

# BEP des métiers de la production mécanique informatisée (BEP MPMI)

DIDIER PRAT, GÉRARD GOMY<sup>1</sup>

Dans le numéro 118, nous vous avons exposé les grandes lignes du nouveau BEP des métiers de la production mécanique informatisée (compétences, horaires d'enseignement, organisation). La présentation ne serait pas complète sans le présent article, plus pédagogique, qui permettra aux enseignants de découvrir le concept de « centre d'intérêt ». Ainsi, ils pourront préparer au plus tôt la prochaine rentrée.

**MOTS-CLÉS** prébac, lycée professionnel, référentiel et programme, FAO, production, productique, travaux pratiques

Rappelons les caractéristiques importantes du nouveau BEP des métiers de la production mécanique informatisée.

La stratégie pédagogique mise en œuvre pour atteindre les compétences visées par ce BEP impose des apprentissages relatifs à l'ensemble des étapes liées à la réalisation du produit, qui sont :

- la préparation du travail et l'exploitation de documents de fabrication (décodage de documents techniques) ;
- l'identification des outils et outillages, leur préréglage à partir de documents de fabrication ;
- la réalisation d'opérations élémentaires (maîtrise de la qualité au poste d'usinage) ;
- la mise en œuvre des moyens de fabrications stabilisées (conduite au poste) ;
- la mise en œuvre des moyens et méthodes d'assemblage et l'organisation du poste (maîtrise de la qualité au poste d'assemblage) ;
- l'utilisation d'appareils de mesure (mesure directe et par comparaison, en autocontrôle au poste) ;
- le diagnostic et à la mise en œuvre de la maintenance de premier niveau.

De plus, l'ensemble du processus de formation s'appuiera sur la fabrication d'un produit assemblé : mécanisme, outillage ou prototype.

## STRATÉGIES PÉDAGOGIQUES

La stratégie générale proposée est une stratégie inductive, intitulée « apprendre en faisant ». Bien adaptée au public de ces sections, elle nécessite, bien évidemment, de travailler en travaux pratiques d'atelier.

### Les principes directeurs

La séquence d'enseignement s'inscrit dans une double finalité. Elle doit mobiliser l'intérêt de l'élève et transmettre des connaissances et des méthodes.

**Éveiller l'attention et susciter la performance :** la motivation de l'élève est essentielle, il faut la susciter en l'informant des

Seconde		Terminale			
Prise de contact		Prise de contact			
Découverte	<p style="text-align: center;">Centres d'intérêt</p> Les machines-outils (cinématique, architecture...) <table border="1" style="float: right; margin-left: 10px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">×</td></tr> </table>	×	Approfondissement	<p style="text-align: center;">Centres d'intérêt</p> Les procédés et processus de production <table border="1" style="float: right; margin-left: 10px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">×</td></tr> </table>	×
	×				
×					
Stage en entreprise Les opérations d'usinage et d'assemblage La génération des surfaces (planes, cylindriques...) <table border="1" style="float: right; margin-left: 10px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">×</td></tr> </table>	×	La coupe des matériaux : identification des paramètres Les cycles préprogrammés La mesure et le contrôle des spécifications géométriques <table border="1" style="float: right; margin-left: 10px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">×</td></tr> </table>	×		
×					
×					
Intégration	La mesure et le contrôle de spécifications dimensionnelles L'exploitation des documents techniques de fabrication et d'assemblage La structure des programmes <table border="1" style="float: right; margin-left: 10px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">×</td></tr> </table>	×	Maîtrise méthodologique	Organisation et suivi du processus de production Les préréglages Le couple outil-matière Les trajectoires programmées	
	×				
La chaîne géométrique : relation machine/portepièce/pièce ; relation machine/porte-outils/outils Les méthodes et moyens d'assemblage L'organisation du poste de travail (ergonomie, sécurité, maintenance) <table border="1" style="float: right; margin-left: 10px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">×</td></tr> </table>	×				
×					
Stage en entreprise		Examen			
Retour de stage					
Il conviendra de mettre en place des séances de synthèse afin de structurer les connaissances X Ce centre d'intérêt privilégiera la relation avec l'enseignement de la construction					

Figure 1. Processus d'apprentissage des années de formation en BEP

objectifs visés, en lui proposant des résolutions de problèmes réels à travers des réalisations concrètes ;

**Transmettre des connaissances et des méthodes :** cet objectif premier dans la formation peut se faire par le rappel des prérequis, par le transfert des connaissances au travers des démarches d'apprentissage, en utilisant les erreurs de chacun, en les corrigeant individuellement et en s'adaptant au rythme des élèves.

1. Respectivement inspecteur général de l'Éducation nationale, responsable de la filière productique mécanique, et chef de travaux au lycée Évariste-Galois de Noisy-le-Grand.

Ainsi, au cours des séances d'atelier, les activités de réalisation seront impérativement privilégiées comme supports des apprentissages : il s'agit d'apprendre en faisant dans une interaction permanente entre l'élève et les situations proposées, qui lui permettent de construire ses connaissances.

Ces activités pratiques seront associées à des activités de synthèse afin de structurer et d'organiser les connaissances.

L'enseignement sera construit à partir de supports relatifs à la réalisation d'ensembles mécaniques (mécanismes, outillages, prototypes...).

### Les caractéristiques de cette stratégie

La construction des apprentissages s'inscrit dans un processus de professionnalisation pour l'acquisition des compétences relatives à la « mise en œuvre des moyens d'usinage et d'assemblage constitutifs d'un plateau technique de production ». Cela caractérise ce BEP et contribue à l'acquisition des savoirs et notamment des savoir-faire en usinage, assemblage, mesurage et contrôle.

Les activités proposées conduisent l'élève à analyser et à mettre en œuvre des procédures, des protocoles..., pour réaliser, assembler ou mesurer.

Il s'agit d'une démarche inductive qui prend appui sur le concret pour en faire émerger une situation problématique permettant de développer chez l'élève les outils méthodologiques et les concepts permettant de résoudre le problème qui lui est posé.

*Remarque :* les outils et les concepts ne sont définitivement acquis que lorsque l'élève les a mobilisés plusieurs fois pour résoudre d'autres problèmes analogues dans des situations différentes.

### Principes pédagogiques mis en œuvre

L'activité demandée s'élabore autour d'un problème, à partir duquel sont développés des concepts et des outils généralisables. L'élève est placé dans une démarche inductive : analyse, résolution du problème, concept, principe, méthode générale.

Le transfert de ces acquis à d'autres situations analogues conduit à une démarche pédagogique globalement déductive qui va de l'énoncé du concept, de la définition de la méthode, aux applications, à des problèmes particuliers.

Les activités proposées doivent permettre à l'élève d'appréhender, par la manipulation, la réalisation et l'observation des résultats obtenus, les concepts, les règles et les principes relatifs aux compétences visées.

En résumé, « apprendre en faisant », c'est mettre les élèves dans des situations actives de résolution de problèmes réels pour les amener à se poser les bonnes questions, auxquelles ils trou-

## BEP DES MÉTIERS DE LA PRODUCTION MÉCANIQUE INFORMATISÉE (MPMI)

### Définition des activités associées au centre d'intérêt et aux compétences

Période	
Seconde	Terminale
Septembre-octobre	
Novembre-décembre	
Janvier-février	
Mars-avril	
Mai-juin	

#### LA COUPE DES MATÉRIAUX : IDENTIFICATION DES PARAMÈTRES

Point(s) clé(s) : vitesse de coupe et fréquence de rotation

Compétences visées		Savoirs technologiques associés		N.A.
C 1.3	Décoder, exploiter les données techniques relatives à la réalisation d'une pièce...	S 2.1.3	Décodage des documents de fabrication	3
C 2.3	Mettre en œuvre une machine-outil conventionnelle, mettre en œuvre une machine à commande numérique	S 3.1	Définition des mouvements de coupe, d'avance	3
		S 3.2.2	Cinématique de la coupe	3

#### Objectifs pédagogiques

Identifier les paramètres déterminant une fréquence de rotation pour une vitesse de coupe donnée

Activités proposées aux élèves		Zones				
Les activités décrites ci-dessous s'effectueront impérativement à partir des pièces constitutives de l'ensemble réalisé dans l'établissement						
1	Usiner une pièce possédant des perçages de diamètres différents (le diamètre de l'outil est la seule variable)					
2	Réaliser, sur centre d'usinage, des pièces nécessitant différents cycles de fraisage réalisés avec des fraises de diamètres différents (vitesse de coupe constante)					
3	Usiner, sur tour, une pièce composée de cylindres étagés (la fréquence de rotation varie pour une Vc constante)					
4	Usiner une pièce possédant un dressage sur une surface importante en Vc constante					
Commentaires		Préparation du travail	Préparation des outillages	Réalisation des usinages	Réalisation des assemblages	Apport théorique nécessaire
Il s'agit de démontrer à l'élève que, pour une Vc donnée : – en fraisage, seul le diamètre de l'outil intervient dans la détermination de la valeur de la fréquence de rotation ; – en tournage, la trajectoire de l'outil (ou sa position par rapport à l'axe Z) influe sur la détermination de la fréquence de rotation de la broche.						

#### Support(s) de formation associé(s) aux activités proposées

Moteur à vapeur CGM 2000

Figure 2. Un exemple de fiche centre d'intérêt

veront les réponses tout au long de leurs travaux. Ce principe pédagogique permet d'éviter les situations passives dans lesquelles, classiquement, nous leur apportons des réponses à des questions qu'il ne se posent même pas.

### UNE ORGANISATION PÉDAGOGIQUE

Le référentiel de certification présente les compétences attendues et les savoirs technologiques associés. Pour mettre en place la formation il faut prévoir, et agencer sur le cycle de deux ans, les actes de formation qui assureront aux élèves la maîtrise des compétences visées. Il s'agit de mettre en place une organisation pédagogique.

## Fiche synthèse associée à un centre d'intérêt

### LA COUPE DES MATÉRIAUX : IDENTIFICATION DES PARAMÈTRES

#### Rappel des activités pratiques associées

Usinage des pièces du moteur à vapeur CGM 2000 suivantes :

- distributeur (phase de perçage) ;
- plaques support (phase de contourage en fraisage) ;
- embout de vérin (phase de tournage extérieur) ;
- roue d'inertie (phase de tournage extérieur).

#### À retenir

Pour obtenir la coupe du métal lors de l'usinage, il faut respecter les conditions de coupe liées à l'entité usinage considérée. Pour que la vitesse de coupe soit respectée, quelle que soit l'opération réalisée, il faut faire varier la fréquence de rotation en respectant la relation suivante :  $V_c = \omega R = \text{constante}$   
Les paramètres permettant de déterminer la fréquence de rotation sont affectés à des éléments technologiques différents ( $\emptyset$  d'outil, trajectoire outil...) suivant le type d'opération réalisé.

Voir « La génération des surfaces usinées »,

*Productique mécanique*, chapitre 11, éd. Dunod

Figure 3. un exemple de fiche synthèse

### Les données à prendre en compte

Préparer cette organisation est une tâche importante de l'équipe des professeurs d'enseignement professionnel (fabrication et construction). À ce titre, il convient de mettre en interrelation plusieurs contraintes :

- contraintes liées à la nécessaire progressivité des apprentissages (adéquation entre le temps d'apprentissage et le poids des savoirs et savoir-faire visés, antériorité des activités pratiques par rapport aux leçons, puis aux synthèses permettant la structuration des connaissances) ;
- contraintes relatives à la gestion des équipements (machines et matériels) et des locaux ;
- contraintes relatives à la réalisation des produits retenus comme supports de formation ;
- contraintes liées au nombre d'élèves présents simultanément sur le plateau technique.

La classe de BEP peut accueillir un ou deux groupes d'élèves. Le nombre d'élèves présents simultanément à l'atelier peut donc varier du simple au double. Ces différentes situations imposent des modes d'organisation très structurés.

Prendre en compte ces différentes contraintes conduit l'équipe pédagogique à mettre en forme de façon très lisible sa planification prévisionnelle.

La définition des activités pratiques d'atelier, les objectifs pédagogiques, les thèmes techniques supports de formation doivent être positionnés sur le cycle. Ils sont une référence tant pour les élèves que pour l'équipe qui construit sa collaboration sur la base de ce contrat, lequel peut, chaque année, faire l'objet d'amendements.

### Une nécessité : les centres d'intérêt

#### Le problème

Les différentes contraintes conduisent les professeurs à répartir les élèves sur les différentes zones d'enseignement constitutives du plateau technique : ils doivent mettre en interrelation le nombre d'élèves, le nombre de postes, de machines et d'équipements et les fabrications à réaliser. Les professeurs sont ainsi amenés à

diversifier les objectifs pédagogiques à partir des multiples activités des élèves.

À l'extrême, il peut y avoir autant d'activités et d'objectifs pédagogiques que d'élèves au cours d'une même séance. Cette situation, difficile, voire impossible à gérer pour le professeur, conduit l'équipe pédagogique à définir des cycles d'apprentissages très longs afin que tous les élèves aient appréhendé toutes les situations de formation relatives à ces objectifs. Cela éloigne et disperse les impératives synthèses, ce qui n'est pas acceptable.

#### Une solution

Afin de ne pas disperser les apprentissages et de leur donner du sens, il est nécessaire de regrouper les activités de tous les élèves sur une plage de temps donnée, autour de finalités pédagogiques limitées mais bien identifiées. Ces finalités, appelées « centres d'intérêt », permettent de faire acquérir simultanément à l'ensemble des élèves, mais à partir d'activités différentes (et donc de supports différents), les définitions, principes, règles et méthodes,

au terme d'une même séance ou d'un cycle très court d'activités.

Le centre d'intérêt correspond donc à une préoccupation pédagogique qui permet au professeur de viser, dans un temps donné, une même série d'objectifs pédagogiques, à l'aide de supports qui peuvent être différents, afin de faciliter l'introduction et la synthèse de ces objectifs.

L'identification d'un centre d'intérêt résulte de l'analyse des compétences décrites dans le référentiel et des savoirs associés, mais aussi de l'expérience du professeur et de sa compétence en didactique, qui lui permettent d'identifier les points clés dans le cadre d'un processus d'apprentissage.

À cet égard, l'analyse du référentiel de certification et des savoirs associés peut nous permettre, pour les deux années de formation, de dégager quatre phases d'apprentissage.

#### Les quatre phases d'apprentissage

##### La phase « découverte »

Cette phase doit permettre à l'élève :

- d'appréhender le champ professionnel (connaissance du métier, des moyens mis en œuvre, des relations entre les étapes de réalisation d'une pièce et d'un produit), les opérations réalisées, les moyens utilisés ;
- d'acquérir le vocabulaire du métier, les langages et les codes ;
- de mettre en projet sa formation, c'est-à-dire d'identifier les compétences à acquérir en fin de formation.

##### La phase « intégration »

Cette phase doit permettre à l'élève :

- de mieux contextualiser les connaissances précédentes dans des « problématiques » de réalisation (intégration des pratiques professionnelles) ;
- de conduire une activité professionnelle en lui donnant du sens par rapport au contrat.

##### La phase « approfondissement »

Cette phase doit permettre à l'élève :

- d'appréhender les différences entre un résultat attendu (contrat) et un résultat obtenu ;

– d'identifier l'importance des paramètres et des contraintes sur un résultat attendu (paramètres liés à l'outil, au matériau, au processus...).

### La phase « maîtrise méthodologique »

Cette phase doit permettre à l'élève :

- de conduire un poste de production en « opérateur responsable » ;
- de maîtriser la qualité du produit à partir des procédures et protocoles imposés en usinage et en assemblage.

Les deux premières phases concernent l'année de seconde, les deux dernières celle de terminale.

L'identification des centres d'intérêt et le découpage proposés en figure 1 ont valeur d'exemple. Ils doivent permettre aux professeurs d'alimenter leur propre réflexion, pour mettre en place l'organisation de leur enseignement.

## PROPOSITIONS D'ORGANISATION

### Les principes

L'organisation d'une période de formation sera définie par :

– les activités de réalisation (analyse, usinage, montage...) du ou des supports techniques retenus par l'équipe pédagogique ; il s'agit du problème technique à résoudre ;

– le ou les centres d'intérêt qu'il est possible d'aborder à partir de ces activités de réalisation, dans une logique de progression des apprentissages et en fonction des contraintes (moyens disponibles, nombre d'élèves...); il s'agit du problème pédagogique.

La mise en cohérence des activités de production et du ou des centres d'intérêt doit permettre d'identifier un cycle d'activités pratiques.

### La démarche

Avant de mettre en place une planification, l'équipe pédagogique doit disposer d'un ensemble de fiches « centre d'intérêt », d'un ensemble de dossiers techniques et de fiches d'activité.

### Les fiches « centre d'intérêt »

Ces fiches (figure 2) définissent notamment les activités différentes qu'il est possible d'identifier pour atteindre le ou les objectifs pédagogiques associés. Il s'agit d'une base de données pédagogique, indépendante des produits à réaliser. À cette base de données peuvent être associées des fiches « synthèse » (figure 3).

### Les dossiers techniques

Relatifs à des produits réalisables sur le plateau technique, ils constituent une base de données « produits et processus » :

Les bases de données sont sous forme numérique.

### Les fiches « activité élève »

Ces fiches (figure 4) définissent les activités techniques et pédagogiques que devra conduire l'élève au cours de la séance. Il est important de noter que cette fiche ne pourra être renseignée que lorsque les choix spécifiques de l'équipe pédagogique seront effectués.

**BEP DES MÉTIERS DE LA PRODUCTION**  
**MÉCANIQUE INFORMATISÉE (MPMI)**

*Fiche activité élève*  
*Présentation d'une activité*  
*associée à un centre d'intérêt*

CI	LA COUPE DES MATÉRIAUX : IDENTIFICATION DES PARAMÈTRES
Activité	Usiner une pièce nécessitant des perçages de diamètres différents (le diamètre de l'outil est la seule variable)

Tâches	
T1	Préparation du poste de travail
T2	Réalisation des opérations d'usinage et d'autocontrôle
T3	Réalisation des opérations d'assemblage
T4	Réalisation des opérations de maintenance

**Ce que je dois savoir avant de conduire l'activité :**

- définir un mouvement de coupe ;
- définir une fréquence de rotation.

**Ce que je vais apprendre :**

identifier les paramètres permettant de déterminer une fréquence de rotation pour une opération de perçage, pour une Vc donnée.

Thème du support de formation	Pièce(s) concernée(s)	Phase et/ou opération
Moteur à vapeur CGM 2000	Distributeur	Phase 20 - perçage

**Description de la situation de formation**

Contexte de l'activité (on donne) :	Autonomie attendue		Appréciation			
	+	-	+	-	×	×
– le distributeur en phase 10 ; – le dossier technique comportant le contrat de phase 20 (les fréquences de rotation à utiliser n'étant pas déterminées) ; – un dossier ressources, comportant une démarche de détermination de la fréquence de rotation et un abaque de calcul.	+	-	+	-	×	×
<b>Travail demandé à l'élève</b> Réaliser le distributeur en phase 20, conformément au contrat de phase donné ; pour cela : – compléter le contrat de phase 20 (fréquence de rotation) avec l'aide du dossier ressources ; – mettre en œuvre la fraiseuse à commande assistée pour usiner la pièce ; – contrôler la pièce.						

**Résultats attendus :**

- la pièce obtenue est conforme ;
- la détermination des paramètres de coupe est correcte ;
- la coupe du métal s'est effectuée dans de bonnes conditions lors des opérations d'usinage.

Période	
Seconde	Terminale
Septembre-octobre	
Novembre-décembre	
Janvier-février	
Mars-avril	
Mai-juin	

**Espace(s) concerné(s)**

**Consignes de sécurité**

Application des consignes de sécurité liées à l'utilisation de la fraiseuse à commande assistée, voir fiche spécifique sur le poste.

**Appréciation générale – Évaluation – Conseil**

Nom	Prénom	Date

Figure 4. un exemple de fiche activité élève

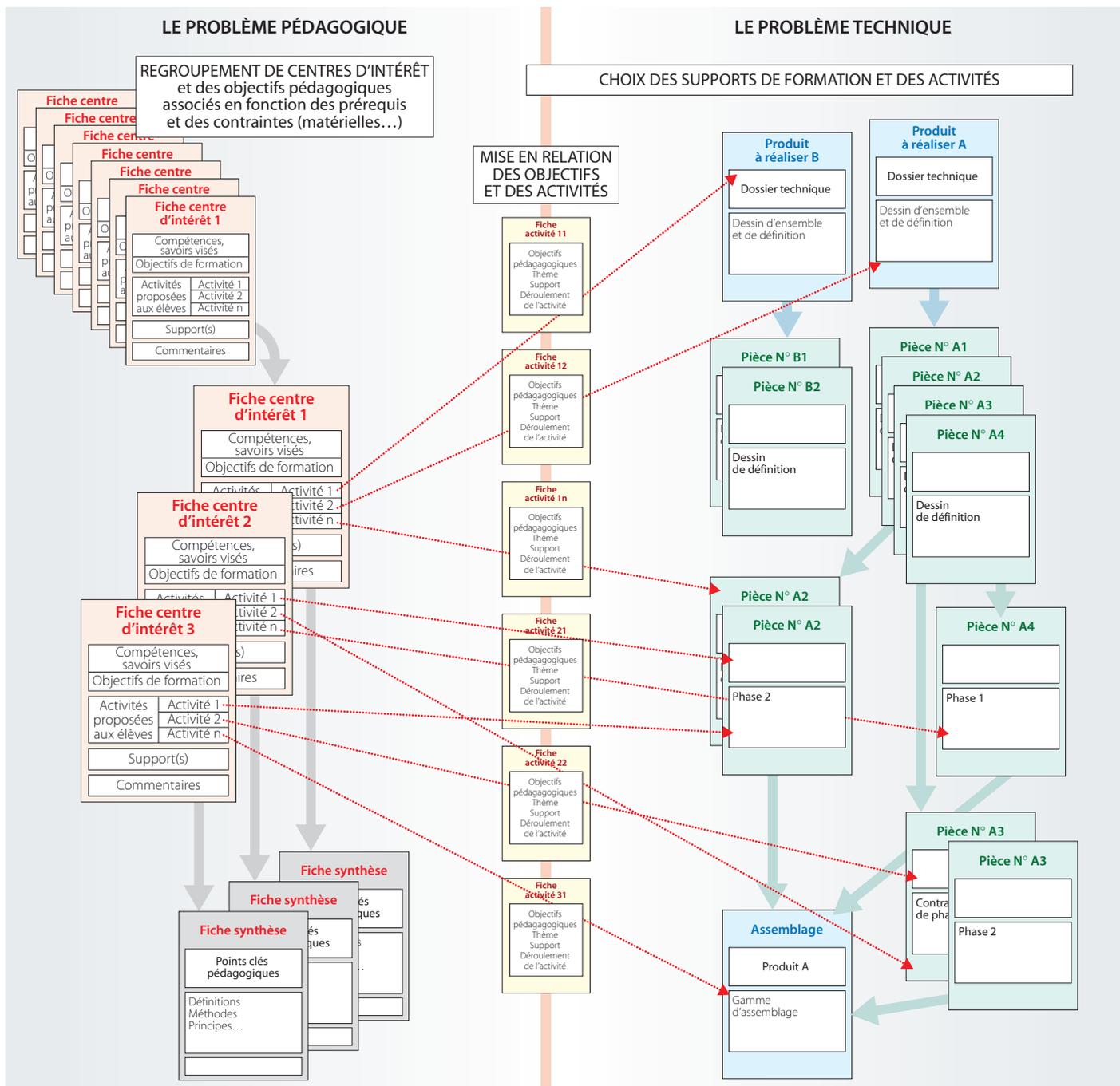


Figure 5 : Démarche de définition de l'organisation pédagogique

Les figures 2, 3 et 4 sont des supports de réflexion sans valeur de modèle, pour la préparation de l'organisation pédagogique adaptée aux exigences du référentiel.

### La mise en place du projet

Prenons le cas d'un cycle d'activités donné.

À partir de l'analyse :

- de la base de données pédagogique et de la progressivité des apprentissages ;
- de la base de données « produits » ;
- des contraintes,

l'équipe pédagogique retient, par exemple, trois centres d'intérêt pour le cycle concerné.

Un centre d'intérêt est appréhendé par zone d'atelier, une rotation des élèves s'effectuera dans chacune des zones. Le cycle pourrait donc avoir une durée de trois semaines.

À partir de chaque fiche « centre d'intérêt », les professeurs :

- identifient les activités proposées ;

– leur associent le document technique correspondant (contrat, protocole...) issu de la base de données « produits ».

L'identification précédente permet à l'équipe pédagogique de renseigner la fiche d'activité technique et pédagogique qui sera donnée à l'élève.

Cette démarche doit être répétée pour l'ensemble des centres d'intérêt afin de définir le projet pédagogique de la formation sur les deux années. Le schéma de la figure 5 fait apparaître cette démarche.

### CONCLUSION

Tous ces documents n'ont pas pour vocation de constituer un modèle dogmatique limitant la créativité et l'initiative des équipes pédagogiques mais, au contraire, de fournir des éléments et des repères utiles à la construction du dispositif de formation le mieux adapté au matériel et au potentiel humain disponibles dans chaque établissement. ■