

La céramique c'est cassant...

jjj, mars 2004

pour les assiettes comme pour les disques de frein...

Innovation essentielle de l'Elise de 1996, les disques de freins MMC « céramique en matrice aluminium » n'ont pas eu le succès attendu.

Cette matière fabriquée par [Lanxide](#) aux USA avait été testée en course par Lotus. L'Elise fut l'unique voiture de production au monde livrée avec ce type de freins, vulgarisant le procédé (30% de céramique en poudre diluée dans l'alu fondu avant coulée dans le moule puis usinage ; les disques portent la référence 4040)

L'intérêt de la céramique est son inusabilité : une voiture normale use dans sa vie une dizaine de kg de ferraille réduite en poussière et généreusement disséminée dans l'environnement (soit en France 50000 tonnes de merde par an : l'équivalent du chargement de 1500 gros semi-remorques)

Mais dès 1997, les Elise « sport 190 ch. » ont été livrées avec des disques conventionnels en acier percés (j'avais moi-même observé ces disques acier à [Brands-Hatch lors de ma course](#)) Depuis juin 1998 (n°3714) toutes les Elise sont équipées de disques acier ("on" disait alors que le fournisseur américain avait fait faillite... Ce n'est pas vrai : les dates de mise à jour du site sont récentes ; ils ont fabriqué une 2me série de disques, avec de l'alumine à la place de la céramique, alumine préformée par emboutissage avant d'être coulée dans un alliage de magnésium et d'aluminium ; température maxi 540°C (vs 480° pour la première série) mais baisse de moitié de la conductivité thermique ; les disques portent la référence 7027) Lotus **n'a pas voulu** non plus reprendre l'expérience avec la S2.

Hors le prix de revient, il y a quelques obstacles au développement de cette technologie :

1) L'alu dans lequel est noyée la céramique fond à 650° alors que l'acier résiste jusqu'à 1400°. Lanxide indique une température maxi d'utilisation de 480°C. Les essais de Lotus sur l'Elise donnent : circuit d'Hethel 350°C, descente du Stelvio 380°C, tour de boucle nord du Nürburgring 210°C. J'ajouterai Lédenon 480°C...

2) Les plaquettes (spécifiques à la céramique) sont poreuses et absorbent l'humidité (quand il pleut), humidité qui bouille au premier coup de frein rendant le freinage inopérant pendant les premiers dixièmes de seconde (à vous flanquer la frousse...) *le problème serait à ce jour résolu et des plaquettes non poreuses disponibles chez Lotus*

3) Sur circuit, et sur circuit seulement, lorsque l'on reprend la piste après une pause, le premier freinage est inopérant

En contrepartie, il y a des avantages annexes :

D'abord, en réduisant la masse non suspendue (le disque céramique pèse 2.85 kg contre 5.5 kg pour l'acier 5.2kg pour les Eliseparts à flasque alu) on améliore d'autant la tenue de route et en

particulier l'adhérence des pneus au sol lors du freinage (Lotus annonce mieux que 1.2 g avec des pneus de route...) ce qui est par ailleurs également la justification des **jantes magnésium**. Accessoirement l'on réduit aussi la masse suspendue (30 kg à gagner...)

Ensuite, la conduction thermique de l'alu étant 3 fois meilleure que celle de l'acier, la chaleur générée par le freinage dans le disque est évacuée 3 fois plus vite vers la jante qui joue le rôle de radiateur.

Mon Elise de 1996 (châssis n°364) boostée à 150 ch. a fondu une dizaine de disques (AvG&D et ARG) et a même fini par en casser deux (AvG)



cassé, scories d'alu fondu sur la couronne



traces gris clair d'alu fondu, en cercle

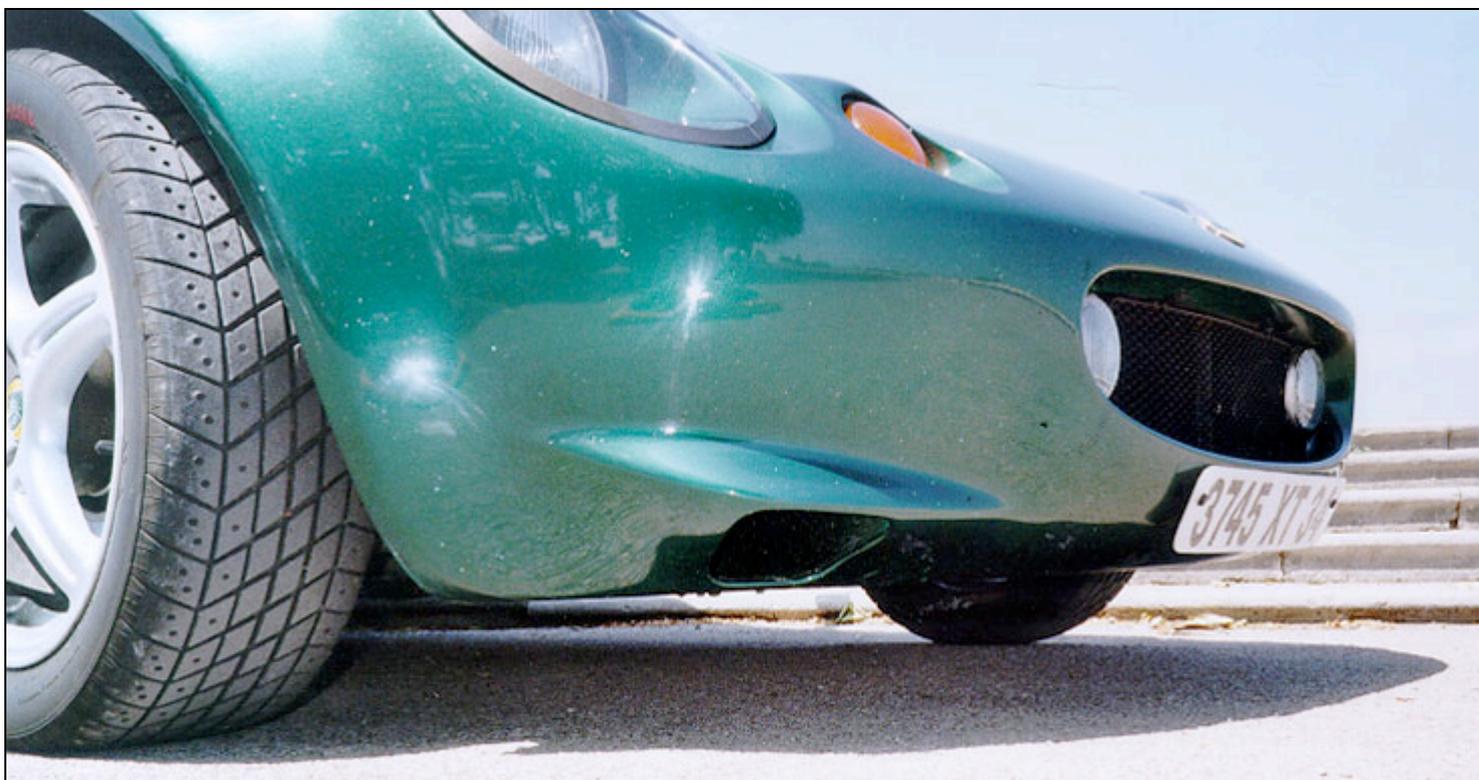
Cela s'est chaque fois produit sur circuit au cours de séances intensives. J'ai entendu un grattement très fort au niveau d'une roue avant puis, au ralentissement, ai subi un blocage complet du disque dans l'étrier ; après quelques minutes de refroidissement la roue tournait à nouveau, le disque portant des traces gris clair en cercle en surface (pas profond) sur quelques millimètres de large. Il grattait sur les plaquettes, les usant rapidement. La couronne extérieure (le chant) portait des scories d'aluminium fondu qui s'accumulaient dans le fond de l'étrier coinçant le disque.

J'ai fait re-surfacer les disques dans une usine de rectification avec polissage à la pâte diamantée et ai changé les plaquettes (une avait été usée jusqu'à l'acier par le disque fondu). La dernière anecdote eut lieu au Ricard où le disque, bloqué dans le virage d'entrée de la ligne droite des tribunes (virage du pont) avec une Porsche agressive aux fesses, a éclaté, la couronne restant bloquée dans l'étrier alors que la flasque, découpée en cercle, restait sur le moyeu... Puis, quelques semaines après, rebelote à Lédenon avec une Honda R à qui je faisais le coup du

freinage tardif (et qui a bien rigolé)

J'ai cherché des solutions pour conserver les MMC plutôt que de me résoudre à les remplacer par des acier :

J'ai fabriqué des évents comme l'on peut en voir sur certaines voitures puissantes. Je les ai positionnés en dessous des lèvres avant afin qu'ils soient discrets. J'ai fait arriver le tuyau souple de diamètre 76mm L560mm à 2cm de la face intérieure du disque, débordant assez largement au-delà de la couronne afin de bien refroidir celle-ci avant tout.



pour ne pas gâcher le look de l'avant, j'ai fait les évents en dessous des lèvres



l'évent coté intérieur, en alu et fibre de verre, la tuyauterie fixée par du double face



la fixation de la tuyauterie souple sur le porte-moyeu

J'ai éloigné légèrement les étriers du moyeu en intercalant une rondelle afin que la dilatation excessive du disque n'aille plus le faire frotter en fond d'étrier (1 rondelle de 1mm pour chaque vis)

J'ai enduit la surface de contact entre disque et jante avec de la graisse cuivrée, favorisant la transmission de chaleur (procédé Lotus sur les Esprit, qui m'a été indiqué par Baert, d'une surprenante efficacité)

J'ai fait anodiser « noir » les disques AV afin d'améliorer le rayonnement d'extraction de chaleur (comme les faces avants des ampli hifi) A noter que l'anodisation du disque a eu un effet secondaire très positif : les microporosités de surface ont pour effet de vaporiser en permanence l'humidité des plaquettes : il n'y a plus de retard au freinage.

J'ai remplacé les jantes alu par des **jantes magnésium** ayant moins d'inertie en rotation et étant donc plus légères à ralentir.

Les rayons de ces jantes sont plus ouverts, permettant un meilleur rayonnement du disque à travers la jante.



la chaleur des disques passe à travers la jante

De plus les faces intérieures de la jante étant mates, elles absorbent la chaleur émise par le disque au lieu de la lui réfléchir.



la couleur noire des jantes améliore leur rayonnement et donc l'évacuation de la chaleur

J'ai poursuivi mon travail d'**allègement** de la voiture en me disant que moins il y aurait de masse à ralentir moins les disques chaufferaient. Et j'ai bien gagné une cinquantaine de kg...

J'ai parlé de cela avec l'un des ingénieurs Lotus qui nous accompagnaient au Stelvio 99 et lui ai montré mes modifications mais il m'a découragé en disant qu'à l'usine, pour la mise au point de la 190, ils avaient tout essayé, y compris les jantes noires, sans succès (ça fond puis ça casse). Il m'a conseillé de mettre des disques acier à l'avant avec plaquettes compétition en arrivant au circuit et de remettre les alu pour rentrer à la maison...(le grip acier/Pagid RS14 à l'avant est

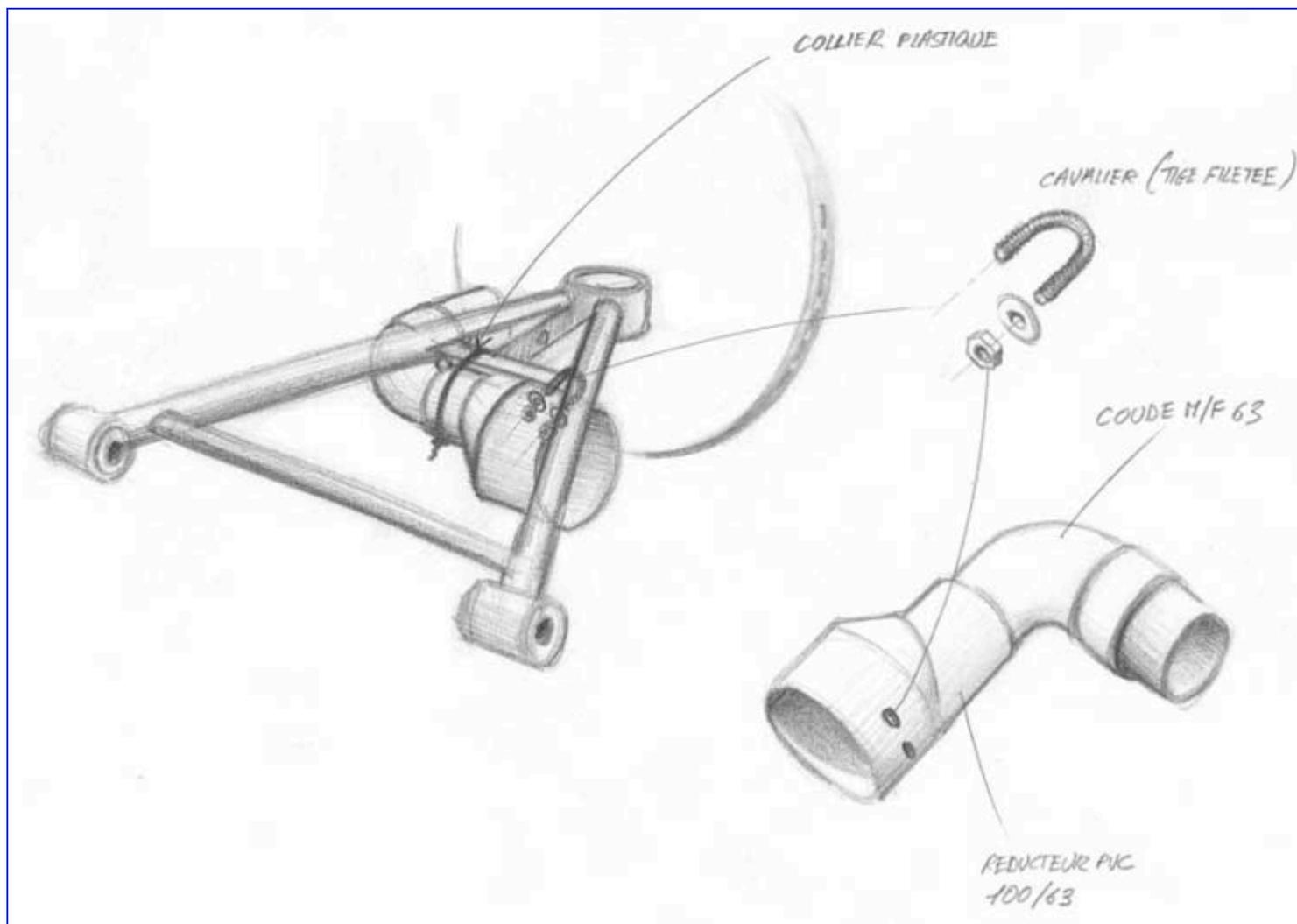
comparable au grip des céramiques à l'arrière et donc on n'a pas besoin de changer aussi les arrières) 10mn de travail pour les 2 roues et ne pas oublier de bien appairer plaquettes et disques (Gext, Gint, Dext, Dint)

Je me suis entêté pendant 3 ans. Mais plus j'améliorais mon pilotage, et plus je fondais à chaque sortie circuit. Alors j'ai fini par monter des acier à l'avant. Avec les Pagid RS14 le grip est similaire à celui des alu. J'ai donc gardé les alu à l'arrière et je reste dans cette configuration mixte en permanence.



*Eliseparts (TTC franco) : 200 € /disque (5.2kg /disque vs 5.4kg Lotus)
Motoconcept (TTC franco) : Plaquettes Pagid RS14 : 150 € (2 roues) [rodage](#)*

Mais bien entendu maintenant c'est à l'arrière que ça fond ! Alors je suis reparti pour améliorer le refroidissement, cette fois-ci à l'arrière :



une écope conçue et construite par Patrick Grazioli pour les disques arrières qui est malheureusement incompatible avec les Uniball

Ce que j'ai appelé l'inconvénient n°3 (freins inopérants, au circuit, lorsqu'on s'arrête et que l'on repart quelques minutes après) a disparu, sans doute parce que la température du disque ne monte plus aussi haut) J'expliquais ce phénomène en disant :

"Le grip du disque est donné par le dépôt d'une partie de matière en provenance de la plaquette formant une couche mince. Après être montés très haut en température, puis s'être refroidis, les disques ont perdu cette couche à haut coefficient de grip et il faut qu'elle se reconstitue par déposition de matière en provenance des plaquettes, cela demande plusieurs coups de frein"

Un point à surveiller : [le calliper branlant](#)

Liquide du système de freinage et embrayage : dot 5.1 sans silicone et 100% synthétique. Purge en partant de AvG et en finissant par ARD puis embrayage. Pression 1.5b, utiliser le kit Gt2i basé sur une pression de pneu. Enlever avec une seringue le contenu du réservoir avant de remplir avec du neuf.

Une marque de freins japonais, pour autos et motos (étriers tous en aluminium ultra légers, à 6 et 8 pistons). Ils

proposent également un disque de frein en aluminium et céramique et un étrier aluminium avec frein à main intégré
Akebono Europe SA, centre de Recherches de Gonesse 01 34 45 17 70 Akebono Arras SA 03 21 24 48 00

Un fabricant slovène de plaquettes pour les MMC : www.sinter.si.