

LES FILICOUPEURS ET LE POLYSTYRÈNE

Vincent Papillon, Collège Brébeuf et Richard Pallascio, UQAM
Membres du Groupe de recherche en topologie structurale

Introduction

Lors d'un atelier que nous avons animé en octobre 1984 au congrès de l'AMQ, nous avons promis de publier une description détaillée du matériel que nous avons utilisé. Avant de donner cette description, rappelons que l'atelier portait sur des activités en géométrie avec le polystyrène⁽¹⁾ (isolant thermique bleu). Ces activités, de même qu'une partie du matériel, ont été créées à l'occasion d'une recherche sur la *Perception structurale de l'espace*, recherche subventionnée par le FCAC (Québec)⁽²⁾.

L'angle que fait le fil chauffant avec la table sur laquelle on glisse la pièce à couper est variable et contrôlable. Pour découper une forme polyédrique donnée, il faut donc connaître les angles dièdres entre les faces adjacentes et incliner le fil selon le bon angle avant chaque coupe. On peut ainsi découper assez facilement des cubes, des prismes et des pyramides.

Par assemblage et collage de ces formes élémentaires, on peut obtenir des formes plus complexes: polyèdres convexes réguliers et semi-réguliers, polyèdres concaves, etc. On peut aussi fixer sur la table des pivots dans lesquels on «plante» la pièce de polystyrène; le polystyrène peut alors tourner autour de l'axe du pivot et, selon les positions relatives du fil chauffant et de l'axe du pivot, on obtiendra des cylindres, des cônes ou des troncs de cône. On peut aussi fabriquer soi-même des gabarits de coupe de formes arbitraires, et explorer la géométrie des mosaïques et des isométries du plan; avec un peu d'habileté, il devient possible de faire de beaux «puzzles» à la manière d'Escher...

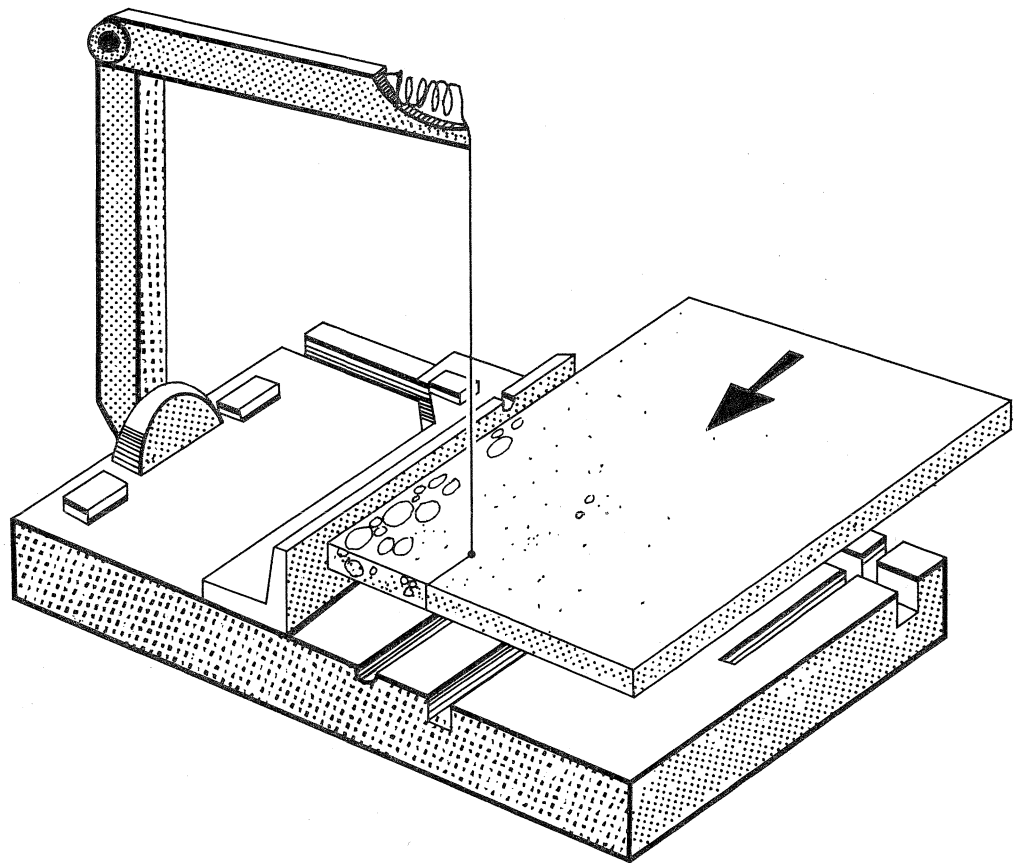
(1) Polystyrène extrudé.

(2) «Identification des facteurs composant l'habileté à percevoir l'espace et de moyens permettant de la développer», F.C.A.C., no 84AR0006.

(3) Il existe en France un bulletin, publié par l'I.R.E.M. de Clermont Ferrand, intitulé: «Les cahiers du filicoupeur».

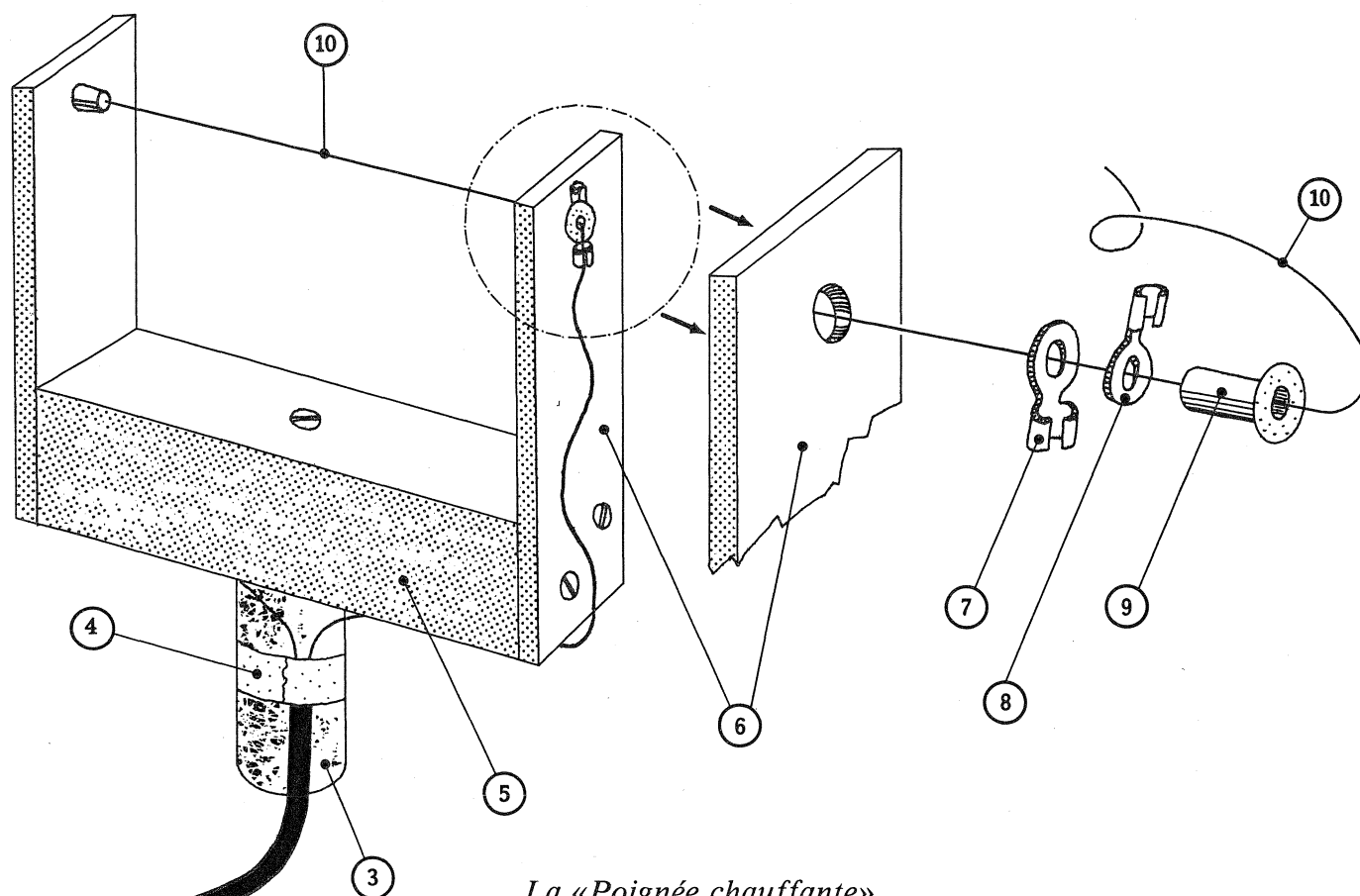
Les filicoupeurs sur table

Un filicoupeur⁽³⁾ est un appareil qui permet de découper sans bruit, sans poussière, et sans danger, des pièces de polystyrène; la coupe se fait par fusion, à l'aide d'un fil très mince (un alliage d'acier, nickel et chrome) chauffé par le passage d'un courant électrique de faible intensité. La vitesse de coupe peut varier beaucoup selon la température du fil, c'est-à-dire selon l'intensité du courant. Il existe plusieurs modèles de filicoupeurs. Au Québec, on peut se procurer dans certaines boutiques de jeux éducatifs un filicoupeur sur table, commercialisé sous le nom de Pyro-Maquette par l'éditeur français Robert Laffont:



Les poignées chauffantes

La stratégie de coupe d'une forme polyédrique avec les filicoupeurs sur table se trouve dictée essentiellement par des calculs métriques et trigonométriques: calcul des longueurs et calcul des angles. En pratique, la forme de la pièce de polystyrène dans laquelle on effectuera des coupes se trouve souvent à être un cube ou un polyèdre assez simple. Il arrive alors que pour obtenir la maquette désirée, on souhaite simplement que les plans de coupe successifs passent par tels ou tels points (sommets) et/ou telles ou telles droites (arêtes, bords) sur la pièce à découper. La stratégie de coupe est alors plus naturellement dictée par une géométrie projective (plutôt que métrique). Cela nous a conduit à construire un filicoupeur de type «projectif». C'est la «poignée chauffante» que nous avons utilisée au congrès d'octobre '84. En voici, comme promis, un plan détaillé:



La «Poignée chauffante»

- ① COMMUTATEUR
- ② FIL DE CUIVRE ISOLÉ
- ③ POIGNÉE EN BOIS
- ④ RUBAN ADHÉSIF
- ⑤ SUPPORT EN BOIS 3 x 3 x 20 (cm)
- ⑥ LAME DE PLASTIQUE 0,25 x 3 x 23 (cm)
- ⑦ COSSE D'ATTACHE POUR LE FIL DE CUIVRE
- ⑧ COSSE D'ATTACHE POUR LE FIL CHAUFFANT
- ⑨ DOUILLE D'ALUMINIUM CREUSE
- ⑩ FIL CHAUFFANT: NICHROME NO 42

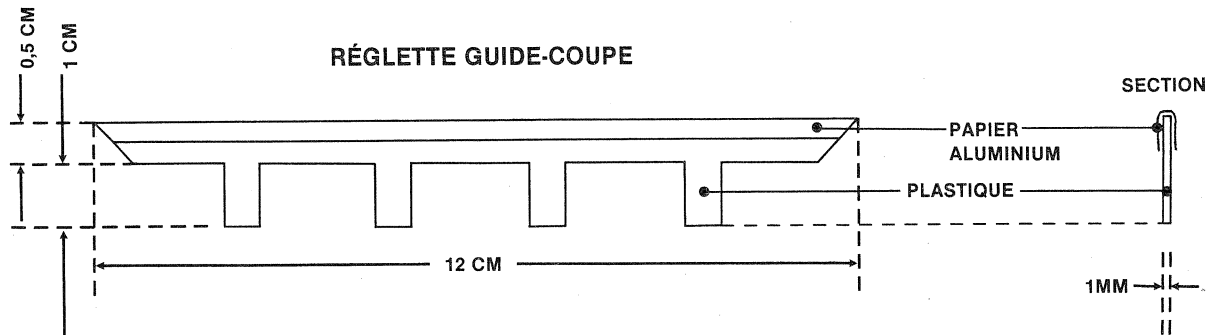
ALIMENTATION ÉLECTRIQUE:

9-12 V, 300 mA

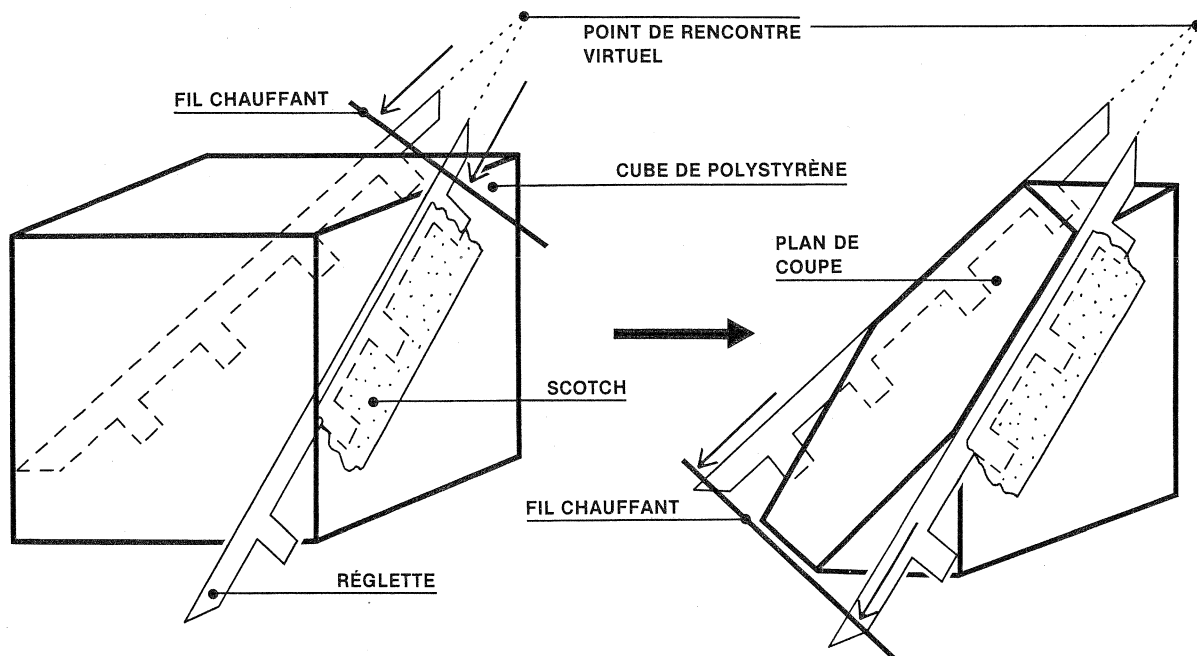
VIA PILES OU TRANSFORMATEUR

- LA TENSION MÉCANIQUE SUR LE FIL CHAUFFANT DOIT ÊTRE MAINTENUE PAR LA FORCE DE RAPPEL DES LAMES DE PLASTIQUE

Pour effectuer une coupe avec la poignée chauffante (en forme de fourche), on doit tenir la pièce de polystyrène d'une main, et déplacer la poignée avec l'autre main. La fourche est assez grande pour convenir à l'épaisseur standard (environ 5,5 cm) des plaques de polystyrène qu'on trouve dans le commerce de détail. Lorsqu'on déplace la fourche dans la pièce, on ressent un peu le plaisir d'un artiste sculpteur... Pour obtenir des coupes parfaitement planes, passant exactement par les lieux désignés, on doit guider le fil chauffant de la fourche à l'aide de réglottes rigides, lisses et thermo-résistantes, fixées à la surface de la pièce selon les conditions projectives de la coupe à effectuer. Voici un modèle d'une telle réglotte:

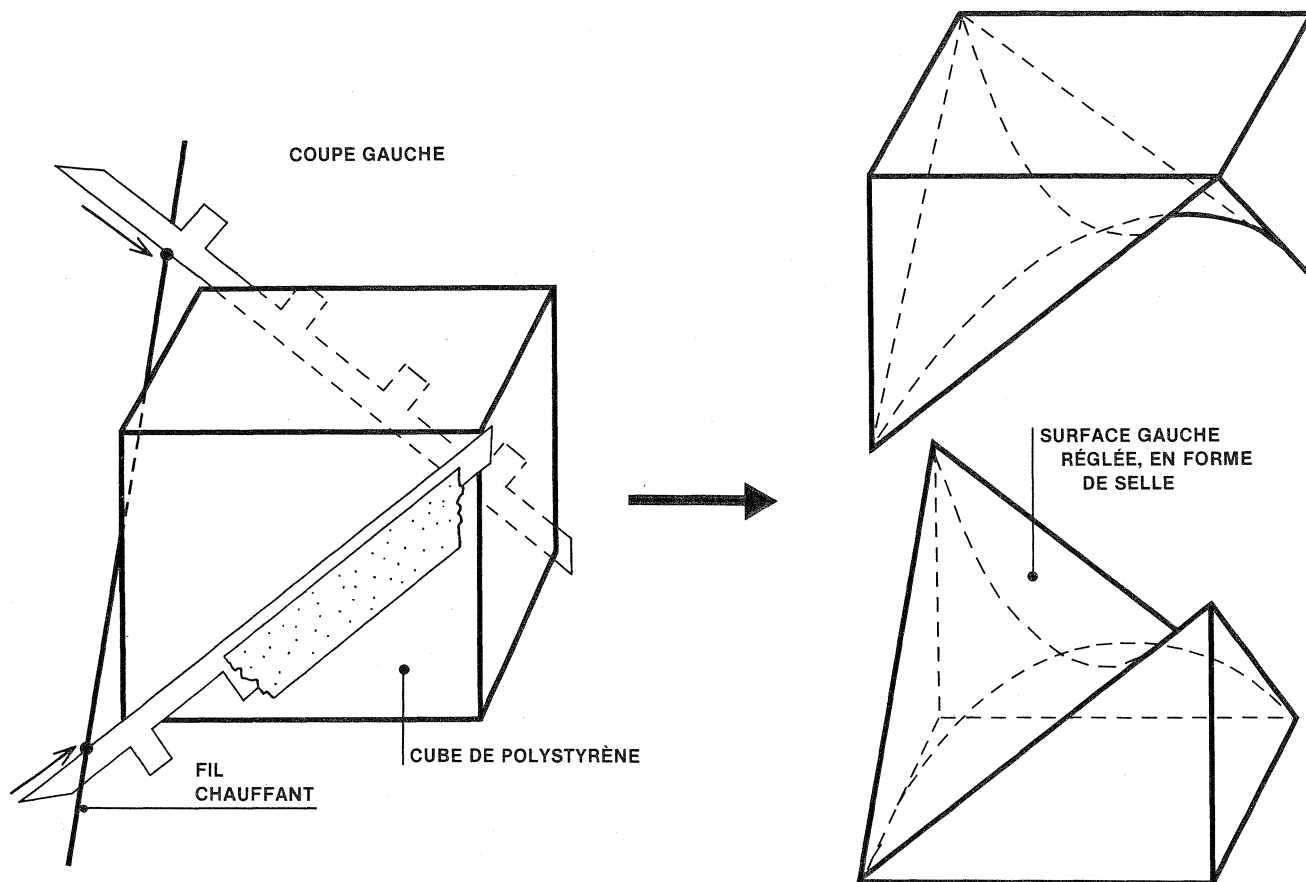


On peut découper les réglottes dans une feuille de plastique de 1 mm d'épaisseur (ou moins, selon la rigidité) avec un couteau genre X-acto; pour recouvrir le bord lisse d'une mince couche d'aluminium, on peut utiliser du ruban d'aluminium pré-encollé (par exemple, du ruban d'arrêt automatique pour les cassettes de magnétophone). La forme en «dents de scie» de la réglotte permet de la fixer facilement et solidement avec du papier collant (Scotch) sur le polystyrène; ainsi, on n'a pas à tenir les réglottes pendant la coupe. Voici un exemple d'une coupe plane dans un cube (il y a plusieurs dispositions des réglottes qui peuvent donner la même coupe):



On remarque dans cet exemple que les réglottes sont disposées selon des droites concourantes en un point (ici virtuel) de l'espace. La condition projective pour que la coupe soit plane est que les réglottes soient disposées selon des droites concourantes ou parallèles. On voit ici qu'il n'y a aucun calcul d'angle dièdre pour disposer les réglottes.

Par ailleurs, rien n'empêche de disposer les réglettes selon des droites gauches et d'effectuer une coupe en appuyant toujours le fil sur les bords lisses des réglettes. On obtient alors une surface gauche qui est réglée. Voici un exemple sur le cube:



Les coupes en surfaces gauches demandent une certaine expérience et un peu d'habileté: il faut que le fil chauffant puisse tourner lentement tout en glissant sur les réglettes. Il est alors utile de contrôler la température du fil chauffant pour ajuster la vitesse de coupe. Ce contrôle peut se faire via un rhéostat à la source d'alimentation électrique (exemple: un transformateur de train miniature). Pour pouvoir créer facilement une grande variété de formes en polystyrène, l'idéal consiste à disposer d'un filcoupeur sur table et d'une poignée chauffante avec des réglettes et des gabarits de toutes sortes. On peut alors non seulement fabriquer des maquettes pour les cours de mathématiques⁽⁴⁾, mais aussi fabriquer... de magnifiques planeurs pour la plage!

Bon bricolage!

(4) Dans un prochain article, nous décrirons quelques activités avec les filcoupeurs dans le cadre de l'enseignement des mathématiques aux niveaux élémentaire, secondaire et collégial.