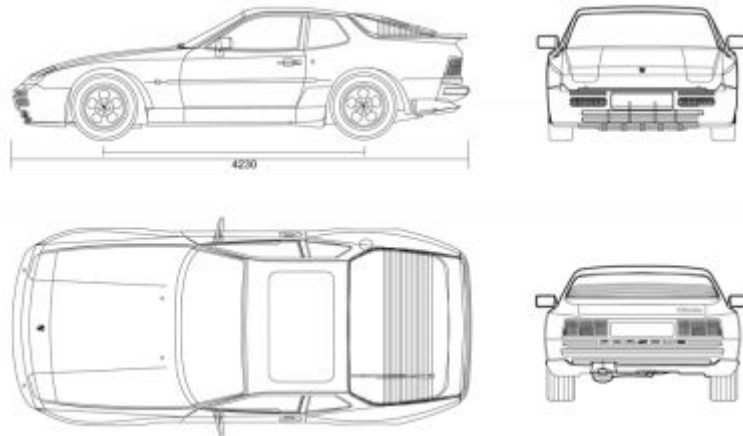


# Les freins Porsche



924, 928, 944, 968...



La gamme, optimisations, Upgrades

V1.00 03/07/2012

## Sommaire

La gamme Porsche :.....	4
1) Les fixations possibles : .....	5
2) ETRIERS :.....	5
A) Les étriers avant :.....	5
B) Les étriers arrières :.....	13
FUSEES :.....	14
Axes de roulements :.....	14
Fixation d'amortisseurs :.....	14
Fixation d'étrier : .....	15
Exemple :.....	16
LES DISQUES : .....	18
Plein, ventilés, percés, rainurés :.....	18
944, 944S, 924S, 924 Turbo :.....	19
944 T220/S2 non M030.....	20
944 M030 / 928 S4 : .....	20
964 3.6L Carrera RS / 3.3L Turbo de 09.89 - 08.93.....	21
928 GTS : (=big red ou big black).....	23
964 3.6L Turbo de 01.92 - 08.94.....	23
Cayenne (955) .....	24
Cayenne TS / Audi Q7.....	25
Cales de montage ou adaptation : .....	26
MBT 140 : .....	26
MBT 141 : .....	26
Cales en alu ayant cassées :.....	26
Origine Audi :.....	27
Autres exemples :.....	28
Frein arrière :.....	29
944 / 924s.....	29
928 S4/ 928 GT / 944 Turbo / 944S2 / 968 : (M030 ou pas) .....	30
Le diamètre mini des Jantes.....	31
Le refroidissement des freins : .....	32

Pourquoi refroidir ? .....	32
Disques ventilés : .....	32
Ecoques de triangles : .....	33
Ecoques de suspension : .....	34
Ecoques de face avant : .....	36
Les durites de frein : .....	37
Les filetages : .....	37
Rigides : .....	37
Souples : .....	37
Caoutchouc : .....	37
Tressées / dites aviation : .....	37
La répartition du freinage : .....	38
Fixes : .....	38
Répartiteurs réglables : .....	40
Manuels : .....	40
Autres véhicules : « Automatiques » .....	42
Liquides de frein .....	43
Purge du liquide de frein .....	45
Le Maître Cylindre : .....	46
Exemple : Peugeot 106 .....	46
La gamme Porsche : .....	47
Master Vac / assistance : .....	48
Les plaquettes : .....	49
Comment freiner ? .....	51
Le frottement pneu route : .....	51
Le transfert des masses : .....	52
La puissance de freinage : .....	52
Le couple de freinage : .....	52
Le freinage dégressif ? .....	53
Référence : .....	55
Annexes : .....	56
996 turbo WSM: .....	62

## Préambule :

Ce document n'est pas un manuel technique, ni un guide d'achat mais juste un recueil d'information. Dans le cas où cela aide à faire une adaptation ou une intervention mécanique, cela reste **sous la responsabilité seule de celui qui réalise.**

De plus aucune garantie sur l'exactitude des informations de ce document n'est assurée.

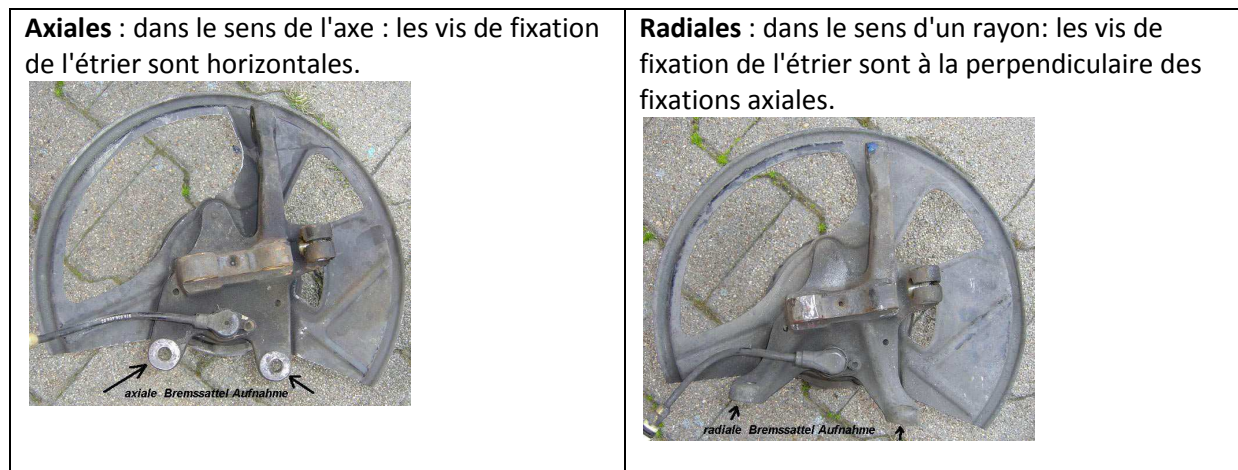
Bonne lecture !

## La gamme Porsche :

Nombreuses dimensions de disques de la gamme :

[http://jenniskens.livedsl.nl/Technical/Tips/Files/Sebro%20cars.20060911\\_PORSCHE%5B1%5D.pdf](http://jenniskens.livedsl.nl/Technical/Tips/Files/Sebro%20cars.20060911_PORSCHE%5B1%5D.pdf)

### 1) Les fixations possibles :



### 2) ETRIERS :

Les étriers n'étant pas une pièce d'usure qu'il est possible de reconditionner, autant partir sur de l'existant/occasion dans la gamme Porsche / Brembo. L'achat en neuf n'est pas traité ici.

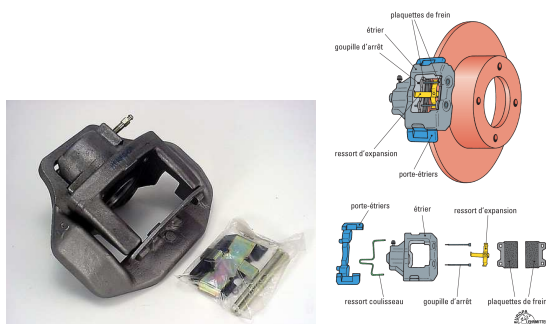
#### A) Les étriers avant :

Pour les étriers siglés Porsche en général on trouve des autocollants à partir de 1991 et une inscription en surépaisseur.

##### 1) Etriers mono pistons :

**76mm** d'entraxe de fixation (axiale) pour les étriers:

- Etriers 1 piston, plaquettes 89,8 x 70,5 mm, disques 282,5 x 20,5 mm: montés sur 924 Turbo, 924 M471, 924 GT, 924 S, 944, 944 S



## 2) Etriers 4 pistons à fixation axiale :

Entraxe axiale de 94mm



- Etriers 4 pistons 36 & 38 mm, plaquettes 97,8 x 65,5 mm, disques 299 x 28 mm: 944 Turbo 220 ch (85-86)
- Etriers 4 pistons 36 & 40 mm, plaquettes 97,8 x 65,5 mm, disques 299 x 28 mm: 944 Turbo 220 ch (86-87), 944 S2, 968, 968 CS, 964 Carrera 2, 964 Carrera 4, 964 Turbo Look 4
- Etriers 4 pistons 38 & 38 mm, plaquettes 97,8 x 65,5 mm, disques 304 x 32 mm: 911 Turbo 3.3, 911 3.2 Turbo Look (M491)

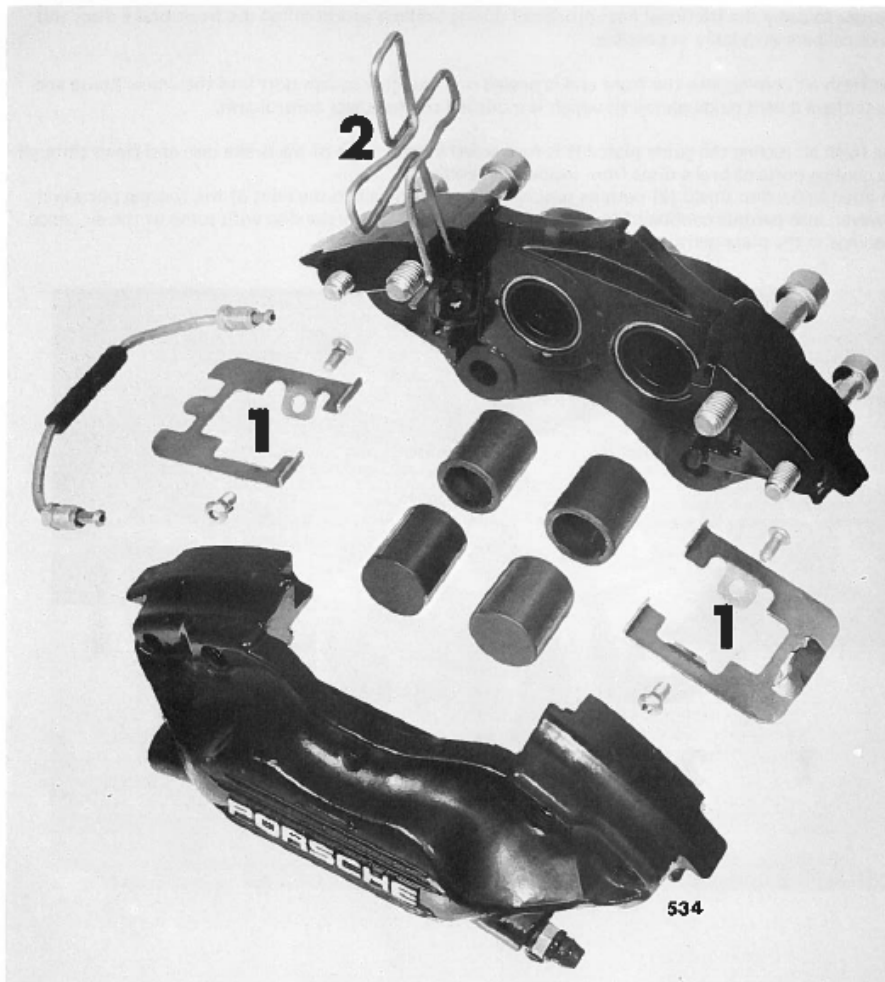
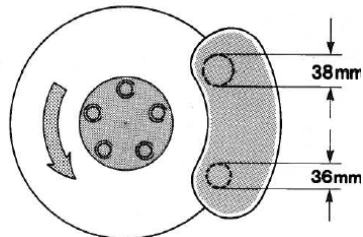
Caractéristiques principales : 4 pistons, prévus pour des disques de [b]28 mm[/b] d'épaisseur et possèdent plaquettes assez courtes : XX mm.

Montage d'origine sur non M030 : 944 Turbo (T220), 944 S2, 968.



**Piston Diameters of Front Brake Calipers**

Inlet brake disc 36 mm dia.  
 Outlet brake disc 38 mm dia.



Brake calipers can be disassembled and wear parts, such as pistons and gaskets, are available as replacement parts, since legislation in various countries, e.g. Japan, requires that the braking system be overhauled after the car has been operated a certain time.  
 The recess plates (1) and cross springs (2) are made of corrosion-proof stainless steel.

**3) Etriers 4 pistons à fixation radiales (origine PMA) : M030 et big red ou big black**Entraxe radiale de **130mm**.

Nom	Montage original	taille des pistons	taille du disque	Montage	L Plaquette	Disques
M030	928 S4  (968 M030) (1988 944 Turbo S) (89-91 944 Turbo) (89-91 944 S2 M030)	36mm,  44mm	304mm x 32mm 45mm top hat	radial  trailing	          132mm	OEM 968 M030 928 S4 discs aftermarket 968 M030
'BIG BLACKS'	       928 GTS	36mm,  44mm	322mm x 32mm 45mm top hat, or *40mm top hat	radial  trailing	       132mm	964 3.6 Turbo  928 GTS  993 Turbo* 993 RS*
'BIG REDS'	993 Turbo  993 C4S 964 3.6 Turbo	36mm,  44mm	322mm x 32mm 45mm top hat, or *40mm top hat	radial  leading	       132mm	964 3.6 Turbo  928 GTS  993 Turbo* 993 RS*



- Etriers 4 pistons 36 & 42 mm, plaquettes 131,8 x 71 mm, disques 304 x 32 mm: 928 S4 (86-87)
- Etriers 4 pistons 36 & 44 mm, plaquettes 131,8 x 71 mm, disques 304 x 32 mm: 944 Turbo S, 944 Turbo 250 ch, 944 S2 M030, 968 M030, 928 S4 (à partir de 88), 993 Carrera 2, 993 Carrera 4
- Etriers 4 pistons 36 & 44 mm, plaquettes 131,8 x 71 mm, disques 322 x 32 mm: 964 Turbo 3.3, 964 Turbo Look 2, 964 RS



- Etriers 4 pistons 36 & 44 mm, plaquettes 131,8 x 75 mm, disques 322 x 32 mm: 928 GTS, 964 Turbo 3.6, 993 Carrera RS, 993 Turbo, 993 Carrera 4S = BIG RED ou BIG BLACK



Freins Porsche /924/944/968

**964 RS** : les freins avant sont ceux de la 964 turbo 3L3 avec des étriers en alliage léger 4 pistons et des disques ventilés percés de 322mm. Leur durée de vie est relativement courte (3 000 kms en circuit max). Épaisseur 32 mm - diamètre de travail 268 mm.  
Les pistons ont un diamètre de 36 mm

Caractéristiques principales : 4 pistons, prévus pour des disques de **32 mm** d'épaisseur et possèdent plaquettes longues de +/- 132 mm. Seule la hauteur de la plaquette change entre un M030 et un big red ou big black. (de 71 à 75 mm de haut)



Etrier de 964RS "sur élevé" pour disques en 320 mm et plaquettes en 75 mm (BIG RED / BIG BLACK)



Etrier de 993/928S4 h=+/-10mm pour disque en 304 mm et plaquettes en 71 mm (M030)





4) Etriers 4/6 pistons de Cayenne, 997 GT3 :

Cayenne turbo 6 pistons : disques de 350x34 mm :



GT3 : 6 pistons :



Caractéristiques principales : 4/6 pistons, prévus pour des disques de 34 mm d'épaisseur

Entraxe de fixation de 225 mm radiale pour disques de 380mm par 34 mm d'épaisseur.

- 997TT PCCB (adaptateurs de 142mm à 225 mm)
- 997GT3 and RS PCCB (montage direct)
- 997GT3 Cup (montage direct)
- 997GT2 and RS PCCB (montage direct)

Les deux montages GT3 ont des pistons plus petits que la 997 TT afin d'avoir une sensation à la pédale plus ferme et équilibrer vers l'arrière le freinage. .

L'adaptateur de la 997TT peut servir sur les 996 turbo pour monter les étriers en 225 mm, mais le seul disque disponible pour ce montage est celui de la 997TT PCCB. L'offset du disque de GT3 Cup n'est pas bon sauf adaptateur spécial.

La gamme Brembo propose un disque en deux parties qui conviendrait : 102.9008A

Ref de l'adaptateur : 997 351 505 02 ( x2 ).et des vis : 4x M12x1.5 999 073 313 09.

Les disques de Cayenne turbo en 350 mm se montent. Ils ne sont pas percés et un poil plus lourds.

Données du PET:

Avant :

996 turbo & GT3 -'02 36-44mm

996 turbo PCCB & GT2 & GT3 '04- 28-32-38mm

997 GT3 -'08 & turbo 28-32-38mm

997 GT3 '10- & GT2 & GT2RS 28-30-32mm

997 GT3 PCCB 28-30-32mm

997 turbo PCCB 28-32-36mm

Arrière :

996 GT2/3 & turbo 28-30mm

997 GT2/3 & turbo 2x 34mm

### GT3 CUP :



Porsche GT3 CUP Pour disques de frein de 380mm.

Ils sont conformes au règlement de la Carrera CUP 2010/2011

- 997 351 431 90

- 997 351 432 90

Tarif en Centre Porsche : 2 101,68€ TTC

Ils sont totalement compatibles avec les Porsche suivantes :

997 TT PCCB

997 GT3 PCCB

997 GT3 Cup

997 GT2 RS

Ils sont également adaptables sur d'autres 911.

Porsche commercialise un adaptateur qui permet d'adapter l'entraxe de ces étriers (225mm) à l'entraxe de montage d'autres Porsche (142mm)

Référence de l'adaptateur : 997 351 505 02

## B) Les étriers arrières :

Les étriers arrière des 944 T220,T250, 968, 944 S2 et même 944 T Cup sont les mêmes M030 ou pas, et sont les plus gros que l'on peut trouver sur nos voitures. En général ils sont plus que suffisants,

### 964 RS :

Les freins arrière sont ceux de la 964 cup (ou de la 965 turbo 3,3l ou de la 964 C4 ...), étrier fixe en alliage léger, avec des disques de 299 mm, 24 mm d'épaisseur - diamètre de travail 246 mm

les pistons ont un diamètre de 30 mm

Arrière :

996 GT2/3 & turbo 28-30mm

997 GT2/3 & turbo 2x 34mm

UPGRADE de l'arrière :

Il y a plusieurs écoles au sujet de l'amélioration de l'arrière lorsqu'on augmente les freins avant. D'abord il faut savoir qu'une situation de blocage des roues arrière avant les roues de devant est dangereux.

Les freins arrière de l'option M030 des 968 consiste à avoir juste en plus un disque percé et à un régulateur de frein spécifique de 5/33.

Avec des big red ou black, l'avant domine l'arrière. Il est possible d'améliorer le freinage avec des plaquettes plus tendres, il est aussi possible de monter des étriers avant à l'arrière, les pistons plus gros vont fournir plus de force de freinage.

Une alternative est de monter un répartiteur de freinage et de régler sa voiture pour les 4 roues bloquent en même temps (avec un léger retard sur les roues arrière)

Tout étant une question d'équilibre, il faut faire des essais pour se faire son idée et pouvoir adapter à la réaction souhaité.

## FUSEES :

Les fusées servent à tenir les amortisseurs, les étriers de frein, et les roulements de roue...

### Axes de roulements :

Jusqu'à l'année de construction : 12/1986

- Diamètre extérieur [mm] : 39,88
- Diamètre extérieur [mm] : 59,13
- Diamètre intérieur [mm] : 17,46
- Diamètre intérieur [mm] : 31,75

A partir de l'année de construction : 01/1987

- Diamètre extérieur [mm] : 50
- Diamètre extérieur [mm] : 59,98
- Diamètre intérieur [mm] : 21,43
- Diamètre intérieur [mm] : 34,99

Les fusées après 87 (des 944 2.5 atmo 163 et 160 cv aux 944 T cup) sont renforcées :

Les diamètres des portées de roulement de l'axe de roue sont plus grands en plus d'être pleins

(les fusées gauches des 924s, 944 ph1 sont percées pour le câble de compteur)



### Fixation d'amortisseurs :

Entraxe de fixation d'amortisseur : **58 mm** pour avant 86 (trains étroits), 944 ph1, 924s, 931, 944 turbo 86 ...

ou **63 mm** pour après 87 (trains larges) : 944 ph2, 944S, 944S2, 944 Turbo 87, 968...

**Fixation d'étrier :**

**76 mm :** 944 ph1/ph2, 944S mono piston

**94 mm :**

944 Turbo 220 ch (85-86), 944 Turbo 220 ch (86-87), 944 S2, 968, 968 CS, 964 Carrera 2, 964 Carrera 4, 964 Turbo Look 4, 911 Turbo 3.3, 911 3.2 Turbo Look (M491)

**130 mm :**

928 S4 (86-87), 944 Turbo S, 944 Turbo 250 ch, 944 S2 M030, 968 M030, 928 S4 (à partir de 88), 993 Carrera 2, 993 Carrera 4, 964 Turbo 3.3, 964 Turbo Look 2, 964 RS, 928 GTS, 964 Turbo 3.6, 993 Carrera RS, 993 Turbo, 993 Carrera 4S, 944 M030, Big red, Big Black

**142 mm :**

*997TT et GT3 (disques fonte)*

**225 mm :**

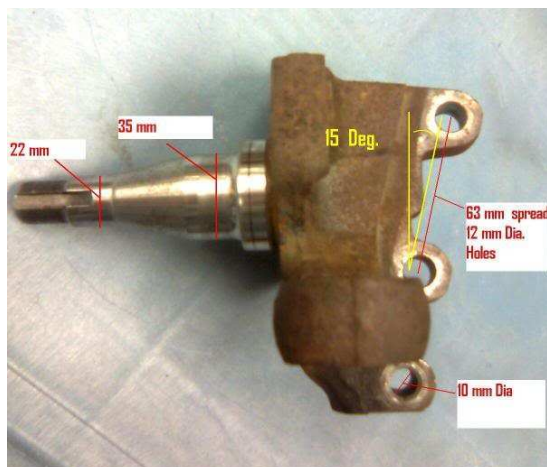
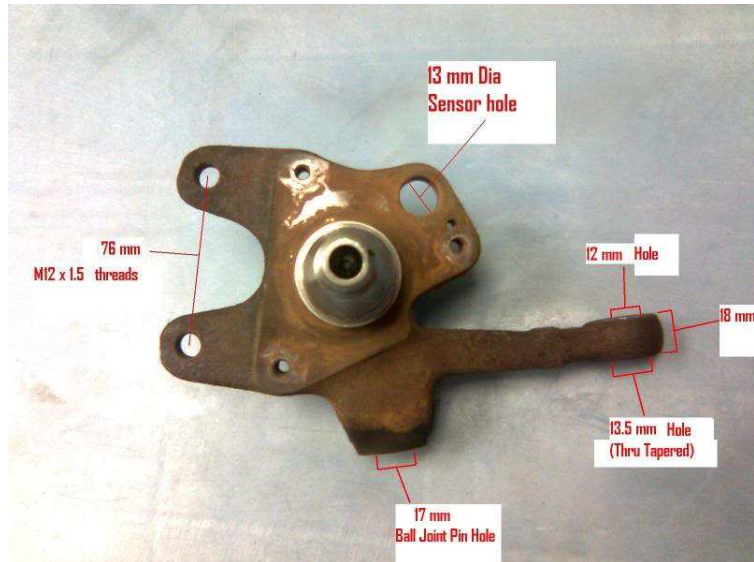
997 TT PCCB  
997 GT3 PCCB  
997 GT3 Cup  
997 GT2 RS





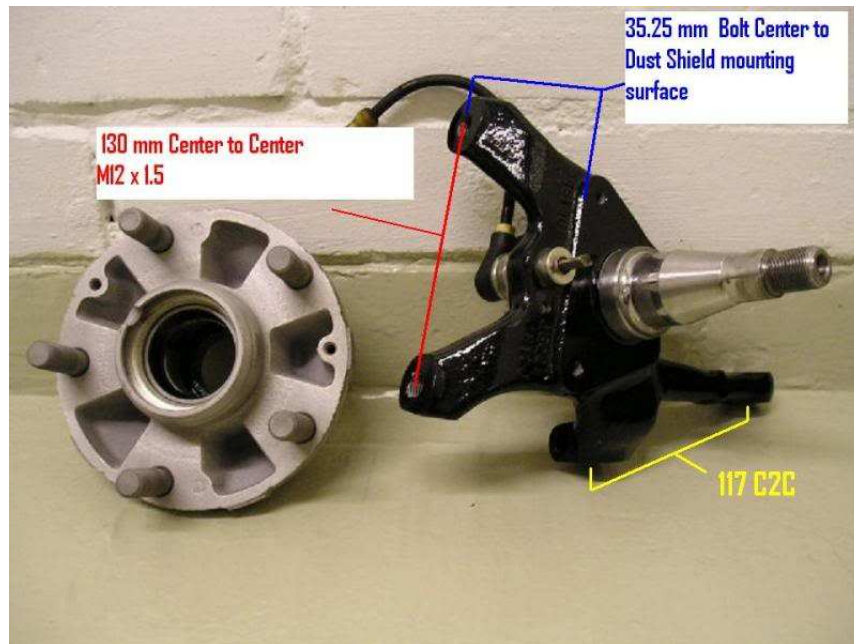
**Exemple :**

Exemple de fusée de 944 S ou 944 Ph2 : gros axe de roue, fixations de suspensions en 63mm, étrier mono piston en 76 mm.





Exemple de fusée de 944 Turbo ou 968 M030: gros axe de roue, suspensions en 63mm, étrier 4 pistons à fixation radiale en 130 mm



## LES DISQUES :

### Plein, ventilés, percés, rainurés :

Les disques percés à quoi ça sert ?

Pas à refroidir, pas à évacuer les poussières, pas à augmenter la friction.

Ca sert à dissiper les effets de fading.

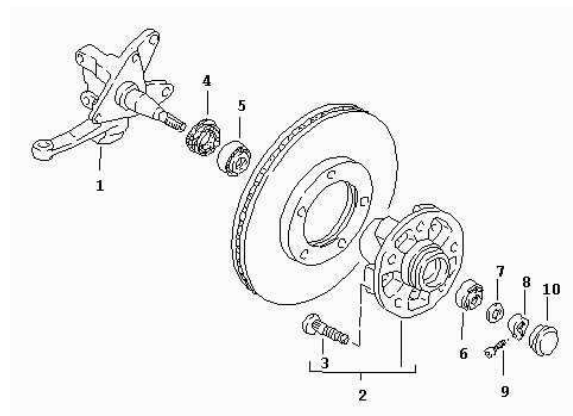
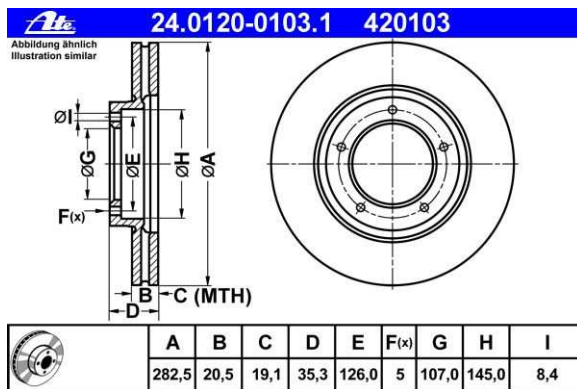
Le fading qu'est-ce que c'est ?

Lors de freinage très forts la température augmente tant que les gaz emprisonnés dans la matière de friction se dilatent et génèrent des micro-combustions en surface. Ces micro-combustions créent un coussin d'air entre la plaquette et le disque donnant une sensation de pédale ferme sans aucune efficacité. Les perçages du disque offrent ainsi une échappatoire aux gaz en combustion et donc une suppression de l'effet de coussin d'air.

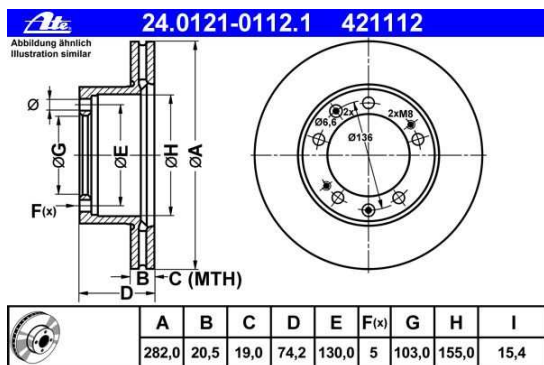
944, 944S, 924S, 924 Turbo :



282.5x20.5x35.5 (<86 trains étroits):

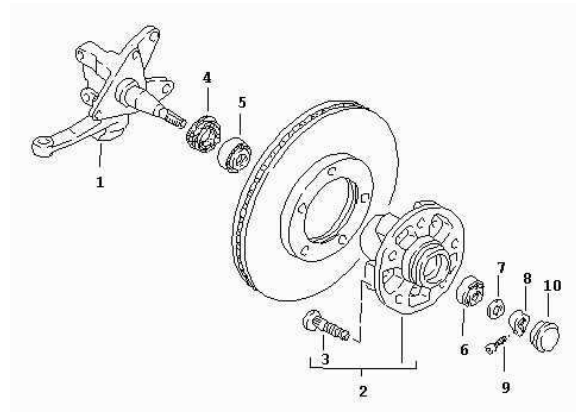
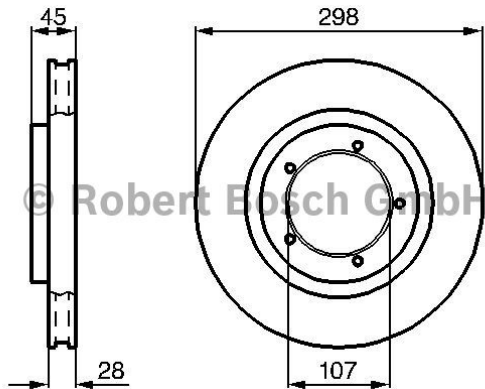


282.5x20.5x74.2 (>86 trains larges):

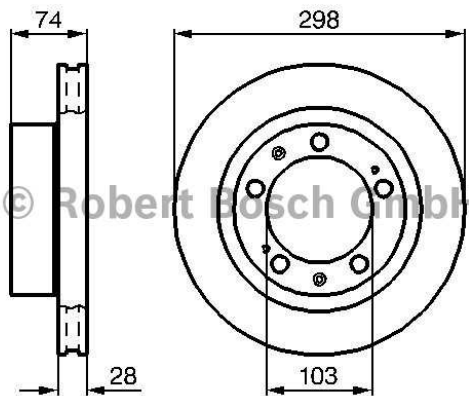


### 944 T220/S2 non M030

298x28x45 (<86 trains étroits):

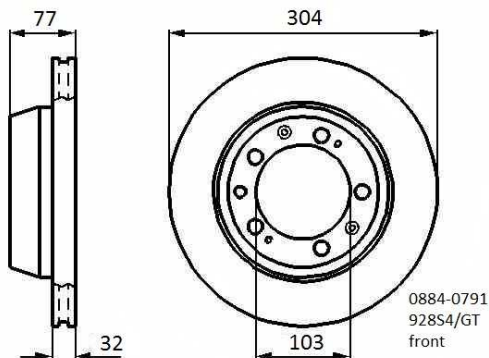


298x28x74 (>86 trains larges):



### 944 M030 / 928 S4 :

- (928 4,6 S (228 KW) from 09.85-07.86
  - 928 S4 4,9 S (235 KW) from 08.86-07.91
  - 928 4,9 S (212 KW) from 09.85-05.94
  - 928 S4 5,0 KAT (235 KW) from 08.86-07.91
  - 928 5,0 GT (243 KW) from 01.89-07.91
  - 944 2,5 Turbo (184 KW) from 08.89-07.91)
- en 304x32 M030 (h=77mm)



944 Turbo M030 :



968 M030 : (percés)



**964 3.6L Carrera RS / 3.3L Turbo de 09.89 - 08.93 (+/- 260 €) :**

en 322x32 ( x77 ?) pour plaquettes M030 (132x71mm)





964RS 322x32, mid/large caliper

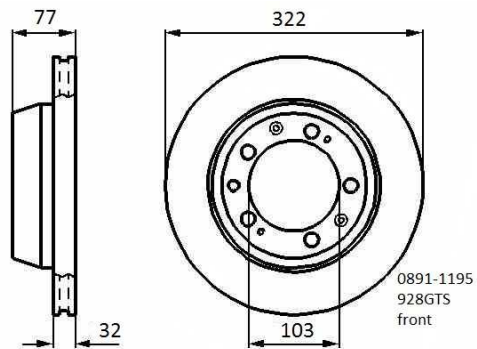


Disque de 993RS en 322 mm à gauche et disque de 993tt en deux pièces en 322 mm à droite.



**928 GTS : (=big red ou big black)**

928 5,4 GTS (257 KW) from 08.91-11.95

**Big red :**

Big Red sur un disque 322x32, 44/36mm pistons, 132x58mm pad

**964 3.6L Turbo de 01.92 - 08.94 (+/-185€) :**

en 322x32 ( x77 ?) pour plaquettes BIG red/black (132x75mm)





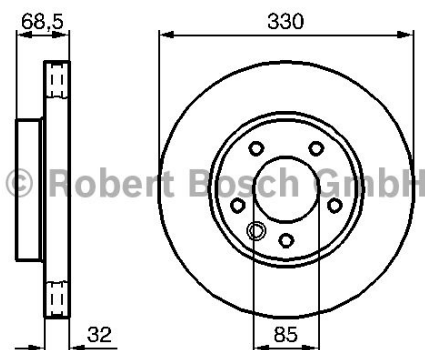
Il me semble que les moyeux M030 sont 4 mm plus épais, ce qui ramène l'axe du disque à peu près au même endroit qu'avec les disques de T220 en 298 mm en h=74mm à h=77mm (disques M030).

Les plaquettes et les pistons doivent absorber une partie des écarts de quelques mm, mais il faut compenser le moyeu dans le cas d'utilisation de cales ...

## Cayenne (955)

Adaptation des disques de Cayenne en 330 mm avec étrier M030 ou Big black

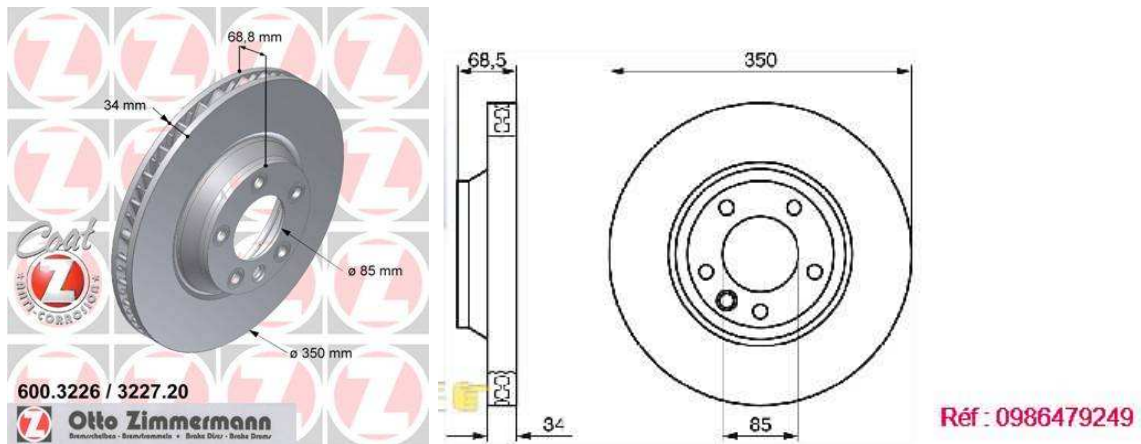
330x32x68.5 => cale de 8.5 mm de plus à faire dans le sens axial pour faire ressortir l'étrier et 15 mm plus haute pour augmenter le rayon moyen de frein.





## Cayenne TS / Audi Q7

350x32x68.5 => cale de 8.5 mm de plus à faire dans le sens axial pour faire ressortir l'étrier et 25 mm plus haute pour augmenter le rayon moyen de frein.

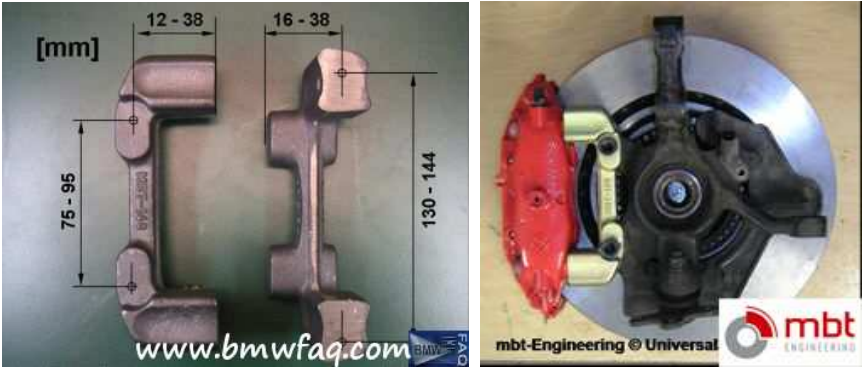


Existe en kit : <http://www.lindseyracing.com/LR/Porsche/944BRAKEKIT87/LRA-951-8788BBK-09.html>

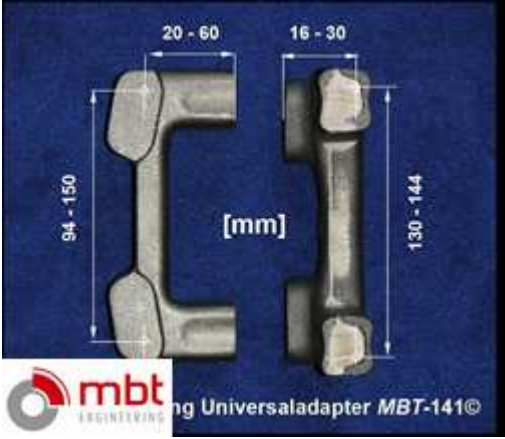


**Cales de montage ou adaptation :**

**MBT 140 :**



**MBT 141 :**

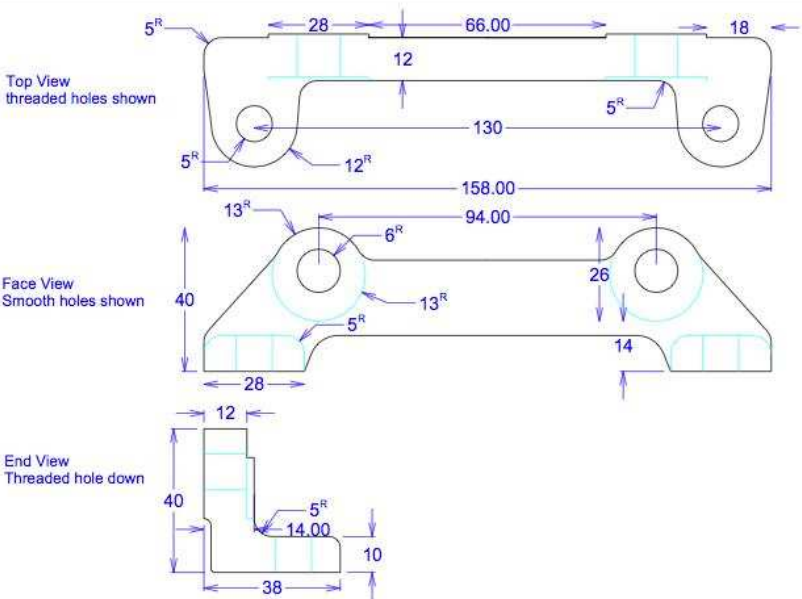


**Cales en alu ayant cassées :**

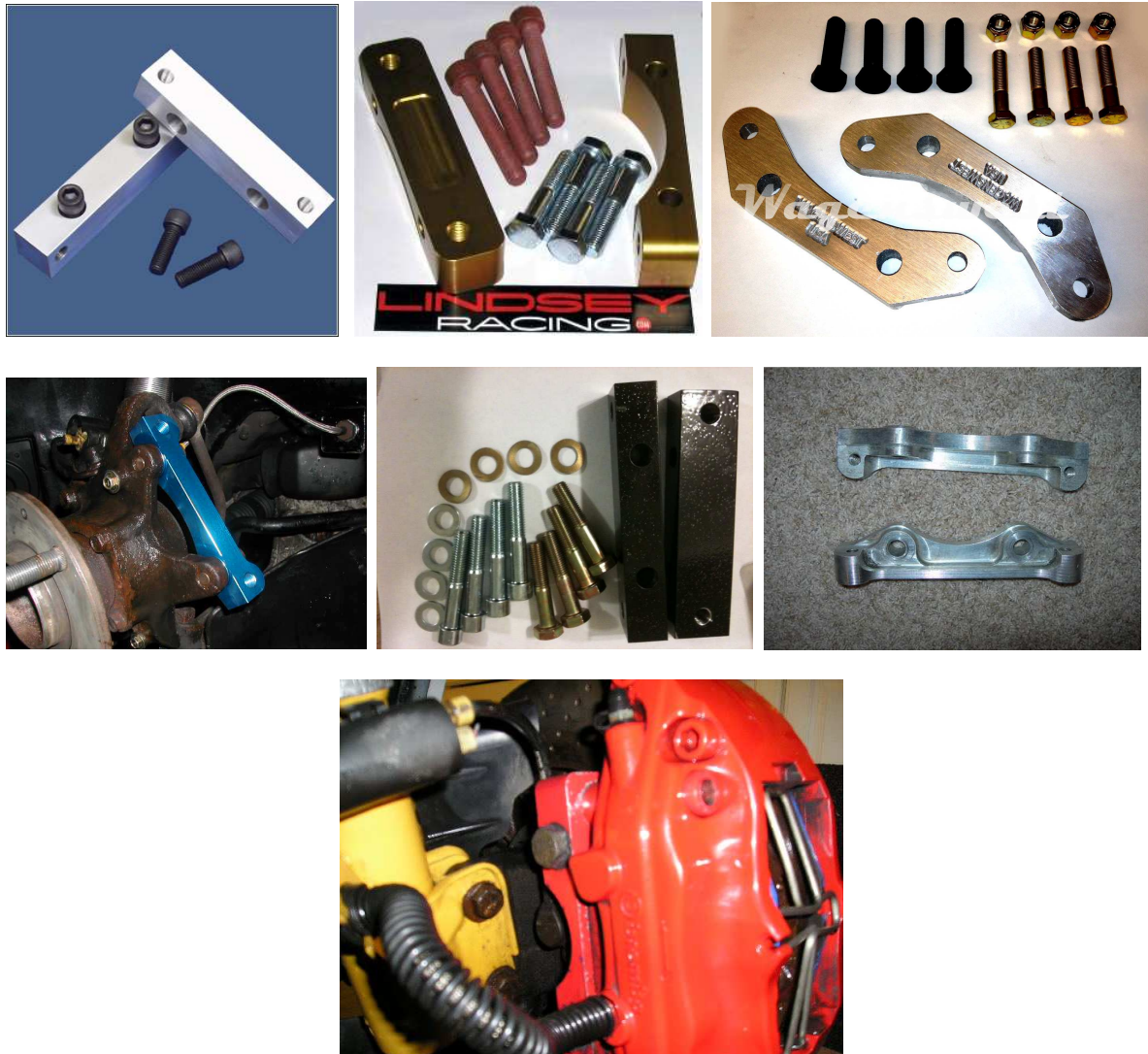


**Origine Audi :**

Fusée origine T220/S2/968 => entretoise de montage sur fusée stock (T220/S2) : **8A0 615 125A** (ref audi)



## Autres exemples :

**Montage des étriers de 928S4 ou 950 T250 ou 968/944 M030**

- soit les adaptateurs, soit les fusées de M030 ;
- des disques de 304 x 32 mm (rainuré (928 351 044 60/R & 043/60/L), percé (965 351 041 01/L & 042 01/R) ou autres (ex. EBC))

Si tu prends les adaptateurs, il risques d'y avoir un étrier décalé de quelques millimètres vers l'extérieur par rapport au disque. Il faut faire tourner des entretoises en alu de quelques mm d'épaisseur pour rattraper ce déport extérieur sans oublier la visserie spéciale pour rattraper la différence de longueur.

C'est pour cette raison que les moyeux M030 sont spécifiques: le déport de l'étrier M030 n'est pas le même que celui de l'étrier normal.



# Frein arrière :

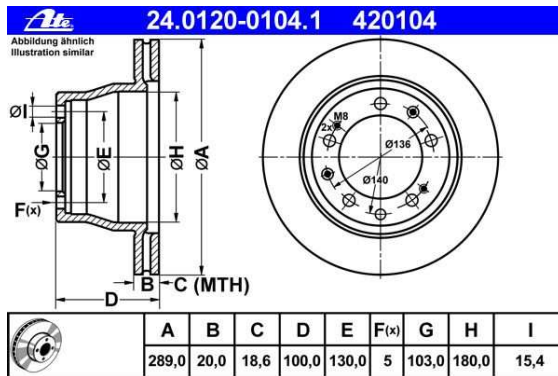
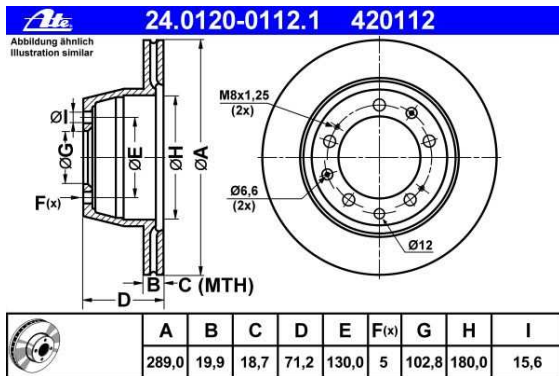
944 / 924s



© alanturbo.net

Trains étroits (924s, 944 < 86)

Trains larges (944>86)



## 928 S4 / 928 GT / 944 Turbo / 944S2 / 968 : (M030 ou pas)

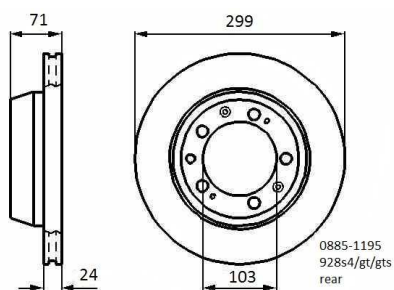


© alanturbo.net

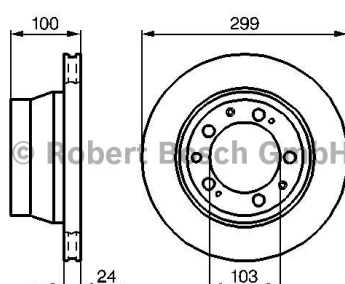
928 S4 4,9 S (235 KW) 08.86-07.91  
 928 S4 5,0 KAT (235 KW) 08.86-07.91  
 928 5,0 GT (243 KW) 01.89-07.91  
 928 5,4 GTS (257 KW) 08.91-11.95  
 944 2,5 Turbo (162 KW) 04.85-08.86

### Trains étroits (944 turbo <86)

Dimensions 299 x 24mm , hauteur 71mm, limite d'usure: 22mm thick



### Trains larges (avec ABS)



## Le diamètre mini des Jantes

en 298 x 28 des T220, S2, '68 => 16" conseillé mais adaptable en 15"



en 304 x 32 des M030 d'origine => 16 " mini

en 322 x 32 => 17" mini (les 928 GTS sont en 17")

en 330 x 32 => 17" mini

en 350 x 34 (Cayenne TS ou Q7) => 18" minimum (le Cayenne qui a ces disques est en 18")



## Le refroidissement des freins :

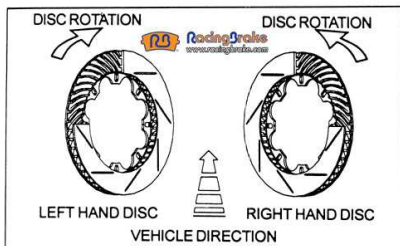
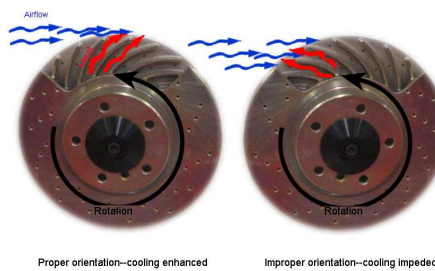
### Pourquoi refroidir ?

La chaleur générée par les frottements disques / plaquettes peuvent dégrader rapidement les matériaux des plaquettes, voiler les disques, voir créer des amorces de criques sur des disques percés :

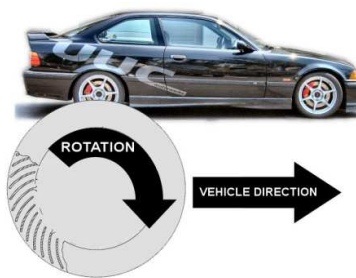


### Disques ventilés :

Attention certains disques ont un sens de rotation.

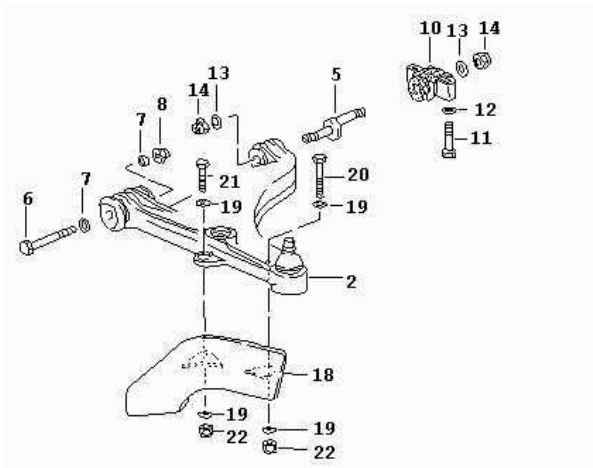


Any vented and/or slotted rotors are designed to be directional, and must be positioned appropriately on the car. Slots and vanes always angle to the rear. Angled vanes must sweep rearwards to evacuate heat from the rotor, and slots must angle rearward to evacuate brake pad dust. Courtesy AP Racing.





**Ecopes de triangles :**  
(Montage d'origine sur 968)



© alanturbo.net



© alanturbo.net

Montage similaire :



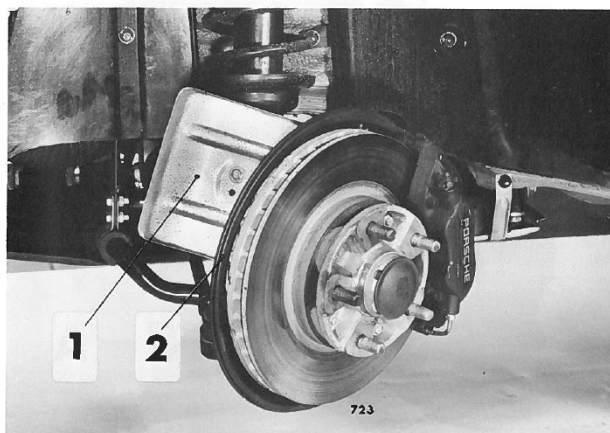
## Ecopes de suspension :

Montage d'origine sur 968 :

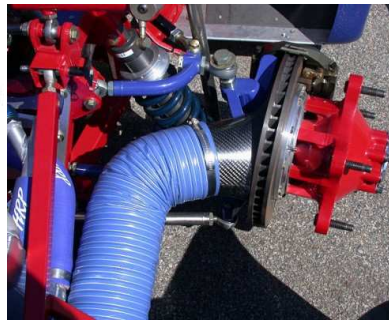


944 Turbo :

The fresh air hitting the guide plate (1) is forwarded to the inside of the brake disc and flows through the cooling ports of brake discs from inside to outside.  
An open brake disc shield (2) permits supplying the cooling air to the inlet of the cooling ports and, however, also permits cooling of the inner friction surface of a brake disc with some of the air, since openings in the plate permit venting.



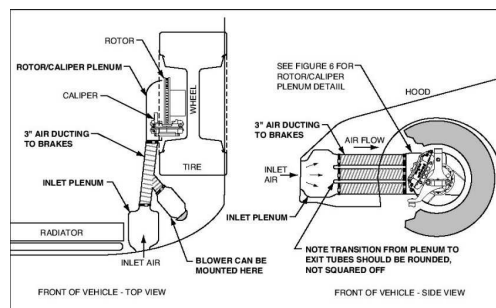
Variante possible :





## Ecoques de face avant :

Sert à récupérer de l'air en face de la voiture et canalise cet air vers le frein à l'aide d'une durite généralement souple.



Montage sur 944 turbo Cup :



## Les durites de frein :

**Les filetages :** M10\*100 sur la plus part des voitures allemandes

### Rigides :

Tube métallique rigide, soit en acier soit en cuivre. Sert à faire toutes les canalisations de frein de la voiture à l'exception des durites souples.



### Souples :

Les durites souples servent lorsque qu'il y a des pièces mobiles qui interdisent les durites rigides : au niveau des trains roulants les mobilités de direction et de suspension requièrent des durites souples

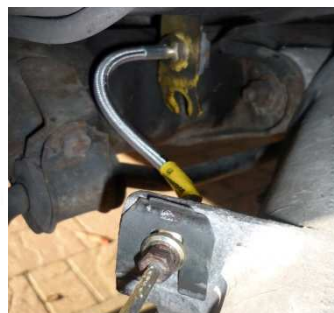
### Caoutchouc :

Modèles montées en série, mais se ramollissent en chauffant et se dilatent à la pression de freinage et donc dégradent la sensation et l'efficacité.



### Tressées / dites aviation :

Gardent une bonne tenue à la chaleur et sont à envisager en cas d'utilisation poussée des frein (usage type circuit)

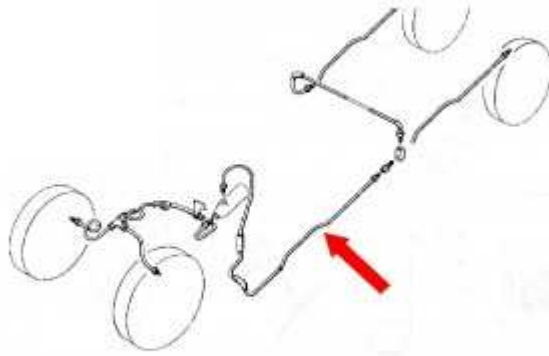


© alanturbo.net

## La répartition du freinage :

Les circuits de frein sont en général séparés en deux circuits : un avant et un arrière (circuit en H), le circuit arrière à un réducteur de frein suivant la configuration. Suivant la puissance du frein avant, le véhicule aura tendance à plonger et délester l'arrière, celui-ci va alors bloquer plus facilement. Cela dépend de pas mal de paramètres, comme la raideur des suspensions avant, la répartition des masses (allègements de la voiture), la puissance des freins...

La réduction du freinage arrière se fait sur la ligne de frein alimentant les étriers arrière.

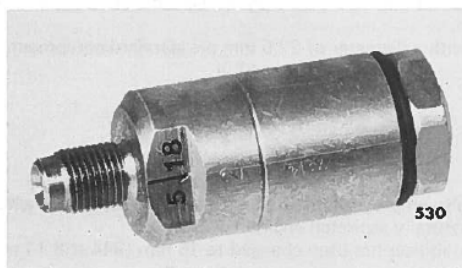
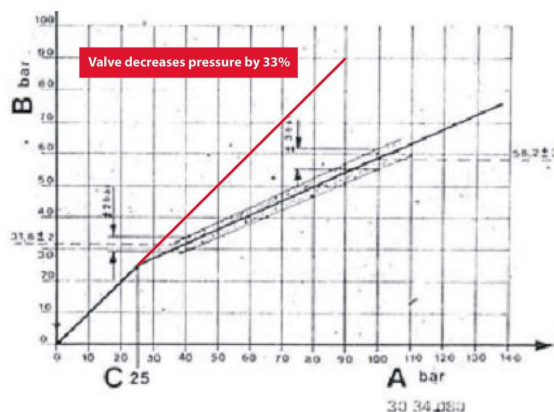


## Fixes :

Par exemple la 944 turbo a un réducteur (sur le maître cylindre) de 5/18 (soit réduction de la pression avec un coefficient de 0.46 à partir de 18 bars de pression).

La 968 M030 qui a des freins plus gros à l'avant, a aussi la réduction de frein arrière, mais à partir de 33 bars (donc donne plus de frein sur l'arrière)

La 944S a aussi un réducteur à partir de 33 bars sur l'arrière, mais a des disques plus petits, donc ça s'équilibre avec les disques plus petits de l'avant.

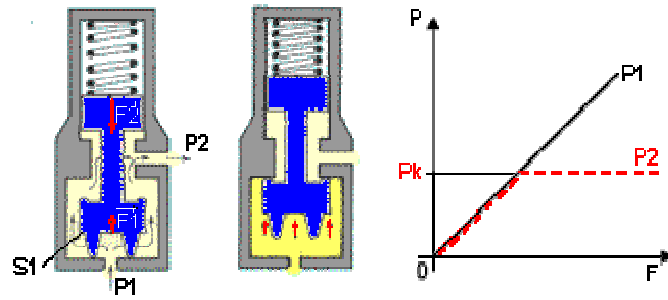


2 références pour les 944 ph2 :

**951 355 305 01** pour les turbo

**928 355 305 02** pour les S

mais du coup, toujours rien pour les 8s atmo



### Pression de régulation arrière :

- C2 étriers 2 pistons 2\*44 derrière: 45 bars
- C2 étriers 4 pistons 2\*30 2\*28 derrière: 55 bars
- C4 étriers 4 pistons 2\*30 2\*28 derrière: 55 bars
- C4 TL étriers 4 pistons 2\*34 2\*30 derrière: 33 bars
- Turbo: 55 bars
- RS: 60 bars
- 968 M030 : 5/33 bars
- 944 Turbo/S2 : 18 bars
- 944S ABS : 33 bars



© alanturbo.net



## Répartiteurs réglables :

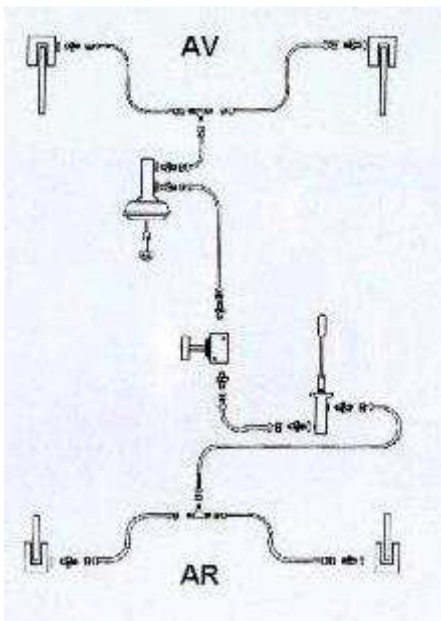
### Manuels :

- 944 Turbo Cup :

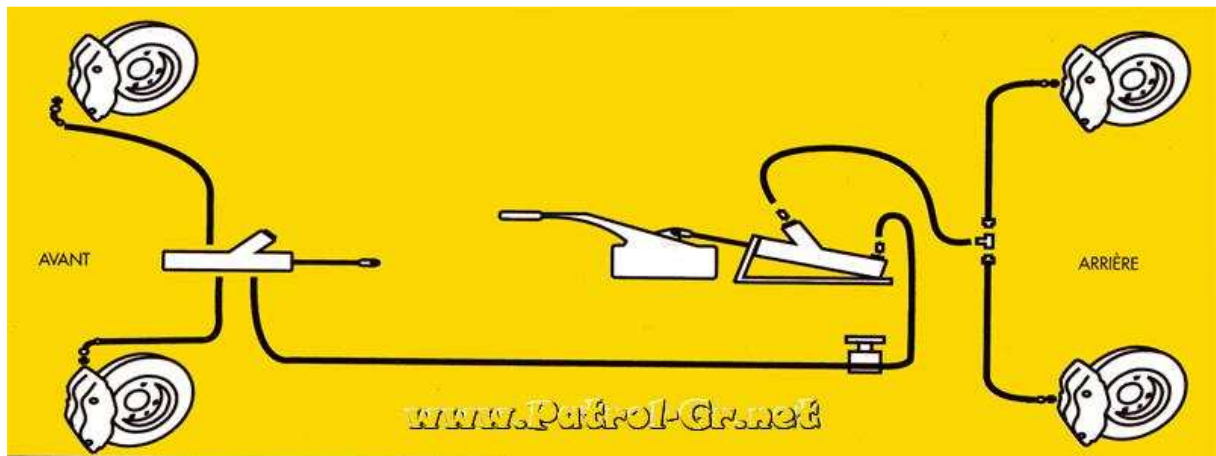


Répartiteur de frein d'une 944 turbo cup à manette (rouge): il y a plusieurs crans de réglage.

- Répartiteurs after market : (Rally, piste, autocross...)







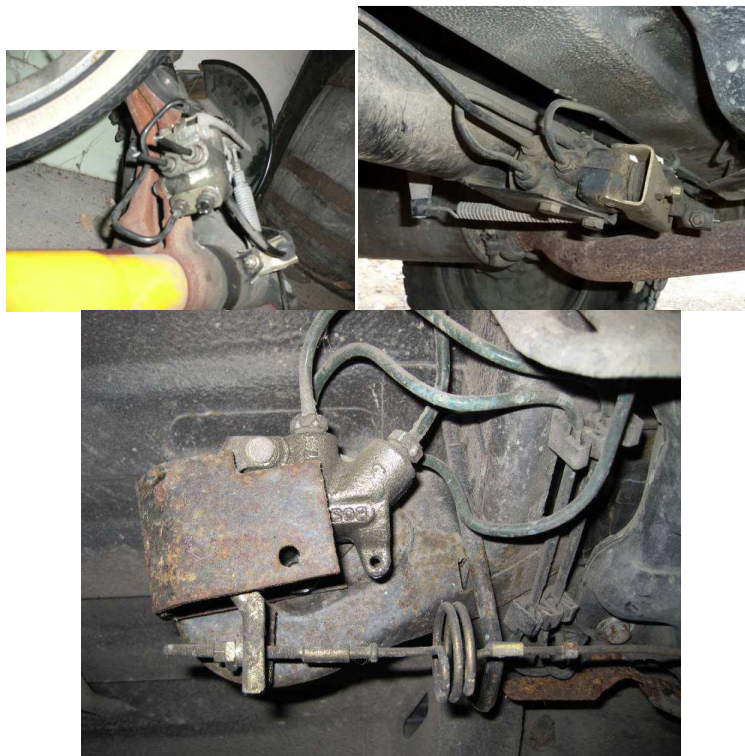
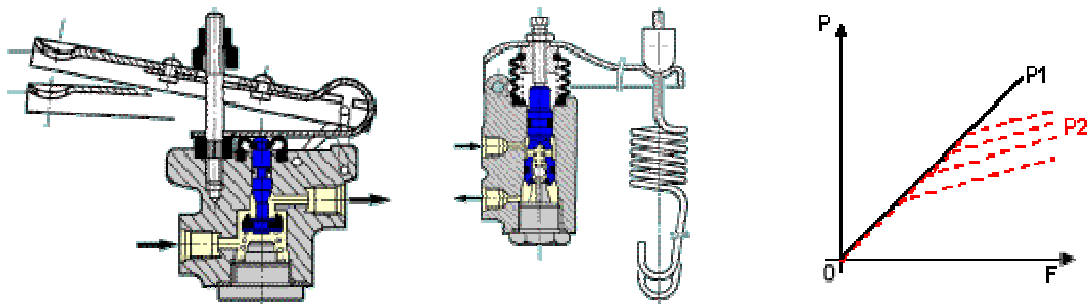
### Autres véhicules : « Automatiques »

Répartiteurs de série : montés sur les trains arrière des voitures, ils sont réglables à partir d'une biellette prise sur un bras mobile du train arrière. La pression du freinage arrière va être modulée en fonction de l'assiette de la voiture.

Limiteur asservi à la charge

Le ressort est plus ou moins comprimé selon la charge,  $F_2$  varie, faisant varier la condition d'équilibre.

On limite la pression du circuit arrière à une valeur définie par rapport à la charge sur l'essieu arrière.



## Liquides de frein

### - Liquides de frein (source Bendix)

		Sec	Humide
DOT 3	SAE J1703	205°C	145°C
	standard	230°C	
DOT 4			165°C
	Bendix 55 +	260°C	
	standard	260°C	
DOT 5			185°C
	Bendix Super 5 +	265°C	

sec état à la livraison, humide après 1 an d'utilisation (2,2 à 3,3 % d'eau)

### - Remplacement du liquide de freins

Auto-Plus	1990	40.000 km	2 ans
	1990	40.000 km	2 ans
Peugeot			
	AM 2000	60.000 km	2 ans
		50.000 km	2 ans (véhicules essence)
Renault	1992		
		60.000 km	(véhicules Diesel)
Ford	1979	60.000 km	3 ans
VAG	1979	2 ans	

En commençant par le liquide de freins, nos autos peuvent être alimentées en dot4 standard, dot5.1, dot5 (silicone de couleur violette).

Comme certains le savent l'ennemi du circuit de freinage est l'eau or le liquide de frein attire naturellement l'eau de par sa composition. L'eau rentre dans le circuit à hauteur de 2% par l'aération du bouchon pour les 98% restants ça passe par les flexibles (par la porosité microscopique de ces derniers). En effet lors des mouvements de suspension le caoutchouc se tend et se détend faisant l'effet de pompe en laissant entrer les molécules d'eau.

Pourquoi ça ne fuit pas me direz vous? Tout simplement car les molécules de liquide sont

plus volumineuses! On se retrouve donc avec une répartition de l'humidité dans le liquide qui peut se traduire de cette manière en le prélevant puis en le mesurant point par point:

- Bocal :1% d'eau
- Etrier avd:2% d'eau
- Etrier avg:1,5% d'eau
- Etrier ard:2,5% d'eau
- Etrier arg:2% d'eau

Voici pourquoi les étriers grippent plus que le maître cylindre. Si on est donc soigneux il faudrait purger tous les ans le liquide présent dans les étriers ainsi aucun remplacement ne serait nécessaire.

Il semblerait aussi que les durites aviation en remplacement des flexibles sont moins protecteurs contre l'humidité! Le gain sur la course de freinage est vite perdu car la porosité de ces derniers est deux fois plus importante donc le liquide de frein doit être remplacé deux fois plus souvent! A contrario bonne nouvelle si on veut remplacer le liquide il vaut mieux y mettre du DOT 5 (silicone, pas le dot 5.1) qui ne prends quasiment pas l'humidité. Pour se faire il faut remplacer tout d'abord le liquide présent par de l'alcool à brûler (pas autre chose!), puis laisser le circuit se vider en laissant les vis de purge ouvertes, ensuite on peut remplir au dot 5 et purger utiliser au moins 1L.

Autre bonne nouvelle le partenariat ayant existé avec Porsche à laissé des produits spécifiques à la vente, en effet leur liquide 'super blue racing' est un dot4 haut de gamme de couleur bleue qui as été mis au point pour Porsche qui ne voulait pas d'un liquide à la même couleur que les autres! C'est un détail sympa et le produit est parfaitement miscible au dot 4 normal sans rinçage.

Le DOT 4 peut être remplacé avantageusement par du RBF600, le point d'ébullition est plus haut, idéal pour sortie circuit loisir. C'est mieux que du 5.1 de mon expérience personnelle.

Par contre il doit se changer tout les 6 mois car il attire encore plus l'eau que le DOT4 standard.

C'est sur que c'est un bon produit cependant il est bien précisé que c'est un produit synthétique pour les circuits adaptés.

Vu le point d'ébullition c'est franchement excessif pour un usage normal! Après si c'est pour la compétition pourquoi pas!

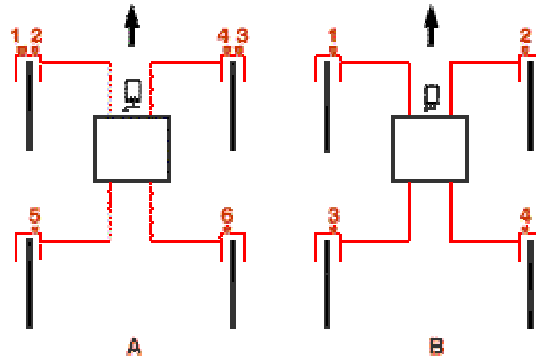
Une chose vraiment dommage, le bidon est en plastique ! C'est une très mauvaise solution de stockage car ça laisse aussi passer l'humidité. Si on met ce bidon dans un seau d'eau pendant une semaine (sans enlever le scellé bien sur!) le liquide est mort !

D'où généralement un conditionnement en bidon métallique.



## Purge du liquide de frein

Ordre de purge :



*Ordre d'ouverture des vis de purge  
A : étrier BREMBO (à l'avant) ; B : étrier LUCAS (à l'avant)*

### Purge manuelle (à la pédale)

Important :

Ne pas utiliser cette méthode pour les véhicules équipés du système ESP.

Il est impératif de mettre le moteur en marche,

Deux opérateurs sont nécessaires.

Brancher un tuyau transparent sur la vis de purge avant gauche (1) .

Ouvrir la vis de purge.

Nota : l'étrier BREMBO possède 2 vis de purge : commencer la purge par la vis de purge côté roue.

Appuyer lentement sur la pédale de frein.

Maintenir la pédale en appui à fond de course.

Fermer la vis de purge.

Accompagner lentement le retour de la pédale de frein.

Répéter l'opération jusqu'à ce que le liquide de frein s'écoule propre et exempt de bulles d'air .

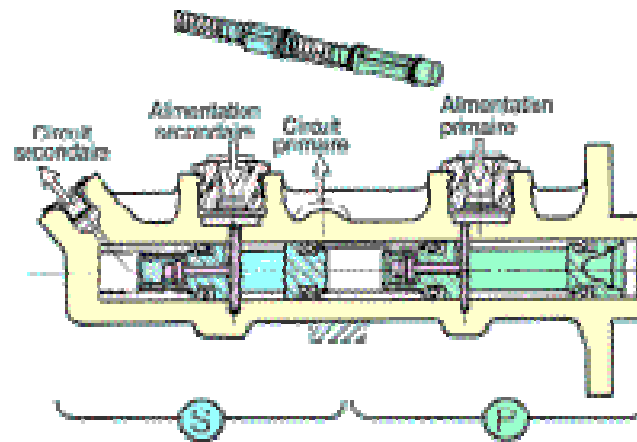
Procéder de la même manière pour les autres vis de purge en respectant l'ordre préconisé.

Lorsque la purge du circuit de freinage est terminée, appuyer fortement 4 fois sur la pédale de frein .

Contrôler la course de la pédale.

Si la course est longue et spongieuse, recommencer la procédure de purge.

## Le Maître Cylindre :



Sous l'action de la tige de poussée, le piston primaire avance et le clapet se ferme : une légère pression s'établit dans la chambre primaire.

Sous l'action de cette pression, le piston secondaire se déplace et son clapet se ferme.

La pression monte dans les deux circuits.

Une fuite sur le circuit primaire n'autorisant pas la montée en pression dans le circuit, le piston primaire vient en contact mécanique avec le piston secondaire et permet la montée en pression dans le circuit intact.

Il y a alors un allongement de la course pédale égale à la valeur de la course nécessaire pour mettre en contact le piston primaire avec le piston secondaire.

### Exemple : Peugeot 106

Pédalier de freinage : distance pédale-axe 325 mm, distance axe-tige MC 84 mm, rapport 3,86.

Maître cylindre tandem, diamètre des pistons 20,6 mm

Assistance de freinage Isovac 8", rapport d'assistance 2,4.

Diamètre des pistons des freins à disques avant 45 mm, diamètre des pistons des freins à tambours arrière 19 mm

Amplification totale = amplification pédalier ´ amplification Isovac = 3,86 x 2,4 = 9,26

Avec un effort sur la pédale de 10 daN,

force sur la tige du maître cylindre  $F = F \text{ pédale} \times \text{amplification} = 10 \times 9,26 = 92,6 \text{ daN}$

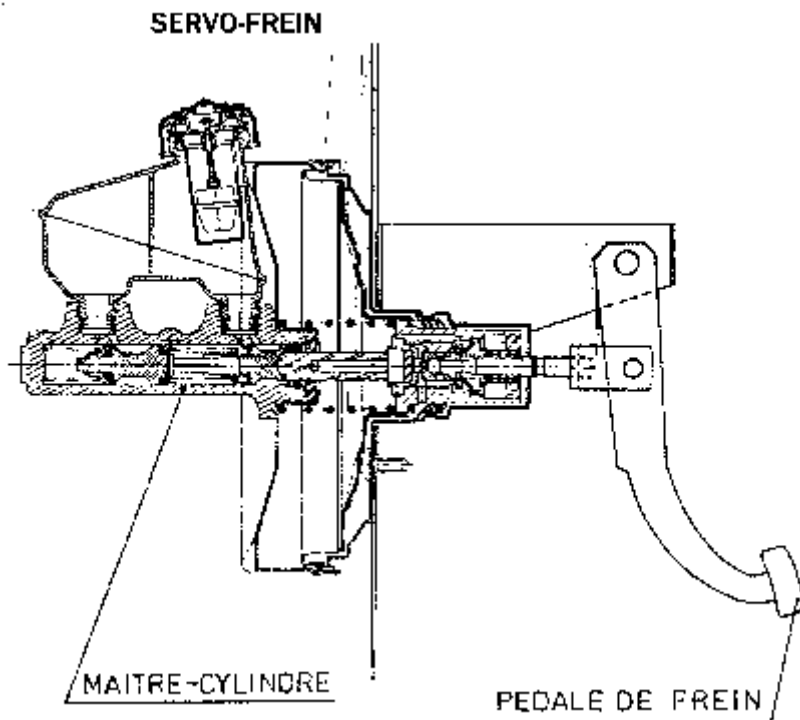
Surface du piston du maître cylindre :  $S = P \times d^2 / 4 = P \times 2,062 / 4 = 3,33 \text{ cm}^2$

Pression dans le circuit de freinage  $P = F / S = 92,6 / 3,33 = 27,8 \text{ bars}$

## La gamme porsche :

- 911 Carrera (997) 23.81 mm / 20.5 mm.
- 911 Carrera S (997) 25.4 mm.
- 911 Carrera 4/4S (997) 25.4/25.4 mm sur la Carrera 4 et 26.99/26.99 mm sur la Carrera 4S.
- C2 tous modèles: facteur de 3.0 ( avec hydrovac de 8" ) avec un MC de 20.64 mm et une course entre 16 et 20 mm
- Turbo, C4, C4 TL: facteur de 4.8 avec un MC de 23.81 mm et une course entre 12 et 20 mm
- RS: facteur de 3.6 avec un MC de 25.4 mm (av et ar) et une course entre 12 et 20 mm
  
- 924S/944/944S : 23.81 mm / 19.05 mm
- 924S >87 : 23.81 mm / 20.64 mm
- 944S2, 951, 968 : 23.81 mm / 20.64 mm

## Master Vac / assistance :



### facteur d'assistance au freinage au niveau du maître cylindre:

- C2 tous modèles: facteur de 3.0 ( avec hydrovac de 8" ) avec un MC de 20.64 mm et une course entre 16 et 20 mm
- Turbo, C4, C4 TL: facteur de 4.8 avec un MC de 23.81 mm et une course entre 12 et 20 mm
- RS: facteur de 3.6 avec un MC de 25.4 mm (av et ar) et une course entre 12 et 20 mm
- 911 Carrera 4/4S (997) : 5.5 et modèle compact de 9 pouces contre 10 pour la carrera S.
- C4S = même MC que les GT3 et GT2.
- C4S and turbo ont une même assistance mais différentes des GT2 et GT3.
  
- 924S/944/944S : 3.1
- 924S >87 : 3.1
- 944S2, 951, 968 : 3.4



## Les plaquettes :

En effet les différents composants des plaquettes fonctionnent en trois parties distinctes en fonction de la température de la dite plaquette:

- 1) Première partie métaux tendres donnant de l'adhérence à froid et permettant une mise en température rapide.
- 2) Métaux intermédiaires donnant de l'adhérence à mi température avec des additifs évitant la fonte des premiers et le maintien de l'évolution de la température.
- 3) Métaux durs pour adhérence maximale à haute température+additifs antibruits, antifonte (dispersion thermique), maintien de la forme et retour thermique stabilisé.

Acier / garnitures de freins : 0,4 (0,25) (pression maxi 20 MPa,  $T^{\circ} < 200^{\circ}\text{C}$ )

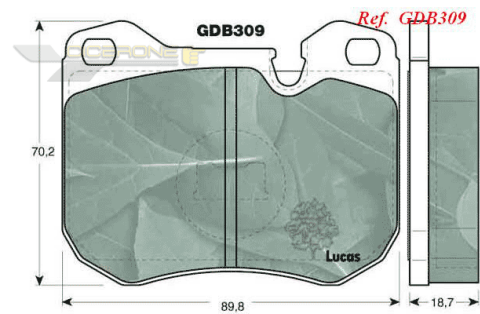
993 TT, M030 et plaquettes standard 968/951/944S2 :



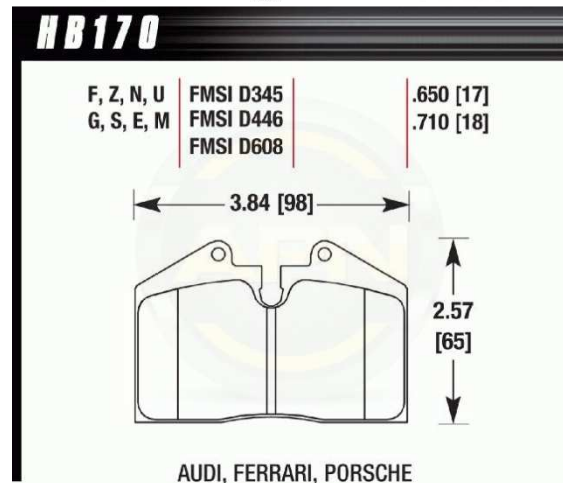
Big red, M030, standard 968.



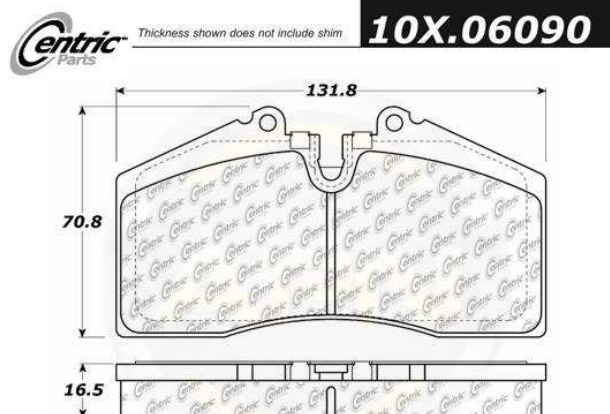
Plaquettes 924s/944/944S :  
Surface de 92 cm<sup>2</sup>



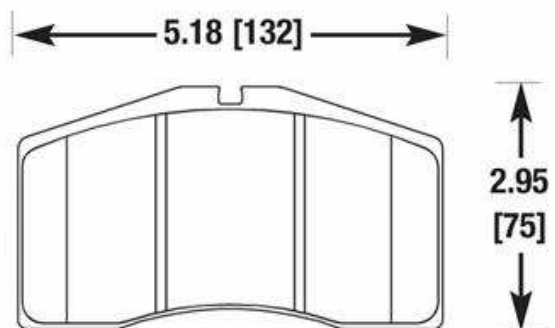
Plaquettes 944S2/951/968 :  
Surface de 86 cm<sup>2</sup>



Plaquettes 944 M030 :  
Surface de 126 cm<sup>2</sup>



Plaquettes Big red :  
Surface de 133 cm<sup>2</sup>  
(meilleur échange thermique)



AUDI, BREMBO, PORSCHE

## Comment freiner ?

Le but de freiner sur circuit est de s'arrêter ou se ralentir le plus vite possible. Cette opération va donc dissiper un maximum d'énergie.

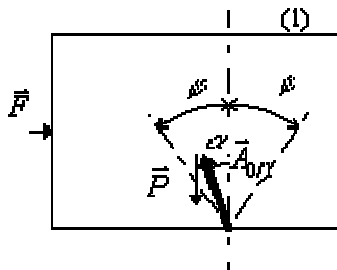
### Le frottement pneu route :

Déjà le freinage passe par le pneu : il a une certaine adhérence à la route en usage normal (coefficient d'adhérence) et roue bloquée (coefficient de frottement)

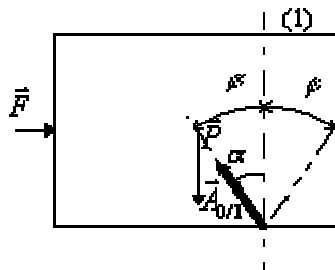
- Pneu / route sèche :  $f_a=0,80$   $f_b=0,50$
- Pneu / route mouillée :  $f_a=0,50$   $f_b=0,35$

$f_a$  ou  $f_b = \tan(\alpha)$

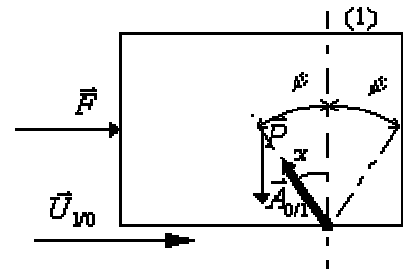
Adhérence :



Adhérence limite

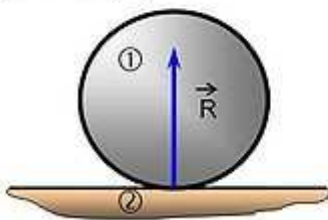


Glissement :  
(hypothèse de  $f_a=f_b$ )

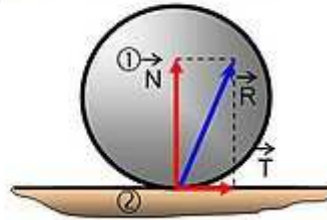


Effort pneu / Sol :  $N = P / S$  (P : poids à la roue, S : surface de contact, N : force verticale)

Action mécanique de ② sur ① transmissible à travers une liaison ponctuelle parfaite



Action mécanique de ② sur ① transmissible à travers une liaison ponctuelle avec frottement



**Si les corps ne glissent pas**, la droite d'action transmissible peut s'écarter de la normale de contact jusqu'à une limite fixe (en rouge sur la figure). Le domaine ainsi délimité prend la forme d'un cône dit « cône de frottement d'adhérence ». Le demi angle au sommet est appelé angle d'adhérence. L'étude du cas à la frontière du cône est appelé **équilibre strict**.

**Si la vitesse relative entre les corps devient non nulle**, alors la droite d'action prend une inclinaison fixe (violet). On définit de même le « cône de frottement de glissement ».

A l'arrêt  $R=N$ , en dynamique en freinant :  $R = N + T$  (en vectoriel)

L'angle max entre la verticale et  $R$  est conditionné par le cône de frottement.

### Le transfert des masses :

Plus il y a de poids sur la roue (à angle fixe) c'est-à-dire plus  $T$  est grand, plus  $N$  le sera, cela explique pourquoi le transfert des masses aide au freinage. Le surpoids sur les roues avant généré par la voiture qui plonge au freinage aide à augmenter l'adhérence des roues.

En contre partie l'arrière aura tendance à se délester et perdra en efficacité de freinage.

### La puissance de freinage :

En roulant, une voiture a accumulé une énergie cinétique de  $E = \frac{1}{2} M * V^2$

La puissance de freinage peut s'écrire  $P = C * \text{Vitesse de rotation}$ , c'est aussi égal à l'énergie dissipée pendant la durée du freinage ( $t$ ).  $P = E / t$

Le couple de freinage maximal que peut fournir un frein  $C_{max}$  est fonction de l'étrier, du disque, du coefficient de frottement des plaquettes, du rayon effectif de freinage, de la température... Généralement ce  $C_{max}$  n'est pas limitant.

La puissance que peut dissiper un frein va être un critère limitant. De même cette même puissance passe par la jonction pneu / sol, là aussi on va avoir un critère limitant.

Ces critères sont peu fonction de la vitesse de la voiture. Donc on peut dire que cette  $P_{max}$  est constante et est un critère limitant le freinage.

### Le couple de freinage :

$$C = \frac{2}{3} N * f * n * (R^3 - r^3) / (R^2 - r^2) \text{ en N.m}$$

Avec,

$N$ , effort presseur ( $N = P * S$ ,  $P$  pression dans le circuit, en Pa,  $1 \text{ bar} = 1 \text{ daN/cm}^2 = 100\,000 \text{ Pa}$ ,  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ,  $S$  surface des plaquettes, en  $\text{m}^2$ ), en Newton  $N$

$f$ , coefficient de frottement, SU

$n$ , nombre de surfaces flottantes,  $S$

$R$ , rayon extérieur du disque, en  $m$

$r$ , rayon intérieur du disque, en  $m$

$R^3 = R * R * R$  soit  $R$  cube

Si  $R$  est proche de  $r$ , préférer la formule pratique,

$$C = N * f * n * r_m$$

Avec  $r_m$ , rayon moyen,



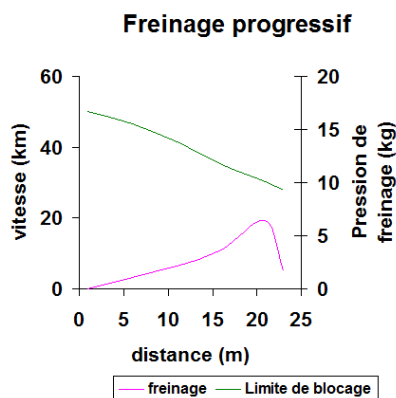
## Le freinage dégressif ?

En pilotage automobile, le freinage est très certainement le point le plus important, c'est ce qui régie en grande partie la dynamique de la voiture.

Il existe plusieurs types de freinage.

**Le pompage** qui consiste à freiner par impulsions répétées sur la pédale de frein. Celui-ci était préconisé pour éviter la surchauffe du système de freinage il y a une cinquantaine d'années lorsque les freins n'étaient pas en mesure de dissiper suffisamment de chaleur. Il est bien évident que ce freinage est complètement à proscrire aujourd'hui de part le fait que cela augmente considérablement la distance de freinage, que cela déstabilise l'auto en comprimant et détendant cycliquement les suspensions et enfin parce qu'aujourd'hui les voitures sont largement en mesure d'encaisser un freinage constant en utilisation normale.

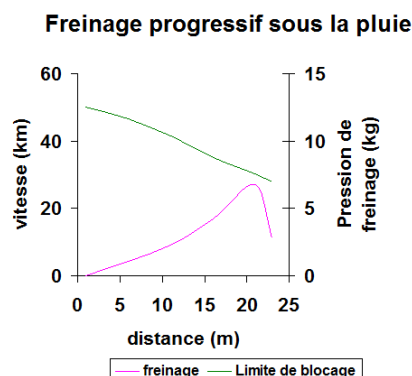
**Le freinage progressif**, celui-là même qui nous est enseigné à l'auto-école : plus l'on freine et plus l'on freine fort ; plus l'on se rapproche du stop ou du feu rouge et plus l'on accroît la pression de freinage en prenant soin de retirer de la pression juste avant l'arrêt de la voiture afin d'éviter un désagréable à-coup. Posons-nous les bonnes questions : Est-ce logique de freiner de plus en plus fort alors que la vitesse et de plus en plus faible ? Est-ce logique d'appliquer plus de pression de freinage à 15 km/h qu'à 50 ?



En rose la courbe représentative de la pression de freinage par exemple en ville à 50 km/h pour s'arrêter à un feu rouge. En vert la limite de blocage des roues en fonction de la vitesse. On constate dans cet exemple que pour une vitesse de 50 km/h on bloque les roues à partir de 17kg de pression sur la pédale de freins ; l'exemple est vrai pour une route sèche en condition normale. Plus on freine, plus la vitesse chute donc plus la limite de blocage est proche. Par conséquent si le freinage est progressif et qu'il est nécessaire de freiner plus fort que de raison, on a toutes les chances de bloquer les roues sur la phase finale du freinage, souvent là où l'on a besoin de faire un écart pour éviter un obstacle par exemple.

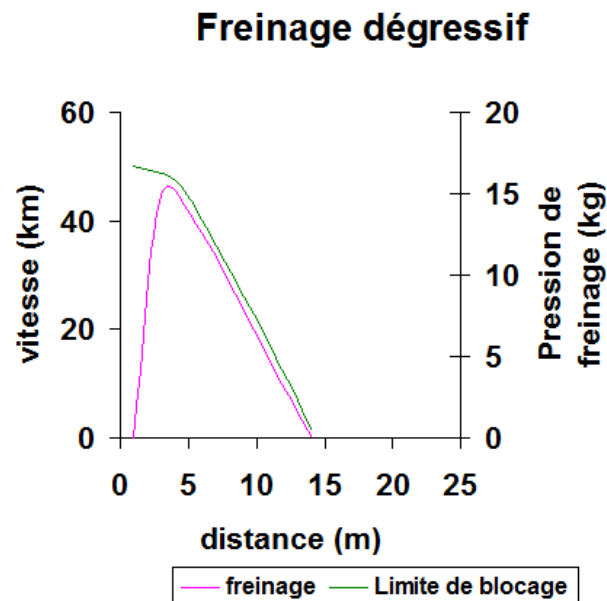
De manière générale dans une conduite quotidienne sur route sèche, on ne bloque que rarement ses roues parce que comme indiqué sur le schéma, nous avons tout de même une marge avant le blocage.

En revanche sous la pluie l'on atteint la limite de blocage avec une pression moindre puisque le coefficient d'adhérence est plus faible. On se rend compte ici que l'on est beaucoup plus proche du blocage juste avant l'arrêt que sur route sèche. Vous comprenez maintenant pourquoi vous bloquez de manière quasi-systématique sur la neige.



Quelle serait donc la solution idéale qui puisse lier un freinage efficace et la sécurité de ne pas bloquer ses roues au moment où l'on a le plus besoin de son pouvoir directionnel ? Le freinage dégressif !

Le freinage dégressif est le seul freinage qui soit réellement efficace. Il permet d'exploiter le potentiel maximum de freinage de la voiture sans risque de bloquer ses roues en phase finale :



Le freinage dégressif consiste à monter de suite en limite de blocage puis de soulager la pression de freinage tout le long de celui-ci afin de rester en dessous de cette limite du début à la fin du freinage.

Il est évident qu'en conduite quotidienne, il serait dangereux de freiner à la limite du blocage à chaque fois. Cependant il est tout à fait envisageable de freiner plus fort au début de son freinage qu'à la fin. Même si la pression de freinage n'est que de 25 ou 30 %, il faut la mettre dès le départ et rester dégressif jusqu'à l'arrêt. Cela permet dès la prise de freins de creuser l'écart avec la voiture qui nous précède. Ainsi, si pour une raison ou un autre la voiture de devant doit freiner très fort, vous avez déjà une bonne distance de sécurité et n'avez plus qu'à doser votre freinage. Vous serez beaucoup moins pris au dépourvu que si vous aviez effectué le même freinage que la voiture de devant.

Des choses intéressantes à savoir:

La puissance de freinage doit être 5 à 3 fois plus importantes que la puissance motrice (en fonction du rapport entre la masse totale du véhicule et sa capacité de charge)

L'épaisseur du disque et sa masse vas définir sa capacité à évacuer l'énergie emmagasinée donc plus le véhicule est lourd et roule vite, plus le disque doit être massif.

## Référence :

<http://www.alanturbo.net/> (photos)

<http://caddykulture.celeonet.fr/viewtopic.php?f=5&t=6148&start=30>

<http://forums.renlist.com/rennforums/944-turbo-and-turbo-s-forum/700918-high-flow-low-cost-8v-cylinder-head-project.html>

<http://www.vtmvalvetrain.com/index.html>

<http://www.aftracingheads.com/Project9.html>

<http://forums.renlist.com/rennforums/924-931-944-951-968-forum/538729-drop-spindles-for-the-944-951-968-a-2.html>

<http://jenniskens.livedsl.nl/Technical/Tips/2/MyTip284.htm>

<http://forums.renlist.com/rennforums/944-turbo-and-turbo-s-forum/640966-951-brake-upgrade-3.html>

<https://picasaweb.google.com/102059909841735131107/GT3BrakesOnA951#5658550302438292386>

<http://jc3l286.pagesperso-orange.fr/mars/technique/tech%20frein.htm>

[http://www.jackals-forge.com/lotus/968cs/968\\_brakeupgrades.htm](http://www.jackals-forge.com/lotus/968cs/968_brakeupgrades.htm)

<http://forums.renlist.com/rennforums/944-turbo-and-turbo-s-forum/701360-brake-upgrade-m030-or-big-red-caliper-on-cayenne-rotor.html#post9603628>

<http://forums.pelicanparts.com/porsche-964-993-technical-forum/370105-964rs-brakes.html>

<http://members.renlist.com/1976c38/brakes.htm>

<http://rennsportsystems.com/letstalk-2/3-brakes/>

<http://members.renlist.com/1976c38/brakes.htm>

<http://www.gombeer.be/club944/FreinsPorsche.htm>

<http://www.rentrack.com/forums/showthread.php?2779-A-bit-of-info-about-GT2-3-suspension-and-uprights>

<http://www.autotitre.com/forum/aurelien951-test-report-Porsche-944-turbo-cup-trophee-Compar-76704p1.htm>

<http://www.forum-auto63.com/forum/viewtopic.php?f=3&t=1833&start=60>

<http://philippe.boursin.perso.sfr.fr/pdgrein.htm>

[http://cms.porsche-clubs.com/PorscheClubs/pc\\_toulouse/pc\\_main.nsf/web/2C30BCD1BF8168C8C125771E005266A1](http://cms.porsche-clubs.com/PorscheClubs/pc_toulouse/pc_main.nsf/web/2C30BCD1BF8168C8C125771E005266A1)

<http://www.techniques-pilotage.fr/avancees-rallye-auto/4-techniques-avancees-le-freinage.html>

Annexes :

Comparatif des systèmes freinage 1974 - 1996

Véhicule	Train	Disque			Etriers			Pistons Surface/Roue m²	Plaquette Surface/roue m²	Rapport Pistons plaquettes	Etrier Couple freinage max	Jantes 15" Décelération maximale en ms²	Jantes 16" Décelération maximale en ms²
		Diamètre en mm	Diamètre épaisseur en mm	Type	Entraxe fixation	Nb pistons	Diam piston 1 (mm)						
911 2L7	AV	282,5	20	Axial		2	48	0,00362	0,00760	0,476	1.847,558		
911 2L7	AR	290	20	Axial		2	38	0,00227	0,00525	0,432	1.211,235		
911 2L7 Stock	Global							<b>1,59857</b>	<b>1,44782</b>	<b>1,102</b>	<b>6.117,588</b>		
911 3L2	AV	282,5	24	Axial	89	2	48	0,00362	0,00760	0,476	1.847,558	19,714 ms² 2,01 Gn	18,788 ms² 1,91 Gn
911 3L2	AR	290	24	Axial	75,5	2	42	0,00277	0,00525	0,528	488,285		
911 3L2 Stock	Global							<b>1,30812</b>	<b>1,44782</b>	<b>0,902</b>	<b>4.671,687</b>		
911/964	AV	298	28	Axial	94	4	40	0,00455	0,00860	0,529	2.483,768	16,389 ms² 1,81 Gn	12,211 ms² 1,25 Gn
911/964	AR	299	24	Axial	94	4	30	0,00265	0,00860	0,308	792,905		
964 Stock	Global							<b>1,71971</b>	<b>1,00000</b>	<b>1,720</b>	<b>6.553,347</b>		
964 TL	AV	298	28	Axial		4	40	0,00455	0,00860	0,529	2.483,768	14,268 ms² 1,49 Gn	13,609 ms² 1,39 Gn
964 TL	AR	299	28	Axial		4	34	0,00323	0,00860	0,376	584,033		
964 TL Stock	Global							<b>1,40056</b>	<b>1,00000</b>	<b>1,409</b>	<b>6.135,933</b>		
930	AV	304	32	Axial	89	4	38	0,00454	0,00940	0,483	2.499,589	19,039 ms² 1,94 Gn	18,122 ms² 1,85 Gn
930	AR	309	28	Axial		4	30	0,00283	0,00940	0,301	870,849		
930 Stock	Global							<b>1,60444</b>	<b>1,00000</b>	<b>1,604</b>	<b>6.740,616</b>		
993	AV	304	32	Radial		4	44	0,00508	0,01250	0,406	2.817,632		
993	AR	299	24	Radial		4	34	0,00323	0,00860	0,376	988,060		
993 Stock	Global							<b>1,57198</b>	<b>1,46349</b>	<b>1,082</b>	<b>7.571,383</b>		
<b>Montages "spéciaux"</b>													
985 Boxster	AV	298	24	Radial	130	4	40	0,00455	0,01070	0,425	2.492,865	limiteur AR + Jantes 16"	17,191 ms² 1,75 Gn
987 Boxster	AR	299	24	Radial	130	4	30	0,00265	0,00960	0,276	797,270		
Montage PP	Global							<b>1,71971</b>	<b>1,11488</b>	<b>1,643</b>	<b>6.689,272</b>		
984	AV	298	28	Axial		4	40	0,00455	0,00860	0,529	2.483,768	no limiteur + jantes 16"	21,937 ms² 2,24 Gn
987 Boxster	AR	299	24	Radial	130	4	30	0,00265	0,00960	0,276	1.449,581		
Montage Ludo	Global							<b>1,71971</b>	<b>0,89583</b>	<b>1,820</b>	<b>7.866,689</b>		
983	AV	304	32	Radial		4	44	0,00508	0,01250	0,406	2.817,632	double M C + jantes 18"	24,846 ms² 2,53 Gn
914 TL	AR	299	28	Axial		4	34	0,00323	0,00860	0,376	1.769,787		
Montage Ducat	Global							<b>1,57198</b>	<b>1,46349</b>	<b>1,082</b>	<b>8.174,858</b>		
930	AV	304	32	Axial	89	4	38	0,00454	0,00940	0,483	2.499,589	double M C + jantes 15"	27,230 ms² 2,78 Gn
930	AR	309	28	Axial		4	30	0,00283	0,00940	0,301	1.583,363		
Montage Pollux	Global							<b>1,60444</b>	<b>1,00000</b>	<b>1,604</b>	<b>8.165,904</b>		

Calcul couple : (surface plaquette en m²) \* (pression étrier en pascal) \* (rayon effectif disque en mètre) \* (coeff frottement=0,4)  
**Attention** : le couple freinage max AR tient compte du limiteur de pression à 33 ou 55 bars / pression max AV = 100 bars

<http://members.renlist.com/1976c38/brakes.htm>

**A summary of calipers;**

Late Brembo

Caliper	PC&B Ceramic	PCC&B Ceramic	GT2 front	GT3 front	Big Red	S4 front	S4 rear	S4 rear	GT2 rear	GT3 rear	basic 964 front	basic 964 rear	basic 964T rear	basic 963 rear	basic 964 rear	axial
type of mount	radial front	radial rear	radial	radial	radial	axial	axial	axial	radial	radial	axial	axial	axial	axial	axial	axial
pad area cm <sup>2</sup> per caliper			~154	153	151	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	86	86	86	86	86	86
pad width (mm)				132	132	132	132	132	132	132	98	98	98	98	98	98
pad height (mm)				58	48	48	48	48	48	48	44	44	44	44	44	44
pad thickness (mm)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
caliper weight (w/o pads) lbs	(12.7)	5.4(7.9)			(10.8)	8.25(10.5)	8.25(10.5)	8.25(10.5)	8.25(10.5)	8.25(10.5)	6.5(8)	6.5(8)	6.5(8)	6.5(8)	6.5(8)	6.5(8)
pistons	6	4	E	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	28/32/34	28/30	28/32/34	28/32/34	44/36	36/30	28/28	30/28	30/28	30/28	30/28	30/28	30/28	30/28	30/28	30/28
	monobloc	monobloc	ceramic inserts	ceramic inserts												
rotor (mm)	350x34 viper	350x32 viper	330x34	330x34	322x32	304x32	322x28	322x28	330x28	330x28	299x28	299x28	299x28	299x28	299x28	299x24
rotor wt lbs	~12	~12	27	18	14	19.75	19.75	19.75	19.75	19.75	999 C4S rr	999 C4 rr	964/MI rr	999 C2 rr	964RS rr	964 C2 rr
Original chassis	966it	966it	GT3 front	GT3 front	993 RS	993 C4 ft	993 RS rr	993it rr	999 C4S rr	GT2 rear	GT2 rear	GT3 rear	GT3 rear	964 ft	999 C2 rr	964 C2 rr

Early 930,911

Caliper	930 front	917 front	930 rr	917 rr	Wide A	A	Wide M	S	M rr	M ft	Narrow M ft	Wide L	Wide rr	Narrow M rr	Narrow L	trans 3"
type of mount	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3.5"	trans 3"
pad area cm <sup>2</sup> per caliper	84	84	84	84	76	76	52.5	76	52.5	52.5	52.5	40	52.5	40	52.5	40
pistons	36/38	36/38	30/30	30/30	2x48	2x48	2x48	2x48	2x48	2x48	2x48	2x48	2x48	2x48	2x38	2x35
pad thickness (mm)	13	13	13	13	10	10	10	13	13	13	13	7(8)	7(8)	7(8)	7(8)	7(8)
caliper weight(w/o pads) lbs	8.25(10.3)	8.25(10.3)	8.25(10.3)	8.25(10.3)	262.5x24x282.5x20v	290x24v	290x24v	287.5x20v	290x20v	262.5x20v	262.5x20v	262.5x20v	262.5x20v	262.5x20v	262.5x20v	262.5x20v
rotor (mm)	304x32w/d	304x32	309x28w/d	309x28w/d	14	14	17.25	17.25	17.25	17.25	17.25	17.25	17.25	17.25	17.25	17.25
rotor weight	14	14	17.25	17.25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Original chassis	78-89 930	917	78-89 930	78-89 930	84-39 911	75-83 011	84-89 911	89-75 911	89-75 911	89-75 911	89-75 911	88-89 911*	88-89 911*	88-89 911*	88-89 911*	84-87 911*

\*structure of uses T.E.S., Sportmatic etc.



## Summary of brake systems used in various chassis;

## Late model(thru'95) 964/993

	993 GT2 Remversion 97	96-98/993 Twin Turbo	94-95 993 RS 96-98/993 C4S	94-95 993 C4 C2, C2S	94-95 Turbo 3.6	94-95 TL & 3.3T	92-94/964 RS	93-94 964 RSA C2	93-94 964 C2 2pist rr	89-94 964 C4 TL
Booster	hyd	hyd.	hyd.	hyd.	9" vac	hyd.	hyd.	8" vac	8" vac	hyd.
Boost. Coeff.	3.6	3.6	3.6	4.8	3.15	4.8	4.8	3.6	3	4.8
Master Cylinder (mm)	25.4	25.4	25.4	23.81	23.81	23.81	25.4	20.64	20.64	23.81
Mast. Cyl. Stroke (mm)	17/15	17/15	17/15	22.5/13	20/12	20/12	20/12	20/16	20/16	20/12
Prop. Valve bar	none	55	40	40	40	60	55	55	45	55
reduction factor			0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Rotors front (mm)	360x32 2piece alum. hat	322x32 2piece steel hat	322x32	304x32	322x32	322x32	322x32	298x28	298x28	298x28
Caliper front	993 351 427 82 left	993 351 428 82 t	Big Red	S4	S4	Big Red	S4	S4	S4	S4
Pistons (mm) Trail	42	44	44	44	44	44	44	40	40	40
Lead	34	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pad area frt. axle (cm <sup>2</sup> )		302	302	250	250	302	250	172	172	172
pad width (mm)		132	132	132	132	132	132	98	98	98
pad height (mm)		58	58	48	48	58	48	44	44	44
pad thick. frt. (mm)	24	11	11	11	11	12	12	12	12	12
Rotors rear (mm)	322x28	322x28	322x28	299x24	299x24	299x28	299x28	299x24	299x24	299x28
Caliper rear	S4	S4	S4	basic	basic	basic	basic	basic	2 pist	basic
Pistons (mm) T	28	28	28	30	34	34	34	30	44	30
L	28	28	30	26	30	30	30	28	28	30
pad area rr axle (cm <sup>2</sup> )		250	250	172	172	172	172	172	112	172
pad width (mm)		132	132	96	96	98	98	98	98	98
pad height (mm)		48	48	48	44	44	44	44	44	44
pad thick. rr (mm)	18	12	12	12	12	12	12	12	12	12
pad area total (cm <sup>2</sup> )		552	552	422	422	474	422	422	344	344
parking brake (mm)	-	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25
Hyd. Bias Ratio	1.862	2.061	1.919	1.919	1.572	1.572	1.572	1.572	1.496	1.720
effective H.B.R. with prop. valve		3.554	3.554	2.911	2.911	2.911	2.911	2.911	3.195	2.608
slavemaster ratio	13.913	14.9	16.8	15.2	16.7	18.7	18.7	16.4	21.5	22.7

## Early 930,911

	84 930	85-87 930	84-89 Carrera 3.2	82-83 930	78-81 930	77-83 911	76 Carrera 3.0 & 89-76 S	76 Carrera 3.0 mod.1	76 Carrera 3.0 mod.2
Booster	8" vac	8" vac	8" vac	8" vac	8" vac	7" vac	petal ratio 5.2	none	none
Booster Coefficient	2.22	3	2.22	3	3	2.22	NA	NA	NA
Master Cylinder (mm)	23.81	23.81	20.64	23.81	23.81	20.64	19.05	23.81	23.81
Master Cylinder Stroke (mm)	18/14	18/14	20/12	18/14	18/14	20/12	18/13		
Proportioning Valve (bar)	33	55	33	NA	NA	NA	NA	NA	NA
reduction factor	0.46	0.46	0.46	0.46	NA	NA	NA	NA	NA
rotors front	304x32	304x32	282.5x24	304x32	304x32	282.5x20	282.5x20	304x32	322x32
caliper front	930	930	wide A	930	930	A	A	964 front	993RS front
pistons (mm) leading	38	38	48	38	38	48	48	40	44
trailing	38	38		38	38			36	36
pad area front axle (cm <sup>2</sup> )	188	188	152	188	188	152	152	172	302
pad width (mm)	98	98	78	98	98	78	78	98	132
pad thickness front (mm)	13	13	10	13	13	10	10	12	11
rotors rear (mm)	309x28	309x28	290x24	309x28	309x28	290x20	290x20	309x28	322x28
caliper rear	930	930	wide M	930	930	M	M	964 rear	993RS rear
pistons (mm) leading	30	30	42	30	30	38	38	30	30
trailing	30	30		30	30			28	36
pad area rear axle (cm <sup>2</sup> )	188	188	105	188	188	105	105	172	250
pad thickness rear (mm)	13	13	10	13	13	10	10	12	11
pad width (mm)	98	98	78	98	98	78	78	98	132
pad area total (cm <sup>2</sup> )	376	376	257	376	376	257	257	344	552
parking brake (mm)	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	180x25	18x25
Hydraulic Bias Ratio	1.604	1.604	1.306	1.604	1.604	1.596	1.596	1.720	1.472
effective H.B.R. with prop. valve	2.971	2.971	2.419						2.725
slave/master ratio	16.5	16.5	19.1	16.5	16.5	17.6	20.7	16.2	19.165

<http://www.gombeer.be/club944/FreinsPorsche.htm>

**Porsche 911 (SC, 3.2, Turbo 3.3, 964, 993) avec étriers fixes:**

Modèles	Etriers	Matériau	Fixation	Pistons	Réf. étriers	Disque	Réf. Disques	Plaquettes	Réf. Plaquettes
911 SC 3.0	Fixe 2 pistons	Fonte Gris	Axiale		911 351 425 02 /L 911 351 426 02 /R	282,5 x 20,5 mm	477 405 083 A	76,6 x 70 mm	911 351 949 01
911 Carrera 3.2	Fixe 2 pistons	Fonte Gris	Axiale		911 351 425 03 /L 911 351 426 03 /R	282 x 24 mm	911 351 041 22	76,6 x 70 mm	911 351 950 00
911 Turbo 3.3, 911 3.2 Turbo Look (M491)	Fixe 4 pistons	Fonte Gris	Axiale	38 mm	930 351 091 03 /L 930 351 092 03 /R	304 x 22 mm Percé	930 951 047 01 /L 930 951 048 01 /R	97,8 x 65,5 mm	930 351 938 05
964 Carrera 2	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Axiale	36 & 40 mm	964 351 421 02 /L 964 351 422 02 /R	299 x 28 mm	964 351 041 02	97,8 x 65,5 mm	964 351 939 03
964 Carrera 4, Turbo Look 4	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Axiale	36 & 40 mm	964 351 421 02 /L 964 351 422 02 /R	299 x 28 mm	964 351 041 02	97,8 x 65,5 mm	965 352 939 04
964 Turbo 3.3	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	965 351 423 01 /L 965 351 424 01 /R	322 x 32 mm Percé	965 351 043 00 /L 965 351 044 00 /R	131,8 x 71 mm	965 351 939 02
964 Turbo Look 2, 964 RS	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	965 351 423 01 /L 965 351 424 01 /R	322 x 32 mm Percé	965 351 043 00 /L 965 351 044 00 /R	131,8 x 71 mm	965 351 939 01
964 Turbo 3.6	Fixe 4 pistons	Alu Peint Rouge	Radiale	36 & 44 mm	993 351 425 10 /L 993 351 426 10 /R	322 x 32 mm Percé	965 351 045 00 /L 965 351 046 00 /R	131,8 x 75 mm	928 351 949 03
993 Carrera 2	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	993 351 421 00 /L 993 351 422 00 /R	304 x 32 mm Percé	993 351 043 01 /L 993 351 044 01 /R	131,8 x 71 mm	993 951 939 01
993 Carrera RS	Fixe 4 pistons	Alu Peint Rouge	Radiale	36 & 44 mm	993 351 425 10 /L 993 351 426 10 /R	322 x 32 mm Percé	993 351 045 00 /L 993 351 046 00 /R	131,8 x 75 mm	993 951 949 00
993 Turbo, 993 Carrera 4S (M491)	Fixe 4 pistons	Alu Peint Rouge	Radiale	36 & 44 mm	993 351 425 10 /L 993 351 426 10 /R	322 x 32 mm Percé	993 351 045 10 /L 993 351 046 10 /R	131,8 x 75 mm	993 951 949 00
993 Carrera 4 (M339)	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	993 351 421 20 /L 993 351 422 20 /R	304 x 32 mm Percé	993 351 043 01 /L 993 351 044 01 /R	131,8 x 71 mm	993 951 939 01

**En résumé, en triant par taille de frein, on obtient ceci:**

Etriers flottants	Modèles
Etriers 1 piston, plaquettes 76,7 x 58,8 mm, disques 257 x 13 mm	924 2.0
Etriers 1 piston, plaquettes 89,8 x 70,5 mm, disques 282 x 20 mm	928 (-92A08 00749)
Etriers 1 piston, plaquettes 89,8 x 70,5 mm, disques 282,5 x 20,5 mm	924 Turbo, 924 M471, 924 GT, 924 S, 944, 944 S
Etriers 1 piston, plaquettes 158,3 x 54 mm, disques 282 x 32 mm	928 (92A08 00750-), 928 S
Etriers fixes	Modèles
Etriers 2 pistons ??, plaquettes 76,6 x 70 mm, disques 282,5 x 20,5 mm	911 SC
Etriers 2 pistons ??, plaquettes 76,6 x 70 mm, disques 282 x 24 mm	911 Carrera 3.2
Etriers 4 pistons 36 & 38 mm, plaquettes 97,8 x 65,5 mm, disques 299 x 28 mm	944 Turbo 220 ch (85-86)
Etriers 4 pistons 36 & 40 mm, plaquettes 97,8 x 65,5 mm, disques 299 x 28 mm	944 Turbo 220 ch (86-87), 944 S2, 968, 968 CS, 964 Carrera 2, 964 Carrera 4, 964 Turbo Look 4
Etriers 4 pistons 38 & 38 mm, plaquettes 97,8 x 65,5 mm, disques 304 x 32 mm	911 Turbo 3.3, 911 3.2 Turbo Look (M491)
Etriers 4 pistons 36 & 42 mm, plaquettes 131,8 x 71 mm, disques 304 x 32 mm	928 S4 (86-87)
Etriers 4 pistons 36 & 44 mm, plaquettes 131,8 x 71 mm, disques 304 x 32 mm	944 Turbo S, 944 Turbo 250 ch, 944 S2 M030, 968 M030, 928 S4 (à partir de 88), 993 Carrera 2, 993 Carrera 4
Etriers 4 pistons 36 & 44 mm, plaquettes 131,8 x 71 mm, disques 322 x 32 mm	964 Turbo 3.3, 964 Turbo Look 2, 964 RS
Etriers 4 pistons 36 & 44 mm, plaquettes 131,8 x 75 mm, disques 322 x 32 mm	928 GTS, 964 Turbo 3.6, 993 Carrera RS, 993 Turbo, 993 Carrera 4S

## Porsche à moteur avant (924, 944, 928) avec étriers flottants:

Modèles	Etriers	Matériau	Fixation	Pistons	Réf. Etriers	Disque	Réf. Disques	Plaquettes	Réf. Plaquettes
924 2.0	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		477 615 107 /L 477 615 108 /R	257 x 13 mm	477 405 083 B	76,7 x 58,8 mm	928 352 951 02
924 Turbo, 924 M471, 924 GT	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		477 615 109 /L 477 615 110 /R	282,5 x 20,5 mm	477 405 083 A	89,8 x 70,5 mm	944 351 951 02
944 (81-83)	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		477 615 109 /L 477 615 110 /R	282,5 x 20,5 mm	477 405 083 A	89,8 x 70,5 mm	944 351 951 02
924 S (85-88)	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		944 351 429 00 /L 944 351 430 00 /R	282,5 x 20,5 mm	477 405 083 A	89,8 x 70,5 mm	944 351 951 02
944, 944S (84-86)	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		944 351 429 00 /L 944 351 430 00 /R	282,5 x 20,5 mm	477 405 083 A	89,8 x 70,5 mm	944 351 951 02
944, 944S (87-89)	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		944 351 429 00 /L 944 351 430 00 /R	282,5 x 20,5 mm	944 351 041 05	89,8 x 70,5 mm	944 351 951 02
928 (-92A08 00749)	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		928 351 425 01 /L 928 351 426 01 /R	282 x 20 mm	928 351 041 09	89,8 x 70,5 mm	944 351 951 02 /928 351 951 00
928 (92A08 00750-), 928 S (-92D58 41329)	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		928 351 427 00 /L 928 351 428 00 /R	282 x 32 mm Rainuré	928 351 043 01 /L 928 351 044 01 /R	158,3 x 54 mm	928 351 931 01
928 S (92D58 41330-)	Flottant 1 piston	Fonte Grise	Axiale		928 351 427 01 /L 928 351 428 01 /R	282 x 32 mm Rainuré	928 351 043 01 /L 928 351 044 01 /R	158,3 x 54 mm	928 351 931 01

## Porsche à moteur avant (944, 968, 928) avec étriers fixes 4 pistons:

Modèles	Etriers	Matériau	Fixation	Pistons	Référence Etriers	Disque	Référence Disques	Plaquettes	Réf. Plaquettes
944 Turbo 85-86	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Axiale	36 & 38 mm	951 351 421 00 /L 951 351 422 00 /R	299 x 28 mm	951 351 041 00	97,8 x 65,5 mm	964 351 939 03
944 Turbo 87-88	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Axiale	36 & 40 mm	951 351 421 01 /L 951 351 422 01 /R	299 x 28 mm	951 351 041 02	97,8 x 65,5 mm	964 351 939 03
944 Turbo S 1988 (M758), 944 Turbo 89	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	951 351 093 00 /L 951 351 094 00 /R	304 x 32 mm Rainuré	928 351 043 60 /L 928 351 044 60 /R	131,8 x 71 mm	993 351 939 01
944 S2 (-94KN4 02629)	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Axiale	36 & 40 mm	951 351 421 01 /L 951 351 422 01 /R	299 x 28 mm	951 351 041 02	97,8 x 65,5 mm	951 351 939 08
944 S2 (94KN4 02630-), 968	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Axiale	36 & 40 mm	951 351 421 03 /L 951 351 422 03 /R	299 x 28 mm	951 351 041 02	97,8 x 65,5 mm	951 351 939 08
944 S2 M030, 944 Turbo 90-91	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	928 351 421 03 /L 928 351 421 03 /R	304 x 32 mm Rainuré	928 351 043 60 /L 928 351 044 60 /R	131,8 x 71 mm	993 351 939 01
968 M030	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	928 351 421 03 /L 928 351 421 03 /R	304 x 32 mm Percé	965 351 041 01 /L 965 351 042 01 /R	131,8 x 71 mm	993 351 939 01
928 S4 (86-87)	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 42 mm	928 351 421 00 /L 928 351 421 00 /R	304 x 32 mm Rainuré	928 351 043 60 /L 928 351 044 60 /R	131,8 x 71 mm	928 351 939 02
928 S4 (88)	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	928 351 421 01 /L 928 351 422 01 /R	304 x 32 mm Rainuré	928 351 043 60 /L 928 351 044 60 /R	131,8 x 71 mm	928 351 939 02
928 S4 (89-91), 928 GT (89-91)	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	928 351 421 03 /L 928 351 422 03 /R	304 x 32 mm Rainuré	928 351 043 60 /L 928 351 044 60 /R	131,8 x 71 mm	993 351 939 01
928 GTS (91-95)	Fixe 4 pistons	Alu Peint Noir	Radiale	36 & 44 mm	928 351 423 03 /L 928 351 424 03 /R	322 x 32 mm Rainuré	928 351 045 01 /L 928 351 046 01 /R	131,8 x 75 mm	928 351 949 03



## 996 turbo WSM:

### Brakes

Operating brake Foot operated, hydraulic–mechanical boost, dual–circuit brake system, 4–piston Al monobloc brake calipers at FA and RA, distributed per axle, internally ventilated brake discs at front and rear axles.

**Vacuum brake booster (boost factor) 3.85**

**Brake master cylinder 25.4 (1.00) mm (in)**

Brake master cylinder stroke 18/18 (0.71/0.71) mm (in)

Brake discs front 330 (13.00)

rear 330 (13.00) mm (in)

Effective brake disc front 134 (5.28)

rear 136 (5.36) mm (in)

Brake disc thickness front 34 (1.34)

rear 28 (1.10) mm (in)

Effective total brake pad area per wheel front 157 (24.34)

rear 127 (19.69) cm<sup>2</sup> (sq.in)

Piston in brake caliper front 36 (1.42) and 44 (1.73)

rear 28 (1.10) and 30 (1.18) mm (in)

Parking brake Drum–type parking brake

Brake drum 180 (7.092) mm (in)

Brake shoe width 25 (0.985) mm (in)

Lining area per wheel 85 (13.08) cm<sup>2</sup> (sq.in)

Running gear control systems Standard Porsche Stability Management (PSM) with ABS, Traction Control (TC), ABD, MSR (engine drag torque control), FZR (vehicle regulator) and EBV (electronic brake distributor). Passive switching possibility for TC, FZR and MSR.



