

APPRENTISSAGE GEOMETRIQUE AU CYCLE 3 ET ARGUMENTATION EN GEOMETRIE

ATELIER 2

Michel MANTE (IUFM de Lyon) et
Robert NEYRET (IUFM de Grenoble),
membres de l'équipe INRP

"Apprentissage géométrique au cycle 3 et argumentation en géométrie"

Cet atelier a eu pour objectif à partir de l'état de réflexion de notre groupe de recherche d'engager un échange entre les participants sur les problèmes posés par l'enseignement de la géométrie au cycle 3 de l'école primaire, en particulier ceux concernant les phases de validation.

Dans un premier temps, nous présenterons le travail de notre groupe et nos principales hypothèses puis à partir d'une situation nous analyserons, dans un deuxième temps, un certain nombre de difficultés auxquelles nous nous heurtons.

1 • Présentation de notre groupe de recherche et de nos principaux choix

Des travaux¹ ont renouvelé les perspectives sur l'enseignement de la géométrie : ils ont mis en évidence la nécessité d'articuler les compétences spatiales² (et leur enseignement) et l'enseignement des connaissances géométriques³. Ils ont posé la question de l'introduction des concepts fondamentaux de la géométrie comme outils pour résoudre des problèmes spatiaux. Notre groupe s'est donc fixé un certain nombre d'objectifs.

1 • 1 Les objectifs de ce groupe de recherche sont les suivants

- 1 - Préciser pour l'école primaire les enjeux, les contenus et les objectifs d'un enseignement visant au développement des compétences spatiales et géométriques.
- 2 - Elaborer, expérimenter, analyser des dispositifs complets d'enseignement (situations, modalités de mise en œuvre, analyse didactique), cohérents pour l'ensemble du Cycle 3, utilisant différents types d'espace (feuille de papier, espace environnant, écran géré par un logiciel de géométrie...).
- 3 - Conduire des investigations précises sur l'utilisation de phases argumentatives pour la construction et le développement des connaissances spatiales et géométriques.

Nous⁴ avons commencé le travail il y a deux ans, nous expérimentons pour la deuxième année un ensemble de situations pour le CE 2 et terminons notre première année d'expérimentation pour le CM 1.

¹ Pécheux (1990), Berthelot et Salin (1992), Weill-Fassima et Rachedi (1992).

² Connaissances qui permettent à un sujet un contrôle convenable de ses relations à l'espace sensible (Berthelot et Salin).

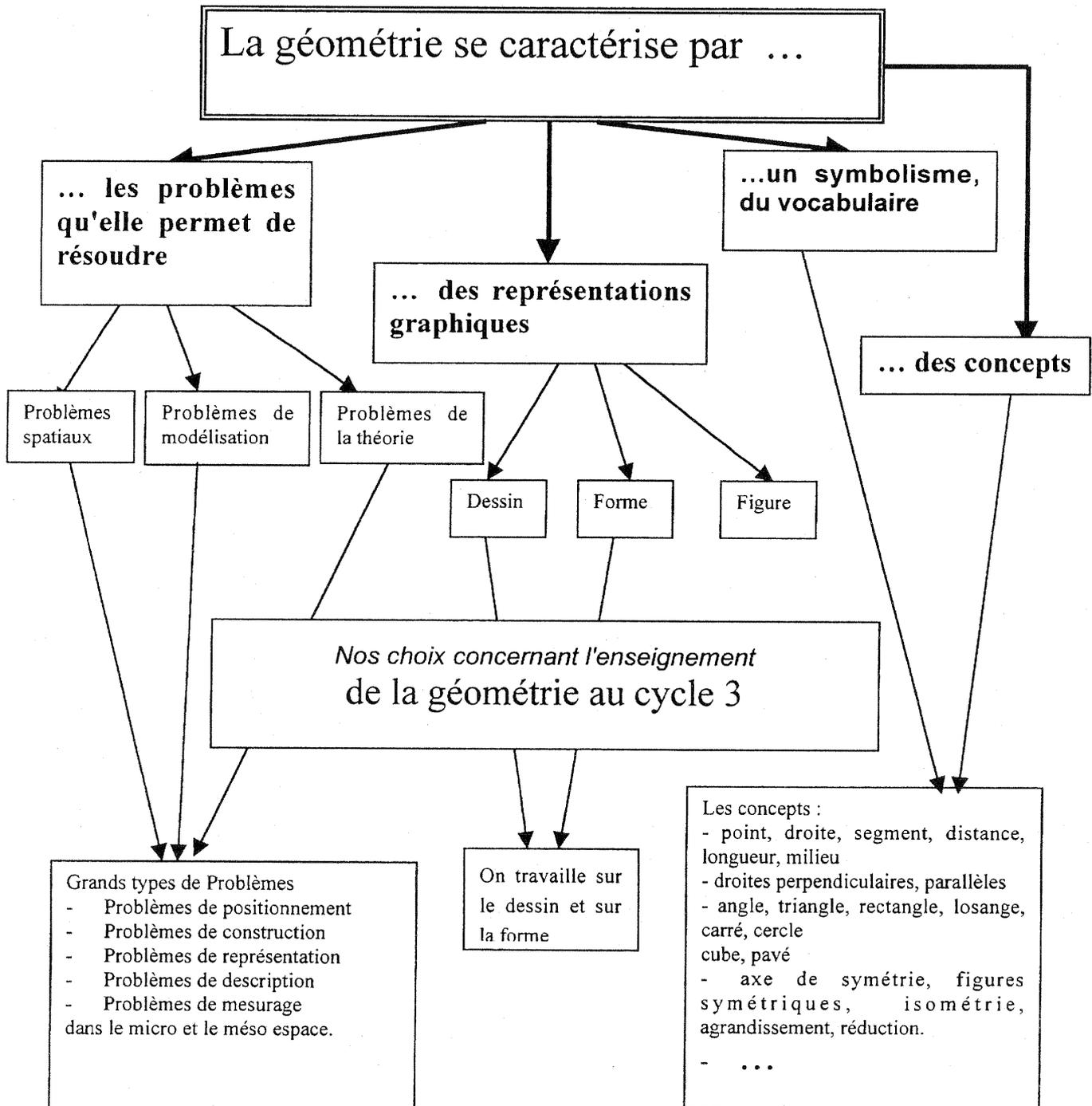
³ Connaissances qui se réfèrent à un corpus de savoirs mathématiques bien identifiés.

⁴ Actuellement le groupe est constitué de dix équipes animés par des formateurs IUFM, académies de Grenoble (Grenoble et Valence), de Lyon (Lyon et Bourg-en-Bresse), d'Aix-Marseille (Avignon), de Toulouse (Toulouse), de Paris, de Reims (Châlons sur Marne), de Clermont-ferrand (Clermont-ferrand), de Versailles

Travailler sur l'enseignement de la géométrie à l'école suppose de faire un certain nombre de choix, en particulier, en ce qui concerne l'apprentissage, l'acquisition d'un concept et ce qu'est la géométrie

1 • 2 Qu'est – ce que la géométrie pour nous ?

Le schéma ci-dessous permet de préciser ce qui caractérise pour nous cette partie des mathématiques :



1 • 3 Cadre théorique

Nous nous proposons d'étudier les conditions d'apprentissage des savoirs figurant au programme du cycle 3 des écoles, et en particulier

- la façon dont il peut s'effectuer en prenant en compte les connaissances des élèves, tant les connaissances spatiales que leurs conceptions initiales éventuelles sur ces savoirs ;
- la façon dont l'élève peut dépasser ses connaissances en acte et accéder à des connaissances formulées, voire institutionnalisées, donc identifiables.

Pour cela, la résolution de problèmes constitue le cadre de référence pour les apprentissages : c'est "la source et le critère du savoir" (Vergnaud, RDM 1993). La théorie des champs conceptuels (Vergnaud, RDM 1990) sert de cadre à l'analyse des "concepts et théorèmes" figurant au programme en ce qu'elle permet d'étudier les liens entre les concepts (repère du plan, alignement, parallélisme, perpendicularité...), et d'être utile pour l'analyse des types de problèmes.

Par ailleurs, nous nous référerons à la théorie des situations (Brousseau, RDM 1989) qui constitue un cadre plus restreint mais plus précis pour la conception de situations en retenant :

- les situations a-didactiques pour un apprentissage véritable par la résolution de problèmes ;
- les situations d'action, de formulation, voire de validation, en vue de l'apprentissage des concepts et théorèmes par les élèves.

Nous faisons l'hypothèse que les élèves "débutants" disposent de connaissances en acte, du fait de leur connaissance de l'espace, acquises par fréquentation de celui-ci. Par ailleurs, nous pensons que celles-ci peuvent évoluer vers des connaissances géométriques moyennant des situations construites dans le cadre précédent : elles sont ainsi destinées à permettre à l'élève de mobiliser ses connaissances en acte, d'en percevoir les limites, et de construire alors des connaissances formulées, décontextualisées et dépersonnalisées, en voie donc de devenir "géométriques".

Ces connaissances initiales à propos de chaque concept ou théorème doivent donc être d'abord sollicitées dans les premières situations, pour être identifiées. Ensuite la mise en place de situations a-didactiques d'action et de formulation notamment doit permettre :

- de faire mobiliser d'autres connaissances en acte utiles (des conceptions de la perpendicularité par exemple différentes des conceptions initiales) ;
- de les faire formuler par les élèves en réponse à des problèmes (et non à des sollicitations ou des injonctions du maître), mais peut-être seulement dans le "langage élève", avant l'introduction de la terminologie habituelle ;
- de les faire réutiliser dans des problèmes plus complexes.

Cela nécessite que dans les situations proposées, il y ait pour les élèves un milieu pour la validation (Brousseau) : nous reviendrons sur ce point important

Comme lors de notre travail sur l'apprentissage numérique (cf. ERMEL GS à CM2 – Ed HATIER) nous nous appuyons donc sur une approche socio/constructiviste de l'apprentissage.

Ce point de vue s'oppose à l'enseignement par ostension qui se caractérise⁵ par le fait que l'enseignant présente directement les connaissances en s'appuyant sur l'observation dirigée

⁵ Nous reprenons ici les travaux de R. BERTHELOT et M.H. SALIN.
XXVIIème colloque Inter-Irem – Chamonix – Mai 2000

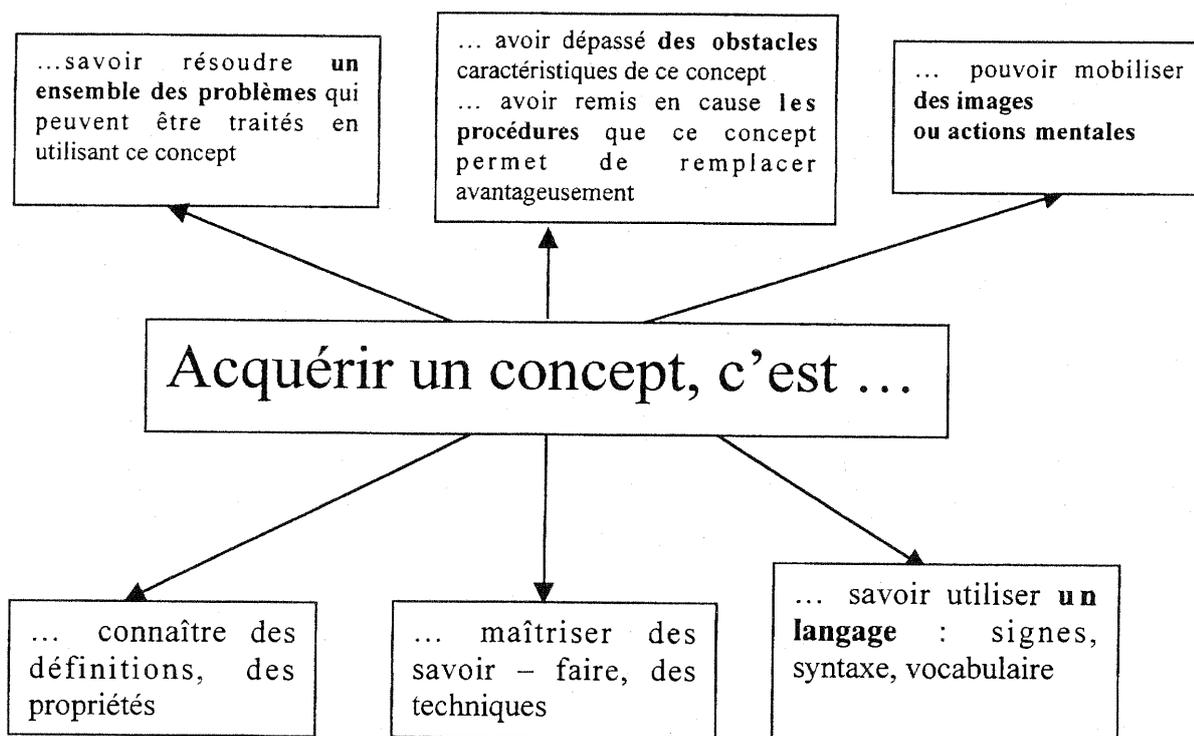
d'une réalité sensible ou d'une de ses représentations, et suppose les élèves capables de se les approprier et d'en étendre l'emploi à d'autres situations.

Dans les pratiques de classe et celles induites par de nombreux manuels l'ostension a tendance à être remplacée par ce que R. BERTHELOT et M.H. SALIN appelle "l'ostension déguisée" qui se caractérise par le fait que :

- dans un premier temps l'élève doit "découvrir" (reconnaître et expliciter) la nouvelle connaissance (définition, propriété) à partir de l'observation "dirigée" d'un dessin présenté à l'élève. Ce dessin aura été conçu par le maître (parfois via l'élève) de façon à ce que cette connaissance soit très visible. Si elle ne l'est pas suffisamment, le maître intervient pour faciliter cette découverte avec des effets de contrat ;
- dans un deuxième temps il est demandé aux élèves de les réutiliser pour différents types d'exercices dont la proximité conceptuelle avec la situation d'introduction n'est pas toujours contrôlée.

1 • 4 : Qu'est – ce que s'approprier un concept ?

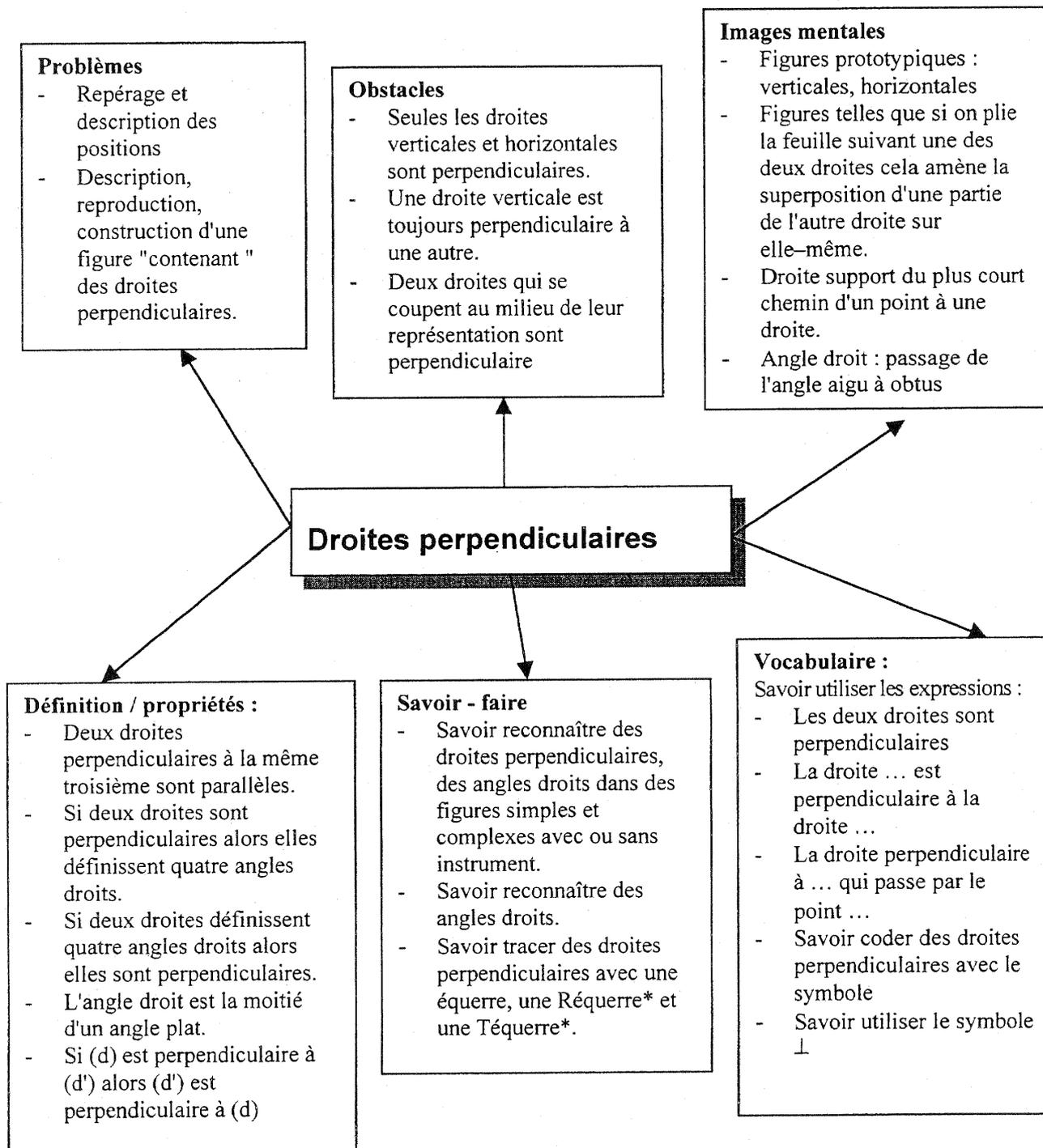
On peut caractériser l'acquisition d'un concept par le schéma suivant :



2 • Analyse d'un exemple de situation sur les droites perpendiculaires : "Pli sur pli"

2 • 1 Le concept de droites perpendiculaires

En reprenant la grille d'appropriation d'un concept, nous obtenons le schéma suivant qui nous permet d'élaborer des situations visant l'appropriation de ce concept.



* La réquerre est un instrument diffusé par l'IREM de Lyon, plaque de plastique transparent sur laquelle figurent des droites perpendiculaires. La téquerre est un instrument conçu par notre équipe, morceau de plastique transparent ayant un bord droit et une droite perpendiculaire à ce bord.

2 • 2 Description de la situation « Pli sur pli »

Présentation

Compte-tenu de l'analyse précédente nous donnons quelques éléments d'une situation, qui, à travers un problème de construction, vise à commencer à faire dépasser l'obstacle « seules les droites verticales et horizontales sont perpendiculaires » en développant notamment l'image mentale des droites perpendiculaires sont des « figures telles que si on plie la feuille suivant une des deux droites, cela amène la superposition d'une partie de l'autre droite sur elle-même »

Pour résoudre le problème posé, les élèves vont devoir tracer une « droite perpendiculaire » à une droite donnée. En effet, ils doivent rechercher l'axe permettant d'anticiper le pliage d'une droite sur elle-même. Après un temps de familiarisation avec le pliage amenant un trait sur un trait (ou un pli sur un pli), les élèves doivent anticiper la position du pli passant par un point permettant d'amener un pli sur un pli. La connaissance implicite « droite perpendiculaire » est l'outil qui permet de résoudre le problème proposé.

La position du pli initial « de travers » dans une feuille de type A4 (figure 1) est un réel obstacle (cf. analyse du concept) pour l'anticipation du trait de pliage amenant pli sur pli chez la plupart des enfants. Par contre quand le pli est parallèle aux bords de la feuille, les élèves résolvent le problème sans difficultés. Nous jouons donc sur les valeurs de la variable « orientation de la droite dans le domaine sur lequel elle est dessinée ». Dans cette séquence (niveau CE2), le domaine proposé est quelconque, n'ayant pas de symétrie apparente (figure 2). Dans une séquence ultérieure (niveau CM1), l'orientation et le domaine correspondront à la figure 1.

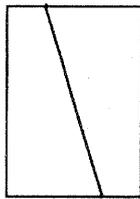


figure 1

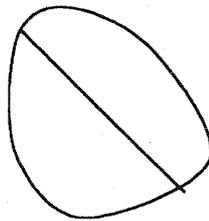
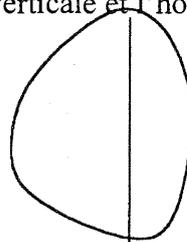


figure 2

Les élèves, pour résoudre le problème proposé peuvent se servir

- de leurs connaissances spatiales concernant la verticale et l'horizontale, en positionnant le domaine de la manière suivante :



- de l'image mentale du pliage autour d'une droite qu'ils ont pu se forger au cours de la phase d'appropriation ;
- de l'utilisation d'un outil qu'ils se sont fabriqué avec le calque dans la même phase d'appropriation ;
- de l'utilisation d'un instrument présent dans la boîte⁵.

⁵ La boîte à outil est fournie en début d'année et comprend **tous** les instruments dont auront besoin les élèves (règles, ficelle, compas, équerre, réquerre, téquerre ...) boîte qui s'enrichit avec des outils fabriqués par les élèves. Au cours de certaines séances, une des contraintes introduites consiste à interdire l'usage de certains instruments.

Objectifs pour le maître

- utiliser la perpendicularité comme outil de résolution de problème.
- identifier les droites de pliage amenant pli sur pli comme droite perpendiculaire à ce pli ;
- constater la symétrie de la relation de perpendicularité : "si d est perpendiculaire à d' alors d' est perpendiculaire à d ".

Phase 1 : Appropriation : pliages effectifs (résumé)

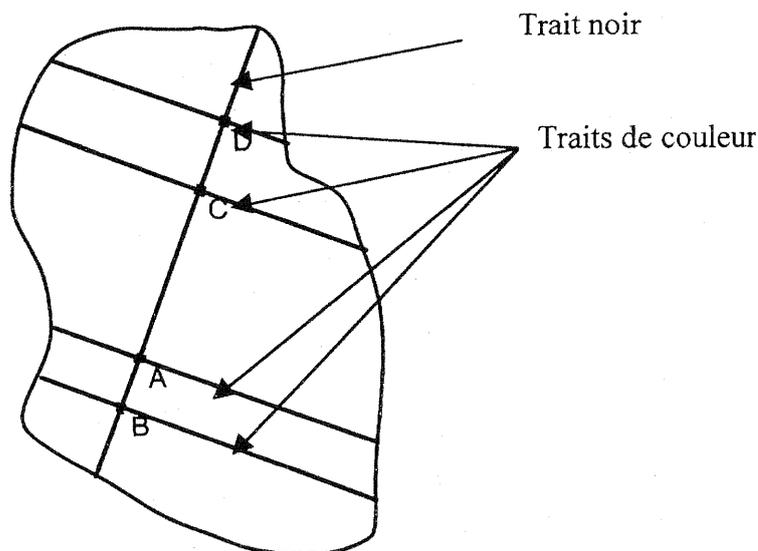
Objectif

- familiariser l'élève avec le pliage selon un trait ;
- donner du sens à l'expression "pliage pli sur pli".

Matériel

- la boîte de géométrie complète ;
- une feuille de papier calque A4 découpée de manière irrégulière ; sur cette feuille, une droite est dessinée et quatre points désignés par les lettres A, B, C et D sont marqués sur cette droite.

Les élèves réalisent avec leur feuille de papier calque une « feuille des plis » du type suivant en pliant la feuille puis en traçant une droite sur chaque pli.



Cette feuille pourra donc servir éventuellement d'outil dans les phases suivantes.

Phase 2 : anticipation du trait de pliage passant par un point

Objectifs

- percevoir que les droites de pliage amenant pli sur pli ont une direction particulière ;
- abandonner le tracé au jugé pour un tracé instrumenté (outils conventionnels ou fabriqués) de la droite recherchée.

Matériel

boîte à outils complète

- la « feuille des plis » obtenue précédemment
- un « domaine » qui n'a pas « une allure symétrique », découpé dans une feuille A4.

Procédures possibles

- P1 : trait tracé au jugé, très éloigné de la position perpendiculaire au trait initial ;
- P2 : trait « à peu près » perpendiculaire basé, soit sur une perception de la perpendicularité issue des tracés antérieurs, soit sur une simulation du mouvement (avec la main ou la feuille non complètement pliée) ;
- P3 : trait obtenu en utilisant la « feuille des plis » par calque ;
- P4 : trait obtenu en utilisant la "feuille des plis" pliée (fabrication d'une téquerre) ;
- P5 : trait obtenu en utilisant la "feuille des plis" pliée deux fois (fabrication d'une équerre) ;
- P6 : trait obtenu en utilisant un coin de feuille rectangulaire ;
- P7 : trait tracé à l'aide d'un instrument type équerre, téquerre, réquerre, règle utilisée comme une réquerre...)

Déroulement (résumé)

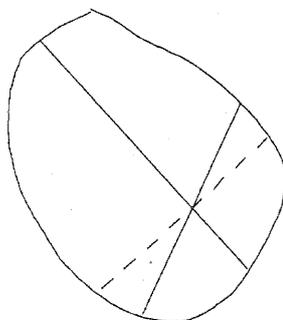
Les élèves doivent anticiper la position de l'axe de pliage.

Les procédures attendues sont P1, P2, P4 et P5. C'est P4 et P5 qui sont visées ici.

Une fois le tracé réalisé, les élèves valident :

soit en pliant le long du trait de crayon

soit en amenant le pli sur le pli et en regardant si l'axe de pliage obtenu correspond à leur prévision.



Ils peuvent recommencer plusieurs fois.

On attend un abandon progressif des tracés non instrumentés (P1, P2) au profit des procédures P3, P4, P5, P6, et P7.

Phase 3 : anticipation d'un seul trait de pliage

Objectifs

- identifier les droites de pliage amenant pli sur pli comme droite perpendiculaire à ce pli pour anticiper une droite de pliage par tracé ;
- identifier les droites de pliage amenant pli sur pli comme droite perpendiculaire à ce pli pour
- valider ou invalider une droite de pliage dont le tracé est fourni par un autre élève ;
- utiliser les instruments conventionnels.

Matériel

- boîte à outil complète (la feuille des plis est retirée)
- un « domaine » découpé dans une feuille A4

Déroulement (résumé)

Chaque élève reçoit une nouvelle feuille et doit faire une nouvelle prévision sans qu'il y ait immédiatement une validation pratique effective.

Quelques productions « significatives » sont affichées au tableau et l'enseignant demande aux élèves s'ils pensent que les productions sont correctes ou pas.

Il s'agit d'un travail oral d'argumentation dont l'objectif est :

d'une part, de travailler au niveau des images mentales pour voir que l'axe de pliage a une position particulière qui correspond à « l'horizontale » si on place le pli initial « verticalement »,
d'autre part de voir que la perception peut suffire pour invalider certaines positions. Mais dans certains cas, pour être sûr qu'une position est la bonne, les instruments sont nécessaires.

Phase 4 : droites perpendiculaires

Objectifs

- reconnaître des relations de perpendicularité ;
- constater la symétrie de la relation de perpendicularité : « si d est perpendiculaire à d' alors d' est perpendiculaire à d »

Cette phase vise à expliciter certaines connaissances ; le déroulement n'est pas décrit ici.

En prenant appui sur cette situation nous allons présenter un certain nombre de difficultés auxquelles nous nous heurtons.

3 • Les difficultés rencontrées et leur analyse

3 • 1 Les difficultés liés à la précision des productions

Dans cette situation, comme dans toutes les situations que nous expérimentons, il y a une validation pratique. Dans "pli sur pli" elle consiste à plier la feuille suivant le trait tracé pour constater la superposition des deux parties du trait. Bien que cette validation ne mobilise que très peu de connaissances, on se heurte à une difficulté liée au degré de précision : les élèves ne constatent pas toujours cette imprécision et s'ils la constatent ils ne jugent pas pour autant leur production fautive. Cette difficulté est due au fait que la précision de la production n'apparaît pas aux yeux des élèves comme indispensable dans la situation.

3 • 2 Les difficultés liées aux liens entre la validation de la production et la validation des procédures

- Nous avons rencontré des cas où la production est correcte alors que la procédure n'est pas celle que nous attendions. C'est le cas par exemple des élèves qui tracent leur trait en utilisant la graduation du zéro d'une règle. Cette procédure donne un résultat correct si la représentation de la perpendiculaire n'a pas besoin d'être très longue, il faut reconnaître que c'est généralement le cas dans le micro-espace⁶.
- Inversement nous avons observé des élèves qui utilisaient un instrument convenable pour construire leur trait (l'équerre par exemple) mais qui arrivaient à une production fautive à cause du peu de pratique qu'ils ont de cet instrument. Ce qui évidemment a pour conséquence l'invalidation de la procédure qui est pourtant correcte.

3 • 3 Les difficultés liés à la communication des procédures

Au moment de la mise en commun les élèves doivent décrire leur procédure. Une difficulté apparaît alors au niveau de l'appropriation, par l'ensemble de la classe, des procédures trouvées par des élèves. Cette difficulté a une triple origine :

- les descriptions de procédures géométriques même élémentaires sont objectivement complexes, pensons à ce qu'il faut dire pour expliquer comment on trace une perpendiculaire à une droite donnée,
- ces procédures ne laissent pas de trace, autre que le produit fini,

⁶ Il est à noter que maintenant nous considérons cette procédure comme valable !
XXVIIème colloque Inter-irem – Chamonix – Mai 2000

- ces procédures sont très éloignées de ce que certains élèves peuvent trouver : par exemple quel rapport entre l'équerre et le trait de pliage cherché dans "Plis sur pli" ?

3 • 4 Les difficultés au niveau des phases de rectification

Lorsque, au cours de la phase de recherche, des élèves reconnaissent que leur production est erronée, ils rentrent dans une phase de rectification⁷. Notre objectif est évidemment que ces élèves, au cours de cette phase, remettent en cause leur procédure. Mais nous constatons que très souvent ils ne remettent en cause que l'exécution de la procédure et non la procédure elle-même. Par exemple un élève qui a tracé approximativement sa droite sans utiliser d'instrument autre que sa règle, en constatant après pliage que le résultat ne convient pas, pense que c'est parce qu'il n'a pas été suffisamment précis et ne remet pas forcément en cause sa procédure.

Le fait que les élèves puissent valider leur production immédiatement après la réalisation de leur tracé peut entraîner la mise en place d'une stratégie qui consiste à faire des essais successifs de tracé à la règle. Dans ce cas également les élèves ne s'acheminent pas vers la construction d'une procédure correcte. C'est par exemple ce qui se passe au cours de la phase 2 de la situation "Pli sur pli".

Pour pallier cette difficulté nous différons la validation pratique. Par exemple dans "Pli sur pli" nous mettons en place une mise en commun des productions en interdisant aux élèves de plier pendant la phase de recherche (cf. phase 3). Dans ce cas le débat peut porter soit sur les productions soit sur les procédures :

- Si le débat porte sur les productions (c'est par exemple le cas lorsqu'on affiche les productions et qu'on demande aux élèves de repérer les productions fausses) et si les élèves n'ont pas accès aux instruments les arguments avancés s'appuient sur des expériences mentales : *"C'est pas faux parce que si on plie on voit bien que les traits ne vont pas se retrouver l'un sur l'autre"*. Ces arguments mobilisent des connaissances (en particulier ici la mobilisation d'actions mentales) que tous les élèves n'ont pas. Le débat ne permettra donc pas de produire des preuves au niveau de la classe.

- Si le débat porte sur les procédures, on se heurte à une double difficulté :

- une difficulté au niveau de l'explicitation de la procédure (cf. 3 • 3)

- une difficulté au niveau des connaissances mobilisées par les élèves derrière les arguments que les élèves peuvent avancer. Par exemple dans la situation "Pli sur pli" lorsque des élèves expliquent qu'ils ont utilisé l'équerre pour tracer une droite perpendiculaire, certains de leurs camarades ne comprennent pas ce que vient faire ce tracé dans cette situation. Ici encore le débat ne débouchera pas sur des preuves au niveau de la classe, puisque les arguments avancés s'appuient sur des connaissances qui ne sont pas partagées par tous.

3 • 5 Les difficultés au niveau de l'élaboration et de l'appropriation de procédures

Comment les élèves construisent-ils une procédure pour résoudre le problème ? Qu'est-ce qui les aide ?

Nous faisons l'hypothèse que les actions et images mentales jouent un rôle essentiel. On ne peut tracer convenablement une perpendiculaire à une droite avec une équerre que si on a

⁷ Cf. C. MARGOLINAS "De l'importance du vrai et du faux" Ed La Pensée sauvage 1993.
XXVIIème colloque Inter-Irem – Chamonix – Mai 2000

anticipé mentalement la position de cette perpendiculaire. Ces images mentales jouent aussi un rôle essentiel au niveau de l'utilisation pour la première fois d'un instrument. C'est parce *que l'élève fait le lien entre une image mentale du pli et la Téquerre qu'il décide d'utiliser ce nouvel instrument.* On constate que le lien entre l'instrument et le tracé n'est pas toujours "direct". C'est par exemple le cas du lien entre le tracé de deux droites perpendiculaires et de l'équerre.

Nous constatons que certains élèves n'ont pas de difficulté pour mobiliser des images mentales, par contre d'autres n'arrivent pas à anticiper certains tracés. Qu'est-ce qui favorise la construction d'images mentales ?

4 • Conclusion

Nous nous sommes appuyés sur la situation "Pli sur pli" pour mettre en évidence un certain nombre de difficultés que nous rencontrons dans le cadre de notre travail sur l'apprentissage de la géométrie au cycle 3. Nous pouvons classer ces difficultés en deux catégories :

• Les difficultés directement rencontrées par les élèves

Difficultés au niveau de l'élaboration d'une procédure et de l'exécution de cette procédure : dans ces phases on a vu le rôle essentiel des images et actions mentales, par contre de nombreuses questions restent en suspens concernant le développement de ces images et actions mentales chez les élèves. On a vu également que le lien entre le produit fini et l'instrument à utiliser n'était pas toujours facile à établir.

Difficultés au niveau de l'explicitation des procédures par les élèves : les procédures sont souvent très complexes à décrire, en particulier parce que le vocabulaire est en cours d'acquisition et que beaucoup de ces procédures ne laissent pas de traces intermédiaires.

• Difficultés d'ingénierie

Difficultés au niveau de la phase de validation : nous avons constaté qu'au cours de cette phase on rencontre deux types de difficultés :

- Les unes sont liées au degré de précision souhaité qu'on a de la peine à expliciter et à rendre nécessaire.
- Les autres sont liées à l'absence de lien direct entre la validation (l'invalidation) des productions et la validation (l'invalidation) des procédures.

Difficultés au niveau des phases de rectification : beaucoup d'élèves dans ces phases pensent que c'est l'exécution de la procédure qui est en cause et non la procédure elle-même.

Beaucoup de ces difficultés sont spécifiques aux situations de géométrie, c'est le cas :

- des difficultés liées aux instruments et au lien qu'ils entretiennent avec le produit qu'ils permettent d'élaborer. Il est bien évident que dans les problèmes numériques cette difficulté n'existe pas.
- des difficultés liés à l'explicitation des procédures. Dans les problèmes numériques les procédures sont beaucoup plus simples à communiquer, entre autres parce qu'elles laissent une trace.
- des difficultés liées à la précision des productions. A l'exception des problèmes de mesure cette difficulté n'existe pas dans les problèmes numériques.
- des difficultés liées à l'articulation entre la validation des productions et la validation des procédures. Dans le domaine numérique lorsque les élèves constatent que leur production n'est pas valide, généralement pendant un instant ils vérifient l'exécution de la procédure mais

ensuite ils remettent en cause la procédure elle-même. Cela est, semble-t-il, dû au fait qu'au niveau du calcul numérique les élèves maîtrisent mieux les différentes opérations à effectuer ; de plus, si on pense qu'ils risquent de rencontrer des difficultés au niveau de l'exécution de la procédure on met à leur disposition des outils par exemple une calculatrice ou une table de multiplication, ...

• Les points positifs

Si l'étude qui précède montre bien la complexité de la gestion des situations de type géométrique, soulignons les points positifs de la gestion que nous avons envisagée dans la situation « pli sur pli ». La phase 1, mais surtout la phase 2 permettent la mobilisation d'images mentales (action de pliage et connaissance perceptive (spatiale) de la perpendicularité) qui est un de nos objectifs d'apprentissage. La répétition de l'activité, avec rétroaction par le milieu matériel permet à tous les (la plupart des) élèves d'avoir une procédure conduisant à une réussite « estimée » comme telle par les élèves. Par là même, elle tend à élargir le champ des connaissances des élèves.

La fabrication d'outils intermédiaires (feuille de plis) est destinée à faciliter l'articulation entre la mobilisation d'images mentales et l'utilisation d'instruments conventionnels tels que la téquerre ou la réquerre ou même l'équerre.

La phase 3, où l'on diffère la validation pratique, avec tous les problèmes qui ont été soulignés, est cependant importante. Comme nous le soulignons dans un article ⁸ « *les interactions entre les élèves sont alors essentielles : le fait que les élèves aient des connaissances différentes, souvent encore instables ou même erronées, qu'ils développent dans leur argumentation ou qu'ils opposent à celles des autres, qu'ils soumettent donc implicitement à une validation collective en les explicitant dans les phases de débat est un élément important qui intervient dans le processus de validation* ». Ces interactions participent ainsi de manière souvent déterminante à la construction des concepts.

Pour une partie importante d'élèves, les arguments échangés prennent le statut de preuves partagées par une mini-communauté. Pour les autres, les justifications avancées au cours du débat et qui ne sont que des affirmations pourront être utilisées éventuellement dans d'autres situations proposées, notamment celles d'accompagnement. Elles pourront alors changer de statut, dans la mesure où le champ de connaissances de ces élèves se sera élargi.

Les activités papier crayon rendent difficiles comme nous l'avons vu les débats sur les procédures. Actuellement, nous pensons que l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique comme Cabri géomètre, dans la mesure où il garde notamment la trace de la suite des constructions effectuées, centre les élèves sur la façon dont ils ont obtenu un résultat et par la même incite à débattre plus sur les procédures que sur les productions. Comme d'autre part, les contraintes inhérentes au logiciel font que les élèves sont obligés d'utiliser des objets de manière explicite, cela facilite la gestion des phases de formulation. C'est une voix que nous explorons actuellement et qui nous paraît participer à la construction des divers concepts de la géométrie, notamment celui de perpendicularité.

⁸ La divisibilité (D. Valentin, M. Guillerault, M.H. Lallement, R. Neyret), in ERMEL, 1999, Vrai, Faux ?...on en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle III, INRP.