

# La sélection des plastiques, vers une nouvelle méthode : Le Référentiel Matériaux unique

Jean-Marie MALDJIAN, Expert Matériaux, Schneider-Electric Grenoble : [jean-Marie.maldjian@schneider-electric.com](mailto:jean-Marie.maldjian@schneider-electric.com)  
Grégory POUSSIER, BASSETTI, Management de l'Expertise Technique : [gregory.poussier@bassetti.fr](mailto:gregory.poussier@bassetti.fr)

## Schneider Electric, un groupe industriel mondial :

Schneider Electric est leader mondial dans nombre de domaines liés à la gestion du courant électrique. Dans ce cadre, l'entreprise met en œuvre un grand nombre de matériaux plastiques techniques, à la fois thermoplastiques et thermodurcissables.

## Bassetti, spécialiste du Management de l'expertise Technique.

Depuis 17 ans, BASSETTI accompagne des industriels dans la gestion de leurs données, informations et savoirs techniques, notamment dans le domaine des matériaux. Afin de répondre à des contextes de choix de matériaux toujours différents, BASSETTI a développé le progiciel TEEXMA®.

## Le contexte : faire du choix de matériaux dans un grand groupe.

Un mauvais choix de matériaux pour une entreprise peut conduire à des conséquences graves, pas toujours identifiables et mesurables facilement. En effet, il peut conduire à augmenter drastiquement le prix de fabrication d'un appareil, ou des matériaux non adaptés à des usages peuvent entraîner des frais importants si les produits doivent être rappelés ou remplacés. Qui plus est, les contextes de choix de matériaux sont de plus en plus complexes du fait de contraintes liées à la mondialisation (une conception doit être robuste pour être fabriquée dans le monde entier), des équipes multiculturelles (des conceptions faites sur des sites distants, devant être interoperables) et d'une mobilité sur les postes de plus en plus importante. Il faut ajouter à cela une gamme de produits variés allant des basses tensions aux moyennes tensions, incluant de l'automatisme, de l'électronique... Un grand nombre de complexités qui ne facilitent pas le choix d'un concepteur de plus en plus multi-compétences. Enfin, les nouvelles contraintes environnementales et les conceptions se voulant compatibles avec des éthiques de développement durable, il s'agit aussi d'accompagner un changement culturel dans le choix des matériaux. C'est pourquoi une entreprise telle que Schneider Electric se devait d'optimiser ses pratiques de choix et faire en sorte de diffuser et transmettre les savoirs nécessaires à la réalisation de choix.

## L'existant : répondre aux exigences de choix de matériaux tout en incluant les pratiques usuelles des concepteurs.

L'observation des pratiques usuelles de sélection des matériaux par les concepteurs permet de constater plusieurs tendances. Il est indispensable d'avoir cette approche « sociale » de leurs pratiques pour proposer des outils qui ne soient pas rejetés. Voici les 6 pratiques les plus courantes que nous avons remarquées :

- ✓ **Le concepteur fonctionne par analogie** avec des choix précédents, réapplique les solutions de produits existants. Cette approche conservatrice est éprouvée, mais peut aussi conduire à reproduire le même type d'erreur au fil du temps, ne pas innover. Or, les contextes et les matériaux changent. Il doit donc pouvoir faire ce type d'approche, tout en étant incité à comparer son matériau avec d'autres, et à reformuler la raison de ce choix.
- ✓ **Il consulte un fournisseur** en lui expliquant le contexte de sa pièce et s'en remet au fournisseur pour lui proposer le meilleur matériau. Puis il spécifie son besoin non pas par un cahier des charges, mais en reprenant les données fournisseurs, sous la forme de « fiches techniques ». Cette pratique délègue la responsabilité du choix aux fournisseurs qui peuvent avoir des intérêts incompatibles avec ceux de l'entreprise et la pousser dans des situations monopolistiques. Le matériau convient à l'application, mais à quel prix !
- ✓ **Il prend le temps de l'analyse fonctionnelle** de sa pièce et la traduit en exigences matériaux. Dans une population de concepteurs non spécialistes en matériaux (électromécaniciens), cette aptitude à traduire un besoin fonctionnel en critères de choix matériaux est difficile à trouver. Les concepteurs manquent souvent de bases en science des matériaux, Or le spectre est très large entre les comportements mécaniques, les tenues en température, les tenues aux agents d'agressions, les phénomènes de fatigue, de fluage, de frottement... Il manque alors au concepteur un guide associé à de solides connaissances formalisées. Cette pratique en revanche est propre aux experts.
- ✓ **Il a déjà fait un choix de matériau, suivant une désignation européenne**, mais il souhaite localiser sa production dans d'autres régions du monde. Il doit alors trouver des matériaux similaires.

- ✓ **Il est intéressé par une famille de matériaux**, sans encore connaître quelle désignation lui convient, mais il a besoin d'en savoir plus sur cette famille. Il a encore une fois besoin de savoir tout autant que de données sur les matériaux qui l'intéressent. Pour ce faire, il a besoin d'accéder à des généralités sur des familles et il utilise une recherche textuelle pour y parvenir, souvent par internet.
- ✓ Enfin, le concepteur a identifié des matériaux acceptables, **mais il souhaite connaître leur comportement à des températures ou conditions d'humidité différentes**. En effet, la performance relative de deux matériaux peut s'inverser en augmentant la température.

**Les données : des sources multiples, non consolidées, peu structurées, pas validées.**

Afin de répondre à tous ces usages, le concepteur avait accès à de nombreuses sources d'information : une base de données de matériaux standardisés avec leurs propriétés mécaniques ou physiques, une documentation riche quoi que foisonnante et difficile à explorer dans un intranet, une formation institutionnelle avec ses supports pédagogiques, un réseau d'experts, des fournisseurs, des bases de données externes, internet... Rien qui ne soit unifié et qui fournisse une référence fiable et validée, adaptée au contexte de l'entreprise.

***L'offre en termes de matériaux sur le marché est illimitée et le nombre d'experts est insuffisant pour couvrir l'ensemble du périmètre.***

Il faut donc proposer aux concepteurs un outil complet répondant à ses différents usages, qui constitue un référentiel fiable et validé, et qui lui permette une plus grande autonomie. Les experts matériaux pouvant ainsi se concentrer sur la diffusion et la transmission de leurs savoirs, ou traiter les cas véritablement complexes ou innovants.

**La solution : un référentiel unique pour le choix des matériaux incluant un éventail de méthodes et fonctionnalités.**

Il n'y a donc pas une méthode, mais un éventail de méthodes et de fonctionnalités à proposer aux concepteurs pour lui permettre de réaliser ses choix.

Ce référentiel a fait l'objet d'un projet spécifique, mené en collaboration avec la Société Bassetti, avec l'utilisation du logiciel TEEXMA®.

Pour son référentiel Matériaux, Schneider aime à parler d'une pratique. Il s'agit de mettre à disposition au sein d'un même outil plusieurs fonctionnalités correspondant à des cadres d'utilisation spécifique.

- 1) **Le choix par guide** formalisant une méthodologie et permettant d'exclure des possibles. Ces guides de choix accompagnent le concepteur dans une réflexion méthodologique en lui distillant les savoirs nécessaires au fur et à mesure de son cheminement.
- 2) **Une approche arborescente** permettant de consulter les fiches de propriétés d'une matière précise (référence fournisseur), mais aussi les propriétés « enveloppe » de la famille.
- 3) **Un mode de comparaison** permettant de prendre un matériau en référence et de le comparer à d'autres.
- 4) **Une offre de matériaux similaires** présentant des couples de matériaux par région, dont la similitude a été étudiée et avérée par des experts (EN, ASTM, JIS, IS, GB, AS, IS...).
- 5) **Un référentiel documentaire** incluant les normes, la documentation interne faite de directives et de guides, des supports pédagogiques de formation reliés à l'ensemble des matériaux, traitements thermiques ou de surface, procédés, propriétés mécaniques ou physiques...
- 6) **Un mode de superposition de courbes** permettant de comparer des matériaux en fonction de leurs tenues en température, puisque les produits ne fonctionnent jamais à 23°C.
- 7) **Un moteur de recherche** simple permettant de trouver des informations dans l'ensemble du référentiel par l'intermédiaire de termes usuels (matériaux, familles, propriétés, procédés, agents d'agression, traitements...)

Quelle que soit la méthode adoptée, Schneider Electric souhaitait par-dessus tout instaurer un processus de choix s'intégrant dans le processus qualité de développement des produits. Ainsi le choix d'un matériau devait systématiquement amener à la formulation d'un **cahier des charges matériaux**. Information primordiale car il rassemble à lui seul les besoins fonctionnels des clients, les exigences industrielles ou des procédés et les traduit en attentes sur le matériau. Le cahier des charges était souvent négligé, ou écrit à posteriori à partir du choix déjà effectué ou en reprenant les caractéristiques des fiches techniques du fournisseur.

**De la méthode d'élaboration d'un cahier des charges à partir d'une approche par guide de choix.**

On constate que les concepteurs ignorent souvent comment aborder leur choix et identifier les critères importants permettant de distinguer les solutions qui leurs conviennent. Parfois quelques critères suffisent pour éliminer une grande partie des désignations ! Toute la difficulté consistait alors à formaliser un guide méthodologique amenant le concepteur à se poser les bonnes questions dans le bon ordre. Cette pratique étant usuelle chez les experts, bien que

rarement formalisée, même parfois inconsciente. Il s'agissait donc d'expliciter la méthode adoptée inconsciemment par les experts, reproduire leur cheminement cognitif pour permettre à des non experts de le reproduire en étant guidés.

Un premier obstacle pour le concepteur est de maîtriser tous les concepts, les grandeurs, les savoirs mobilisés par un expert. Par exemple, quel type de sollicitation mécanique est exercé ? Une contrainte permanente ? Un phénomène de fluage possible ? Le concept de fluage rappelle peut être vaguement quelque chose au concepteur. Il convient de lui amener à ce moment le savoir nécessaire pour qu'il tranche si oui ou non il est en présence de fluage.

Sur la base d'interviews d'experts, Schneider Electric et Bassetti ont donc reconstitué la démarche cognitive des experts au travers de questionnaires de choix adaptés au niveau des concepteurs, leur permettant un approfondissement progressif de leurs exigences en même temps qu'en leur fournissant les savoirs nécessaires à l'expression de ces exigences. En effet, chaque question est accompagnée d'éléments pédagogiques construits à partir de la documentation interne et des supports de formation, de façon à guider le concepteur et à lui apporter une meilleure maîtrise des notions métiers au moment où il en a besoin.

Le questionnaire est progressif en cela qu'il est conçu d'une part pour ne poser que les questions utiles au fur et à mesure de la démarche, et d'autre part, pour poser des questions simples excluant une bonne partie des possibles. Par exemple, demander à un plastique d'être transparent élimine une grande quantité de matériaux. Les critères nécessaires ensuite pour réduire le nombre de possibles sont limités.

Exemple de questionnement :

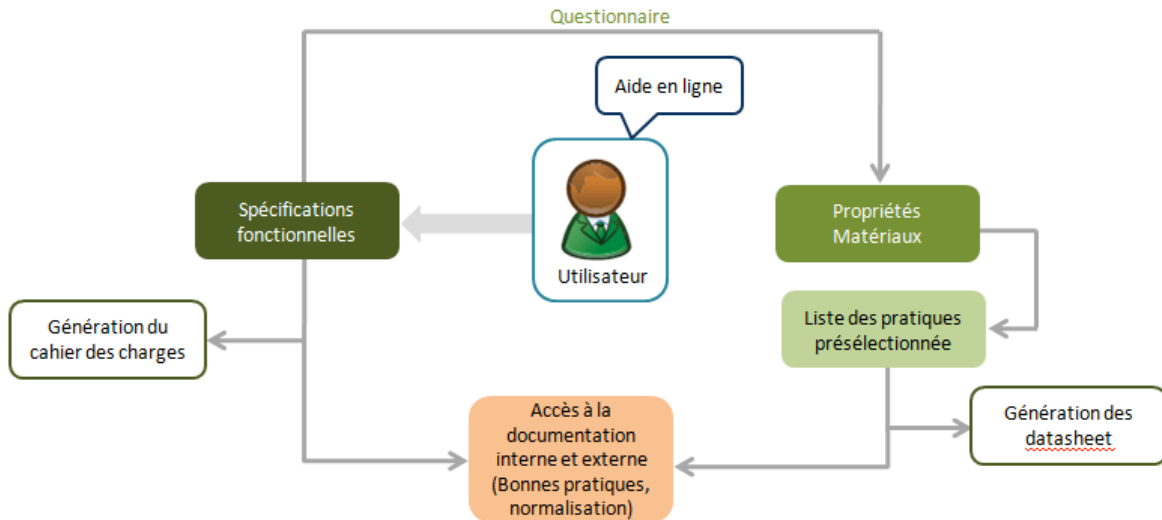
- L'application est-elle sujette à un contact avec des produits chimiques et à des contraintes mécaniques permanentes ?
  - L'application utilise-t-elle des vis de fixation auto taraudeuses dans le matériau ?
- Si la réponse est oui à l'une de ces 2 questions, alors on exclut les matériaux plastiques amorphes.



Exemple de questionnement :

- L'application a-t-elle une fonction esthétique ?
- Si la réponse est oui, alors on exclut les plastiques ayant un taux de fibre de verre supérieur à 10%

L'objectif du questionnaire étant de conduire à la formulation d'un cahier des charges permettant un choix de matériaux parmi une liste standardisée. Ce cahier des charges sauvegardé peut être relancé ultérieurement (conceptions futures), mais peut aussi être extrait sous forme de document, relié au dossier du produit comme pièce justificative. Dans le contexte Qualité Schneider ce document est obligatoire pour les nouvelles conceptions.



Après remplissage du questionnaire, on lance la recherche dans la base de données, qui affichera les plastiques en accord avec le cahier des charges, mais aussi la liste des matériaux rejetés avec la cause de leur rejet. Le matériau peut être consulté avec toutes ses propriétés, et une fiche technique peut être générée sur un matériau présélectionné.

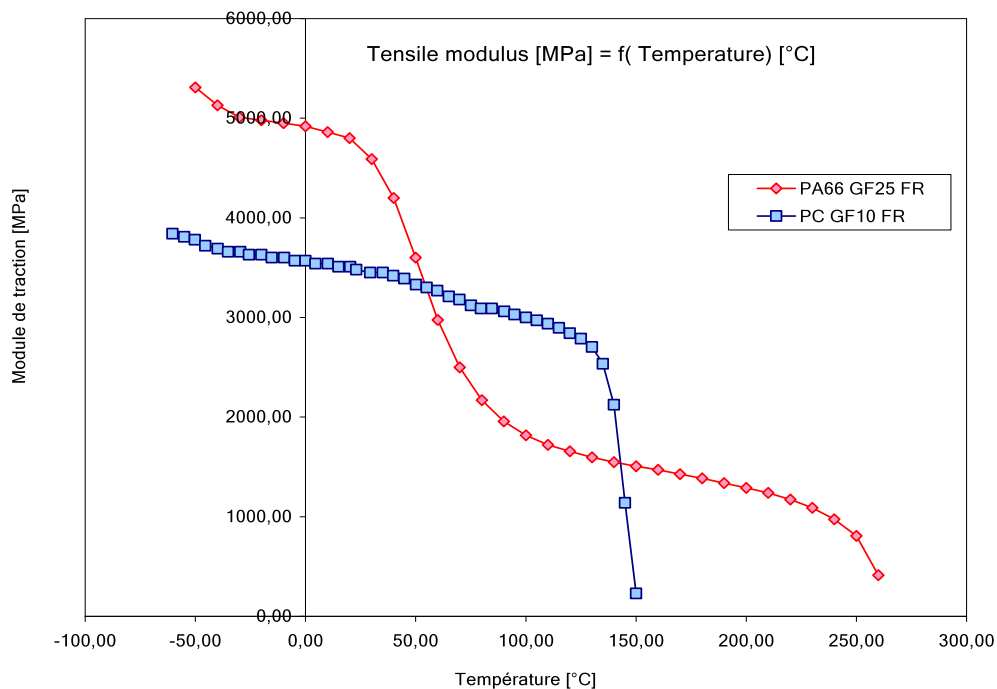
A la méthode d'élaboration du cahier des charges par guide de choix, s'adjoint l'ensemble des autres usages déjà mentionnés. Et c'est bien l'ensemble de l'offre qui permet de satisfaire les concepteurs dans leur pratique.

### Un exemple de fonction : la sélection sur des données variables en fonction du temps ou de la température

Toutes les bases de données existantes ne donnent que les propriétés mécaniques à température ambiante (23°C). Pourtant, les produits Schneider fonctionnent toujours dans une gamme de température définie, autour de 60°C, et doivent conserver des caractéristiques minimales aux limites de cette gamme.

Par exemple, l'application demande un module d'élasticité minimal de 3000 MPa pour une température de 105°C. Et un allongement à la rupture minimal de 5 % à une température de -30°C.

TEEXMA® permet soit d'afficher visuellement la courbe traction / allongement, soit de visualiser la courbe dépendant de la température. L'objectif est ici de raccourcir fortement le temps nécessaire à la recherche de ces informations dans les bases de données externes (CAMPUS, IDEAS...) en intégrant cette fonction dans le référentiel.



## Les avantages d'un référentiel unique pour le choix des matériaux incluant un éventail d'usages.

Notre méthodologie est donc un Référentiel Matériaux, lieu de passage unique et convivial des concepteurs désirant, soit sélectionner des plastiques, soit rechercher de l'information sur ces matériaux.

Son utilisation dans plus de 30 bureaux d'études de Schneider Electric depuis 2 ans nous a permis d'en mesurer les atouts.

Les experts matériaux Schneider voient leurs savoirs valorisés et ils peuvent concentrer leur activité sur des points délicats, la qualification de solutions innovantes ou la recherche de substitution en anticipation. Ils sont moins sollicités en première intention, mais sont pleinement valorisés pour valider les cahiers des charges et les présélections.

Un transfert des connaissances vers les concepteurs leur offre une plus grande autonomie sur les choix classiques, tout en prenant en compte leur maîtrise des concepts matériaux. Les concepteurs sont donc plus autonomes dans les phases amont des sélections, et utilisent plus qu'avant les aides documentaires.

La construction d'une pratique collective au travers d'échanges entre experts permet de mettre à disposition le meilleur de leurs savoirs individuels.

Le Référentiel Matériaux est avant tout une référence de connaissances fournissant un moyen d'auto-formation pour les concepteurs. En effet, à chaque consultation le concepteur améliore son appropriation des notions de science des matériaux indispensables à son choix.

Ci-dessous 2 copies d'écran représentant le questionnaire (à gauche) et les résultats de recherche (à droite)

The image shows two side-by-side screenshots from a software interface. The left screenshot is a questionnaire with several sections and checkboxes. The right screenshot shows a list of 16 material options, each with a checkbox and a name.

**Questionnaire (Left):**

- Your part works with mechanical application
- Specify humidity conditions**
  - Dry
  - Medium (23°C / 50% RH)
- Your part must be stiff
  - Minimum tensile modulus at 23°C (medium) (MPa):
- Your part must withstand a mechanical resistance
- Your part is sensitive to impact
- High (32°C / 80% RH)
- Your part contains self-tapping screws\*
- Your part contains a snap fit function\*
- Your part is used in friction many times\*

**Results (Right):**

36/1456 selected elements

- JTPM005007 - ULTRAMID A3X2G5 -
- JTPM005008 - LATAMID 66 H2 G/25 -
- JTPM005206 - ARNITE TV4 264 SN -
- JTPM007262 - ULTRAMID A3X2G5 -
- JTPM007263 - LATAMID 66 H2 G/25 -
- JTPM006723 - XANTAR G#F 23 R -
- JTPM006724 - LATILON 280 G/20 -
- JTPM006930 - LATER 4 G/30 V0 -
- JTPM006972 - LATER 4 G/30 V0 -
- JTPM009066 - XANTAR G#F 23 R -
- JTPM011842 - CROSTIN 3K35FR1 -
- JTPM011843 - ARNITE TV4 264 SF -
- 345 - LATILON 280 G/20 - GREY
- 552 - PRIMEF 4010 - NAT 0000
- 553 - PRIMEF 7002 - NAT 0000

## Le futur : les évolutions prévues :

Pour les prochaines versions, nous pensons intégrer un module de sélection sur des propriétés mécaniques au fluage, permettant de choisir les meilleurs matériaux ayant une déformation maximale à une contrainte et une température donnée.

D'autres ajouts de fonctions sont aussi à étudier, comme la sélection sur la tenue aux agents chimiques, ou au vieillissement thermique.