HAL
open science

Géométrie et métiers du bâtiment

Annie Bessot

To cite this version:

Annie Bessot. Géométrie et métiers du bâtiment. Espace mathématique francophone, 2009, Dakar, Sénégal. pp.non connu. hal-00464313

HAL Id: hal-00464313

https://hal.science/hal-00464313

Submitted on 16 Mar 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

GEOMETRIE ET METIERS DU BATIMENT

Annie Bessot [1], équipe DIAM, laboratoire LIG, Grenoble

Résumé. Nous nous centrons ici sur la préparation au Brevet d'Etudes Professionnelles bâtiment dont le débouché privilégié est le Baccalauréat Professionnel (Bac Pro). En référence à la géométrie euclidienne, nous analysons l'écart entre une situation professionnelle de base pour le bâtiment (celle de lecture tracé) et une situation de construction géométrique à l'aide d'instruments. Nous recherchons ensuite dans l'enseignement, la trace de cette situation professionnelle, les programmes recommandant la mise en relation des enseignements généraux avec les pratiques professionnelles.

INTRODUCTION

Dans la formation professionnelle, il semble vital de repenser le rapport des mathématiques aux pratiques des métiers dans lesquelles elles deviennent invisibles, pour pouvoir repenser l'enseignement des mathématiques dans les filières professionnelles.

Ici nous nous interrogeons plus particulièrement sur le rapport entre savoirs géométriques et pratiques des métiers du bâtiment et sur la place de ce rapport dans le *Brevet d'Etudes Professionnelles (BEP)* « Bâtiment ».

1. Place du BEP dans l'enseignement général en France

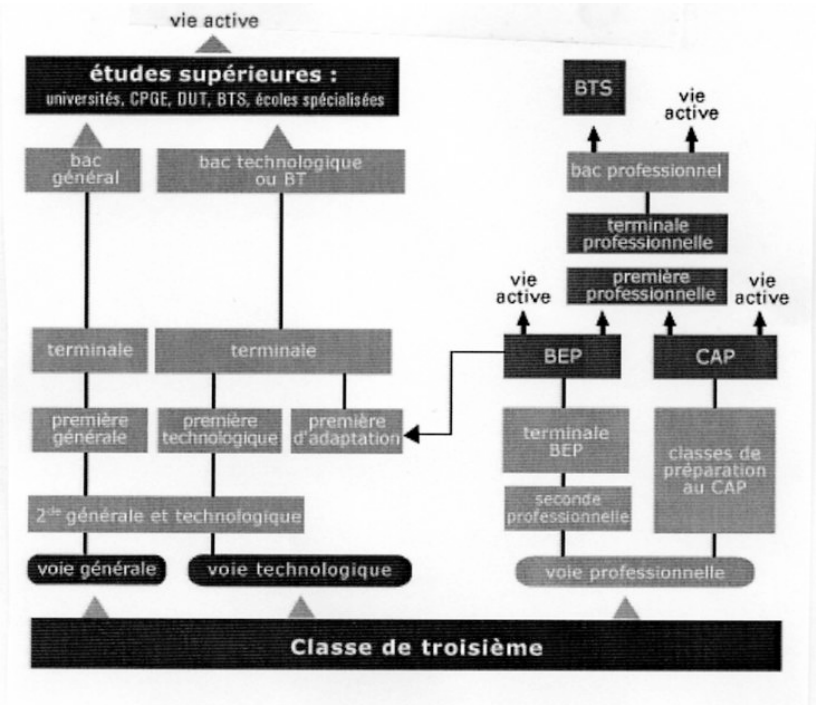


Figure 1. Place du BEP dans l'enseignement en France

---

[1] Avec la collaboration de Colette Laborde, Laboratoire Informatique de Grenoble (LIG) – Didactique et Informatique pour l'Apprentissage des Mathématiques (DIAM).
Le travail de recherche a été réalisé par le groupe : Annie Bessot, Grégoire Crozier, Sylvain Déprez, Madeleine Eberhard, Colette Laborde, Laure Metzler, Guy Prudhomme.

La figure ci-dessus (Fig.1) présente la place de la formation professionnelle dans l'organigramme des études secondaires de l'Education Nationale (site du Ministère de l'Éducation). La formation professionnelle du BEP commence après le collège (11 – 15 ans) et débouche soit sur la vie active, soit sur le *Baccalauréat Professionnel (Bac Pro),* soit sur la Première d'adaptation qui permet de rejoindre la filière technologique.

Le BEP est un diplôme qui prépare à la vie professionnelle dès la fin du collège en donnant une qualification d'ouvrier (comme le *Certificat d'Aptitude Professionnel ou CAP*). Mais la poursuite d'études est possible : le débouché privilégié, tel qu'énoncé dans le programme, est le Bac Pro. L'enjeu de formation est important puisque le titulaire d'un Bac Pro peut devenir responsable d'un chantier[2].

Que se passe t-il après le BEP dans la réalité ?

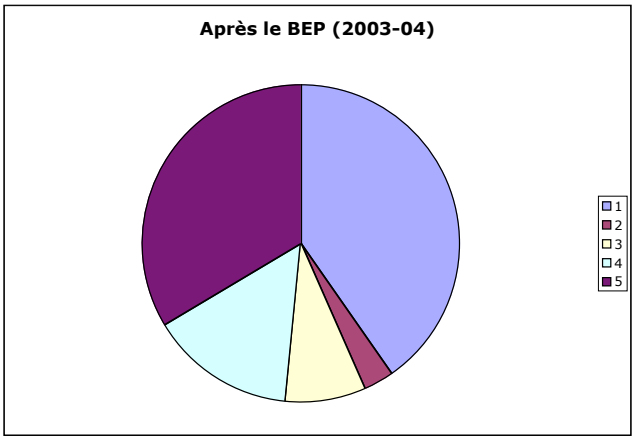


Figure 2. Après le BEP

Légende

Bac Pro :	40,3 %
Vie active :	33,7 %
1ère adaptation :	14,7 %
Redoublement :	8,1 %
Autre classe :	3,1 %

Si le Bac Pro représente bien un débouché majoritaire (40,3 %) pour les élèves ayant le BEP, 33,7 % des élèves partent dans la vie active, le BEP étant pour eux un diplôme professionnel terminal (associé au CAP).

2. Le choix de la situation professionnelle de lecture tracé

La plupart des tâches du bâtiment s'appuient sur la lecture de plans pour effectuer des tracés dans l'espace du chantier (méso espace), tâches que nous nommons *tâches de lecture tracé.*

Dans les tâches de lecture tracé, la mise en place de certains éléments du chantier doit prendre en compte l'implantation ultérieure d'autres éléments. Ainsi, lorsqu'un plancher est à

[2] Il peut aussi participer à l'élaboration d'un dossier d'étude de construction, exploiter les notes de calcul, préparer les dessins d'exécution. Il planifie les opérations de chantier, met au point les méthodes et les procédés de fabrication. En tant que responsable du chantier, il prépare le travail, détermine les besoins en personnels et en matériel, décompose l'ouvrage en ouvrages élémentaires, décrit les travaux, répartit les tâches et suit le travail. En fin de chantier, il prend en charge la facturation. Il est également formé à la gestion économique de base des travaux.

poser, le tracé du plancher doit anticiper le passage des canalisations et du réseau électrique ; de même, l'implantation d'un mur doit prendre en compte les positions des fenêtres et des portes. Cette anticipation prend le nom de *réservation*.

On peut distinguer deux types de contrôles dans l'activité et les pratiques de lecture tracé de réservation :

- les contrôles au moment du tracé de la réservation qui sont dépendants des informations lues sur le plan
- les contrôles ultérieurs effectifs au moment de la pose des éléments se plaçant dans la réservation (contrôle pragmatique),

les premiers contrôles étant finalisés ultérieurement par les seconds.

En effet, si la longueur d'une poutre préfabriquée peut être contrôlée pragmatiquement par l'ouvrier qui la pose, (elle doit relier les supports de la poutre), la présence dans une dalle, d'une réservation destinée à des canalisations, ne peut être contrôlée par le maçon que par des contrôles liés à une lecture pertinente du plan. C'est le plombier qui ultérieurement exercera le contrôle pragmatique.

Le premier type de contrôles est au centre de nos préoccupations. En absence de contrôle pragmatique, le contrôle s'exerce au moment du tracé, à travers des connaissances dont certaines sont liées à l'espace et aux instruments utilisés. Les réservations constituent donc pour nous un objet privilégié d'observation des conceptualisations.

De quelle nature sont les connaissances en jeu ? Comment sont-elles organisées ? Quelles relations entretiennent ces connaissances avec les artefacts présents sur les chantiers ?

Les connaissances impliquées dans les tâches de lecture - tracé sont relatives à l'espace, or la géométrie euclidienne issue d'une modélisation de l'espace nous apparaît comme une référence opératoire pour l'analyse de ces connaissances (Hadamard 1988). Notre choix est donc d'étudier ces connaissances en relation avec cette géométrie de référence. Nous faisons l'hypothèse que ces dernières se spécifient et s'organisent en une structure propre liée aux contraintes de l'institution, professionnelle ou de formation professionnelle.

Pour modéliser les connaissances en jeu dans l'activité de lecture - tracé, nous avons :

- caractérisé les conditions de l'activité de lecture - tracé en les modélisant par une situation fondamentale de lecture - tracé
- construit une expérimentation relative à l'activité de lecture - tracé
- identifié au travers des données recueillies les invariants de l'activité et leur articulation, en termes géométriques.

3. Situation fondamentale de lecture tracé

La classe de situations de lecture tracé de plans de fabrication dépend des conditions de fabrication. Ces conditions sont de trois types selon que la fabrication a lieu :

- en usine (table de préfabrication, largeur imposée 2,5 m) : largeur des prédalles ≤ 2,5m pour le transport en camion
- en forain (table *ad hoc,* largeur non imposée)
- sur le chantier (*in situ*)

Nous nous sommes restreints aux conditions d'une usine de fabrication de prédalles, (tendance majoritaire des chantiers actuels en France pour des questions de coût[3]). Nous modélisons ces conditions par la *situation fondamentale* suivante[4] :

> Étant donné un plan de fabrication d'une prédalle de *forme f* contenant *n* réservations de *type r* et d'*emplacement* coté, tracer avec les instruments, sur une table de largeur 2,5m cette prédalle et ces réservations.

[3] Nous excluons en particulier les chantiers de restauration de l'« ancien » et les chantiers d'habitats isolés.

[4] Le caractère italique indique les variables de la situation fondamentale.

ELEMENTS D'UNE ANALYSE *A PRIORI* DE LA SITUATION FONDAMENTALE

Le cadre choisi pour l'analyse *a priori* est celui de la construction géométrique avec instruments. Le problème géométrique à résoudre est le suivant : étant données deux droites perpendiculaires, construire un point de distances données à ces deux droites.

On considérera trois instruments, la règle graduée (preneur de mesures et traceur de droites), l'équerre (constructeur d'angle droit) et le compas (report de distances). La géométrie euclidienne se restreint à la règle non graduée et au compas, mais ici nous considérons un système d'instruments plus large qui peut inclure l'équerre : en effet ce dernier instrument modifie les stratégies puisqu'elle économise le coût de la construction d'un angle droit. Le repérage du centre d'une réservation sur le plan se fait par des cotes.

Dans le cas étudié, on peut distinguer trois positions des cotes sur le plan suivant le schéma 1.

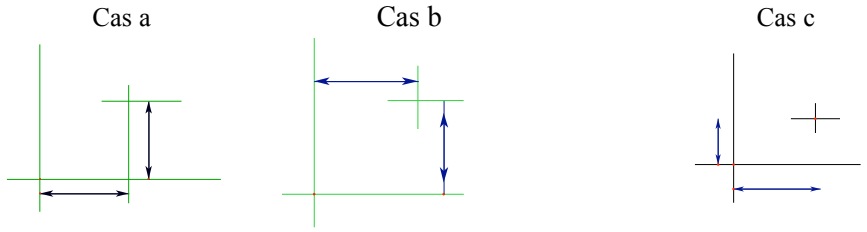


Schéma 1. Trois positions des cotes sur le plan

Certaines stratégies sont dépendantes de ces positions, certaines ne le sont pas, comme on pourra s'en convaincre à partir du tableau suivant. Ces trois positions sont rendues équivalentes par un théorème que nous appellerons le *théorème rectangle* : un quadrilatère ayant trois angles droits est un rectangle, par suite ses côtés opposés sont égaux deux à deux.

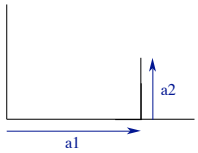
Instruments	Stratégies	Propriétés
Compas, règle graduée	*Cercles* Marquage de deux points sur les droites de référence. Point intersection de deux cercles de rayon les cotes et centrés sur les points marqués	Un quadrilatère ayant ses côtés opposés deux à deux égaux et un angle droit est un rectangle
Équerre, règle graduée	*Coordonnées* Point de coordonnées données par deux cotes.  	Cas a Le procédé instrumenté par l'équerre suit la cotation et ne requiert pas la mise en œuvre de propriétés supplémentaires Cas b et c Théorème rectangle permettant de se ramener au cas a

Tableau 1. Stratégies et propriétés géométriques (système de deux instruments)

Quels contrôle mettre en place dans le cas où l'on utilise la règle graduée seule ? Des éléments de réponse à cette question sont donnés dans le tableau 2 ci-après.

Chacune des stratégies est fondée de façon implicite sur des connaissances géométriques indiquées dans la colonne propriétés. Les deux premières stratégies *Cercles* et *Coordonnées* sont contrôlées par le bon usage des instruments du point de vue mathématique (tableau 1).

La troisième *Quatre mesures* est coûteuse en propriétés géométriques (tableau 2 ci-après). De plus elle ne peut se passer du contrôle perceptif du parallélisme ou de la perpendicularité qu'elle nécessite contrairement aux deux autres car la règle graduée ne permet pas à elle seule de produire ni du parallélisme, ni de la perpendicularité.

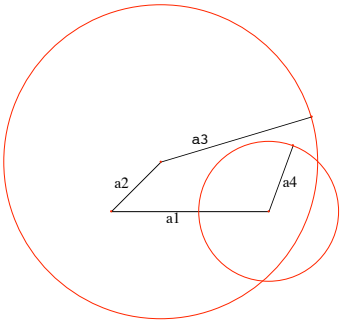
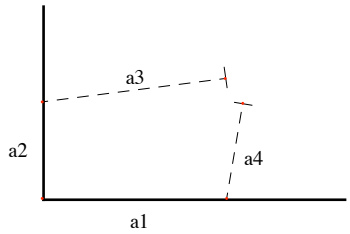
Instruments	Stratégies	Propriétés
Règle graduée	*Quatre mesures* Report de *4 mesures :*   	*Propriété de fermeture générale* Une ligne polygonale formée de 4 segments a_1, a_2, a_3 et a_4 telle que $a_1 = a_3$ et $a_2 = a_4$ est fermée si et seulement si a1 est parallèle à a_3 et a_2 parallèle à a_4. Un quadrilatère qui a ses côtés opposés deux à deux égaux est un parallélogramme. *Cas particulier* des droites de référence orthogonales Une ligne polygonale formée de 4 segments a_1, a_2, a_3 et a_4 telle que $a_1 = a_3$ et $a_2 = a_4$ est fermée si et seulement si a_1 est perpendiculaire à a_3 et a_2 perpendiculaire à a_4. (a_1 et a_2 sont données perpendiculaires)

Tableau 2. Stratégies et propriétés (règle graduée seule)

Que deviennent ces stratégies avec les instruments et dans l'espace du chantier ?

Dans le tableau 3, nous résumons l'analyse *a priori* en tenant compte de la spécificité des instruments de chantier et de leur *détournement* éventuel. Par exemple, le mètre ruban peut jouer le rôle de règle graduée ou de compas.

Stratégies à dominante / Instruments	instrumentale	perceptive
Equerre & Mètre ruban	Coordonnées	
Mètre ruban	Cercles	Quatre mesures

Tableau 3. Stratégies possibles avec instruments dans la situation de lecture tracé sur le chantier

Pour des raisons de taille de l'espace, le recours à l'équerre sur le chantier est quasi inexistant. En effet, une petite erreur sur la position de l'équerre (coïncidence ou recollement) engendre une erreur importante de la position d'un tracé de droite à grande distance. Les professionnels ont recours essentiellement au mètre ruban pour les mesures et tracés des réservations dans une procédure « Cercles ».

UNE EXPERIMENTATION

Nous avons construit et observé une situation de lecture-tracé en préfabrication dans une institution de formation professionnelle avec des élèves de Terminales BEP (construction en bâtiment et maçonnerie, lycée technologique professionnel R. Deschaux de Sassenage) en atelier. En effet, l'atelier est le lieu de l'exercice de la pratique professionnelle et de la confrontation potentielle des savoirs scientifiques, issus des cours de mathématiques et des cours de construction, et des savoirs faire professionnels. Cette expérimentation est réalisée avec deux binômes d'élèves de BEP, élèves nommés C et D (1er binôme) et J et T (2e binôme).

Deux situations ont eu lieu :
- une situation d'action de lecture tracé
- une situation réflexive sur l'action propre ou sur celle d'autrui.

Dans la situation d'action, chaque binôme doit réaliser successivement des tracés pour deux prédalles, la consigne orale étant : « Effectuer le tracé de la prédalle et des réservations à partir de ce plan dans cet emplacement qui simule une table de préfabrication de largeur 2 m 50 avec les instruments présents. » Nous ne considérerons ici que le cas de lecture tracé pour la prédalle 1 (voir fig. 3 ci-après).

Dans la situation réflexive, un élève de chaque binôme est confronté à sa propre activité ou à celle de l'autre binôme. En particulier, nous montrons à un élève une photo (voir fig. 5 plus loin) de l'*absence de croisement de deux segments* dans le tracé du binôme J et T ; la consigne est la suivante : « On a pris cette photo extraite du film et en fait vous (ils) avez (ont) obtenu cela. Comment cela se fait-il ? »

Le recueil des données dans la situation expérimentale s'est fait sous trois formes :
- enregistrement vidéo de l'activité
- prise de notes par un observateur.
- enregistrement audio dans la situation réflexive.

ANALYSE DE L'ERREUR *ABSENCE DE CROISEMENT DE DEUX POINTS*

L'analyse de l'erreur du binôme J et T va nous servir à montrer d'une part, l'incidence de la matérialité des instruments sur la production de tracés et d'autre part, la non prise en compte de cette matérialité dans la géométrie en acte des élèves.

Le binôme J et T a effectué le tracé des réservations avec le mètre ruban et le crayon selon une procédure *Quatre mesures* pour tracer les réservations par lecture du plan de la prédalle 1 (fig. 3).

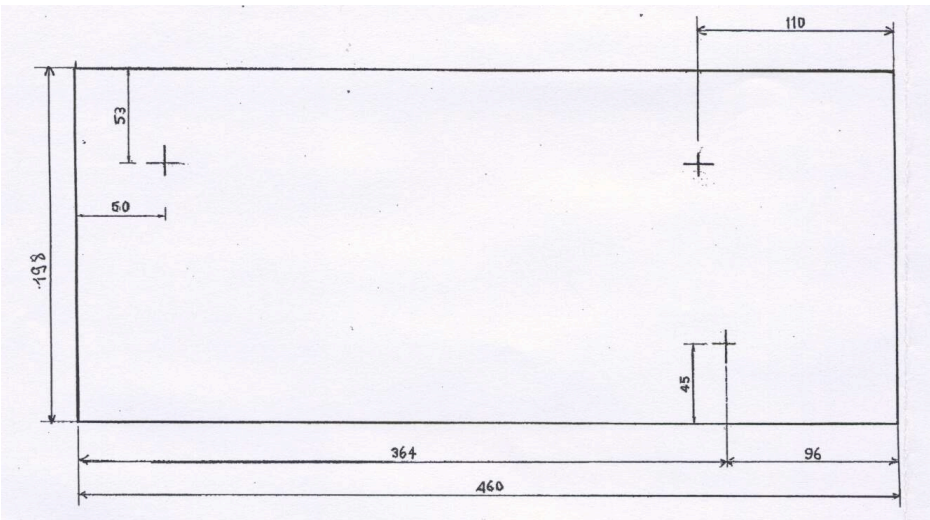


Figure 3. Plan de la prédalle 1

Mais ce binôme J et T pour une réservation de cotes (96,45) *s'est livré à une cinquième mesure après avoir constaté visuellement l'absence de croisement des marques déterminant le 4ème* sommet. Pour suivre notre propos, nous demandons au lecteur de se reporter au film des actions de tracé de J et T donné dans l'annexe de cet article.

Comme le montre ce film, les deux segments obtenus après la quatrième mesure sont disjoints : ils ne peuvent donc servir à déterminer le centre de la réservation. C'est le contrôle perceptif qui conduit à une cinquième mesure (point 5) à partir du point 1 afin d'assurer la détermination du centre de la réservation.

Pour analyser cette erreur, absence de croisement des segments, nous nous référons par la suite à la modélisation en termes de *géométrie en actes des activités de lecture tracé* et dans cette modélisation à deux concepts en actes de la notion de point.

> On peut distinguer dans les actions de tracé et explicitations des élèves deux catégories fondamentales d'objets, analogues à celles de la géométrie euclidienne : point et droite. Elles sont dénommées *point* (J. et C.) et *ligne, ligne droite, droite* (J.) ou *droite, trait* (C.). La catégorie point renvoie à deux types de concepts en acte (Vergnaud, 1990) :
> - premier type : le point comme ensemble de points d'un segment parallèle à une direction de référence de dimension suffisamment petite pour un tracé à la main. J parle de *point parallèle*
> - second type : le point comme intersection :
> soit de deux lignes de référence,
> soit d'une ligne de référence et d'un point du premier type parallèle à l'autre ligne de référence,
> soit de deux points du premier type parallèles aux directions de référence. (Bessot et Laborde, 2005)

L'absence de croisement des segments peut donc être interprétée dans cette géométrie en acte comme l'absence de croisement de deux points du premier type, et donc comme l'absence de production d'un point du second type, enjeu de la tâche de lecture tracé de la réservation de cotes (96,45).

1. Que s'est-il passé dans la « réalité » ? Une règle d'usage du mètre ruban

Contrairement à la règle de la géométrie d'Euclide, traceur de droites idéal, sans épaisseur et illimité, les instruments de tracé du bâtiment ont une matérialité qui a des conséquences sur les tracés. Le mètre ruban, objet gradué en cm, a trois bords fonctionnels : deux *bords longs* parallèles et un *petit bord* métallique gradué zéro. Dans la géométrie de J et T, le mètre ruban doit réaliser simultanément une double coïncidence contrôlée perceptivement : le petit bord avec une ligne de référence et l'un des bords longs b_1 soit avec une ligne de référence, soit avec un point du premier type. La coïncidence du petit bord avec une ligne de référence assure l'orthogonalité du mètre ruban avec cette ligne de référence mais de façon très imparfaite par rapport à l'équerre.

Le crayon sert à tracer à la main un point du premier type à une distance donnée x dans le prolongement perceptif de la graduation x du ruban. Toutes les graduations sont parallèles à la graduation zéro donc le point du premier type ainsi obtenu est parallèle à la ligne de référence.

L'absence d'intersection constatée résulte de l'indifférenciation des deux bords parallèles du mètre ruban. Le tracé du point du premier type doit être fait du côté du bord b_1. Cette *règle d'usage* du mètre ruban est une connaissance instrumentale qui revient à orienter provisoirement le mètre ruban. Le non respect de cette orientation (choix de l'autre bord) conduit à obtenir un point du premier type décalé de la largeur du mètre ruban (fig. 4).

Le tracé des points du premier et second type peuvent se faire en deux temps : un tracé prolongeant une graduation du mètre ruban, puis, le mètre ruban enlevé ou soulevé, prolongement de cette marque du côté ainsi dégagé *si il forme un T* (voir annexe 1, le point 4 par exemple). La fonction de cet usage du crayon est, le plus souvent, d'obtenir une croix, image isomorphe à la croix de l'espace du plan.

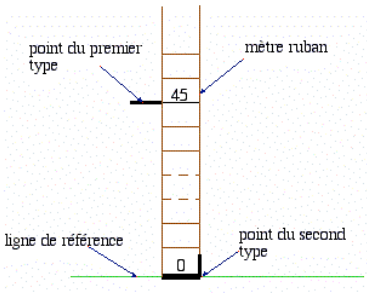


Figure 4. Les trois bords du mètre ruban

Pour aller au-delà de la description des procédures que permet l'observation de l'activité, nous avons eu recours, dans la situation réflexive, à des entretiens auprès de représentants de deux binômes observés et filmés : J pour J et T, C pour C et D. En effet, l'activité des élèves s'est accompagnée de rares verbalisations, ne nous permettant pas d'avoir une formulation des conceptualisations en jeu.

Les entretiens comportent des questions avant et après le visionnement du film vidéo, soit sur la propre activité de lecture tracé du binôme, soit sur celle de l'autre binôme. Dans de tels entretiens, le sujet prend comme objet de réflexion son activité propre ou celle de pairs, ce qui peut l'amener à expliciter des invariants organisateurs de son activité. La dimension réflexive de ces entretiens provoque une rationalisation *a posteriori* des actions de lecture tracé qui nous informe sur les conceptualisations en jeu. Les invariants formulés peuvent être en concordance avec les actions repérées ou détachés des actions observées (liées à un savoir ou un savoir faire de l'institution).

2. L'interprétation de C : non respect de conditions de fermeture

Le binôme C et D a effectué le tracé des réservations avec le mètre ruban, l'équerre et le crayon selon une procédure *Coordonnées*.
C confronté à la stratégie de J et T exprime un théorème fortement marqué par la propriété de perpendicularité, comme le montre l'extrait suivant :

> C : si votre angle est bien d'équerre 96 cm ici et 96 cm ici, normalement il n'y a pas un millimètre de décalage. Et 45 ici , 45 ici, si c'est droit, c'est d'équerre. » (prédalle 1, réservation (96,45))

Nous reformulons ce premier théorème exprimé par C pour dégager les implicites (en italique) qu'il va par la suite expliciter :

> Un *quadrilatère* ayant un angle droit et les côtés opposés égaux deux à deux a tous ses angles droits. (théorème en acte perpendicularité et mesures)

Poussé par les questions de l'expérimentateur sur la photo (fig. 5) montrant l'écart entre les deux points du premier type de J et T, C envisage l'existence d'un *débattement*[5] (que nous interprétons comme la non fermeture de la ligne polygonale) et les propriétés à satisfaire pour qu'il y ait fermeture :

> A[6]. Et comment on en est sûr ?
> C. Il faut, ben, il faut savoir si l'angle est vraiment d'équerre ici
> A. Ah, d'accord
> C. savoir... mesurer... vérifier avec l'équerre qu'il n'y a pas de débattement.
> Co[7]. Et si on le met ici le... comment tu l'appelles? le mètre, on le met comment

[5] Terme inusité dans le bâtiment d'après les professionnels du bâtiment interrogés.
[6] Pour Annie Bessot

C. A ben, bien perpendiculaire
Co. Comment on contrôle que c'est bien perpendiculaire ?
C. Parce que là il faut prendre une équerre, par contre, si vous voulez vraiment que ce soit pile il faut prendre une équerre. » (prédalle 1, réservation (96,45))

Le théorème en acte sous-jacent est

Si une ligne polygonale formée de 4 segments a_1, a_2, a_3, a_4 telle que $a_1 = a_3$ et $a_2 = a_4$ a ses trois angles droits, alors elle est fermée. (théorème en acte fermeture)

Figure 5. Photo du non croisement des deux « points » du premier type pour la réservation 96,45

3. L'interprétation de J : mauvaises mesures

La propriété de fermeture exprimée par C sous le terme de débattement n'est par contre pas reconnue par J puisqu'il interprète l'absence de croisement des marques comme résultant de mauvaises mesures.

Les interprétations de C et J du non croisement de deux *points du premier type* apparaissent dépendantes de leurs procédures respectives. La règle d'usage du mètre ruban - preneur de mesures - liée à sa matérialité n'est pas envisagé dans leur analyse, alors qu'elle est à l'origine de l'erreur constatée.

EN CONCLUSION
PRESENCE DE CETTE SITUATION DANS LA GEOMETRIE ENSEIGNEE EN BEP ?

Dans l'organisation de l'enseignement, existe une séparation entre théorie et pratique qui se traduit par deux types d'enseignement :
- Enseignement général (mathématiques, sciences)
- Enseignement technologique (construction, ateliers)

Pour identifier les savoirs liés à l'activité de lecture tracé dans cette formation, nous avons étudié les textes officiels dans ces deux types d'enseignement.

Pour l'enseignement technologique au BEP, il s'agit du référentiel des activités professionnelles et du référentiel de certification du domaine professionnel. L'examen du référentiel des activités professionnelles montre une séparation nette entre les tâches de lecture et celles de tracé. Une des conséquences en est que le référentiel de certification qui désigne les savoir faire de base évaluables pour l'obtention du diplôme confirme cette séparation.

La même séparation en résulte aussi dans la formation professionnelle. L'enseignement de lecture de plans se fait dans le cours de construction : la lecture de plans est alors finalisée par

---

[7] Pour Colette Laborde

la production de dessins ou de plans. L'enseignement de tracé se fait en atelier dans des activités d'implantation.
Cette séparation de fait dans les référentiels est justifiée par la noosphère :

> « Il est généralement admis que la 'lecture' précède 'l'écriture' et que l'apprentissage du code commence par son décodage. La maîtrise de l'écriture participe de la pleine maîtrise du code ; mais en BEP les stratégies d'apprentissage viseront prioritairement le développement des compétences de lecture et de décodage. » (Propositions pour l'enseignement de la construction aux B.E.P. des spécialités Bâtiment et travaux publics, Académie de Clermont Ferrand, 2001)

Quelle place le programme de géométrie attribue-t-il aux activités de lecture et de tracé de dessins ? De quelle nature sont ces dessins ?

Pour l'enseignement mathématique, les textes officiels sont constitués des programmes de mathématiques de BEP. En 1992, le tracé apparaît en géométrie dans une seule rubrique, celle de la géométrie plane :

> « 1) Exemples de tracé de figures planes usuelles : la pratique des tracés géométriques, l'étude des configurations liées aux figures usuelles »
> « 6) Description de solides usuels en utilisant des projections orthogonales, sections planes, développements »

Cette rubrique ne figure plus dans le programme de Bac Pro, prolongement naturel du BEP, malgré la phrase d'introduction aux programmes de géométrie :

> « La partie « Géométrie dans le plan » constitue un approfondissement des notions vues en BEP et donne lieu à un champ d'activités nouvelles où l'exploitation de situations du domaine professionnel est développée avec intérêt. »

Les programmes ne permettent de savoir ni la nature des figures à tracer, ni le type de tâche qui conduise au tracé ou à la lecture de figures. L'analyse des sujets d'examen de BEP constitue pour nous un observatoire des attentes institutionnelles sur ce que les élèves doivent apprendre et savoir faire en mathématiques. Pour cette raison, nous avons mené une analyse des sujets d'examen de mathématiques de BEP de 1999 à 2003. Il en ressort les constats suivants :
- Toutes les épreuves comportent un exercice de géométrie ;
- Tous les exercices de géométrie contiennent des dessins (sauf un) ;
- La lecture est sollicitée mais non finalisée par le tracé : absence de construction géométrique ;
- A partir de 2000, un nouveau type de dessin apparaît : il s'agit de dessins cotés (et) codés, il y figure des lettres et marques de relations géométriques.

L'analyse de manuels récents de mathématiques de BEP (Metzler 2006) montrent que les dessins donnés à lire sont de trois types répertoriés ci-dessous dans l'ordre décroissant de leur fréquence :
- *dessin coté codé* (presque la moitié des dessins),
- dessin géométrique (1/3 des dessins),
- dessin coté (1/5 des dessins).

L'apparition des dessins coté codé traduit le souci de relier l'enseignement professionnel et celui de la géométrie mais cela va-t-il au-delà de l'apparence extérieure de ces dessins ? Examinons un exemple typique provenant du sujet de BEP de 2003 *bâtiment*. Il s'agit du premier exercice du sujet de mathématiques (évalué 15 points sur 40 points pour l'épreuve entière) (Fig. 9)

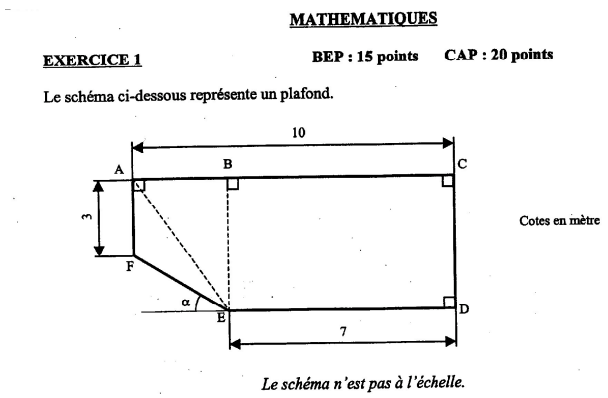


Figure 6. *Dessin coté codé d'un sujet de BEP*

Les questions posées dans l'épreuve portent sur la nature des quadrilatères BCDE et ABEF à justifier puis sur des calculs de longueurs et d'aires. Il n'est pas demandé de tracé. L'activité de lecture n'est pas finalisée par le tracé mais par des activités usuelles de géométrie caractéristiques de début collège.

Les dessins cotés codés occupent une place dominante par rapport aux autres dessins cotés. Ce ne sont ni des dessins géométriques, ni des dessins techniques. Cette création didactique, indice de la volonté de relier géométrie et enseignement professionnel, constitue pour nous la seule trace de l'activité de lecture tracé dans l'enseignement, réduite à la lecture.

Nous pouvons ainsi conclure que la situation de lecture tracé, qui forme un tout dans l'institution professionnelle, est morcelée ou inexistante dans l'institution de formation.

C'est pour cette raison que, dans notre recherche, nous avons conçu un simulateur (non présenté ici) comme moyen de concevoir des situations rétablissant l'unité de l'activité de lecture tracé dans les trois lieux d'enseignement dans lesquels les savoirs sur l'espace sont enjeux didactiques.

REFERENCES

Berthelot, R. et Salin, M.-H. (1992) L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire, Thèse de l'université Bordeaux 1.

Bessot, A. et Laborde C (2005) Vers une modélisation d'une géométrie en acte dans les activités de lecture-tracé du bâtiment. C. Castela & C. Houdement (Eds.) (pp. 39-76) Paris : Editions ARDM et IREM de Paris 7.

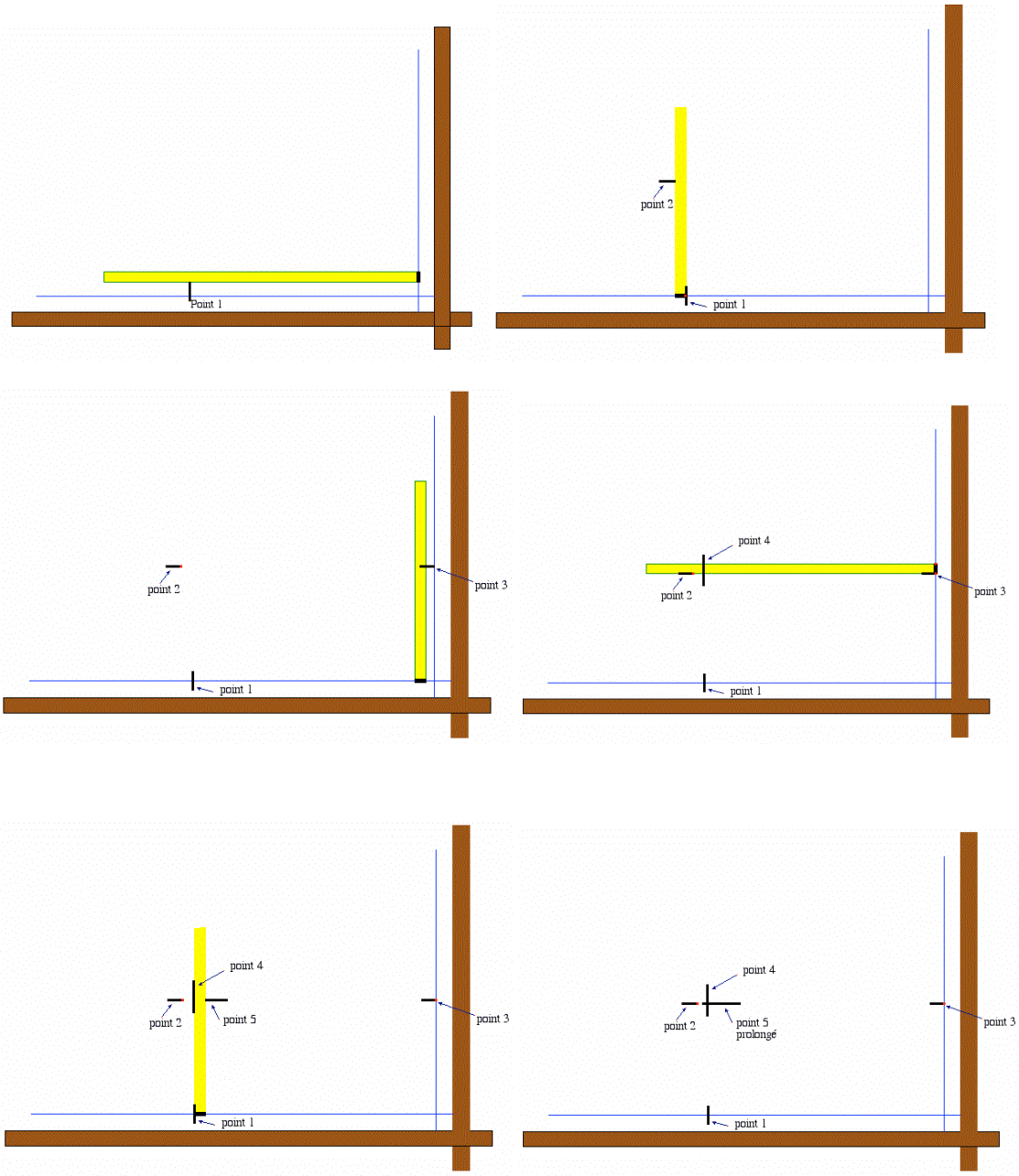
Bessot, A. et P. Vérillon, P. (1993) Espaces graphiques et graphismes d'espaces Grenoble : Editions La Pensée Sauvage.

Brousseau, G.(1983) Étude des questions d'enseignement. Un exemple : la géométrie, Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique, **45**, 183-226, Grenoble : IMAG.

Hadamard J., 1898, Leçons de géométrie,-réimpression de la 13ème édition, Armand Colin 1947. Réimpression, Paris : Editions Jacques Gabay 1988.

Brousseau, G. (1998) Théories des situations didactiques Grenoble : Éditions La Pensée Sauvage.

Vergnaud, G., 1990, La théorie des champs conceptuels, Recherches en Didactique des Mathématiques, **10 / 2-3**, 133-170.

ANNEXE

FILM DES ACTIONS DE TRACE DE J ET T POUR LA RESERVATION (96,45)