

SELECTION DES MATERIAUX ET DES PROCEDES D E MISE EN ŒUVRE

M. Ashby, Y. Bréchet, L. Salvo

480 pages, nombreuses figures et tableaux, annexes

Vol. 20 du Traité des Matériaux

Presses polytechniques et universitaires romandes, 2001

Quand je jouais avec mon Meccano, je n'avais affaire qu'à des problèmes de mise en œuvre pour assembler un nombre de pièces de divers types – nombre assez restreint primitivement — la décadence fut marquée par un trop grand nombre de pièces (trop) spécifiques. La même évolution se voit avec le 'Lego', espérons que le 'Kapla' (un seul type de pièces, un seul matériau, le bois !)évitara cet écueil — . Le choix du matériau ne se pose pas au jeune constructeur. Au fond , l'approche de G. Eiffel pour assembler les 18 000 pièces de sa tour n'était pas tellement différente de celle du joueur de Meccano : il n'avait affaire qu'à des problèmes de mise en œuvre (songeons aux 2,5 millions d e rivets !) — aux calculs préalables près ! Le choix des matériaux était simple : le fer, 'point final'!

Mais le choix adéquat des matériaux se posait de plus en plus à de nombreux constructeurs. Pensons déjà aux orfèvres pour lesquels les critères étaient d'ordre esthétique: couleur, éclat.. . (et de coût, éventuellement) . Mais les machines nombreuses et variées obligèrent les constructeurs à réfléchir au choix du (des) matériau(x) les plus adaptés. Cette obligation n'a été que croissante au cours des années, du fait de la complexité des machines, des exigences accrues sur les conditions de leur emploi et leur fiabilité d'une part, d'un gamme de matériaux et de procédés de plus en plus large d'autre part. Le savoir-faire et les traditions locales deviennent vite insuffisants face à ces conditions nouvelles. C'est l'ordinateur de bureau qui a déclenché le mouvement , par la conjonction de ses énormes possibilités d'archivage de grandes quantités d'information sur les matériaux et les procédés d'une part, en constituant lui-même d'autre part l'outil permettant les choix.

C'est à Michael Ashby (Université de Cambridge) que revient le mérite d'avoir tenté de mettre de l'ordre dans tout cela et de proposer une méthode rationnelle de sélection des matériaux. Celle-ci est maintenant assez bien connue de par ses publications – notamment son livre de 1992 — et par les logiciels réalisés pour la pratique afin de dépasser les cas d'école trop simples (ou trop simplistes). Ses cartes représentant les données des matériaux les plus divers en fonction de deux propriétés sur les quelles on effectue la recherche à l'aide des indices de performance commencent à être populaires. Il y manquait l'aspect temporel, du fait de l'importance de la durabilité en condition de stockage et de service. Il y manquait plus encore l'étape ultérieure : passer du matériau choisi à l'objet par les procédés de mise en forme et de mise en œuvre. Voici chose faite grâce à ce nouvel ouvrage et la collaboration de deux chercheurs français. Les aspects matériaux et procédés ne sont bien sûr pas indépendants et les choix du matériau ne saurait se faire indépendamment de celui du (ou des) procédé(s). Le titre du livre est à cet égard un peu réducteur, sans doute pour faire bref : il 'oublie' la mise en forme qui est d'ailleurs fort bien traitée dans l'ouvrage.

La logique de toutes les opérations est soigneusement décortiquée à toutes les étapes. On s'aperçoit que le processus n'est pas linéaire. C'est ainsi que la rédaction du cahier des charges est à réviser en fonction des premiers résultats de la sélection. L'exposé est très clair, très logique. Parfois on a l'impression de retrouver des évidences, mais il est sans doute bon d'oublier les routines et de repartir à zéro. Des exemples pratiques, les uns très simples, les autres emprunté à des études à finalité industrielle aident à comprendre les démarches.

Par rapport à l'ouvrage initial d'Ashby auquel j'ai fait allusion plus haut, celui-ci représente beaucoup plus qu'un simple complément. Il est le résultat d'une dizaine d'années de recherche. Trois chapitre sur la méthodologie du cahier des charges sont entièrement nouveaux. Les chapitres sur la durabilité, la sélection des méthodes de mise en œuvre et de traitements thermiques sont entièrement nouveaux. On appréciera également le chapitre sur des applications

'avancées' qui répondent mieux aux soucis industriels que les cas d'école qu'Ashby présentait dans ses conférences (le cadre de bicyclette ou la rame de la barque...): connecteur de canalisation souterraine, casque de moto, pièces de satellite, etc. Un autre nouveau chapitre traite du problème inverse : la recherche de débouchés potentiels pour un matériau qu'il soit nouveau ou que l'on cherche de nouveaux débouchés à un matériau connu.

Enfin les auteurs terminent leur livre par deux chapitres qui ne sont pas strictement des cours (la finalité des livres de cette collection), mais des ouvertures à l'intention des chercheurs en vue des développements futurs : un chapitre sur les développement de logiciels adaptés au x types de démarche possibles des utilisateurs, l'intégration des méthodes de modélisation des procédés, etc. et un ultime chapitre de mise en perspective autour des aspects technico-économiques, esthétiques et environnementaux qui sont encore peu pris en compte.

Comme toujours dans cette série, l'impression est soignée et les figures et tableaux très claires. Quelques coquilles seront décelées par le lecteur pointilleux (Kg pour kg, les noms des éléments chimiques avec une initiale majuscule, des francs dont on ne sait pas s'ils sont français ou suisses , les auteurs n'ayant que partiellement passé à l'euro, quelques oublis de traduction de l'anglais dans des tableaux,...) : des fautes vénielles qui ne déparent pas la haute qualité de l'ouvrage. J'ai ainsi apprécié l'emploi du mot 'astreinte' pour traduire 'constraint', contrainte étant ainsi réservé à sa signification mécanique.

Quel sera l'impact pratique d'un tel outil ? Il est bien sûr conseillé aux formations d'ingénieurs, comme cours de référence et, avec l'utilisation des logiciels qui sont mentionnés comme réalisation pratique des concepts développés par les auteurs, comme source de travaux pratiques. En ce qui concerne son emploi dans les entreprises, espérons que sa pénétration se fera rapidement , en dépit des pesanteurs industrielles qui sont obligatoirement fortes. Mais un lecteur universitaire n'est peut-être pas le meilleur juge de l'importance et de l'utilité de cette approche. Les auteurs sont d'ailleurs bien conscients que leur méthode n'est pas là pour imposer *la* solution miracle, « clefs en mains » comme ils le disent, mais pour aider à choisir la solution qui paraît la meilleure , vu les contraintes pratiques locales et temporelles. Souhaitons que de nombreux 'vrais' utilisateurs contribuent au développement de ces nouvelles méthodes en liaison avec les chercheurs des laboratoires universitaires et industriels qui essaient de créer les outils les mieux adaptés aux besoins des ingénieurs concepteurs. Pour citer les auteurs, « il faut adapter, enrichir les bases de données, affiner l'estimation des coûts, préciser l'analyse de la valeur, dériver de nouveaux indices de performance, imaginer de nouvelles façons d'archiver l'expertise,....., construire des systèmes d'aide à la sélection adaptés à la conception en temps réel dans un milieu industriel » . Souhaitons que cet ouvrage incite de jeunes chercheurs à travailler dans les directions préconisées par ce livre.

Jean Philibert