



CHIMIE ET VOITURES DE FORMULE 1

La Formule 1 offre un spectacle qui fascine le public tant par la vitesse que par la technique qui y est liée.

Qui, en voyant ces bolides, pourrait penser aux frottements et à la chimie qui permet de les diminuer voire même de les éliminer ? Comment ?

Grâce, aujourd'hui, aux lubrifiants et aux nouveaux matériaux utilisés pour les revêtements du moteur.

Nous allons voir dans ce chapitre quels sont ces nouveaux matériaux et les conséquences sur la durée de vie du moteur, sur ses performances et les retombées sur notre environnement.

Les frottements

Les frottements sont parfois bien utiles : se frotter les mains pour se chauffer par grand froid, allumer le feu en pleine brousse, freiner à vélo ou en voiture, polir une surface...

Cependant, ils peuvent avoir des conséquences fâcheuses (*Figure 2*) : une ampoule aux pieds dans des chaussures trop serrées, l'usure des matériaux, la perte d'énergie...

Le moteur d'une voiture

Le moteur comporte deux parties (*Figure 3*) : la partie haute qui sert à la distribution et la partie basse (où se produit l'explosion) dans laquelle les pistons et les vilebrequins assurent la transmission de l'énergie libérée par l'explosion vers la boîte de vitesse.



Figure 1



Les frottements interviennent dans la grande majorité des phénomènes physiques de la vie courante : il y a frottement chaque fois que quelque chose (une force de frottement) s'oppose au mouvement relatif de deux corps en contact l'un avec l'autre.



Figure 2

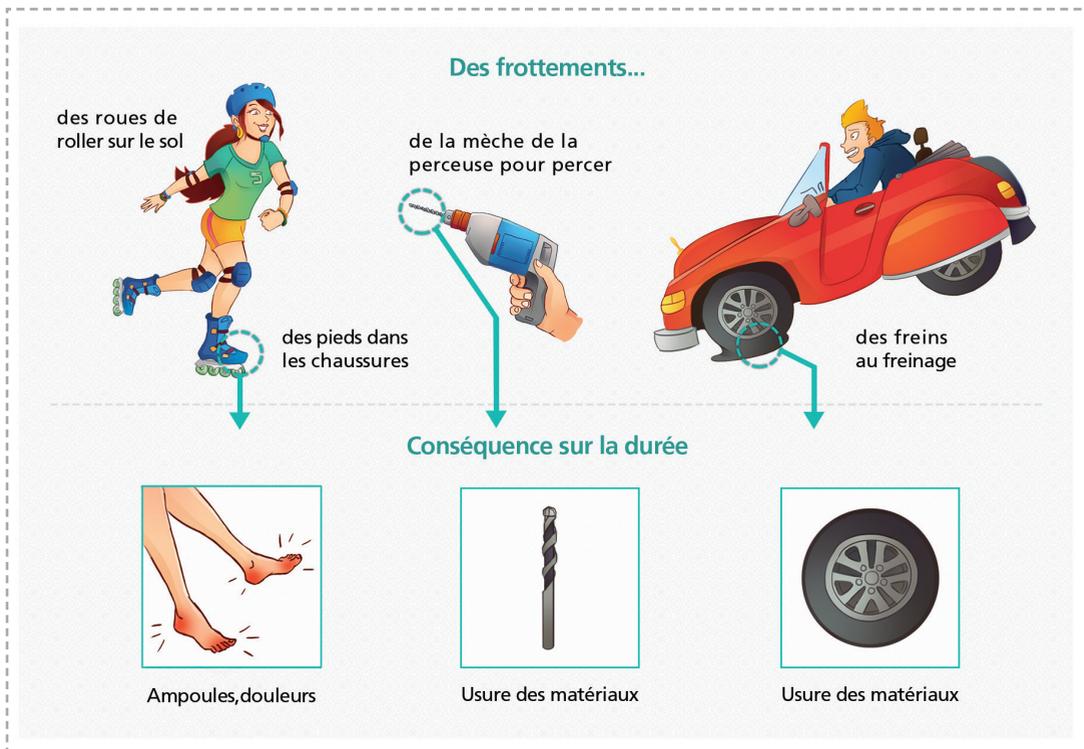
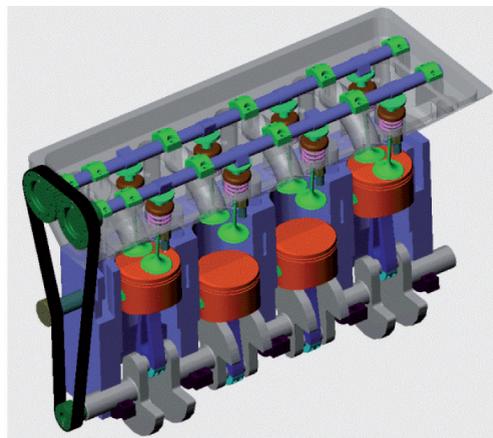


Figure 3



Partie haute



Partie basse



La partie haute commande l'ouverture et la fermeture des soupapes par l'intermédiaire de « l'arbre à came » (Figure 4). Les cames viennent frotter sur des pièces intermédiaires et ces frottements absorbent une partie de la puissance du moteur.

Dans la partie basse, les frottements peuvent être très importants sur les pistons et les vilebrequins et diminuer, là aussi, l'énergie transmise par le moteur.



Figure 4

Dans ces deux parties, il est donc important de supprimer le plus possible les frottements afin que le moteur conserve toute sa puissance.

La chimie pour éliminer les frottements

Dans les deux cas, le matériau utilisé est un édifice d'atomes de carbone. Dans cet édifice, appelé pseudo diamant, il faut combiner la grande dureté du diamant avec les qualités de glissement du graphite que l'on utilise dans les mines de crayon.

Le pseudo diamant

Le diamant est très dur parce que tous les atomes de carbone sont solidement liés les uns aux autres dans toutes les directions de l'espace (Figure 5A).

Le graphite est constitué de couches d'atomes de carbone qui peuvent glisser les uns sur les autres facilement (Figure 5C), ce qui permet de diminuer les frottements.

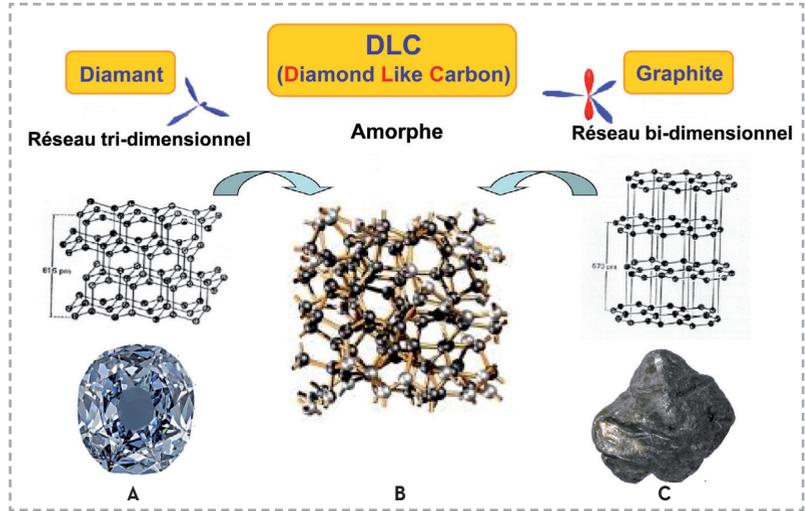
Le pseudo diamant (appelé également DLC Diamon like carbon) est obtenu par dépôt d'atomes de carbone issus de la vaporisation de pétrole ou de charbon. On obtient dans ce cas un mélange des deux structures et donc un mélange de leurs propriétés.



Pour éliminer les frottements entre deux pièces métalliques, il faut recouvrir ces dernières soit d'un lubrifiant (solution classique) soit d'un matériau qui leur permet de glisser facilement l'une sur l'autre.



Figure 5

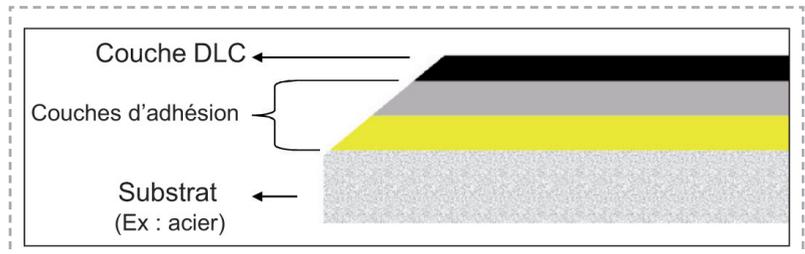


Ce nouveau matériau est déposé et recouvre, comme une couche de peinture, l'ensemble des pièces métalliques hautes et basses du moteur qui peuvent frotter les unes sur les autres.

Toute la difficulté réside alors dans le fait que les différentes pièces métalliques ainsi traitées doivent être bien lisses, ce que la technologie d'aujourd'hui permet de réaliser et de vérifier.

En effet, la partie à recouvrir par le pseudo diamant, appelée substrat, doit être soigneusement préparée en termes de propreté et de rugosité, les creux et les bosses de la surface devant rester inférieurs à l'épaisseur du revêtement. Ce n'est pas simple car l'épaisseur du substrat n'est que de un à deux microns ; autrement dit un millionième de mètre.

Figure 6



Un revêtement est une superposition d'une ou plusieurs couches sur un substrat (par exemple la peinture d'une carrosserie de voiture).



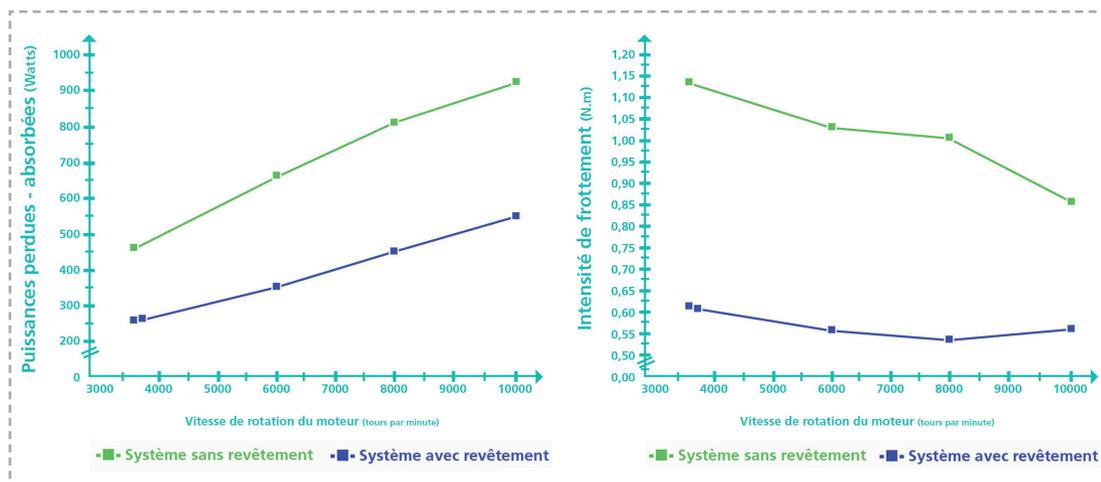
Test de réussite

Le pseudo diamant ou DLC a été testé en laboratoire et les résultats montrent clairement son succès.

Il a d'une part une dureté dix fois supérieure à celle du bronze, trois à quatre fois supérieure à celle de l'acier, légèrement supérieure à celle de la céramique et seulement trois fois plus faible que celle du diamant sachant qu'en contre partie le coefficient de frottement a été amélioré de presque dix fois.

Une illustration est apportée par la *figure 8* graphique de droite.

Figure 8



Conclusion : Pour la même vitesse de rotation du moteur, les frottements diminuent de près de 40 %... donc pour la même puissance, moins de perte d'énergie et de consommation de carburant, moins de pollution, moins d'usure des pièces...



Tout le monde peut-il bénéficier de ces progrès réalisés pour les voitures de la Formule 1 ?

Ce qui est une réalité pour la Formule 1 après des dizaines d'années de recherche est aujourd'hui en phase de pouvoir être efficacement utilisé pour tous.

De la Formule 1 à la voiture grande série

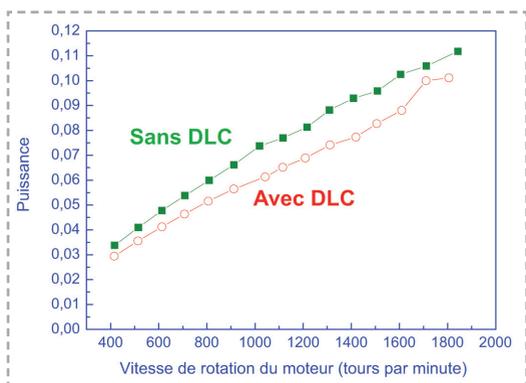


Figure 9

Il faut vérifier si ce qui diminue les frottements lorsque le moteur tourne à 20 000 tours minute est encore vrai pour les moteurs de série qui eux tournent à 1 500 voir 3 000 tours minute.

La *figure 9* montre que la puissance absorbée par les frottements des poussoirs (des vilebrequins) diminue quand ils sont recouverts par du DLC même dans les voitures de série. Ce n'est pas si spectaculaire que pour les moteurs de F1, mais il faut poursuivre les essais en particulier à température plus élevée, là où les lubrifiants actuellement utilisés perdent leur efficacité.

Conclusion

Ainsi l'utilisation du DLC pour recouvrir les pièces des moteurs permettra sans doute, dans quelques années, d'économiser du carburant si précieux aujourd'hui, et donc de polluer moins l'atmosphère pour une même distance parcourue.

Cela devrait permettre également de diminuer la pollution sonore en ville et de prolonger la durée de vie de son véhicule tout en l'entretenant moins souvent.

La chimie encore une fois aura joué son rôle dans le développement durable de notre planète.