

FRC 101 – Matériaux

Original: *The Blue Alliance Blog* [Crash Course FRC – Materials](#) Tim Flynn, Décembre 2018

Concernant la construction d'un robot, le robot contient des objets concrets, pas seulement de la sueur, des larmes et les sodas des saisons passées. On parlera donc de matériaux de construction et où les trouver. Examinons les produits et services dont bénéficient les équipes depuis des années et dont votre équipe pourrait tirer des enseignements.

La plupart des spécialistes de la robotique connaissent les métaux et les plastiques, mais il existe des matériaux spécifiques dans ces catégories, et beaucoup ignorent comment les utiliser au mieux. Jetons-y un œil.

Aluminium

Ce métal est absolument universel, on le retrouve dans presque toutes les facettes de la vie. Bien que connu pour les canettes de soda, il est utilisé dans tout, des ordinateurs portables aux pièces de voiture, il est solide, léger et relativement facile à fabriquer. Presque tous les robots en Compétition de robotique *FIRST* incorporent une plaque, une feuille, un tube ou un arbre hexagonal en aluminium.

L'aluminium n'est pas parfait cependant. Comme avec d'autres métaux en Compétition de robotique *FIRST*, une surcharge risque de le cisailer, de le casser ou de le plier. De plus, en raison de sa solidité, les dimensions vous obligeront généralement à utiliser des outils spécifiques pour travailler efficacement. Même si une scie à main ou une scie à chantourner feront le travail, vous souhaiterez probablement une scie à ruban avec une lame à métal ou utiliserez une fraiseuse numérique CNC capable de travailler avec ce matériau.

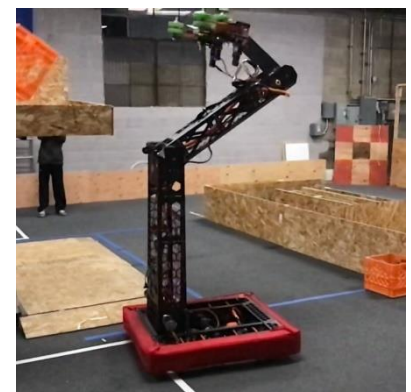
Trucs

- Documentez votre matière première, car certains alliages sont meilleurs que d'autres. (Par exemple, le 6063 est relativement facile à percer, mais difficile à usiner, tandis que le 6061 est relativement facile à percer et usiner).
- Passez l'aspirateur! Les copeaux d'aluminium n'étant pas ferromagnétiques, il est beaucoup plus difficile de le déloger des cheveux, de la peau [NDT : ou des vêtements] s'ils sont pris ou incrustés.
- De l'huile, svp! Lors du découpage, du perçage ou du taraudage, utilisez un lubrifiant ou une solution de taraudage pour préserver la durée de vie de votre outil !
- Gruyère ! L'aluminium est un matériau solide et il est possible de l'extruder pour le rendre plus léger. Faites simplement le calcul en premier et assurez-vous de ne pas casser de structures critiques! Faites une [analyse structurelle](#) avant de passer à l'action.

Acier

Ce métal fort et omniprésent a rendu possible les gratte-ciels de New York, mais constitue également un matériau précieux pour certaines pièces en Compétition de robotique *FIRST*. Communément utilisé pour les engrenages et les arbres de transmission sous forte charge, il constitue dans certaines situations un meilleur choix que des pièces en aluminium. Cela dit, si votre équipe est bien équipée pour le travail de la tôle, vous voudrez peut-être opter pour cette solution qui échappe à d'autres équipes.

Le robot 2018 de l'équipe 5817 fabriqué en partie à partir de feuilles d'acier.
Photo Source: [Michael Stokes](#)



Pour la plupart des équipes concevant des robots modernes, l'utilisation la plus courante de l'acier est dans les trains d'engrenages versa planétaires, les engrenages étant d'[acier de qualité AGMA 11](#). Cela étant dit, une pièce d'acier de cette taille et sous une charge élevée risque toujours de se briser, car la transmission de plusieurs centaines de watts de puissance via un petit engrenage fragile frôle la catastrophe quand il est heurté par un autre robot. Des équipes utilisent également de l'acier pour les arbres à charge élevée, des pièces conçues pour résister à l'usure, des mécanismes à cliquet (et griffes) et d'autres pièces spécialisées.

L'acier a également trouvé sa place dans les robots modernes... sous forme de ballast. Si un robot est trop léger, il est possible d'y intégrer des barres d'acier dans sa partie inférieure pour ne pas le débalancer davantage; mais c'est de moins en moins un problème d'année en année.

Trucs

- Documentez votre matière première, car certains alliages sont meilleurs que d'autres. (L'acier 1117 n'est pas identique à l'acier 12L14.)
- Passez l'aspirateur et nettoyez l'aspirateur ! L'acier est ferromagnétique, c'est-à-dire qu'il peut être retiré de votre doigt avec un aimant, mais il se coincera dans l'aspirateur s'il contient un énorme électroaimant (la plupart d'entre eux).
- De l'huile, svp! Lors du découpage, du perçage ou du taraudage, utilisez un lubrifiant ou une solution de taraudage pour préserver la durée de vie de votre outil !
- Gruyère ! L'acier est un matériau dense. Considérez toujours comment rendre vos pièces plus légères. Faites une [analyse structurelle](#) en premier et assurez-vous de ne pas fragiliser de structures critiques!

Polycarbonate

Bien que souvent confondu avec l'acrylique, les deux sont incroyablement distincts. Le polycarbonate, appelé dans le commerce « Lexan », est un thermoplastique flexible couramment utilisé dans les mécanismes de robotique. Le polycarbonate convient aux parois, réceptacles ou entonnoirs légers et résistant aux chocs. Il répondra à beaucoup de vos concepts novateurs.

Il peut être [plié et usiné dans diverses formes, découpé sur des routeurs CNC d'entrée de gamme](#). Il se présente sous forme de [barres](#), de [tubes](#), de [tubes carrés](#) et de feuilles, et on peut s'en procurer auprès de divers fabricants. Vraiment, c'est un matériau incontournable.

Un exemple notable d'utilisation du polycarbonate dans des robots est le module d'admission de l'équipe 1678 en 2014. À la fois légers et efficaces, les bras ont survécu à de nombreux impacts lors de ce jeu à contact intense.

Robot *Beca* de l'équipe 1678 en 2014
Source: ["cavalier" | Chief Delphi](#)



J'ai précisé la différence entre le Lexan et l'acrylique, et pour cause. Bien que l'acrylique soit relativement facile à couper au laser, il souffre également d'une immense fragilité ce qui en fait un choix difficile pour les robots Compétition de robotique *FIRST*. Confondre les deux pourrait vous occasionner des bris de mécanismes et du réusinage fastidieux.

Trucs

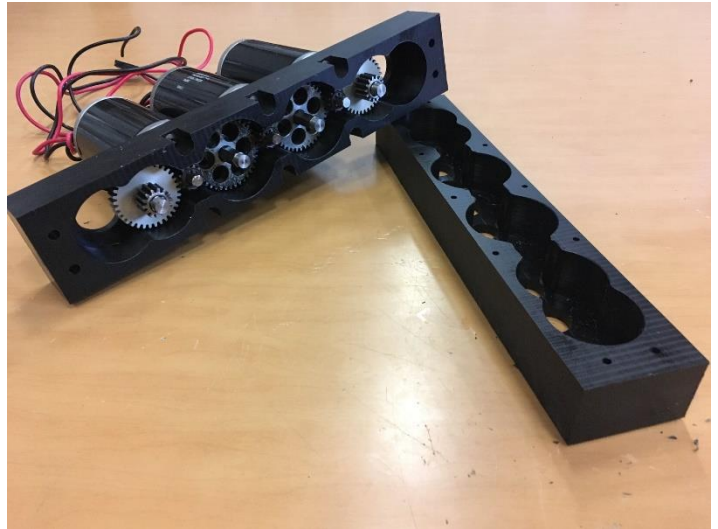
- Identifiez votre polycarbonate, ne le confondez pas avec l'acrylique.
- [N'utilisez pas d'adhésif « Loctite rouge » à proximité](#) ! La composition du Loctite rend le polycarbonate fragile et il se brisera.
- N'ayez pas peur d'utiliser un pistolet thermique ! Le matériel se plie. Utilisez une surface de pliage droite et de niveau.
- N'ajoutez pas, sauf au besoin. Compte tenu de la différence relativement importante de densité entre l'aluminium et le polycarbonate ($2,7 \text{ g / cm}^3$ contre $1,22 \text{ g / cm}^3$ respectivement), vous pourrez souvent vous en sortir sans retirer de polycarbonate de vos pièces.

Delrin / Acetal

Le [Delrin](#) est un autre thermoplastique utilisé en Compétition de robotique *FIRST* pour sa facilité d'usinage, mais aussi pour sa polyvalence. Il est facile à machiner et se présente sous presque autant de formes que le polycarbonate.

Certaines équipes l'utilisent pour [découper au laser des engrenages et des poulies destinés à des mécanismes](#), d'autres pour des boîtes de vitesses découpées à l'aide d'une fraiseuse à commande numérique (voir ci-contre). Les utilisations sont limitées par votre créativité... et les propriétés du matériau bien sûr.

La transmission 2017 de l'équipe 340
Source: [Zeb340 | Chief Delphi](#)

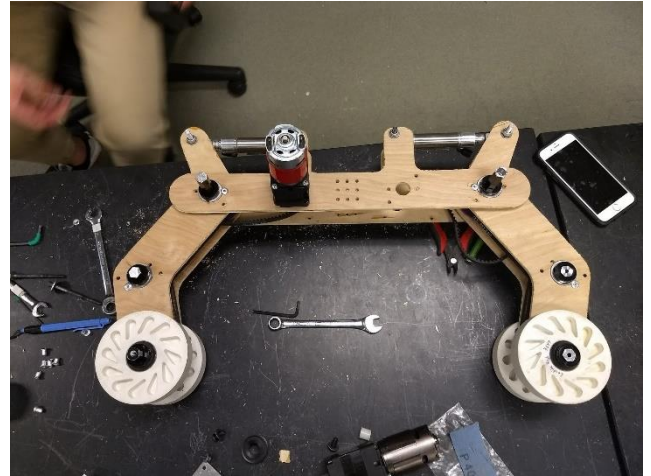


Trucs

- N'ayez pas peur d'utiliser un pistolet thermique ! Le matériel se plie. Utilisez une surface de pliage droite et de niveau.
- N'ajoutez pas, sauf au besoin. Compte tenu de la différence relativement importante de densité entre l'aluminium et le polycarbonate ($2,7 \text{ g / cm}^3$ contre $1,41 \text{ g / cm}^3$ respectivement), vous pourrez souvent vous en sortir sans retirer de polycarbonate de vos pièces.
- Si vous comptez le découper au laser, lisez [ceci](#).

Bois

Du bois? Dans un robot? Sérieusement, ce matériau est incroyable. Facile à couper, relativement peu coûteux, facile à trouver et à acheter en personne et, surtout, il est bien connu. Les gens savent comment réagit le bois, comment le traiter et comment le rendre beau. Toutes les équipes doivent travailler avec du bois pour fabriquer des pare-chocs requis par la plupart des défis, mais le bois peut être utilisé dans de nombreux autres cas d'utilisation.



Prototype de ramasseur de l'équipe 3847 en 2018

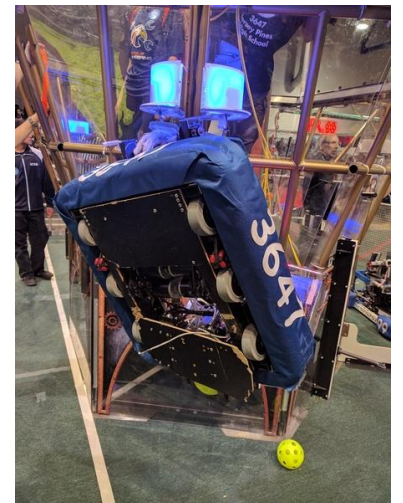
Source: [Allen Gregory | Team 3847 Blog](#)



Le robot 2013 de l'équipe 1899. Source: [Allen Gregory](#)

Le bois est relativement facile à usiner, il se prête facilement aux fraiseuses à commande numérique et on découpe rapidement au laser de fines feuilles de bois. Plusieurs équipes construisent des prototypes de mécanismes utilisant essentiellement du bois coupé au laser, et bon nombre d'entre eux se rendent en situation de compétition. L'utilisation de feuilles de bouleau minces ou d'[autres bois de prototypage](#) est courante et les espaces collaboratifs Makerspaces peuvent faciliter le travail du bois. Parce que le bouleau a tendance à ne pas se fendre et à couper plus uniformément à la fois au laser et à la CNC, il est souvent préférable au contreplaqué usuel.

Cela étant dit, tous les bois ne sont pas égaux. L'utilisation d'un composite comme le MDF peut entraîner des bris au pire moment.



Le robot 2017 de l'équipe 3647, avec un panneau de protection en MDF brisé

Photo : Juju | 3647

Trucs

- Munissez vos outils de lames pour couper le bois, afin de ne pas émousser vos lames de métal et vice versa.
- Si vous coupez au laser, surveillez la fumée et les flammes.
- Méfiez-vous du type et de la qualité du bois, car ils ne sont pas tous égaux (voir la photo ci-dessus.)
- Utilisez progressivement des tailles de forets pour éviter de fendre le bois.

Plastiques pour impression 3D

L'évolution moderne des imprimantes 3D les a rendues plus accessibles que jamais aux équipes de la Compétition de robotique *FIRST*. Une grande variété de plastiques avec des acronymes si nombreux que votre tête va tourner alimente la révolution de l'impression, alors voyons-y de plus près.

Le filament **ABS** est à base d'huiles et c'est en fait le même plastique que la plupart des touches de clavier d'ordinateur, ainsi que le matériau des briques LEGO. Malgré sa polyvalence, il se comporte de manière incohérente et peut causer des problèmes de santé en cas d'inhalation de vapeurs.

Le filament **PLA** est à base de canne à sucre et dégage une odeur comparable à celle des crêpes fraîches aspergées de sirop (comme si de rien n'était). Ce plastique est peu coûteux, plus sûr à utiliser et généralement de fini plus brillant.



ABS vs PLA
Source: [AllThat3D](#)

La seule propriété qui est absente de cette discussion est la force, mais je ne suis pas qualifié pour attester dans un sens ou dans l'autre, je vais donc laisser [AllThat3D](#) prendre le relais:

L'ABS est un plastique résistant s'il est imprimé à une température suffisante. Il a une bonne quantité de flexibilité et a tendance à se plier plutôt que de casser sous la pression. En bref, l'ABS est une résistance aux chocs.

En fin de compte, l'impression 3D est une technologie extrêmement utile pour les équipes de robotique, et son utilisation peut être avantageuse. L'équipe 3187 a imprimé des [pièces importantes](#) de son robot pour la saison 2018, sans problèmes majeurs. Certaines équipes impriment leur [module d'entraînement swerve en entier](#).

Cependant, d'autres types de filaments d'impression ont récemment fait leur apparition sur des robots. Des équipes telles que 125 et [971](#) utilisent des impressions 3D renforcées de fibres de carbone.

Trucs

Les meilleures pratiques concernant l'impression 3D sont très spécifiques à l'imprimante elle-même, mais elles sont aussi généralement couvertes par l'article de [AllThat3D](#) sur les plastiques PLA et ABS, alors lisez-le. En outre, ce [fil Chef Delphi](#) couvre de nombreuses utilisations et exemples d'impressions 3D sur des robots.

Conclusion

Cette liste est loin d'être exhaustive sur tout ce que votre équipe pourrait utiliser, mais elle aborde, espérons-le, certains des principaux avantages et inconvénients des matériaux relativement sécuritaires et couramment utilisés dans le cadre de la Compétition de robotique *FIRST*. À mesure que l'industrie manufacturière grandit et se développe, qui sait ce que nous pourrions voir dans nos robots à l'avenir!