à un cisaillement
12	Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à une torsion
13	Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à une flexion plane
14	Appliquer les lois de la dynamique à un solide en mouvement (rectiligne ou de rotation)
15	Déterminer une quantité d'énergie, un travail, un rendement mécanique, une puissance

CI 6 : Concevoir, modifier, proposer des adaptations

Suivant les champs professionnels et le référentiel du diplôme, ce centre d'intérêt est à traiter dans la période de MAITRISE. L'élève y mettra en œuvre les compétences acquises à travers les précédents centres d'intérêt pour concevoir un produit, modifier ou adapter un système à partir d'un cahier des charges fourni.

En termes de compétences

Ci 6 Concevoir, modifier, proposer des adaptations	
1	A partir d'un cahier des charges, concevoir un ouvrage
2	Modifier un système ou sous-système A partir d'un cahier des charges
3	Proposer des adaptations d'amélioration d'un système ou sous-système

3.5. Un enseignement qui intègre la chaîne numérique

Penser en virtuel pour agir sur le réel :

L'enseignement de la construction mécanique est historiquement un des premiers à avoir connu des applications de la CAO. Ces logiciels aident non seulement à la création des pièces, ou système, ou à la mise en œuvre de leur fabrication, mais aussi à la simulation de leur comportement et donc à la compréhension et la validation des solutions retenues.

Ces outils de conception et de simulation sont au cœur des compétences des métiers. Toute conception et réalisation de pièce ou de système s'effectue aujourd'hui dans une approche de confrontation entre le virtuel de l'étude et le réel du résultat obtenu, toute étude sera d'abord conduite en virtuel pour être testée ensuite dans la réalité.

La méthode de travail traditionnelle sur plans "papier" est bien abandonnée. Ici, dès le début de la phase d'étude, on travaille sur le système dans son ensemble. On dispose d'un prototype virtuel, que l'on va appréhender dans une démarche de compréhension qui va évoluer en fonction des niveaux d'étude (matériaux, procédé d'obtention, ...) avec la possibilité de revenir sur les différentes étapes pour approfondir l'étude.

Il est donc important que, dès son entrée dans la formation, l'élève puisse appréhender la formation par l'utilisation des logiciels au travers de l'étude d'un produit ou d'un système. A partir d'une réalité physique, l'élève pourra confronter la représentation chaîne du virtuel de la création et l'étude. L'ergonomie des outils numériques permet aujourd'hui une modélisation parfaite de la réalité. Il faut reconstruire les modèles d'apprentissage pour utiliser cette possibilité de double commande. Puisque la chaîne numérique permet de simuler le réel, l'élève a, dès son entrée, le droit d'essayer de concevoir et de réaliser ou d'intervenir sur un système à partir de processus validés par simulation.

La mise en œuvre de la démarche nécessite :

- de porter un effort particulier sur la fiabilisation du réseau et les équipements informatique.
- de fédérer l'équipe autour d'un projet de formation.
- que chaque compétence soit abordée à partir d'un problème technique posé ancré dans le champ professionnel.
- qu'un travail en équipe soit conduit pour articuler construction mécanique et champ professionnel par l'utilisation de supports identiques quand cela est possible (ressources, étude de sous ensemble conduite simultanément)

3.6. Apports des outils numériques dans la mise en œuvre de l'enseignement

Ces tableaux recensent les logiciels disponibles en les situant dans l'enseignement de la construction, ils ne sont repérés qu'à titre d'exemple de l'apport didactique qu'ils peuvent apporter.

Leur utilisation ne peut être exclusive et ils doivent être associés aux approches pédagogiques propres à l'enseignement de ces concepts.

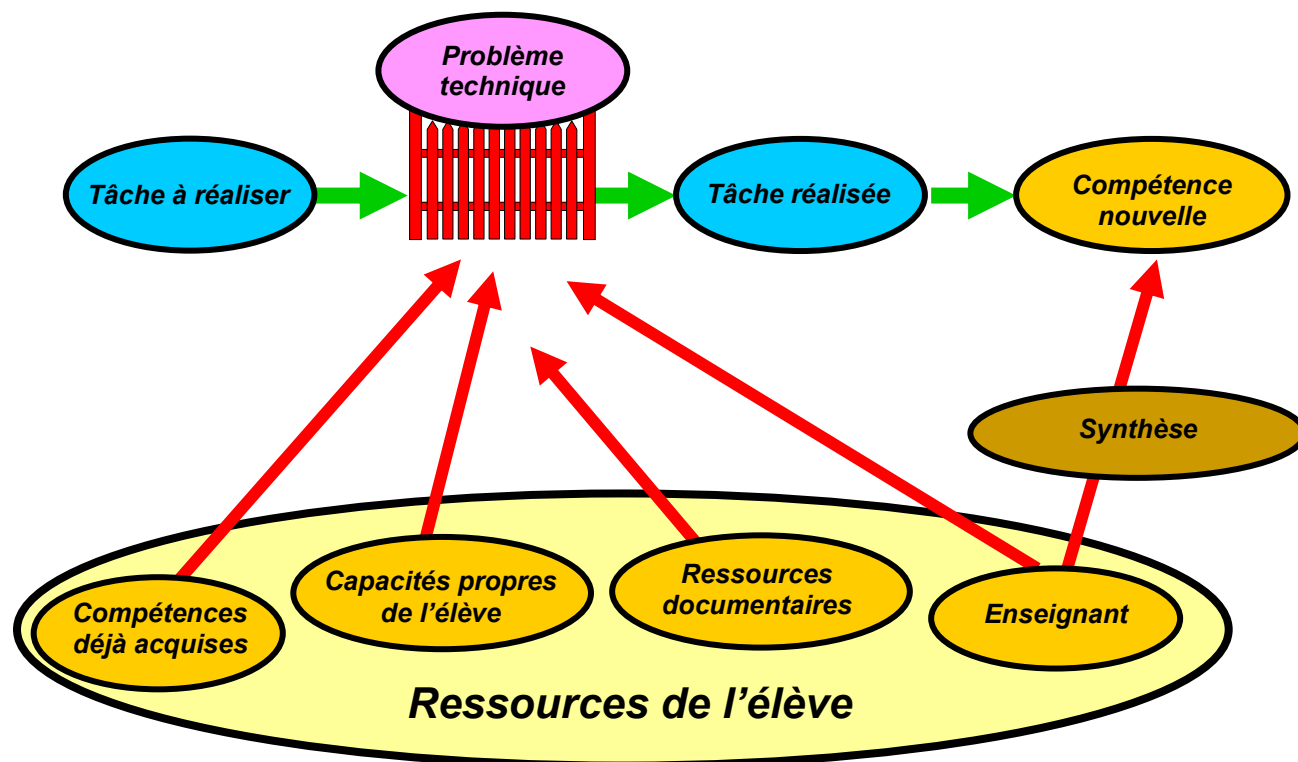
Analyse comportementale de l'existant	analyse séquentielle	Grafcet animé	
	analyse cinématique	complète	Schéma cinématique 2D/3D animé ou non : logiciel de schéma cinématique <u>SCHEMASOFT</u>
			Par classe d'équivalence sous <u>SOLIDWORKS</u>
			<u>Vidéo</u> du système tiré du plateau technique ou extérieur
			Représentation sous <u>E-DRAWING</u> animé avec couleur
	partielle	Animation format <u>html</u> : pièces en mouvement (pompe à palettes, centrifuge, à pistons, cardan, etc)	
Documents de présentation <u>constructeurs</u> , de conduite de machines (animation, photo)			

communiquer	diagnostiquer	Rechercher parmi la documentation les informations nécessaires à la conduite des activités comme la création de pièce, la modification, l'élaboration d'une gamme de démontage, la recherche d'une référence pour un échange standard)	(Outil mesurer, fonction éclaté du modèle, arbre de création du modèle) avec <u>SOLIDWORKS</u> Ex : dimensions caractéristiques d'un joint
			Site <u>internet</u> des fabricants
			Bibliothèque <u>SWCAD</u> Ex : dimensions normalisés d'une vis
		Evaluer l'incidence d'un mauvais montage de roulements sur la durée de vie	Logiciel <u>PYVOT</u>
		Paramétrer un logiciel de simulation mécanique afin de valider un comportement	Logiciel <u>MECA3D</u> appliqué aux transmissions de mouvement avec transformation Ex : came
	Visualiser les contraintes sur une pièce cassée sous l'action de sollicitations simples	Logiciel de rdm Ex : sensibilisation par des phénomènes simulés de rupture	
	Interpréter et exploiter les résultats de l'étude en statique d'une pièce ou d'un système soumis à des actions mécaniques simples	Logiciel de résolution en <u>statique</u> Ex : choix des câbles, élingues, couple de serrage	
	transmettre	Communiquer une modification	(outil Eclaté, outil écorché 3D) avec <u>SOLIDWORKS</u>
			Mise en plan sous <u>SOLIDWORKS 2D</u>
			Fichier d'échange avec une unité de production à commandes numériques avec <u>SOLIDWORKS</u>
Rendu photo pour une fonction d'esthétique <u>SOLIDWORKS</u>			

Solutions constructives	Etudier l'ensemble des composants d'une chaîne d'action par les <u>animations</u> (engrenages, poulie, cardan)
	Simuler un montage et un démontage de roulements, analyser le montage avec le logiciel <u>PYVOT</u>
	Découvrir l'évolution des systèmes et les comparer technologiquement grâce au <u>site constructeur</u>
	Parcourir une famille de pièces à l'aide d'une bibliothèque 3D <u>SWCAD</u>
	Situer une solution constructive dans son contexte réel par l'intermédiaire de <u>SOLIDWORKS</u> (degré de transparence, outil cacher, outil isoler, vue en coupe 3d progressive)

Vérifier les nouvelles conditions de fonctionnement	Visualiser les concentrations de contraintes liées à une modification de pièce (sensibilisation par des cas simulés) avec un module <u>RESISTANCE DES MATERIAUX</u>
	Calculer la tolérance d'une cote fonctionnelle avec le logiciel <u>COTATION</u> Ex : dimension d'une cale de réglage
	Valider un changement de section d'une pièce cassée avec un module de <u>RESISTANCE DES MATERIAUX</u> Ex : tige de vérin
	Evaluer la zone maxi de déplacement d'une pièce en mouvement plan, une course maxi, une vitesse linéaire avec un logiciel de simulation mécanique comme <u>MECA3D</u>
	Vérifier la compatibilité d'un montage de roulements avec le logiciel <u>PYVOT</u>

4. Didactique propre à une séquence d'apprentissage



4.1. Séquence d'apprentissage : situation.

Partir d'une **situation de la construction mécanique** comportant un **problème technique** nouveau à résoudre.

Pour traiter le problème, l'élève doit conduire une activité en réalisant une tâche. L'élève, guidé par le **dossier d'activité** traite le **problème posé**.

Pour résoudre le problème technique et réaliser la tâche conduisant à l'acquisition de la **compétence nouvelle**, l'élève dispose de **ressources** :

- S'il y a lieu, des compétences déjà acquises, qui seront consolidées,
- Ses propres capacités qu'il développera,
- Les ressources documentaires (écrites, informatiques, apport extérieur...) mises à sa disposition.- L'enseignant qui apporte à l'élève, à l'initiative de l'un ou l'autre, la ressource dont il a besoin (information, explication, piste de recherche, démonstration...)

Au cours de son activité, l'élève est confronté à un « obstacle » qu'il doit franchir à l'aide des ressources dont il dispose. **Ce passage constitue l'accès à tout ou partie d'une nouvelle compétence**. L'obstacle à franchir est l'**objectif pédagogique visé**.

La **synthèse** est une action du professeur vers l'élève ou un groupe d'élèves, pour stabiliser et mémoriser la connaissance et le savoir-faire nouveau.

4.2. Constitution d'un dossier en autonomie

A noter : Pour les dossiers liés à la mécanique, une partie spécifique figure en fin de ce document.

4.2.a. Fiches Ressources

Sélection de savoirs à maîtriser pour mettre en œuvre la compétence (ex : Ci4.9, transmission par engrenage), quelques compétences (ex : Ci2.4 + Ci2.5, Analyse cinématique), voire un centre d'intérêt complet.

La fiche ressource (au singulier, même si elle comporte plusieurs feuillets) fait partie d'un ensemble plus vaste de ressources « papier », informatique, vidéo, etc.

4.2.b. Dossier Technique

à noter : en général un seul dossier technique, la multiplication des systèmes doit rester l'exception.

Représentation d'un système en rapport avec le champ professionnel.

Peuvent se présenter sous plusieurs formes :

- Dessin technique avec nomenclature et mise en situation.
- Schéma(s) et croquis divers (schémas cinématiques, éclatés)
- Dossiers numériques (documents constructeurs) sous plusieurs formes (Adobe Reader, Word, Powerpoint, animations diverses...)

à noter : avec ces dossiers comme base, on pourra trouver l'occasion faire acquérir diverses compétences B2I aux élèves.

- Modèles numériques SolidWorks (pièces simples, assemblages, éclatés, mise en plan)
- Petits systèmes didactisés (ex : boîte de vitesses avec carter coupé, pignon arbré de différentiel...) ou maquettes (train épicycloïdal en plastique, diverses pièces mécaniques...) pour quelques manipulations dans le labo de construction.

4.2.c. Dossiers d'activités

Le dossier d'activité ne concernera qu'une seule compétence. On pourra retrouver plusieurs dossiers d'activité (de difficulté croissante) pour une même compétence à acquérir.

La forme de ces documents devra toujours être identique. En préambule, dans un « bandeau », on retrouvera toujours les titres suivants :

- Problème technique posé (ex : en maintenance, une pièce est cassée...)
- Fiche ressource concernée par la compétence (ex : transmission par engrenage)
- Dossier technique : papier, numérique, etc.... cf. plus haut (ex : mise en situation sur le Micro-Tracteur, boîte de vitesse SolidWorks)
- Compétences pré-requises (ex : Ci3.12 : Interpréter une spécification dimensionnelle)

Quelques points pour l'élaboration de la séquence d'activité :

- En travaillant sur le dossier d'activité, l'élève doit être actif et ne doit pas se contenter d'un questionnaire ou d'un diaporama pour comprendre le système sur lequel il travaille.
- Le professeur doit élaborer une suite logique et progressive de questions ponctuée par des « validations professeurs » ou « appels prof » qui sont des étapes incontournables.

Le professeur vérifie alors le travail déjà effectué et le cas échéant remédie, et autorise la suite de l'activité. Sa difficulté et l'espacement des « validations » sera modulable en fonction du niveau de la classe et de l'importance du savoir associé à la compétence dans le référentiel.

- De manière naturelle, cette séquence d'activité va amener l'élève de ses pré-requis (ou de ses propres connaissances « culturelles ») à l'acquisition de la compétence voulue.
- A travers ces dossiers d'activité, l'avancement de chaque élève dans le plan de formation sera individuel (et, idéalement autonome). Chacun avancera en effet à son rythme (avec une vitesse minimum imposée par le professeur).

Donc, chaque élève traitera au minimum un dossier en autonomie jusqu'à un maximum de quatre ou cinq dossiers avant validation, évaluation.

4.3. Élaboration du parcours de formation

Il s'agit d'organiser le déroulement des apprentissages, d'identifier les ressources pédagogiques, de choisir les situations d'apprentissage.

Le parcours de formation doit être élaboré conjointement avec les professeurs d'enseignement professionnel pratique

4.3.a. Méthode d'élaboration

1. Repérer les compétences à acquérir à partir d'un bilan d'entrée et du référentiel du diplôme.
2. Repérer dans les dossiers pédagogiques, les dossiers d'activité existant conduisant à l'acquisition des compétences.
3. Définir les synthèses de connaissances et de savoir faire associés.
4. Etablir les évaluations nécessaires associées.
5. Identifier le problème technologique posé dans le dossier pédagogique.
6. Pour chaque activité d'apprentissage choisir le support technique et le problème technique posé
7. Identifier ou choisir les moyens didactiques nécessaires (informatique, écrit, intervention, démonstration...).
8. Évaluer et arrêter la durée prévue pour la séquence.
9. Ordonner chronologiquement les différentes séquences sur la durée de la formation.

4.3.b. Exemple de formalisation

Le parcours de formation peut être formalisé dans un tableau (voir ci-dessous)

Parcours de formation		Année	Classe :	Page 1 / ...				
Compétences visées (Quoi)	Situations d'apprentissage (Comment)			Support didactique (Avec quoi)			Organisation temporelle durée	
	Acquisition	Synthèse	Évaluation	Problème technique	Support technique	Moyens didactiques	Séquence	Cl
Identifier un frottement, une adhérence...	Coefficient d'adhérence. Coefficient de frottement	A la fin du dossier d'activité	A la fin du dossier d'activité	Vérifier un limiteur de couple	Machine Ravoux	Néant	2 h	50 h

4.4. Le moment pour valider une compétence

4.4.a. La synthèse

Lorsque tous les élèves ont été « validés » sur le nombre minimum de dossiers (pour une compétence donnée), on aborde le temps de synthèse (synthèses collectives sous forme d'un exercice très visé).

C'est au cours de ces synthèses collectives que l'on aura l'occasion de positiver les savoirs nouvellement acquis des élèves (l'élève a travaillé en autonomie, il est parvenu par lui même à s'intéresser et à apprendre quelque chose qu'il juge utile).

La synthèse, qui est une action du professeur, peut être effectuée aux moyens tels que vidéo, diaporama... Elle doit impérativement donner lieu à l'insertion dans le « classeur » de l'élève d'un document qui constituera ce que l'élève doit retenir de son activité, ce qu'il aura appris. Ce document de synthèse peut reprendre tout ou partie des documents ressources fournis au début de l'activité.

4.4.b. L'évaluation

Suivant le groupe de compétences, suivant les motivations des élèves, l'évaluation se fera :

- soit après le temps de synthèse (sous forme sommative),
- soit individuellement, pendant l'activité (sous forme formative).

Remarque : en cas d'évaluation formative, il est bon de prévoir aussi une formation sommative qui pourra porter sur plusieurs compétences et qui constituera une sorte d'entraînement à l'épreuve ponctuelle finale ou au(x) CCF(s).

4.4.c. Remédiation.

Lorsque la compétence n'est pas acquise pour certains élèves, il conviendra d'y remédier de manière brève tant que possible, afin notamment de pouvoir aborder des séquences qui nécessitent ces compétences.

5. Réflexion sur la disposition du laboratoire de construction.

5.1. Proposition d'implantation

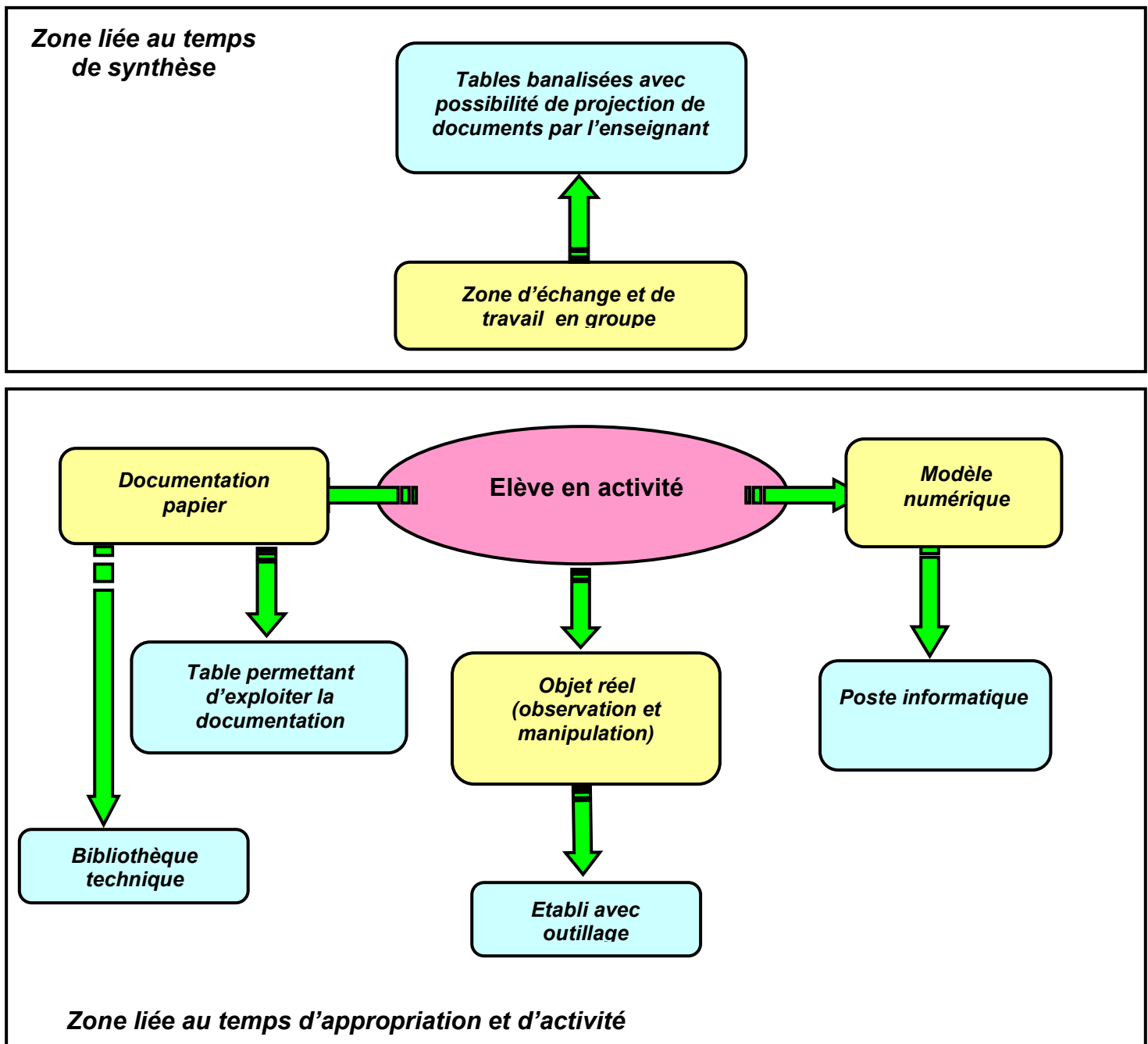
Ce document est une première approche sur la possibilité d'aménagement du laboratoire de construction en fonction du cahier des charges qui a pu être élaboré par le groupe lors des journées de réflexion

Bien entendu, cette disposition peut être remise en cause et n'a pour autre but que de servir de point de départ à cette réflexion.

Ce guide répond à 2 contraintes indissociables pour l'enseignement de la Construction :

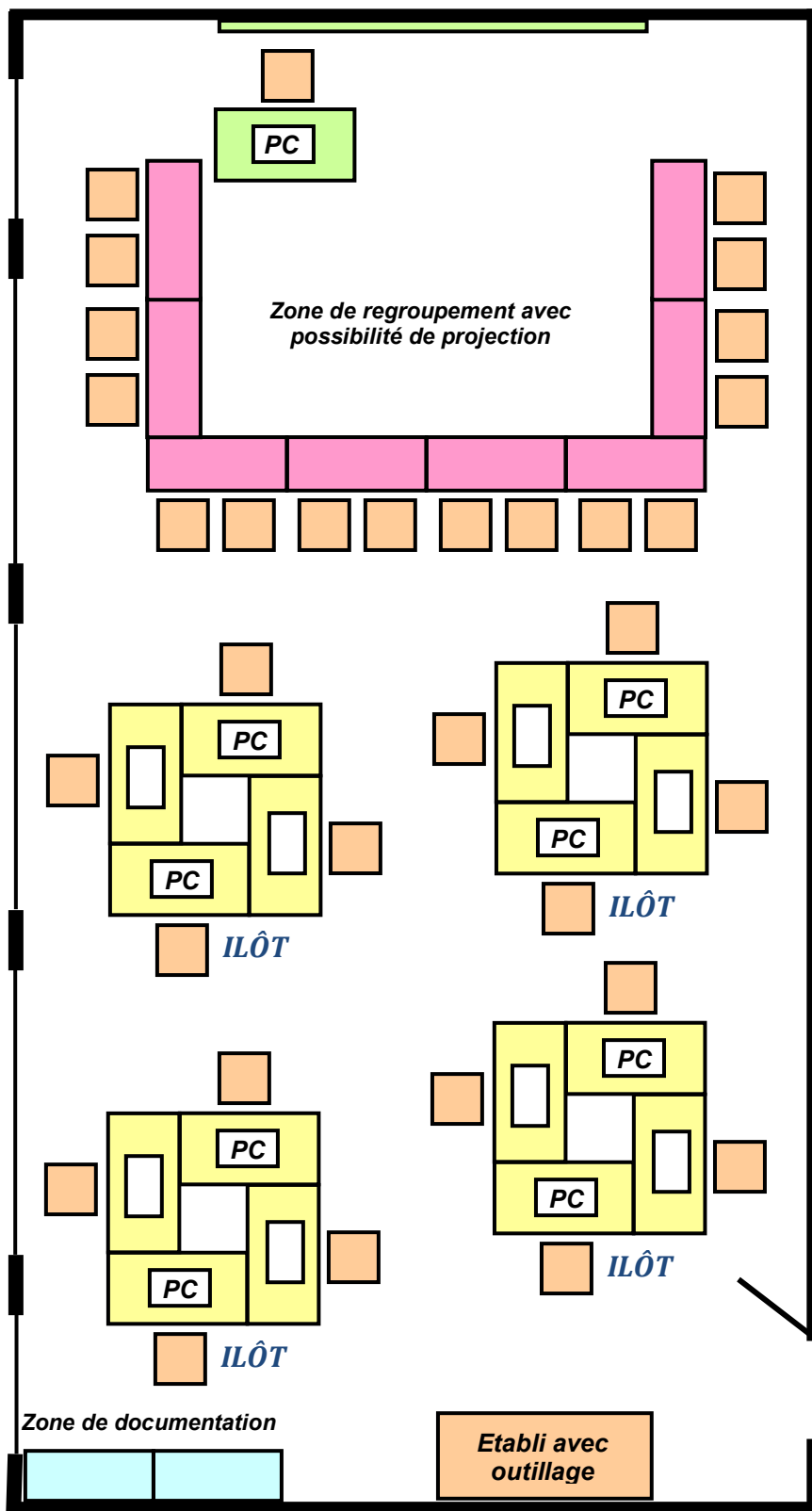
- ⇒ la didactique propre à une séquence d'apprentissage planifiée par l'équipe de construction
- ⇒ l'environnement de l'élève durant l'activité d'apprentissage

Quand cela est possible l'implantation géographique de l'espace dédié à la construction défini ci-après, doit se trouver à proximité du plateau technique.



L'implantation proposée ci-dessous est un projet de rénovation d'une des salles de construction du LP **François Cevert** à ECULLY. Cette salle est dimensionnée pour pouvoir accueillir un groupe de 16 élèves. Cet espace est décomposé en 2 zones pouvant être utilisées à tout moment selon les besoins des activités pédagogiques.

- ⇒ une zone de regroupement permettant à l'enseignant de donner des consignes et des explications à l'ensemble du groupe (lancement d'une activité, synthèse...)
- ⇒ une zone de travail constituée d'îlots, d'une zone de documentation et d'un espace de manipulation avec établi et outillage.



5.2. Définition matérielle d'un îlot :

Chaque îlot pourra accueillir 4 élèves pouvant travailler simultanément avec à sa disposition un poste informatique et un espace de libre lui permettant d'exploiter ses documents.

Chaque poste informatique devra avoir une configuration minimale pour l'utilisation de Solidworks 2008 :

- ⇒ Microsoft Windows XP ou Windows Vista
- ⇒ Processeur Intel Pentium, Intel Xéon, Intel Core, AMD Athlon, AMD Optéron, AMD Turion
- ⇒ RAM 2 Go conseillés
- ⇒ Carte graphique type PCI Express 16xATI Radéon X1300 128 Mo (ou équivalent)
- ⇒ Dispositif de pointage
- ⇒ Lecteur de CD-Rom et DVD-Rom
- ⇒ Internet Explorer 6.0 ou version ultérieure.

Chaque poste informatique devra pouvoir se connecter à Internet et disposer du Pack Office ou d'un équivalent.

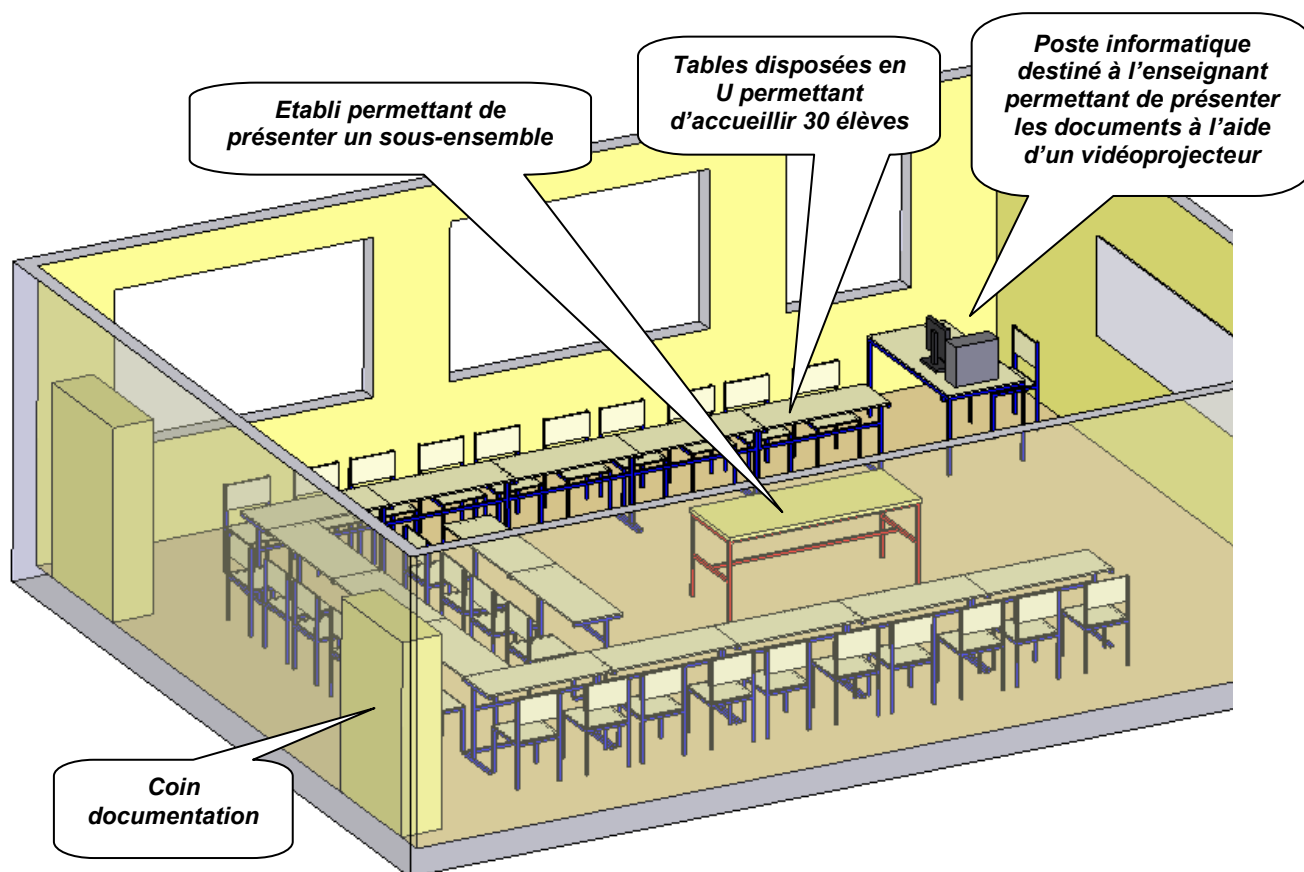
5.3. Proposition de disposition de la salle de synthèse :

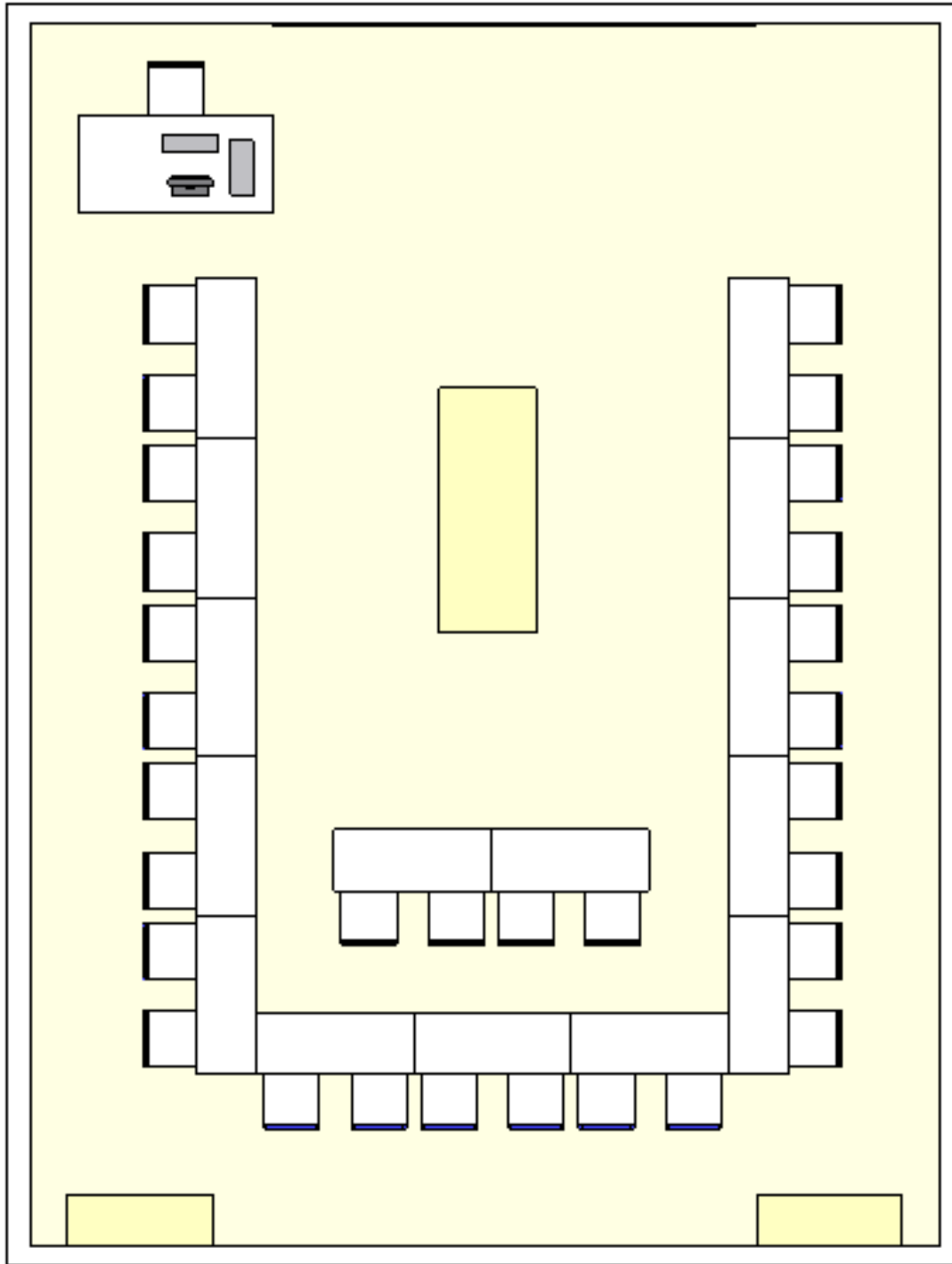
Cette salle située à proximité du plateau technique, doit permettre d'accueillir une classe entière avec un effectif maximal de 30 élèves. Cette salle sera commune à l'enseignement de la construction durant le créneau concernant l'heure en classe entière et à l'enseignement théorique de la partie professionnelle.

Cette situation géographique doit favoriser le rapprochement entre le domaine de la construction et de la partie professionnelle en permettant à l'enseignant d'accéder à tout moment avec ses élèves, sur les systèmes présents sur le plateau technique et servant de support à l'apprentissage de la construction.

Cette salle doit permettre :

- ⇒ d'accueillir 30 élèves pour des activités autres que celles réalisées en laboratoire de construction (lancement ou synthèse d'une activité, évaluation...)
- ⇒ de présenter un sous-ensemble réel sur lequel va s'articuler l'activité en construction
- ⇒ de projeter des documents sous forme informatique
- ⇒ de stocker de la documentation





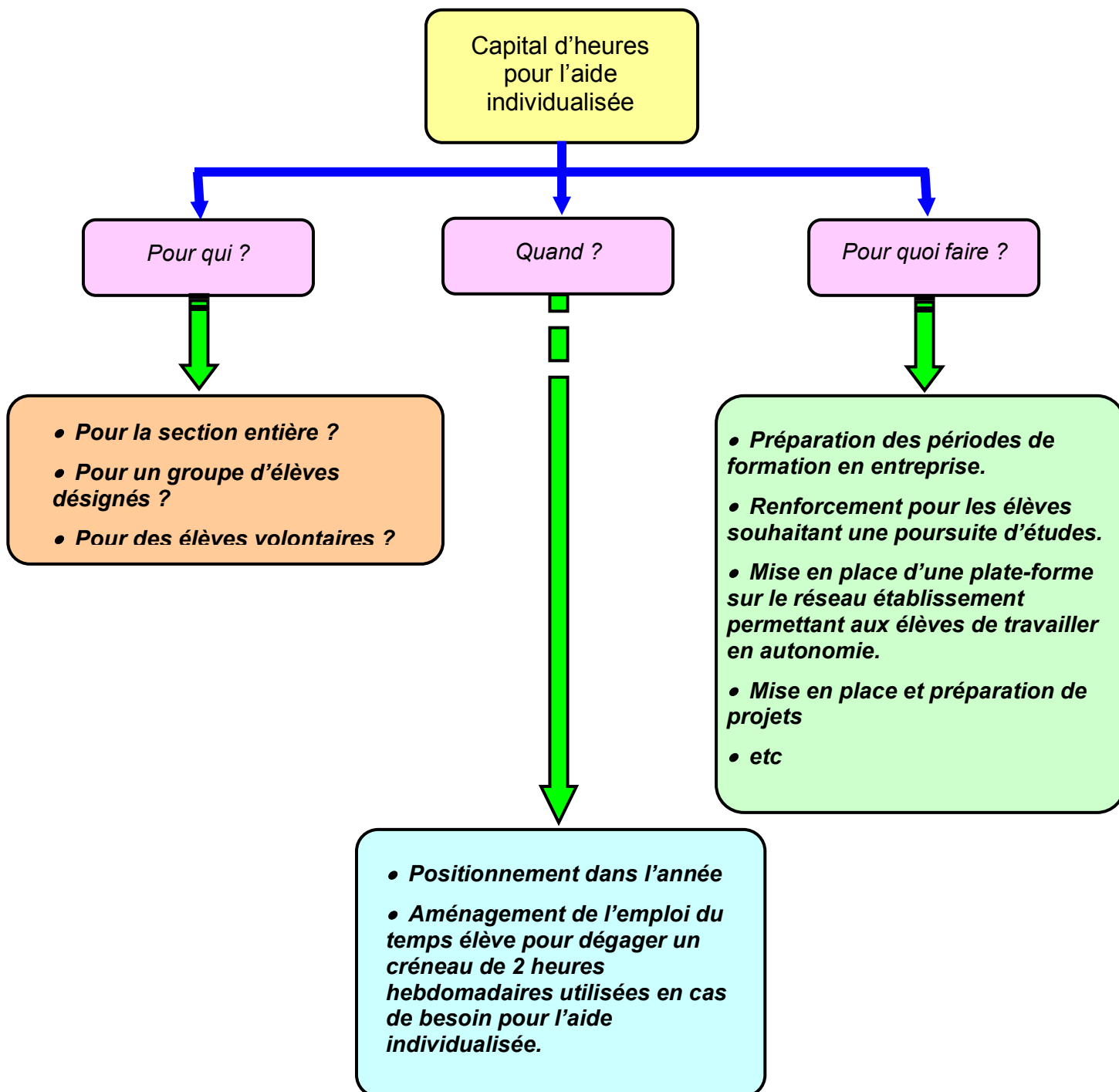
6. Réflexion sur l'aide personnalisée

Dans le cadre de la réforme de l'enseignement professionnel, la grille de dotation des horaires d'enseignement prévoit un volant de **70 heures / année** par section dédié à l'enseignement individualisé.

Cette réflexion porte sur les possibilités d'utilisation de ce capital d'heures et les problèmes organisationnels liés à sa mise en œuvre ainsi que le rôle que peut jouer la **Construction mécanique** dans cette nouvelle approche pédagogique.

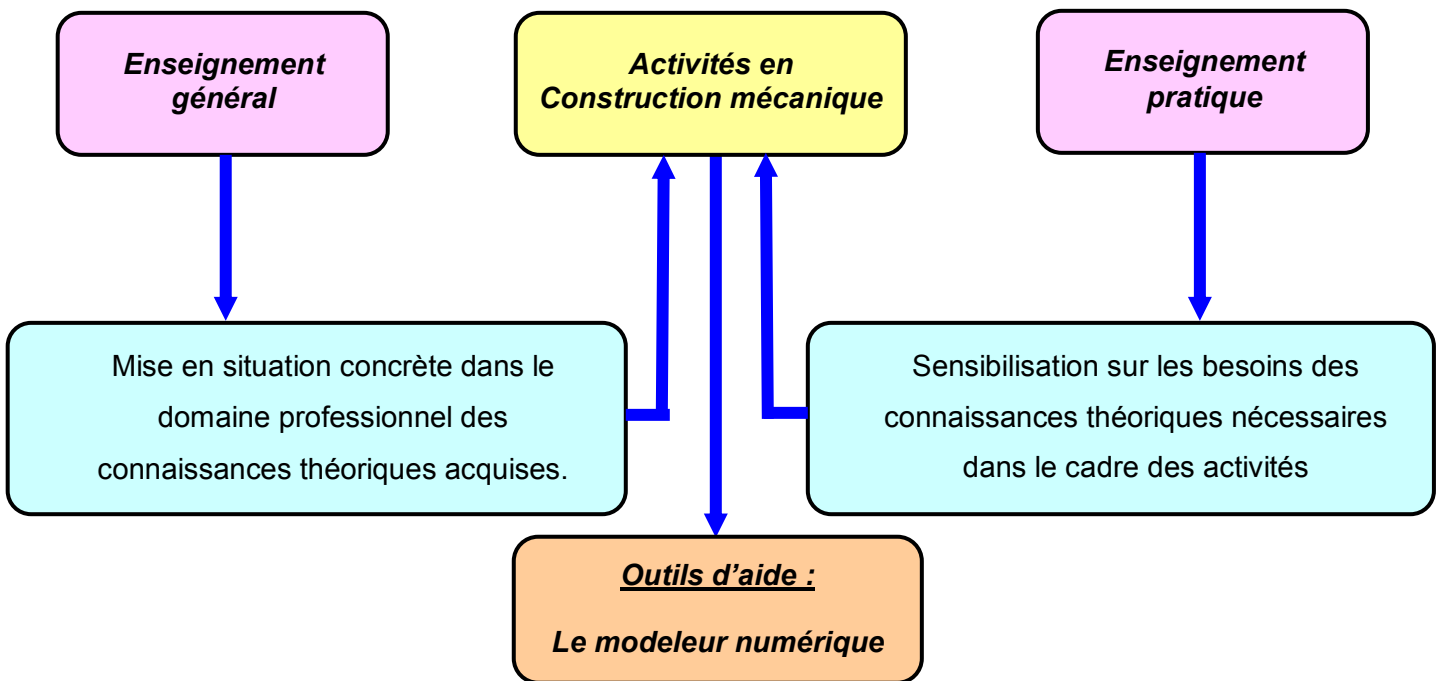
6.1. Mise en place de l'aide personnalisée

Afin d'optimiser ce capital d'heures disponible, il est important de se poser des questions sur la mise en application de l'aide individualisée.



6.2. Rôle de la construction mécanique dans l'aide personnalisée:

Le rôle de la **Construction mécanique** est stratégique dans la formation professionnelle des jeunes. En effet, elle se situe à la frontière entre l'enseignement général et l'enseignement pratique.



La **Construction mécanique** est idéalement située pour faire le lien entre l'enseignement général et l'enseignement professionnel. Ce positionnement permet de détecter certaines difficultés d'acquisition de connaissances qui pénalisent les élèves dans ce transfert entre l'enseignement théorique et l'enseignement pratique.

De plus, le modelleur volumique tel que **Solidworks** peut permettre d'amener des éléments de réponse à ces difficultés en donnant une image concrète à certaines connaissances théoriques (notions de surfaces, volumes, masse...). La multitude et la richesse technique des supports 3D disponibles peut permettre à l'élève de se remotiver. L'aide individualisée doit aussi être un temps de dialogue et de réflexion permettant à l'élève de reprendre confiance en lui, et de passer d'un besoin confus à une demande précise.

Dans le cadre de la rédaction du rapport concernant la période de formation en entreprise, l'utilisation du modelleur volumique est une aide précieuse pour l'illustration de ce document.

7. Place des horaires de communication technique et de construction dans les baccalauréats professionnels en 3 ans (recommandations D. TARAUD I.G.E.N.)

Le projet actuel définissant les horaires de formation des baccalauréats professionnels en 3 ans globalise les heures d'enseignement professionnel, sans identifier de manière spécifique, le poids de la communication technique et de la construction.

Pour éviter des différences trop importantes entre des choix qui relèveront de décisions territoriales (académiques ou locales), l'inspection générale de l'éducation nationale, groupe Sciences et Techniques Industrielles, propose un horaire indicatif moyen adapté à chaque baccalauréat et tenant compte des besoins et spécificités des différents métiers.

L'objectif du tableau ci-dessous est de proposer, à titre indicatif, les horaires conseillés des enseignements de communication technique et de construction des baccalauréats professionnels 3 heures.

Ces horaires sont intégrés dans l'horaire global de l'enseignement professionnel qui est, **en moyenne, de 12,8 heures en seconde et 13,75 heures élève en première et terminale, par semaine, d'enseignements professionnels STI** (voir décompte ci-dessous).

- Dans certains champs professionnels, cet enseignement relève d'une discipline d'enseignement particulière (construction mécanique, par exemple) qu'il convient de respecter.
- L'horaire proposé se décompose en deux types d'enseignement, celui en classe entière (premier chiffre du tableau) et celui en groupe (second chiffre entre parenthèses).

L'horaire proposé tient compte des éléments suivants :

- De l'importance des enseignements de communication technique et de construction proposés précédemment dans le cycle de formation de BEP en 2 ans. Cet enseignement permettait d'acquérir des compétences de base dans ces domaines, indispensables à l'assise de connaissances et compétences métier particulières. S'il est possible de différencier l'horaire global d'enseignement en fonction des années de formation (horaires plus importants en seconde et première qu'en terminale, par exemple), l'horaire global de cet enseignement sur 3 ans devrait rester proche de celui proposé antérieurement dans les 2 cycles de formation (BEP 2 ans et Bac Pro 2 ans) et en tenant compte des indications horaires officielles antérieures (note sur le sujet du 24 mars 2000).
- De maintenir un enseignement en groupe minimal nécessaire à l'utilisation de l'outil informatique, élément important de motivation et d'efficacité pédagogique.
- Des objectifs de cet enseignement dans le métier correspondant. Pour identifier ce niveau de pertinence et aider les professeurs à positionner correctement leurs apprentissages, il est intéressant de noter le niveau attendu des grandes fonctions proposées dans le tableau :
- **Compétences de représentation :**
 - En lecture : permettent de lire un plan, de comprendre un contexte, des consignes... est souvent à la base de la communication technique ;
 - En écriture : certains métiers exigent de savoir proposer une solution à l'aide d'un plan, croquis, schéma, relevant de ce domaine ;
- **Connaissances des solutions techniques du champ professionnel concerné :**
 - En décodage : il s'agit ici d'être capable de reconnaître une solution, d'identifier ses principales caractéristiques ;
 - En codage : cette compétence intervient lorsque le métier exige de proposer une solution, son adaptation ou une modification.

Compétences dans l'analyse des comportements : qui passe presque toujours, lorsque cela est nécessaire au métier, par des connaissances de mécanique et des méthodes de calcul associées ;

- **Utilisation de l'outil CAO :** déjà utilisé au collège, cet outil peut participer à toutes les étapes de formation dans ce domaine, que ce soit en analyse et décodage comme en représentation, codage et prédétermination de solution. Son utilisation est donc à privilégier et à recommander, comme outil professionnel de plus en plus présent dans les entreprises et comme outil didactique permettant d'augmenter l'efficacité des enseignements et de proposer aux élèves un outil motivant et efficace.

Détermination des horaires de formation : Enseignement professionnel STI (hors économie gestion, PSE et Sciences physiques et chimiques):

- Durée horaire sur 3 ans : 1152 heures
- Durée moyenne indicative par an : 384 heures
- Base semaines par année : 36 semaines
- Périodes de formation en milieu professionnel : seconde 6 semaines, première et terminale : 8 semaines
- Durée moyenne d'enseignements STI en seconde (base 30 semaine 36 - 6 semaines de PFMP) : 12,8 heures
- Durée moyenne d'enseignements STI en première et terminale (base 28 semaines 36 - 8 semaines de PFMP) : 13,71 heures

Soit un horaire élève hebdomadaire moyen :

- Seconde : 12,8 heures
- Première et terminale : 13,71 heures

Rappels des horaires de communication technique et construction des BEP en 2 ans : tableau repris de la note DESCO A7/BP/ n° 0111 consacrée aux horaires de construction sous statut scolaire du 24 mars 2000.

BEP en 2 ans	Horaire hebdo indicatif		Horaire élève total sur le cycle BEP 2 ans	
	Première année	Deuxième année	Hebdomadaire	Cycle (heures)
Maintenance des matériels	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Maintenance systèmes automatisés	1 + (2)	1,5 + (2,5)	2,5 + (4,5) = 7 heures élèves	(7 x 30) x 2 = 420 h
Maintenance véhicules automobiles	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Carrosserie	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Electrotechnique	1 + (1)	1 + (1)	2 + (2) = 4 heures élèves	(4 x 30) x 2 = 240 h
Electronique	0 + (1)	1 + (2)	1 + (3) = 4 heures élèves	(4 x 30) x 2 = 240 h
Microtechniques	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Mise en œuvre des matériaux	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Outillage	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Productique	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
ROC - SM	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Bois et matériaux associés	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Techniques du toit	1 + (2)	1 + (2)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Travaux Publics	1,2 + (2,2)	0,8 + (1,8)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Construction Bât Gros œuvre	1,2 + (2,2)	0,8 + (1,8)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Equipement technique Energie	1,2 + (2,2)	0,8 + (1,8)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h
Finition	1,2 + (2,2)	0,8 + (1,8)	2 + (4) = 6 heures élèves	(6 x 30) x 2 = 360 h

IG	Bacs pro	Heures/cycle		Répartition possible						Représentation		Solutions Tech		Méca	CAO	Variation heures / BEP
		Heures cycle BEP	Heures cycle Bac	Sec	Prem	Term	Lect	Ecrit	Décod	Créat						
JP	Aéronautique	180	230	1	2	1	2	1	1	***	*	***	*	**	*	27,78%
FK	Aménagement et finitions du bâtiment	200	203	1,5	2	1,5	2									1,50%
JP	Carrosserie, option Construction	180	174	1	2	1	2			**	*	***	*	*	*	-3,33%
JPC	Electrotechnique, énergie, équipements communicants	120	118	1	2	1				**	*	**	*	*	*	-1,67%
MG	Environnement nucléaire	180	174	1	2	1	2			**	**	**	*	**	*	-3,33%
DT	Etude et définition de produits industriels	Pas de BEP	1376	4	12	4	12	6	10	***	***	***	***	***	***	
MG	Industrie des pâtes, papiers, cartons	??	60	1	1					*	*	*		*		
FK	Interventions sur le patrimoine bâti	200	174	1	2	1	2									-13,00%
JP	Maintenance des équipements industriels	180	174	1	2	1	2			***	**	**	**	**	**	-3,33%
JP	Maintenance des véhicules automobiles à 3 options : VP, VL, moto-cycle	180	174	1	2	1	2			***	*	***	*	**	**	-3,33%
JP	Maintenance des matériels à 3 options	180	174	1	2	1	2			***	*	***	*	**	**	-3,33%
JP	Maintenance nautique	180	174	1	2	1	2			***	*	***	*	**	**	-3,33%
JPC	Microtechniques	180	258	1,5	1,5	1,5	1,5	1	2	***	*	***	*	**	**	43,33%
RC	Mise en œuvre des matériaux	180	174	1	2	1	2			***	*	**	*	*	**	-3,33%
FK	Ouvrage du bâtiment : aluminium, verre et matériaux de synthèse	200	174	1	2	1	2									-13,00%
FK	Ouvrage du bâtiment : métallerie	200	174	1	2	1	2									-13,00%
JPC	Pilotage de systèmes de production automatisée	180	174	1	2	1	2			***	*	***	*	**	*	-3,33%
JPC	Plasturgie	180	174	1	2	1	2			***	*	**	*	**	*	-3,33%

IG	Bacs pro	Heures/cycle		Répartition possible						Représentation		Solutions Tech		Méca	CAO	Variation heures / BEP	
		Heures cycle BEP	Heures cycle Bac	Sec		Prem		Term		Lect	Ecrit	Décod	Créat				
DT	Productique mécanique, option décolletage	180	258	1,5	1,5	1,5	1,5	1	2		***	*	**	*	*	**	43,33%
FK	Réalisation d'ouvrages chaudronnés et de structures métalliques	180	258	1	2	1	2	1	2		***	**	**	*	**	**	43,33%
JP	Réparation des carrosseries	180	174	1	2	1	2				***	*	***	*	**	**	-3,33%
CB	Systèmes électroniques numériques	120	118	1	2	0	1				**	*	*	*		*	-1,67%
JP	Technicien aérostructure	180	174	1	2	1	2				***	*	***	*	**	**	-3,33%
JPC	Technicien constructeur bois	180	174	1	2	1	2										-3,33%
JPC	Technicien de fabrication bois et matériaux associés	180	174	1	2	1	2										-3,33%
JPC	Technicien de scierie	120	90	1	2												-25,00%
FK	Technicien du froid et du conditionnement de l'air	180	174	1	2	1	2										-3,33%
FK	Technicien du bâtiment : organisation et réalisation du gros-oeuvre	200	174	1	2	1	2										-13,00%
FK	Technicien géomètre topographe	???	174	1	2	1	2										
JPC	Technicien menuisier agenceur	180	174	1	2	1	2										-3,33%
DT	Technicien outilleur	180	258	1,5	1,5	1,5	1,5	1	2		***	**	**	*	*	**	43,33%
DT	Technicien modelleur	180	258	1,5	1,5	1,5	1,5	1	2		***	***	**	*	*	***	43,33%
DT	Technicien d'usinage	180	258	1,5	1,5	1,5	1,5	1	2		***	*	**	*	*	**	43,33%
FK	Technicien en installation des systèmes énergétique et climatiques	200	174	1	2	1	2										-13,00%
FK	Technicien de maintenance des systèmes énergétique et climatiques	200	174	1	2	1	2										-13,00%
RC	Traitements de surfaces	180	174	1	2	1	2				***	*	***	*	**	*	-3,33%
FK	Travaux publics	200	174	1	2	1	2										-13,00%

8. L'enseignement de la mécanique appliquée

8.1. La mécanique dans le parcours de formation du Bac Pro des différentes filières

L'enseignement de la mécanique doit permettre d'aborder les compétences et les savoirs associés :

- définis à la fois dans le référentiel d'examen du baccalauréat professionnel
- nécessaires à la poursuite d'étude post baccalauréat.

Il convient de maintenir, dans l'enseignement de la mécanique appliquée, une pratique de l'informatique rendue nécessaire et incontournable par la mise en œuvre des outils de CFAO et de simulation. L'utilisation des modeleurs volumiques est aujourd'hui incontournable.

8.2. Recommandations pédagogiques à prendre en compte:

Les compétences relatives à la mécanique appliquée, devant être abordées après celles de l'analyse cinématique, seront abordées en 1ère et Terminale Bac Pro, mis à part en Bac Pro EDPI où elle débute en fin de seconde.

Les compétences de mécanique sont abordées à partir d'un problème technique à résoudre, en s'appuyant sur un système modélisé, un système réel (dans la mesure du possible) et de documents ressource, base de la formalisation lors de la synthèse.

Recommandations horaires pour l'enseignement de la mécanique appliquée en Bac Pro :

		<i>Filière</i>			
		EDPI	MEI MME ROCSM	MVA TU CAR	ALU
CI 5 Vérifier, calculer des éléments					
Hydrostatique	1 Vérifier l'aptitude d'un système comportant un ou plusieurs vérins	5	6		
Cinématique	2 Déterminer les caractéristiques d'un mouvement rectiligne	40	25	30	
	3 Déterminer les caractéristiques d'un mouvement circulaire				
	4 Utiliser un logiciel de mécanique, interpréter une courbe				
	5 Déterminer les caractéristiques d'un mouvement plan				
Statique	6 Déterminer graphiquement les actions inconnues exercées sur une pièce soumise à trois forces concourantes	35	25	25	25
	7 Déterminer analytiquement les actions inconnues exercées sur une pièce soumise à trois forces parallèles				
	8 Identifier le phénomène de frottement, en prévoir les incidences sur le système				
RDM	9 Rechercher dans une documentation et identifier les grandeurs caractérisant mécaniquement un matériau	20	12	15	35
	10 Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à une traction ou compression				
	11 Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à un cisaillement				
	12 Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à une torsion				
	13 Vérifier l'aptitude à l'emploi (contrainte et déformation) d'une pièce sollicitée à une flexion plane				
Energétique, Dynamique	14 Appliquer les lois de la dynamique à un solide en mouvement (rectiligne ou de rotation)	20	12	10	
	15 Déterminer une quantité d'énergie, un travail, un rendement mécanique, une puissance				
Total :		120	80	80	60

8.3. Phases d'étude d'un problème de mécanique en bac pro

Trois phases dans l'étude du comportement (statique, cinématique, dynamique et résistance des matériaux) de produits sont identifiées :

LA MODÉLISATION - En partant d'hypothèses, la modélisation permet de donner une représentation simplifiée, souvent codée (ex : schéma cinématique), de la réalité. Le choix de la représentation est réalisé en tenant compte des outils scientifiques (mathématiques, physiques, informatiques) et/ou des méthodes d'analyse qui seront mises en œuvre pour conduire l'étude. Une modélisation est indissociable des hypothèses simplificatrices de départ, ni de son domaine de validité. Elle est réalisée ou guidée par l'enseignant.

LES CALCULS – Ils sont réalisés soit par les élèves accompagnés par le professeur, soit par un logiciel dédié. Ils résultent de l'application des lois, principes et méthodes développés en travaux dirigés ou en cours.

L'EXPLOITATION / INTERPRÉTATION – Il s'agit de la phase essentielle de l'étude du comportement de tout ou partie d'un ensemble mécanique, elle permet d'en donner les principales caractéristiques mécaniques (performances mécaniques et résistance). Elle permet également de familiariser l'élève aux grandeurs caractéristiques associées. Cette phase est conduite par le professeur avec les élèves.

La démarche pédagogique à privilégier pour l'apprentissage de l'étude du comportement de produits, de mécanismes et de pièces est l'exploitation de maquettes numériques à l'aide de logiciels dédiés permettant la simulation numérique du comportement mécanique.

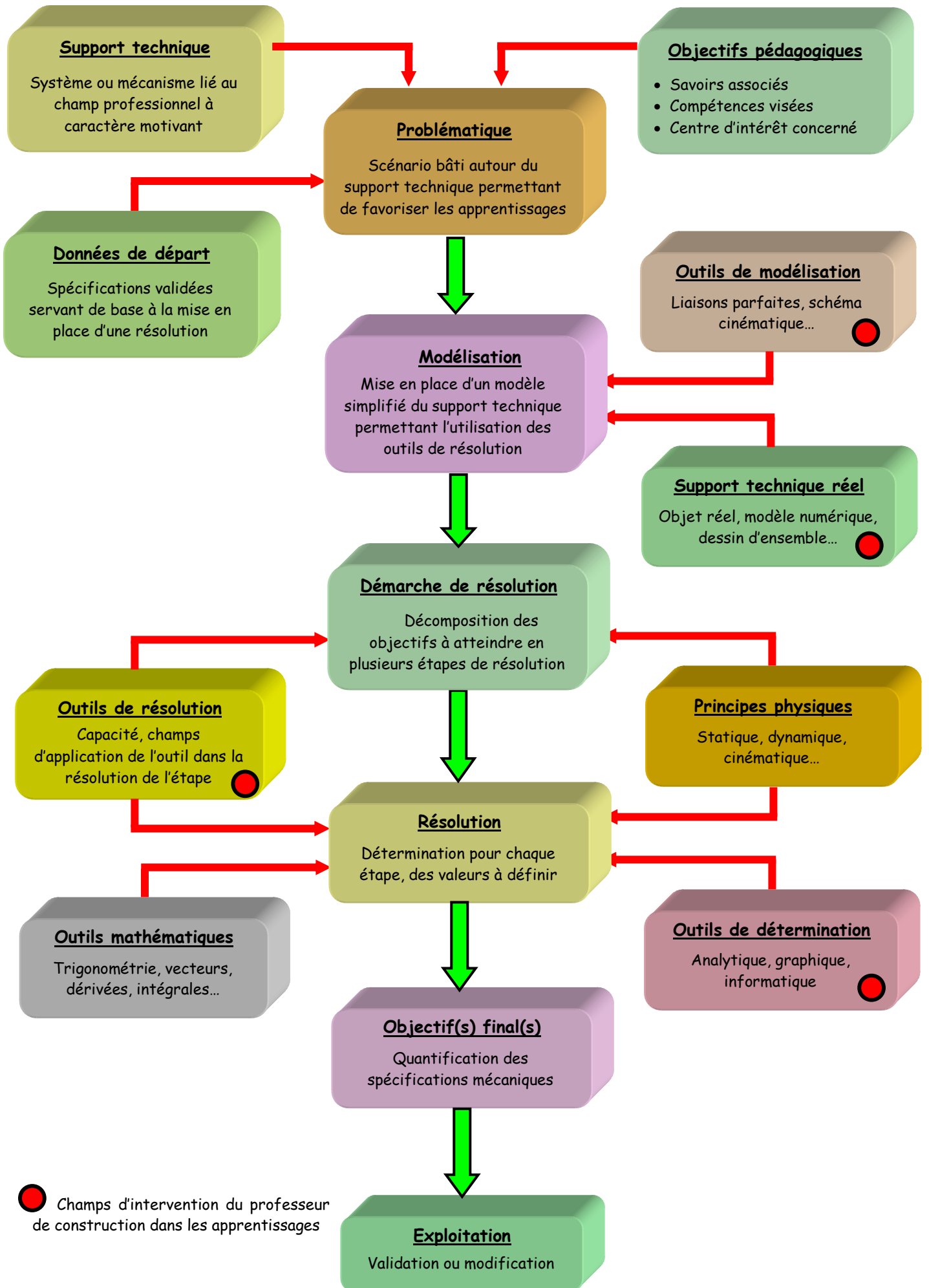
Le temps consacré aux calculs mécaniques réalisés directement par les élèves doit être limité au profit de l'exploitation, plus économe en temps, de logiciels dédiés à ces calculs. Du temps est ainsi dégagé pour la phase « intelligente » d'exploitation et d'interprétation des résultats fournis par les logiciels.

Ils convient donc de préparer l'élève à :

- Identifier, pour chaque problème posé, la pertinence des hypothèses et du domaine de validité de la modélisation proposée ;
- Mettre en forme et introduire dans le logiciel de calcul les données d'entrée des applications numériques chargées des calculs ;
- Estimer l'ordre de grandeur des résultats attendus du logiciel afin de vérifier sommairement leur validité et celui du paramétrage de l'application numérique.

À ce niveau, le logiciel de calcul est aussi un outil didactique que le professeur peut utiliser judicieusement pour illustrer ou faire découvrir des comportements ou phénomènes aux élèves.

Plusieurs logiciels peuvent être utilisés **COSMOS** et **MECA 3D** (DECADE)



8.4. Didactique propre à une séquence d'apprentissage d'une compétence de mécanique

8.4.a. Constitution d'un dossier en autonomie

Dossier d'activité

Le dossier d'activité ne concernera qu'une seule compétence de mécanique incluse dans les deux derniers centres d'intérêt (CI5 et CI6). Etant donné l'hétérogénéité des groupes d'élèves, on devra retrouver plusieurs dossiers d'activité pour une même compétence de mécanique à acquérir. Ainsi, on proposera aux élèves des dossiers de difficulté croissante (les « forts » les feront tous, les « faibles » n'en feront qu'un ou deux).

Donc, de manière plus ou moins approfondie, tous les élèves auront acquis la compétence.

Le dossier d'activité comprendra une section pour une étude statique ou cinématique du système. L'étude du modèle numérique sous « Méca 3D » se portera sur une ou plusieurs liaisons. Suivant le niveau du dossier et l'appétence des élèves, la consigne pourra fournir toutes les données demandées par le logiciel (liaisons, forces, contraintes, position, vitesse, accélération, etc...). Ces données pourront aussi être déterminées par des calculs ou analyses préalables.

La forme de ces documents devra toujours être la même. En préambule, dans un « bandeau », on retrouvera toujours les titres suivants :

- Problème technique posé (ex : pour la RdM, en maintenance, une pièce est cassée...)
- Fiche ressource concernée par la compétence (voir plus haut, ex : contrainte et déformation en cisaillement)
- Nom du dossier technique papier qui est en rapport avec le modèle numérique Cf. plus haut (ex : mise en situation, nomenclature, dessin d'ensemble)
- Compétences pré-requises, même hors mécanique (ex : CI2-5 schémas cinématiques, calculer une cote tolérancée). On pourra noter que les compétences d'analyse (fonctionnelle et cinématique) devront toutes être validées avant d'aborder les compétences de mécanique.

Fiche Ressource

La fiche ressource est une sorte de « résumé » d'un cours portant sur une seule (ou plusieurs) compétence(s) de mécanique d'un des deux derniers centres d'intérêt (ex : CI5-1, Vérifier l'aptitude d'un système comportant un ou plusieurs vérins).

La fiche ressource (au singulier, elle est unique même si elle comporte plusieurs feuillets) fait partie d'un ensemble plus vaste de ressources « papier », informatique, vidéo, livre, tc.

On pourra s'appuyer sur son contenu au moment de la synthèse (voir ci-après « le moment pour valider une compétence »).

Dossier Technique

(En général un seul dossier technique, la multiplication des systèmes doit rester l'exception)

Le dossier technique est une représentation numérique d'un système en rapport avec le champ professionnel :

- Modèles numériques SolidWorks (assemblages avec Sous Assemblages construits)
- Complément Méca3D installé et fonctionnant avec SolidWorks.
- Pour l'utilisation optimum du modèle numérique, on pourra faire utiliser à l'élève la fonction « Construction automatique » de Méca 3D.

En annexe au dossier technique, il sera possible de trouver des additifs techniques portant sur le modèle et pouvant se présenter sous plusieurs formes :

- Dessin technique avec nomenclature et mise en situation.
- Schéma(s) et croquis divers (cinématique, éclatés)
- Dossiers numériques (documents constructeurs) sous plusieurs formes (Adobe Reader, Word, Powerpoint, animations diverses...)

à noter : avec ces documents comme base, on pourra trouver l'occasion de faire acquérir diverses compétences B2I aux élèves.

8.4.b. Quelques points pour l'élaboration de la séquence d'activité

- En travaillant sur le dossier d'activité, l'élève doit être actif et ne doit pas se contenter d'un simple questionnaire ou d'un diaporama pour comprendre le système sur lequel il travaille.
- Le professeur doit élaborer une suite logique et progressive de questions ponctuée par des « validations professeurs ». Le professeur vérifie alors le travail déjà effectué et le cas échéant remédie, et autorise la suite de l'activité. Ces validations seront judicieusement placées, en rapport avec les résultats pour poursuivre l'activité. La difficulté du dossier et l'espacement des « validations » seront donc modulables en fonction du niveau de la classe et de l'importance du savoir associé à la compétence dans le référentiel.
- De manière naturelle, cette séquence d'activité va amener l'élève de ses pré-requis (et, pourquoi pas de ses connaissances propres) à l'acquisition de la compétence voulue.
- A travers ces dossiers d'activité, l'avancement de chaque élève dans le plan de formation sera individuel et, idéalement, autonome. Avec une vitesse minimum imposée par le professeur, chacun avancera à son propre rythme. Donc, pour une même compétence de mécanique, chaque élève traitera au minimum un dossier en autonomie jusqu'à un maximum de quatre ou cinq dossiers.

8.4.c. Le moment pour valider une compétence de mécanique

1° La synthèse

Lorsque tous les élèves ont été « validés » sur le nombre minimum de dossiers (pour une seule compétence donnée), on aborde le temps de synthèse qui est une remédiation collective sous forme d'un exercice très visé.

La synthèse, qui est une action du professeur, peut être effectuée par divers moyens tels que vidéo, diaporama, projections interactives, « élève au tableau »...

Elle doit impérativement donner lieu à l'insertion dans le « classeur » de l'élève d'un document qui constituera ce que l'élève doit retenir de son activité, ce qu'il aura appris. Ce document de synthèse peut reprendre tout ou une partie des documents ressources fournis au début de l'activité.

C'est au cours de ces synthèses collectives que l'on aura l'occasion de positiver les savoirs nouvellement acquis des élèves.

En effet, l'élève a travaillé en autonomie, il est parvenu par lui même à s'intéresser et à apprendre quelque chose qu'il juge utile.

2° L'évaluation

Suivant le groupe de compétences, suivant les motivations des élèves, l'évaluation se fera :

- soit après le temps de synthèse (sous forme sommative),
- soit individuellement, pendant l'activité (sous forme formative).

Remarque : Il est bon de prévoir une formation sommative en fin de cycle qui pourra porter sur plusieurs compétences.

