



CITROËN

# GESTION de L'adhérence

## ABS - ASR - ESP

ABS - ESP



CITROËN

# SOMMAIRE

## ✓ Adhérence

- Coefficient d'adhérence
- Le glissement
- Transfert de charge
- Répartition idéale du freinage

## ✓ L'ABS

- Principe
- Principe hydraulique (Bosch – Teves)
- Évolutions de l'ABS : L'ASR – MSR
- La REF
- Les affectations
- L'AFU



CITROËN

# SOMMAIRE

## ✓ L'ESP

- L'instabilité
- Principe de régulation
- Synoptique
- Hydraulique
- Les capteurs



CITROËN

## ADHERENCE

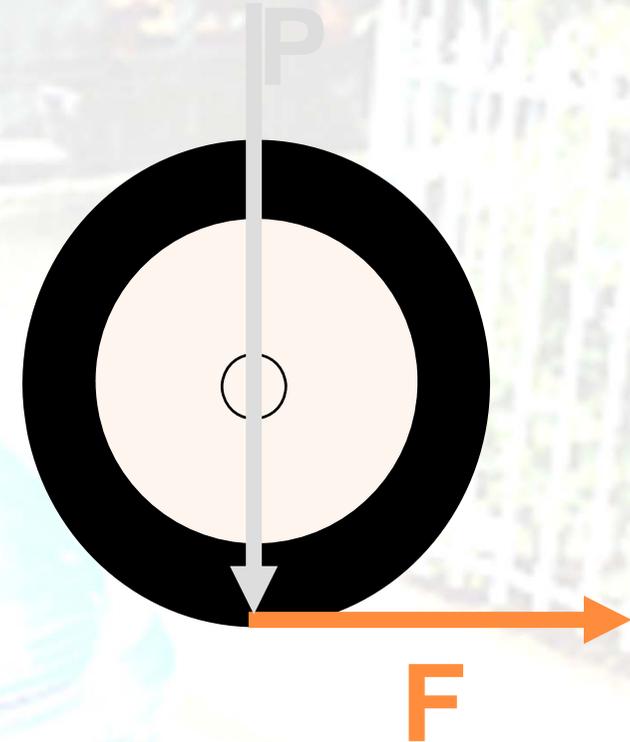
### ✓ Coefficient

- L'effort de freinage maximum  $T$  est proportionnel à la charge verticale du pneu
- Le coefficient d'adhérence définit cette proportionnalité :

$$\mu = \frac{F}{P}$$



Plus le coefficient est élevé, meilleure est l'adhérence





CITROËN

## ADHERENCE

### ✓ Coefficient

- La valeur du coefficient dépend de la chaussée et de l'état des pneumatiques :

Adhérence à 50 km/h	Route sèche	Route humide	Flaque d'eau	Verglas
Pneus neufs	0.85	0.65	0.5	0.1
Pneus usés	1	0.5	0.25	0.1



CITROËN

# ADHERENCE

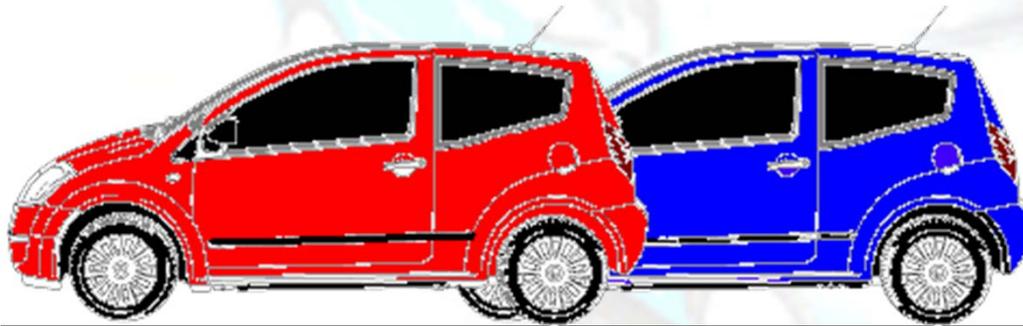
## ✓ Exemples



### SOL SEC



Masse : 1000 kg  
Vitesse : 130 km/h



76 m sans blocage

86 m

**ROUES BLOQUEES**

**+13%**

ABS – ESP



CITROËN

# ADHERENCE

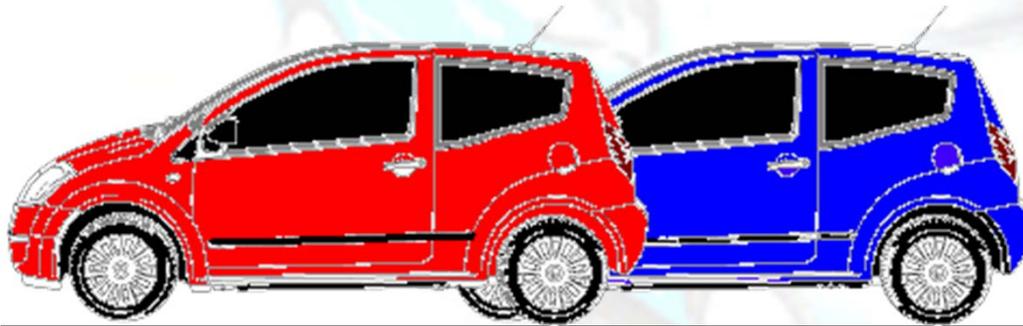
✓ Exemples



**SOL HUMIDE**



**Masse : 1000 kg**  
**Vitesse : 130 km/h**



**99 m sans blocage**

**135 m**

**ROUES BLOQUEES**

**+36% !!!**

ABS – ESP



CITROËN

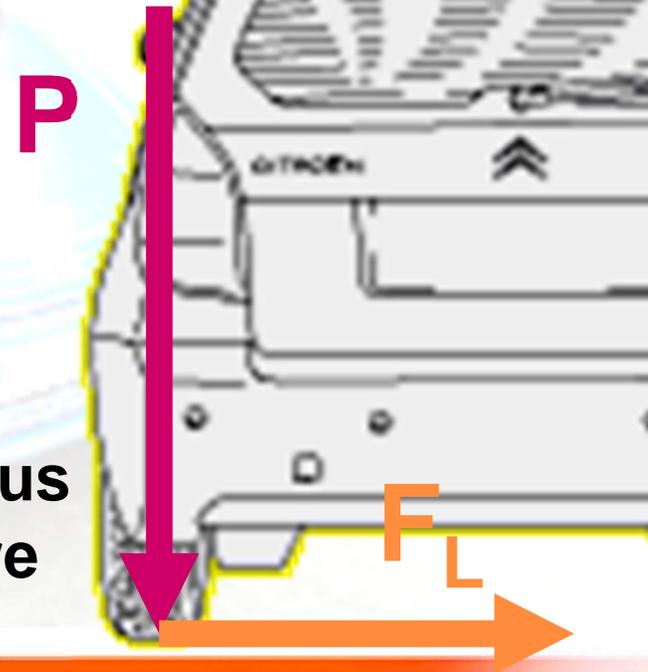
## ADHERENCE

### ✓ Adhérence latérale

- Le même principe s'applique pour les forces latérales produites lors d'un virage (coefficient d'adhérence latérale) :

$$\mu_s = \frac{F_L}{P}$$

- Plus le coefficient est élevé, plus la vitesse en courbe pourra être importante



ABS – ESP



CITROËN

## ADHERENCE



### EN RESUME :

- **Le pneumatique dispose d'un « capital adhérence ».**  
**Ce capital est distribué en « freinage » et en « virage ».**
- ***Un véhicule qui freine en courbe augmente le risque de dérapage***

## Corollaire

- ***Un véhicule qui tourne freinera moins fort***



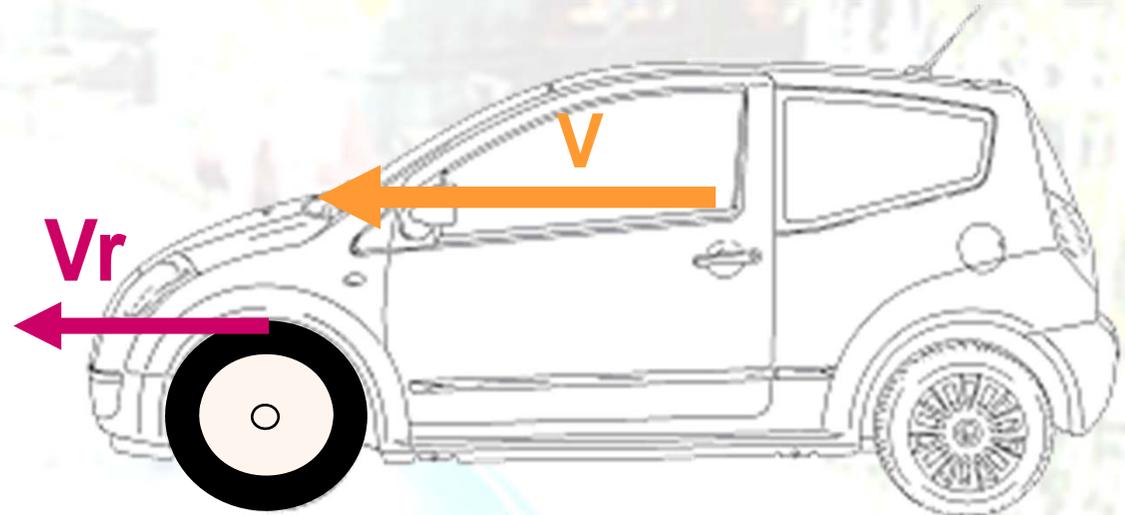
CITROËN

## ADHERENCE

### ✓ Le glissement

Vitesse véhicule

Vitesse  
circonférentielle roue



$$\lambda_{(\%)} = \left( 1 - \frac{V_r}{V} \right) \cdot 100$$

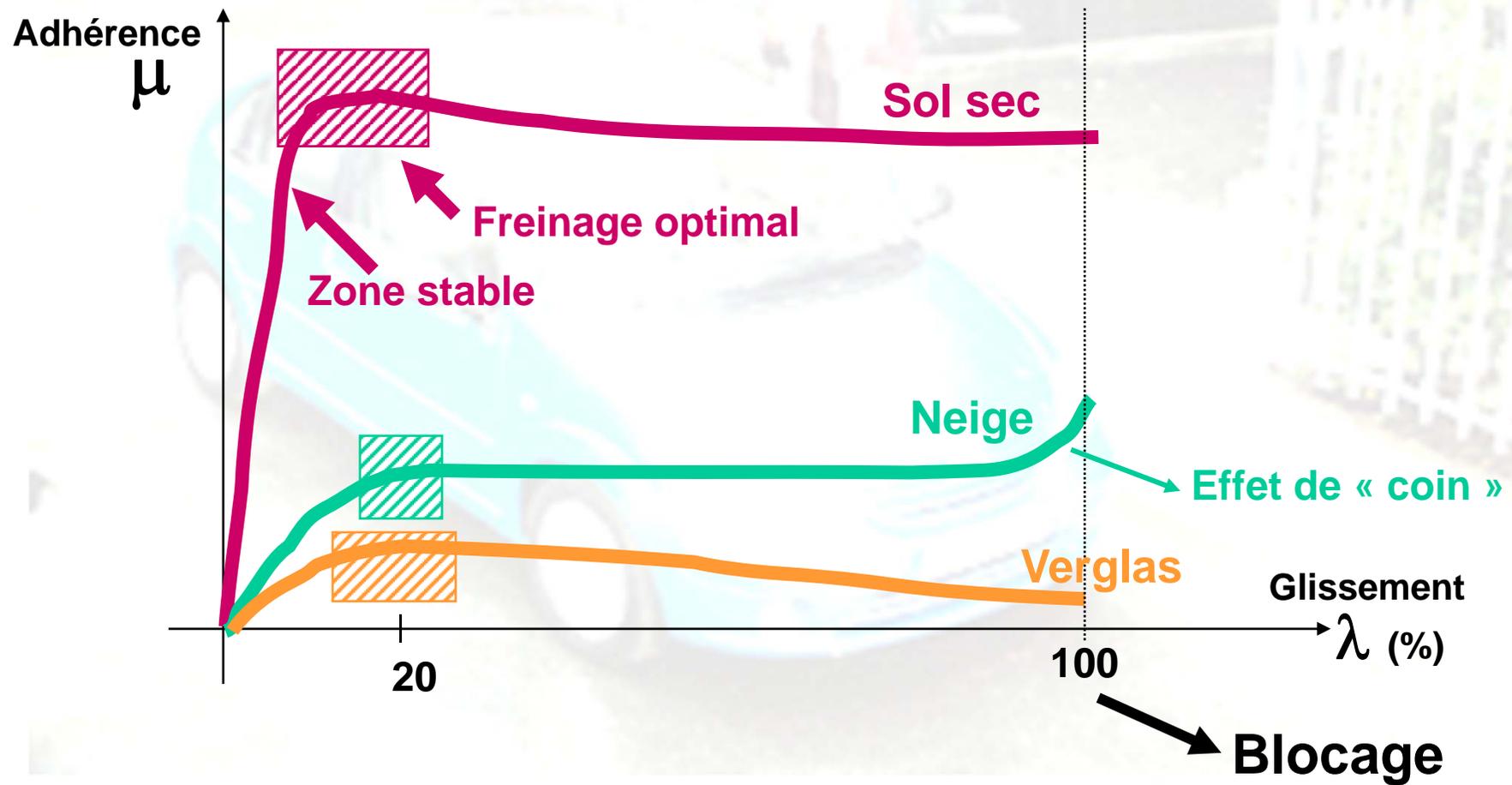
- Ex : Si  $V = V_r$ ,  $\lambda = 0 \%$  (pas de glissement)
- Si  $V_r = 0$ ,  $\lambda = 100 \%$  (blocage de la roue)



CITROËN

# ADHERENCE

## ✓ Influence du glissement sur l'adhérence



ABS – ESP



CITROËN

## ADHERENCE

### ✓ Influence du glissement sur l'adhérence

- Il existe une zone de **stabilité** (augmentation de l'adhérence avec la force de freinage) et d'**instabilité** (perte d'adhérence si augmentation de la force de freinage)
- Il faut limiter le glissement pour assurer la dirigeabilité du véhicule



**L'ABS contrôle en permanence la valeur du glissement et la maintient à un seuil optimum**



CITROËN

## ADHERENCE

### ✓ Transfert de charge

- Lors d'un freinage, la masse sur l'essieu avant augmente

➔ On peut donc augmenter le freinage sur l'avant.

- L'essieu arrière est délesté

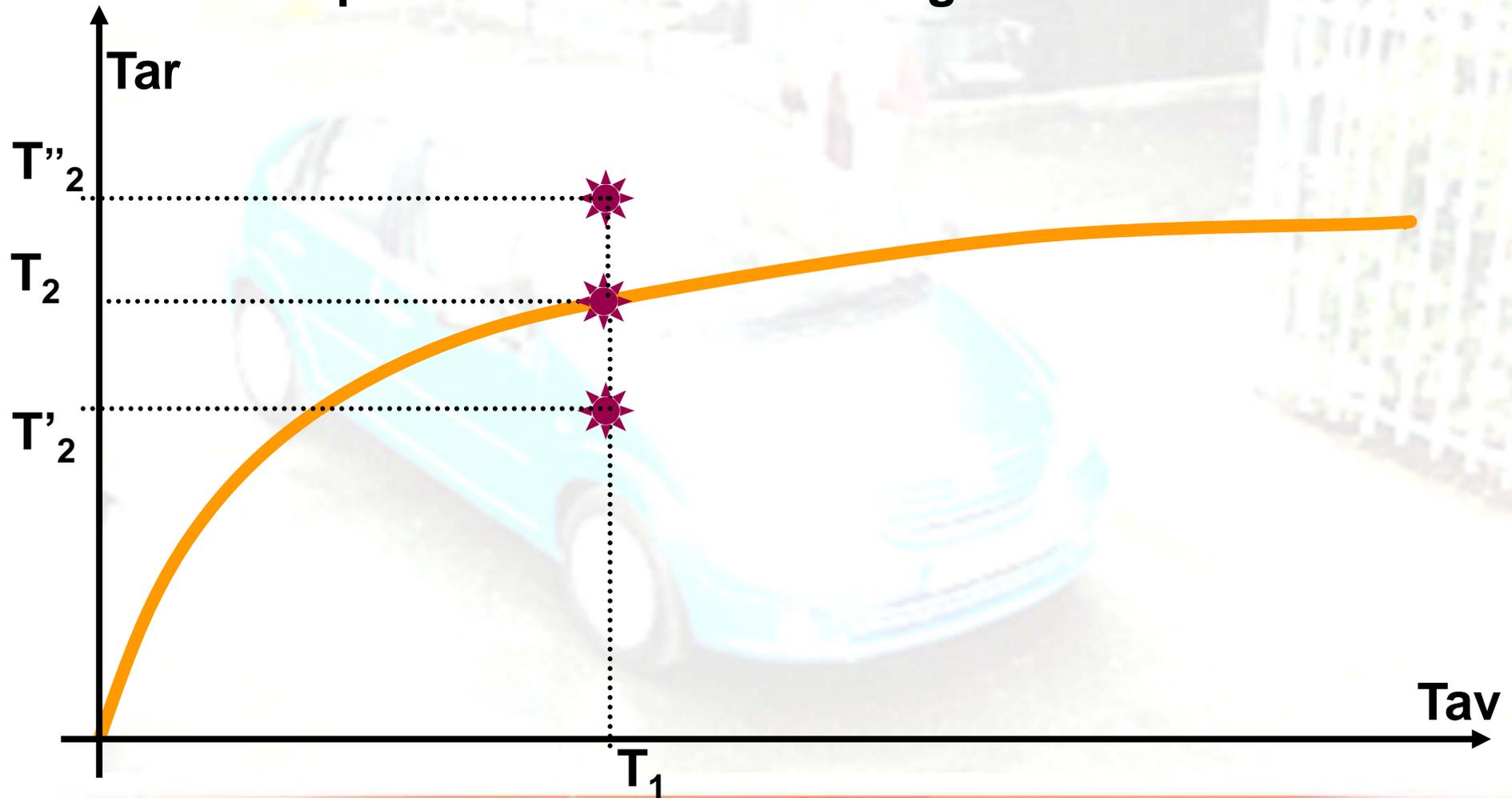
➔ Il faut limiter le freinage à l'arrière



CITROËN

# ADHERENCE

✓ Répartition idéale de freinage



ABS - ESP



CITROËN

## L'ABS

### ✓ Idée générale

- Même un bon pilote bloque ses roues s'il se fait surprendre (majorité des freinages d'urgence).

OR :

- **Le blocage des roues rallonge les distances d'arrêt**
- **Le blocage entraîne une perte de la dirigeabilité du véhicule**



Le blocage des roues est une source d'accident



CITROËN

## L'ABS

### ✓ Idée générale

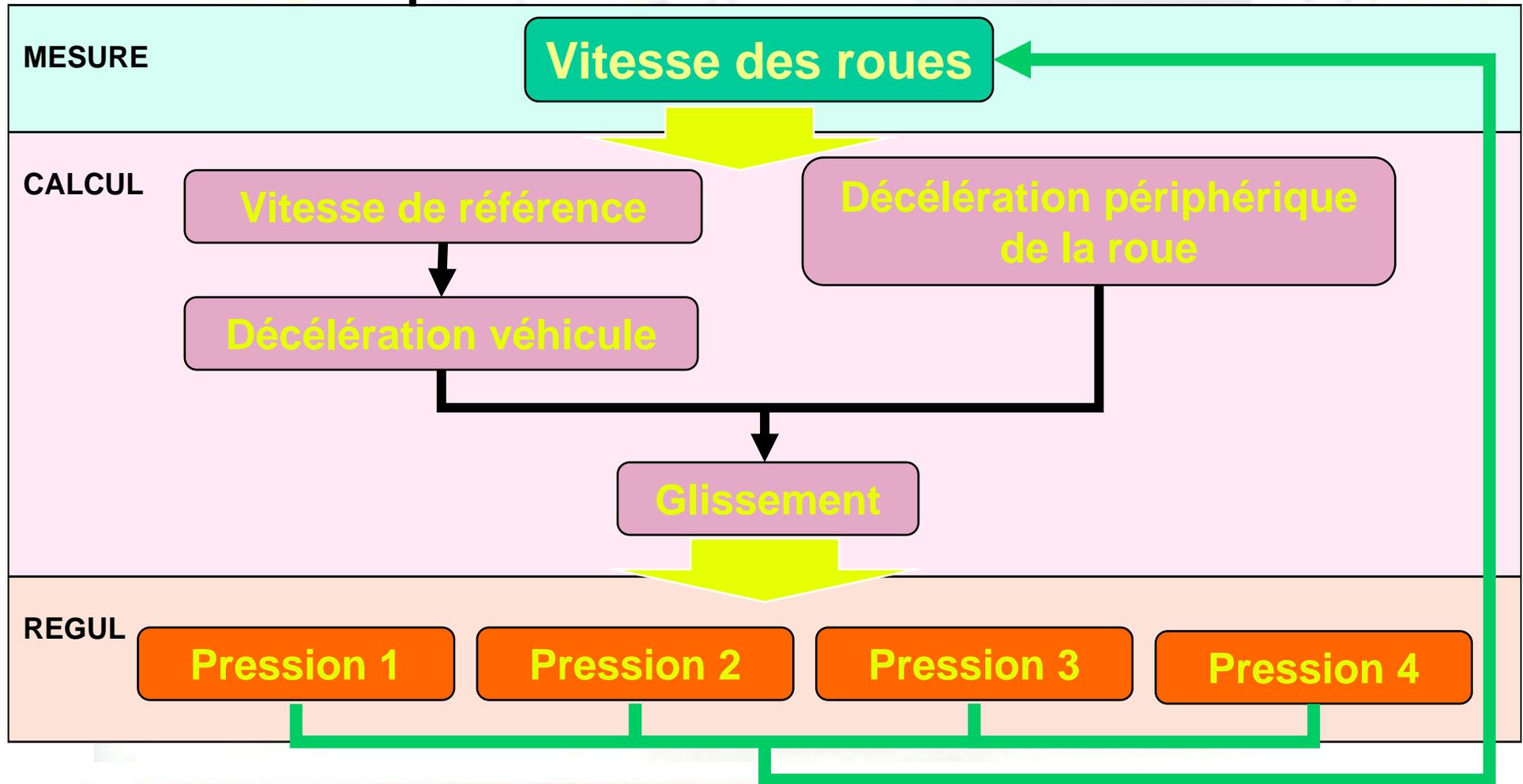
- **Le système surveille en permanence la vitesse de rotation des roues et calcule la valeur du glissement de chaque roue.**
- **Le système régule la pression de freinage si le glissement atteint une valeur critique.**
- **Le système privilégie la dirigeabilité et la stabilité du véhicule : mode « select low » sur les roues arrières.**



CITROËN

# L'ABS

## ✓ Principe



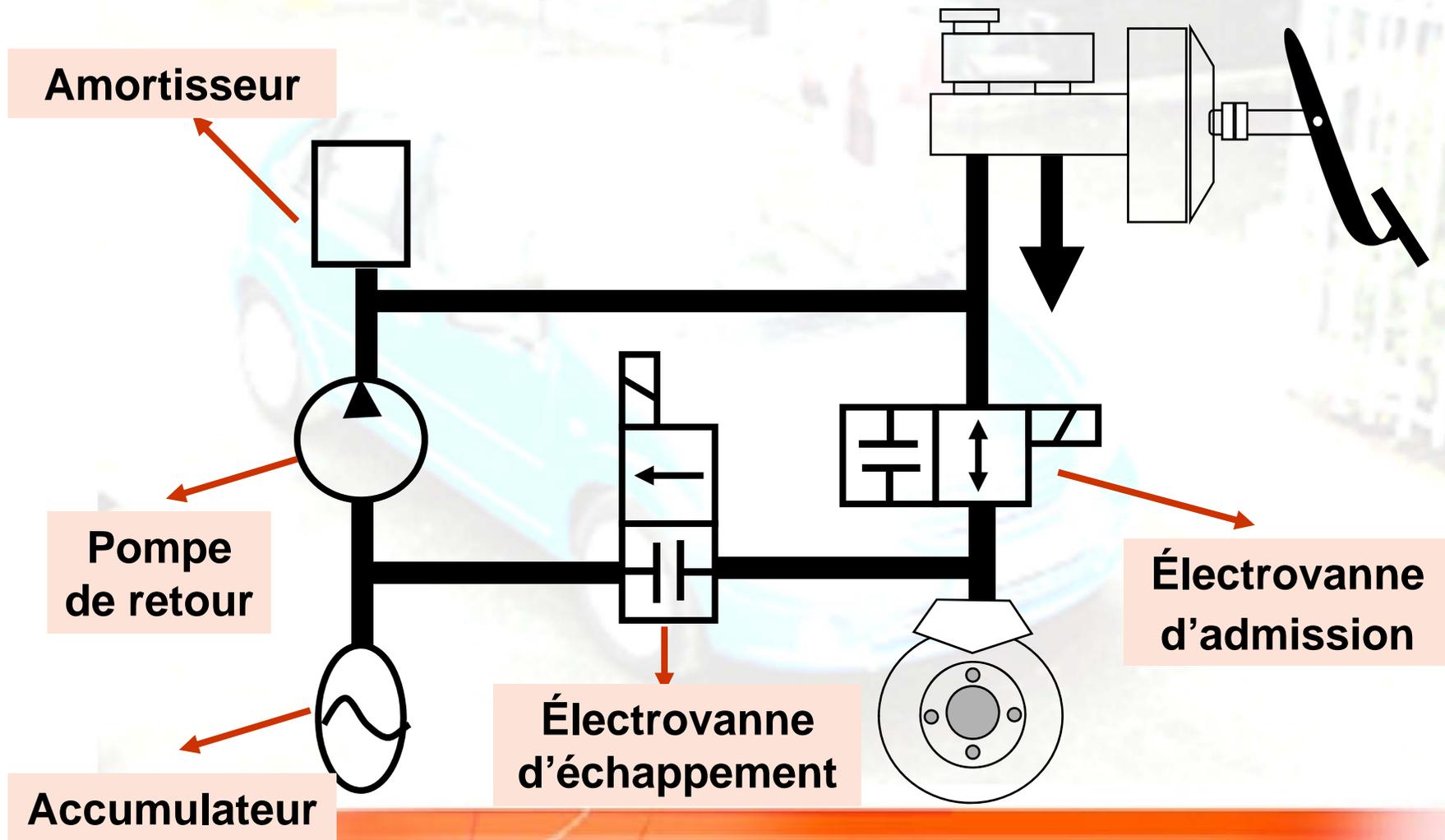
ABS – ESP



CITROËN

# L'ABS

## ✓ Principe hydraulique (Bosch série 5)

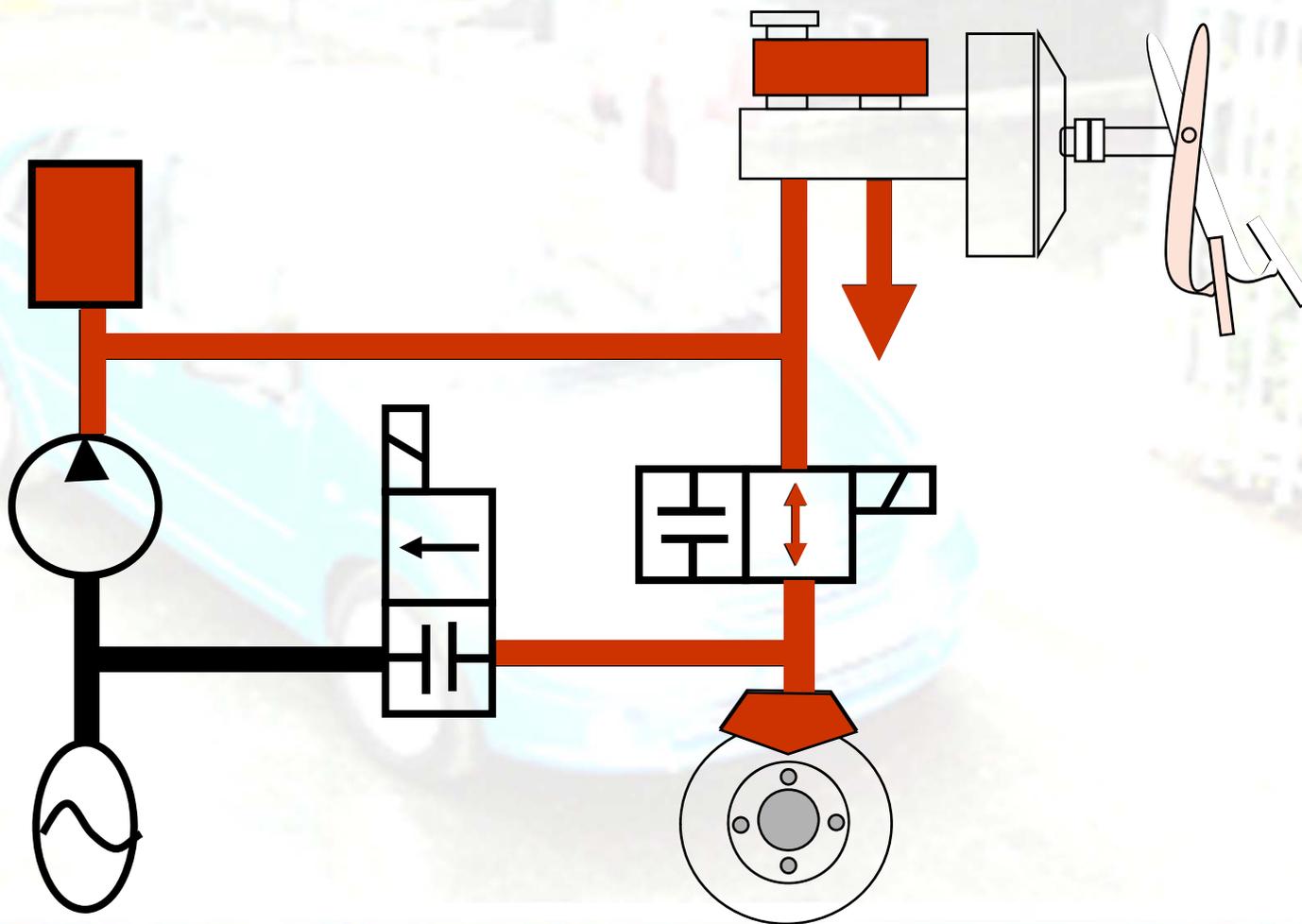




CITROËN

# L'ABS

✓ Freinage « normal »



ABS – ESP

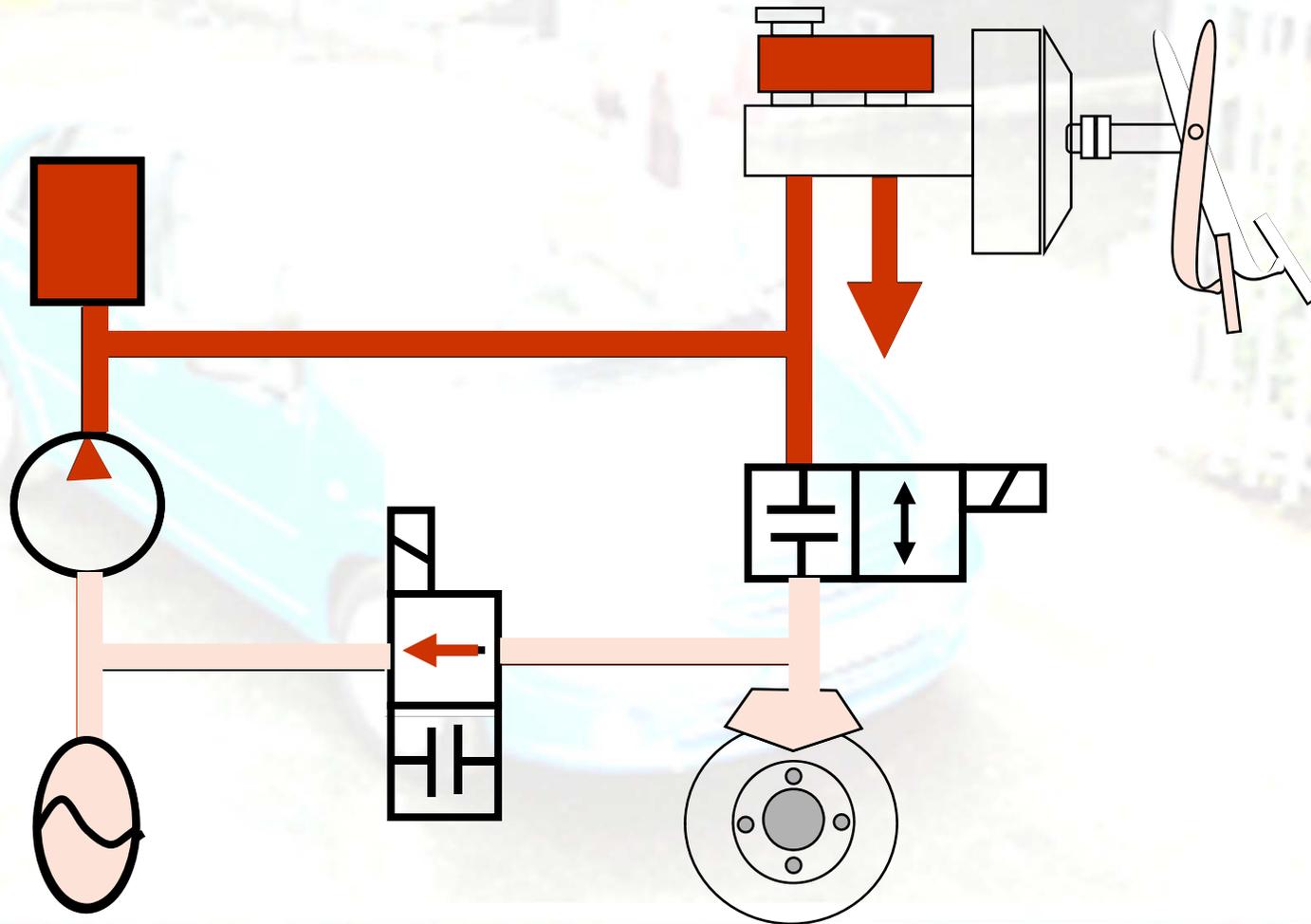




CITROËN

# L'ABS

✓ Diminution de pression



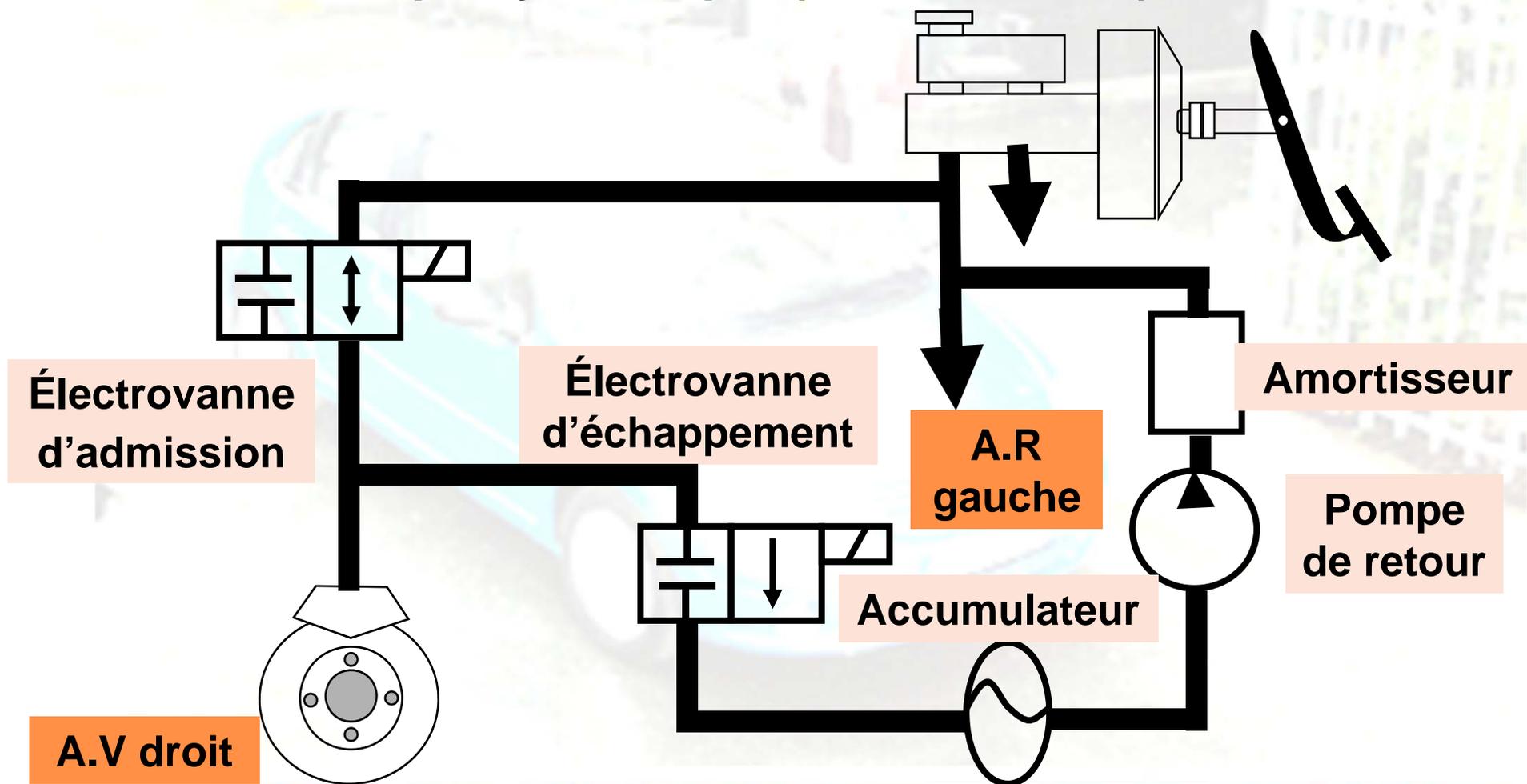
ABS – ESP



CITROËN

# L'ABS

## ✓ Principe hydraulique (TEVES MK 60)



ABS - ESP



CITROËN

# L'ABS

## ✓ Les évolutions de l'ABS

**ABS**

**ABS**

**REF**

**ABS**

**REF**

**BASR**

**ABS**

**REF**

**ASR**

**MSR**

**ESP**

Autres appellations

**ABR**

**ABS : Anti blocage de roue**

**ASR : Anti patinage (traction)**

**MSR : Anti patinage (frein moteur)**

**REF : Répartition électronique de freinage**

**ESP : Programme électronique de stabilité**

**EBD-EBV**



CITROËN

## L'ABS

### ✓ Les évolutions de l'ABS

- **Ces fonctions ne sont que des évolutions de l'ABS**
- **Soft et traitement numérique améliorés**
- **Hydraulique modifiée pour l'ASR (vanne d'inversion et d'aspiration)**



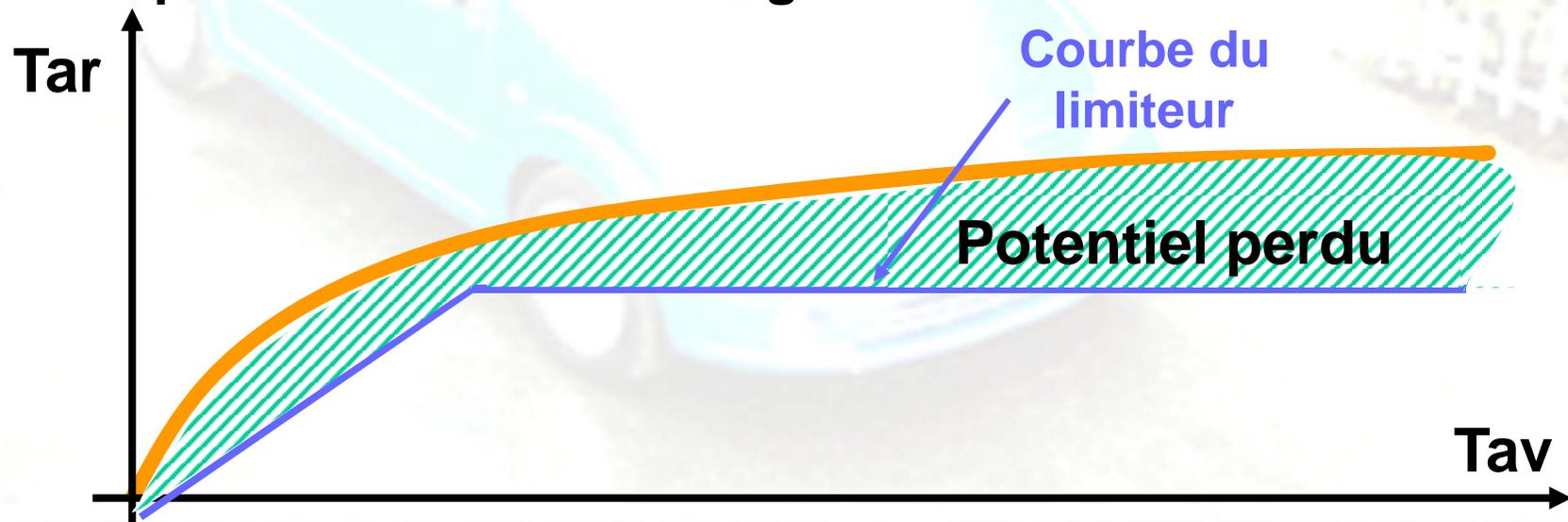
CITROËN

## L'ABS

### ✓ La Répartition Électronique de Freinage (REF)



- Optimiser la répartition avant/arrière des pressions de freinage pour se situer au plus près de la courbe idéale.
- Supprimer le limiteur de pression qui bride les performances de freinage



ABS – ESP



CITROËN

## L'ABS

### ✓ La Répartition Électronique de Freinage (REF)

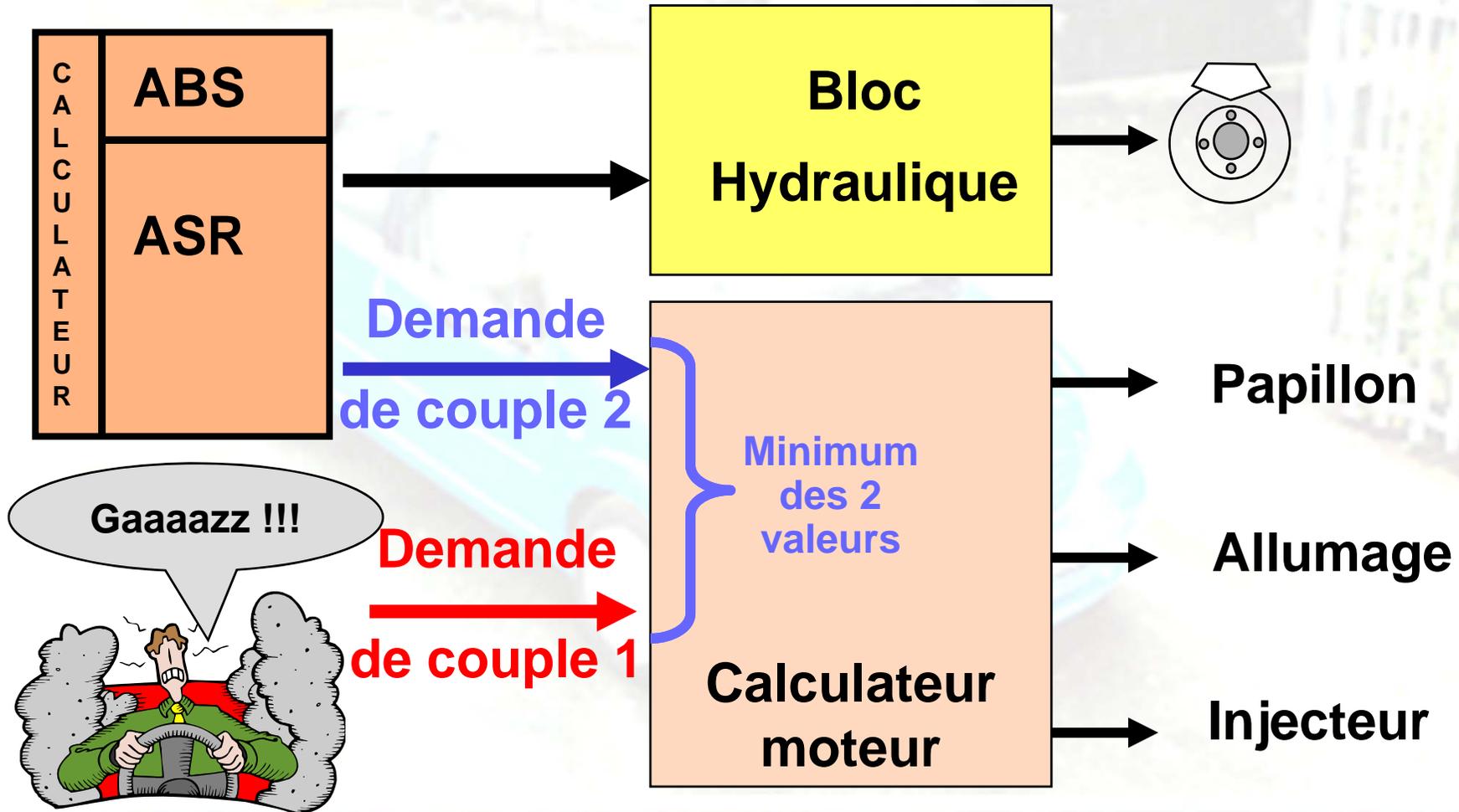
- Évolution du système ABS
- Hydraulique identique
- Software élaboré pour gérer cette fonction



CITROËN

# L'ABS

## ✓ L'ASR





CITROËN

## L'ABS

### ✓ Le MSR

- En cas de blocage des roues en frein moteur :



**Légère accélération (commande papillon)**



CITROËN

## L'ABS

✓ Les évolutions



# BOSCH

2	5.0	5.3	5.7
ABS	ABS	ABS	ABS ABS + ESP
		Pompe à 1 étage	Pompe à 2 étages
6,2 kg	3,8 kg	2,6 kg	2,6 kg
1989	1993	1995	2001

ABS – ESP



CITROËN

## L'ABS

### ✓ L'aide au freinage d'urgence

- **Plusieurs appellations : AFU - EVA - ADAM**



**lors d'un freinage « panique », le conducteur « moyen » ne fournit pas immédiatement la pression de freinage maximum.**

- **Détecter le freinage d'urgence – fournir le maximum de pression – régulation ABS**



CITROËN

## L'ABS

### ✓ L'aide au freinage d'urgence

- Par le maître-cylindre : EVA 2
- Par l'amplificateur de freinage (master-vac) : ADAM ; MBA
- Par l'ESP :



CITROËN

## L'ABS

### ✓ Principe AFU par l'ESP

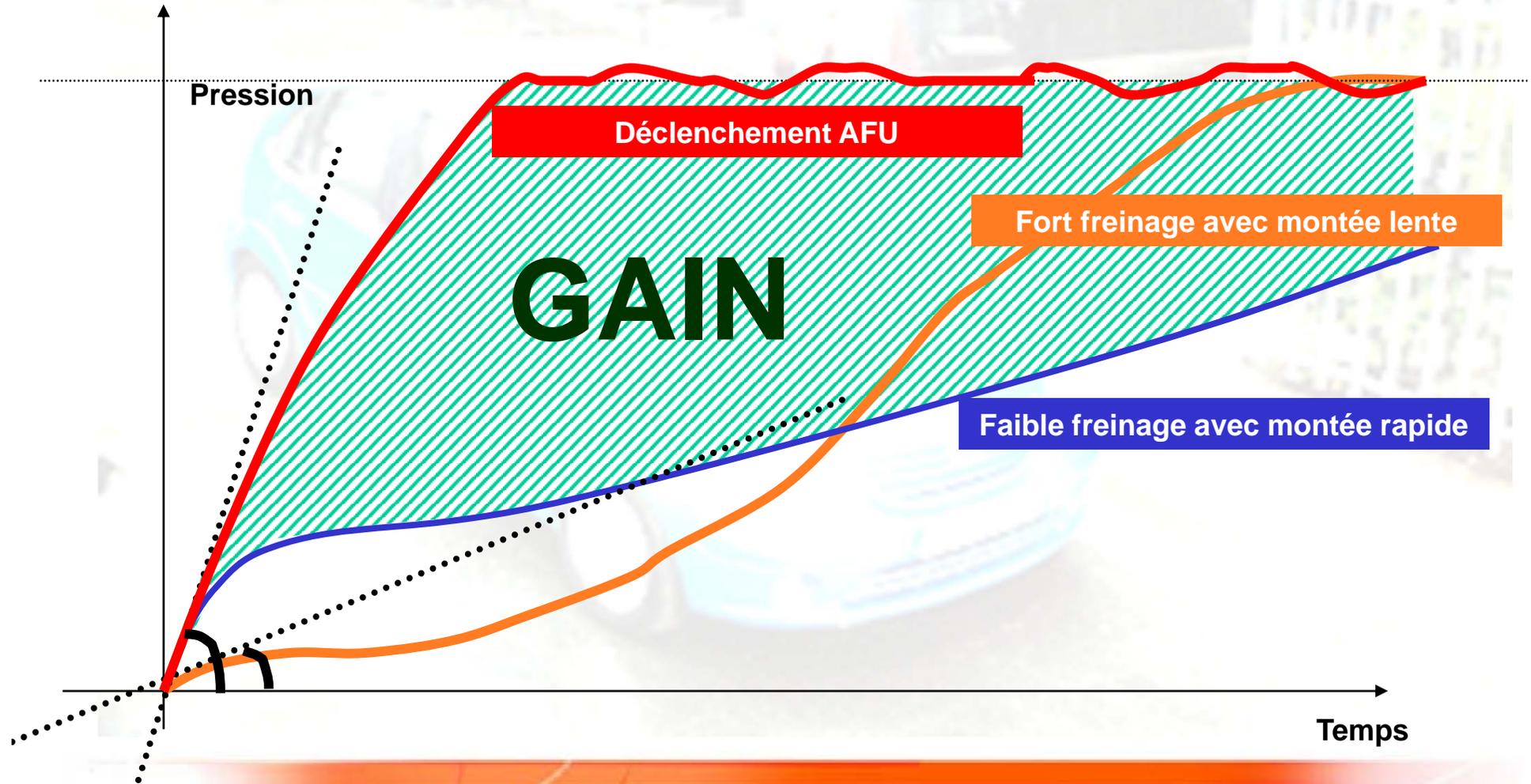
- **Contrôle de la vitesse de montée en pression dans le bloc**
- **Freinage actif si l'AFU est nécessaire**
- **Avantage : maître cylindre et amplificateur classiques (coût)**



CITROËN

# L'ABS

## ✓ Principe AFU par l'ESP



ABS – ESP



CITROËN

## L'ESP

### ✓ Rôle

- **Tout véhicule peut devenir instable suivant les conditions d'adhérence et la conduite.**

# L'ESP

- **Observe le désir du conducteur**
- **Contrôle le comportement du véhicule**
- **Stabilise le véhicule par action sur une ou plusieurs roues**



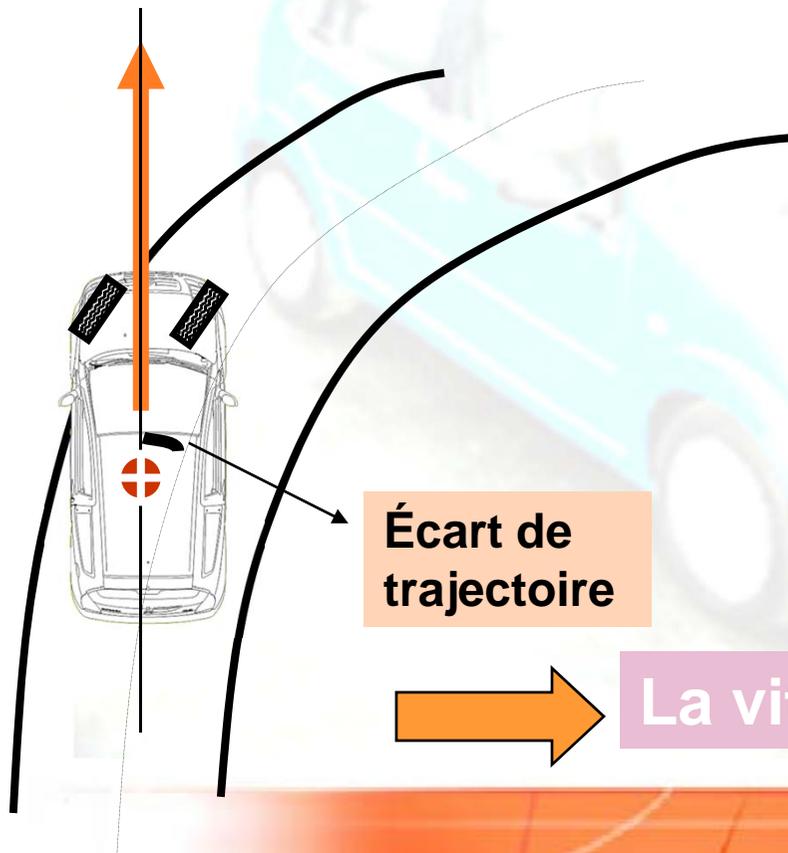
CITROËN

## L'ESP

### ✓ L'instabilité

### LE SOUS-VIRAGE

- Le train avant n'a pas suffisamment d'adhérence pour faire tourner le véhicule
- Peut arriver lors de forts braquages
- Peut arriver lors d'une forte accélération en courbe



Écart de trajectoire

La vitesse de lacet n'est pas suffisante

ABS – ESP

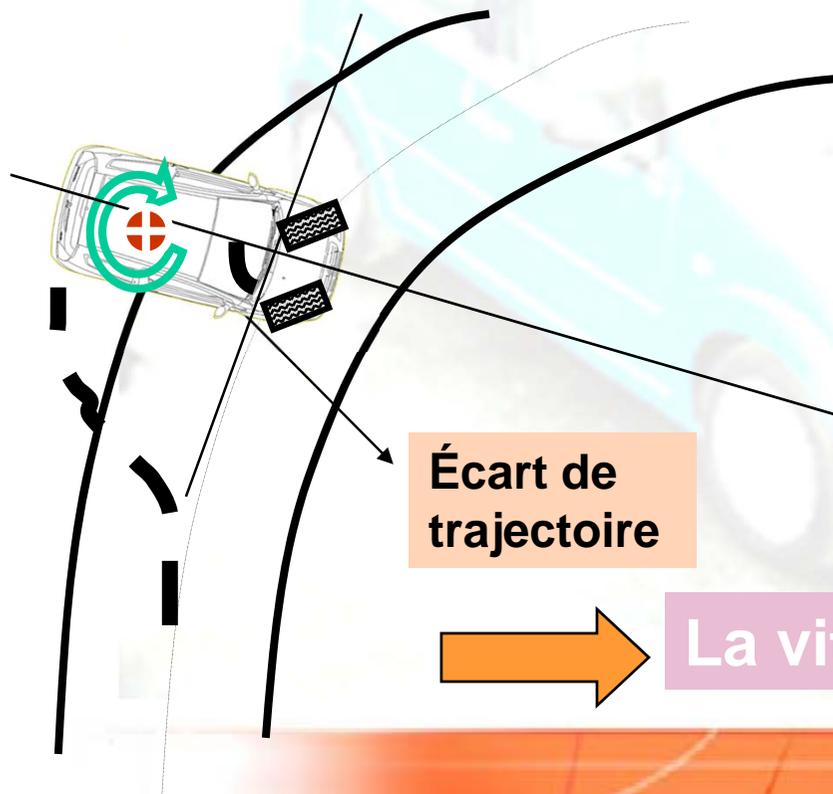


CITROËN

## L'ESP

### ✓ L'instabilité

### LE SUR-VIRAGE



- Le train arrière n'a pas suffisamment d'adhérence pour guider le véhicule
- Peut arriver sur un fort lever de pied en courbe (le véhicule décélère d'où un transfert de charge.
- Sur propulsion, peut arriver lors d'une forte accélération en courbe

La vitesse de lacet est trop importante

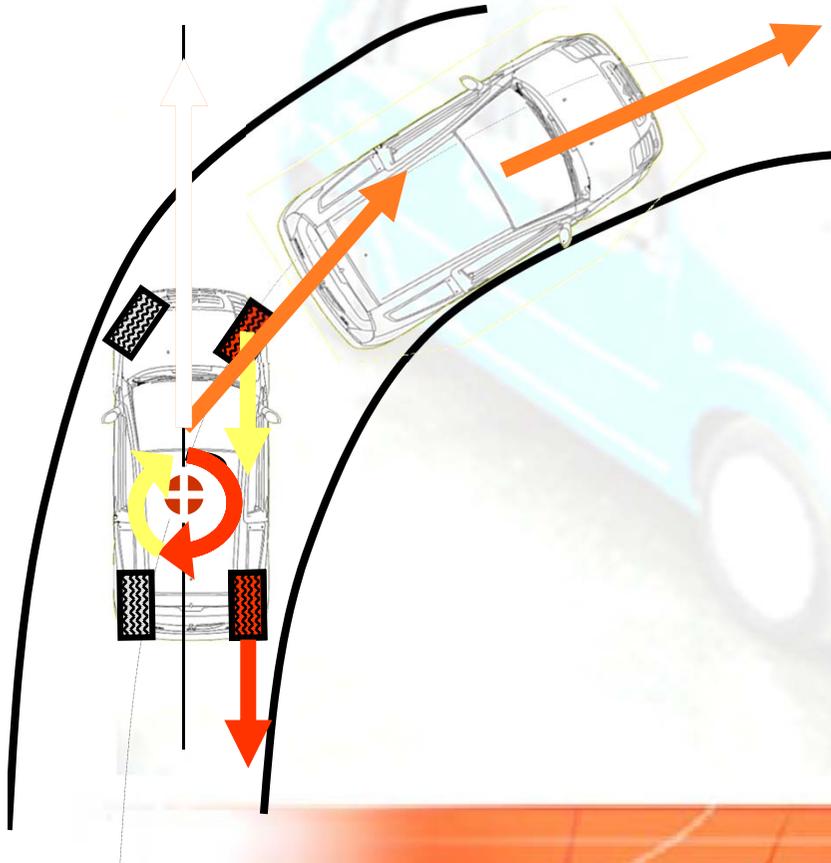


CITROËN

## L'ESP

### ✓ Principe de régulation

### CAS N°1 : LE SOUS-VIRAGE



- **PHASE 1 : freinage de la roue AR intérieure**
- **PHASE 2 : freinage de la roue AV intérieure**
- **Éventuellement coupure des gaz**

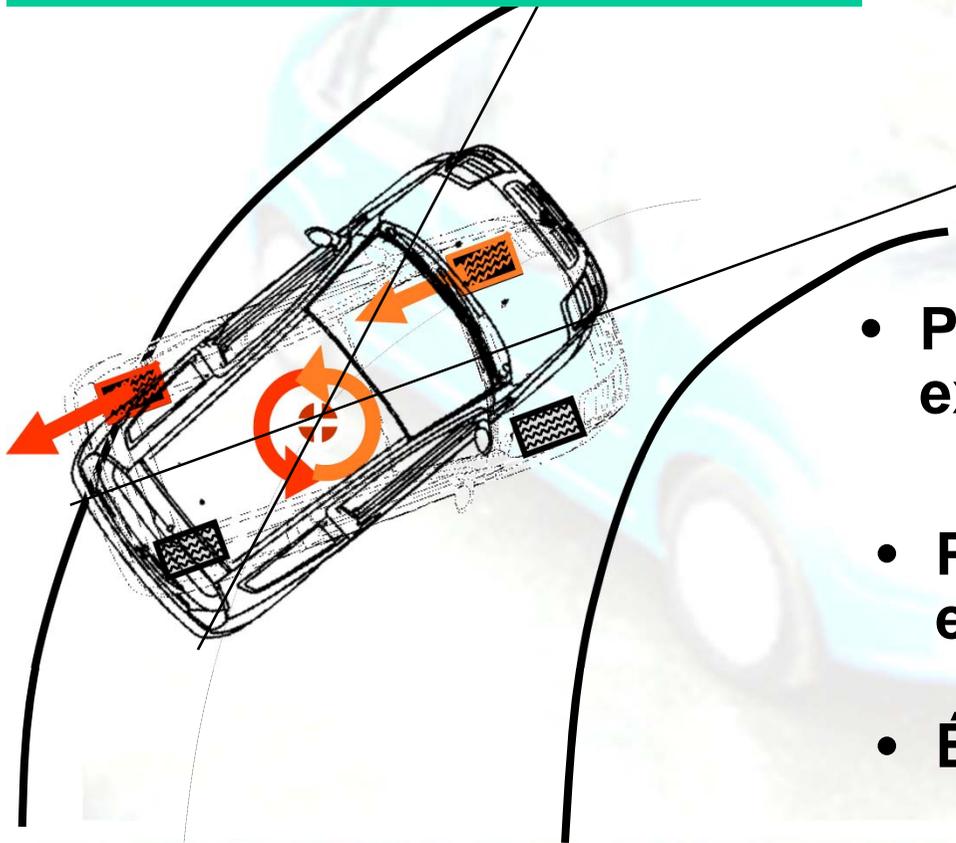


CITROËN

## L'ESP

### ✓ Principe de régulation

### CAS N°2 : LE SUR-VIRAGE



- PHASE 1 : freinage de la roue AR extérieure
- PHASE 2 : freinage de la roue AV extérieure
- Éventuellement coupure des gaz

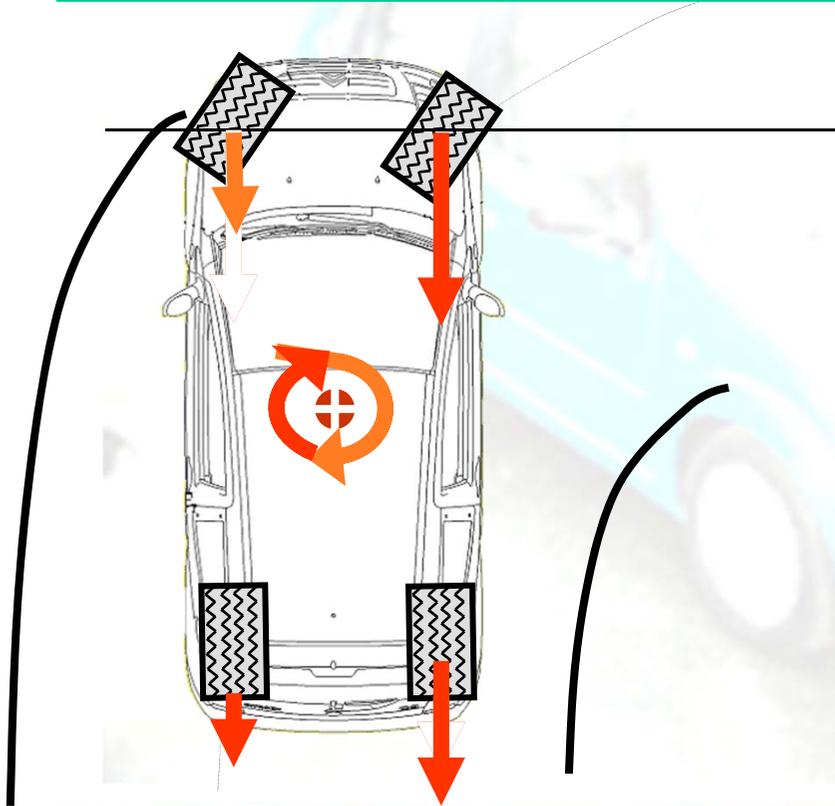


CITROËN

## L'ESP

### ✓ Principe de régulation

### CAS N° 3 : LE SOUS-VIRAGE en FREINAGE



- PHASE 1 : défreinage de la roue AV extérieure
- PHASE 2 : sur-freinage de la roue AR intérieure

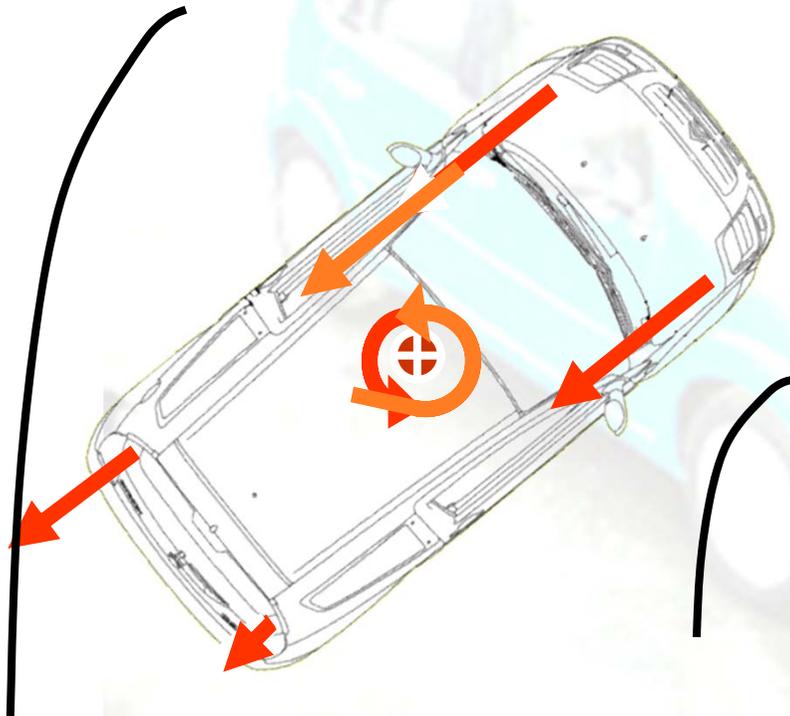


CITROËN

## L'ESP

### ✓ Principe de régulation

#### CAS N° 4 : LE SUR-VIRAGE en FREINAGE



- PHASE 1 : défreinage de la roue AR intérieure
- PHASE 2 : sur-freinage de la roue AV extérieure



CITROËN

## L'ESP

### ✓ Principe de régulation

### AUTRES CAS

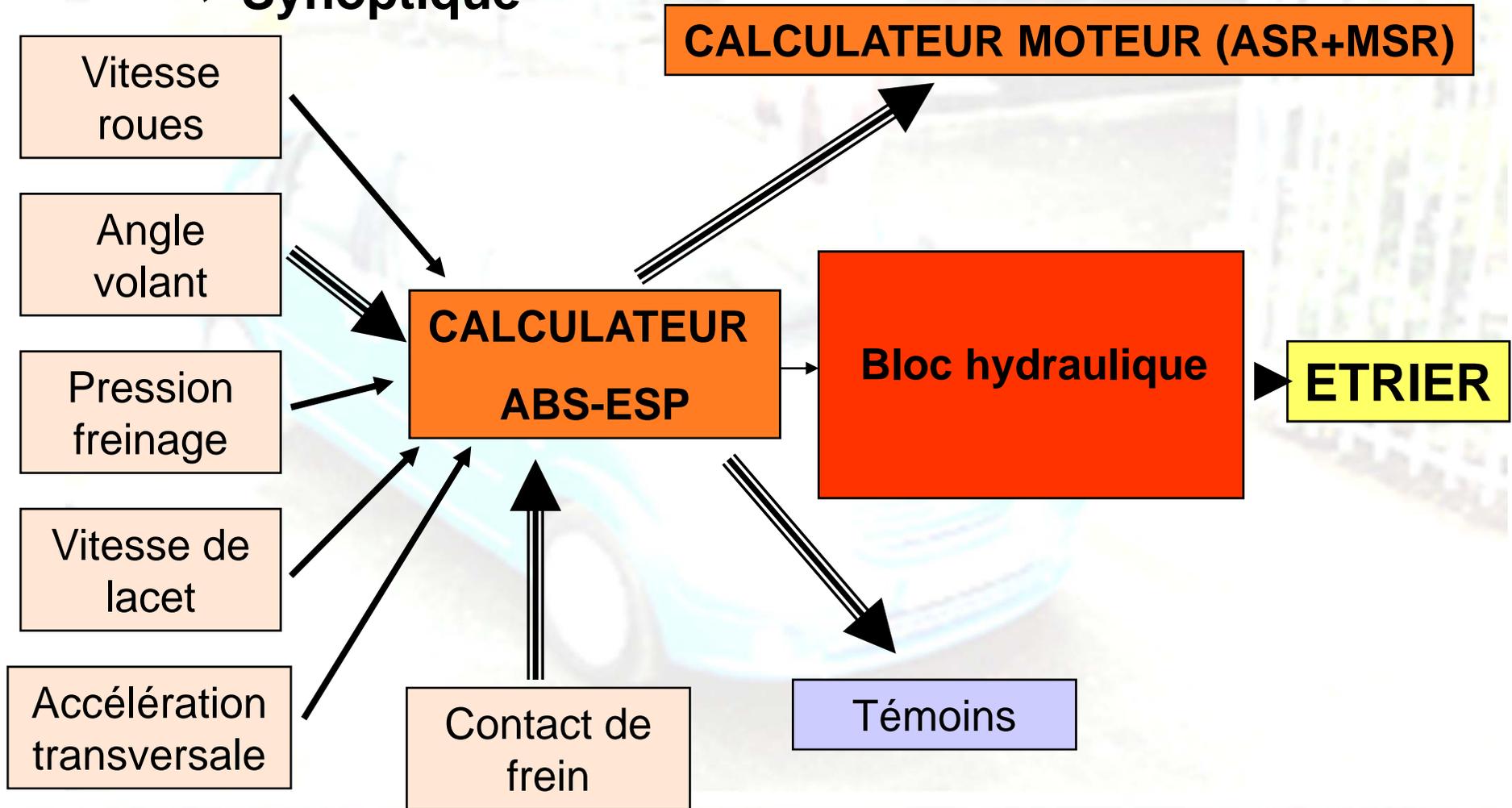
- Les autres situations sont une composition de ces quatre cas
- Par exemple le véhicule peut passer d'un comportement sous-vireur à sur-vireur



CITROËN

# L'ESP

## ✓ Synoptique



ABS – ESP



CITROËN

# L'ESP

## ✓ Synoptique

Angle volant	Vitesse braquage	Sens de braquage
Pression freinage	Papillon	Vitesse véhicule

Vitesse de lacet	Accélération transversale	Vitesse véhicule
------------------	---------------------------	------------------

Volonté du conducteur

### CALCULATEUR ABS-ESP

Calcul écart de trajectoire

Calcul correction

Trajectoire réelle

**CORRECTION**

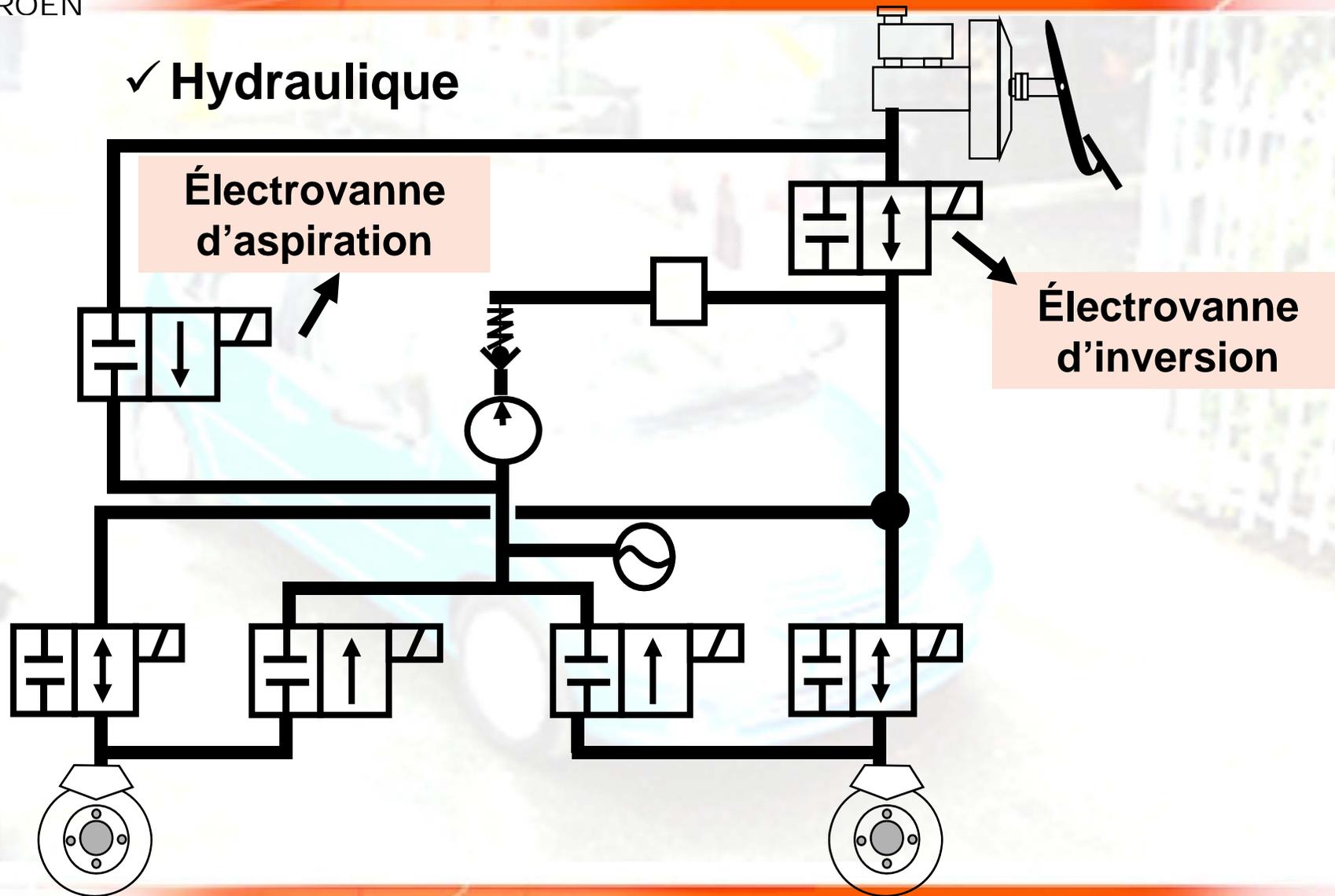
ABS - ESP



CITROËN

# L'ESP

✓ Hydraulique



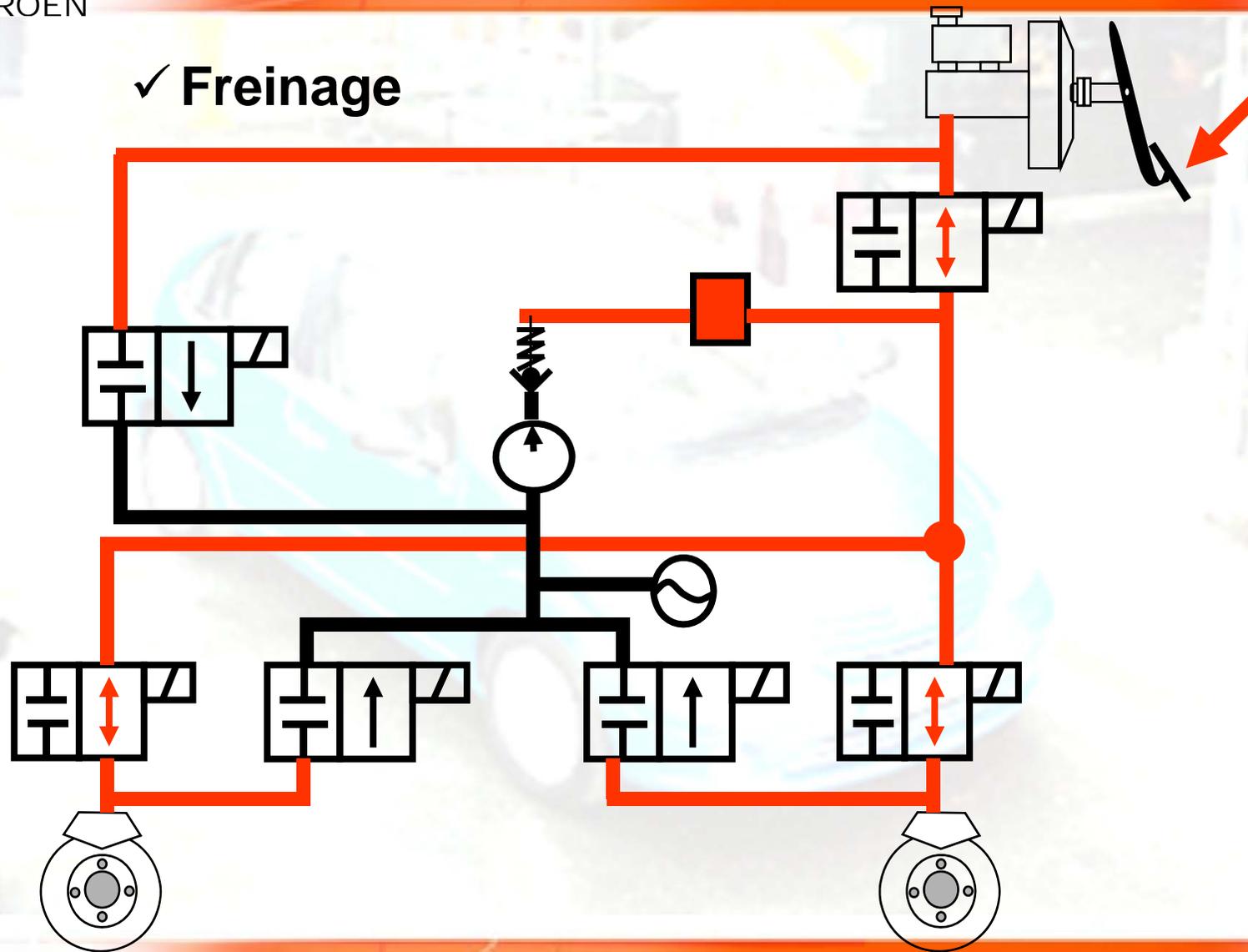
ABS - ESP



CITROËN

# L'ESP

✓ Freinage



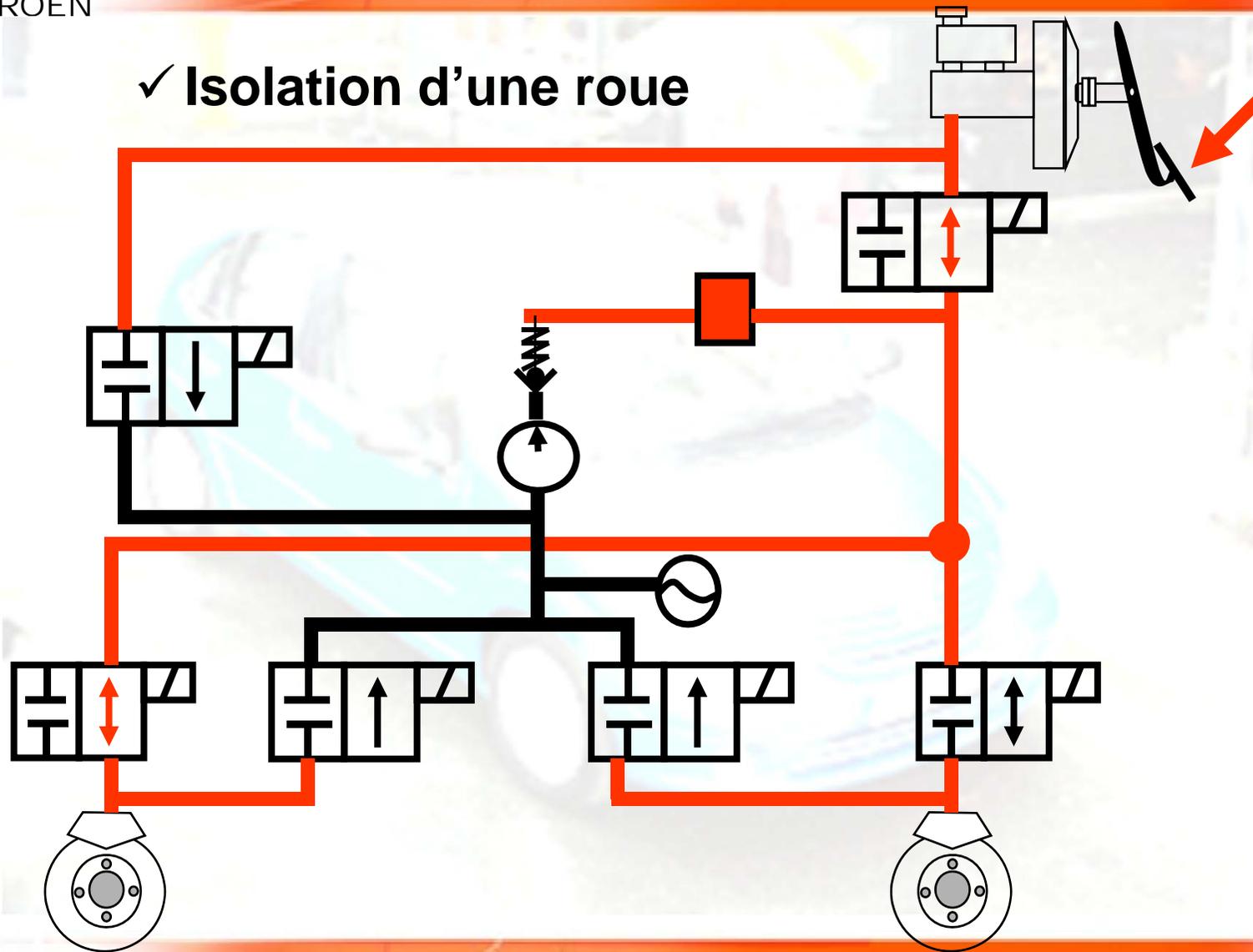
ABS - ESP



CITROËN

# L'ESP

✓ Isolation d'une roue



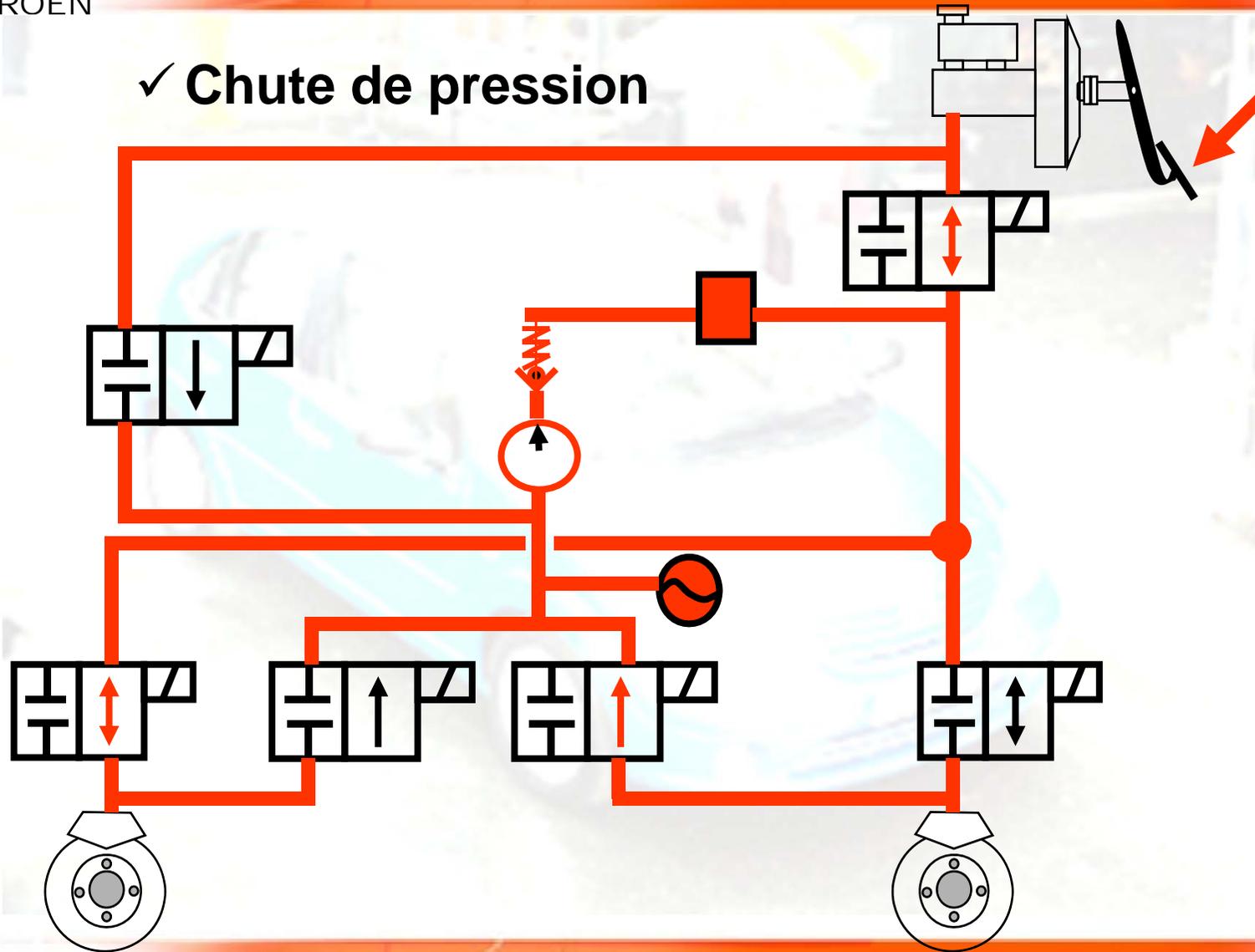
ABS - ESP



CITROËN

# L'ESP

✓ Chute de pression



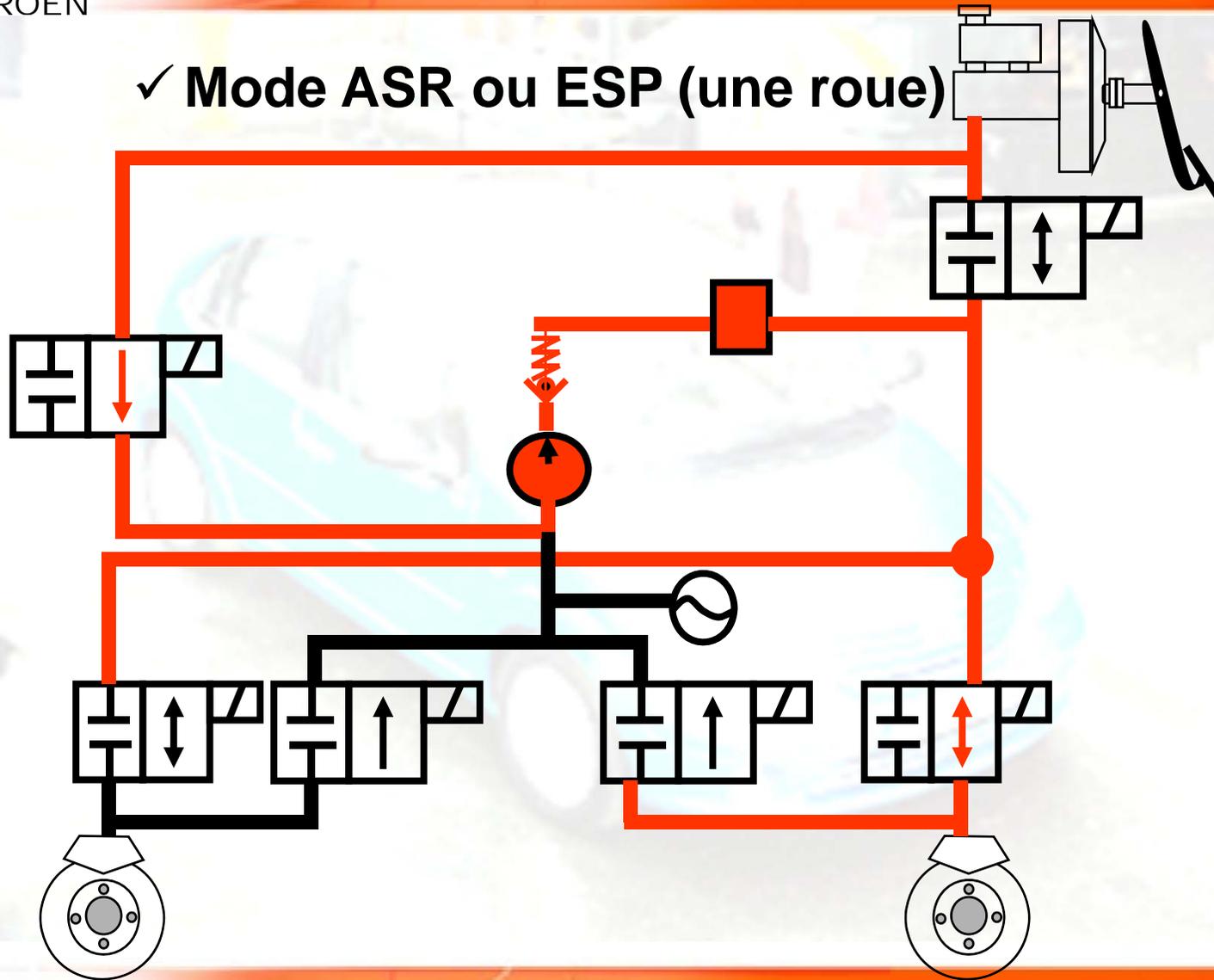
ABS - ESP



CITROËN

# L'ESP

✓ Mode ASR ou ESP (une roue)



ABS - ESP



CITROËN

## L'ESP

### ✓ Les capteurs

#### Opération SAV

- |   |     |
|---|-----|
| • Capteur d'angle volant (MUX)                        | OUI |
| • Capteurs vitesses de roues (Filaire)                | NON |
| • Capteur lacet (Filaire - MUX)                       | NON |
| • Capteur d'accélération transversale (Filaire - MUX) | NON |
| • Capteur de pression (Filaire)                       | NON |



CITROËN

## L'ESP

### ✓ Capteur volant

- Intégré dans le module de commutation sous volant
- Relié au réseau CAN
- Procédure d'initialisation du point milieu en cas de remplacement ou de réglage du train avant (T.P)



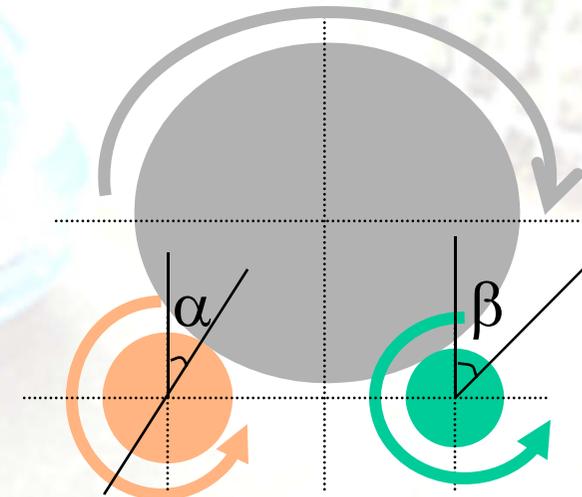
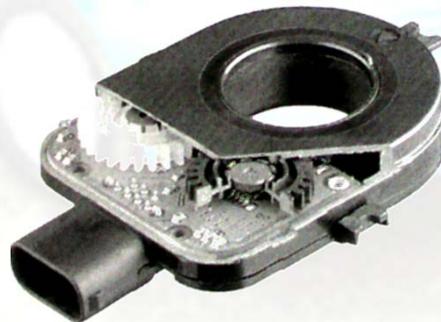
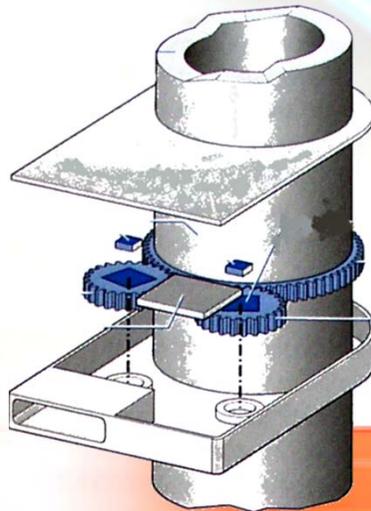


CITROËN

## L'ESP

### ✓ Capteur volant

- 2 roues dentées sont entraînées par la colonne
- 2 diamètres différents donc 2 angles  $\alpha$  et  $\beta$  différents
- 1 position volant => 1 couple de valeurs
- Un algorithme corrige les imprécisions



ABS – ESP



CITROËN

## L'ESP

### ✓ Capteur de roue

- Type inductif (signal sinusoïdal)  
Ou
- Type passif (signal carré) : principe magnéto-résistif
  - Une couronne multipolaire se déplace devant le capteur
  - La résistance varie en fonction du champ magnétique

### Avantages du capteur magnéto-résistif :

- Pas de réglage d'entrefer
- Amplitude indépendante de la vitesse
- Immunité aux parasites

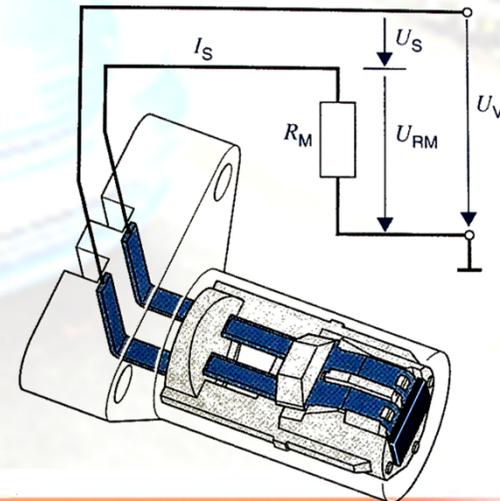
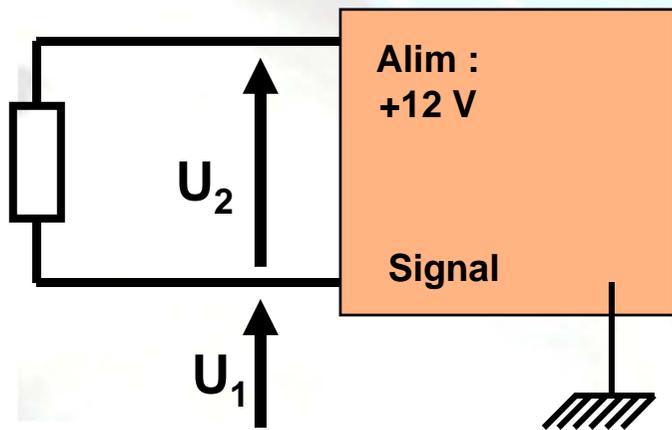
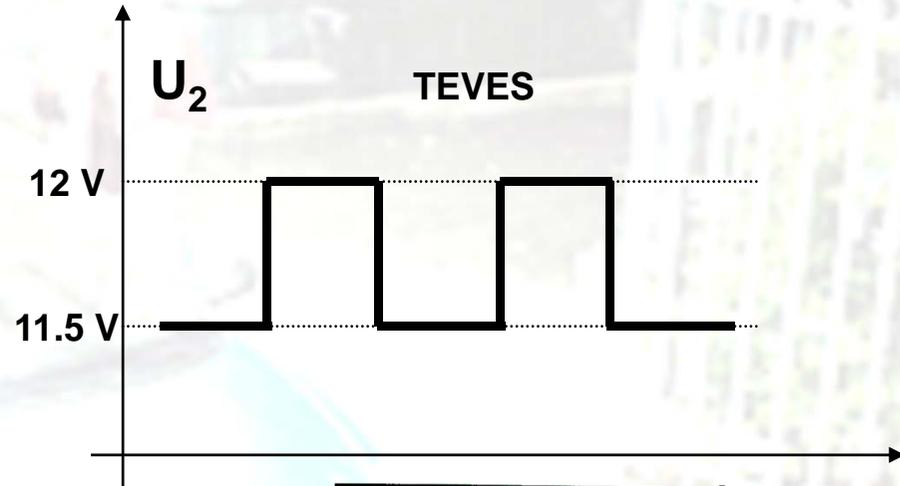
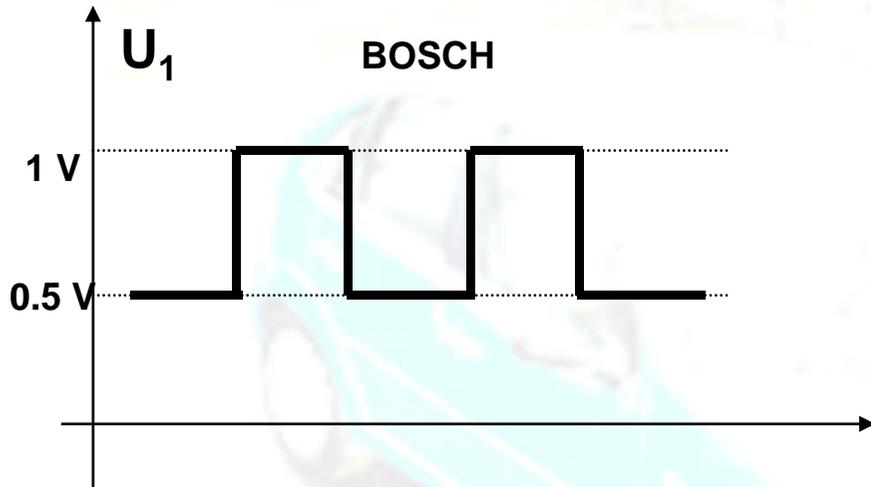




CITROËN

# L'ESP

## ✓ Capteur de roue



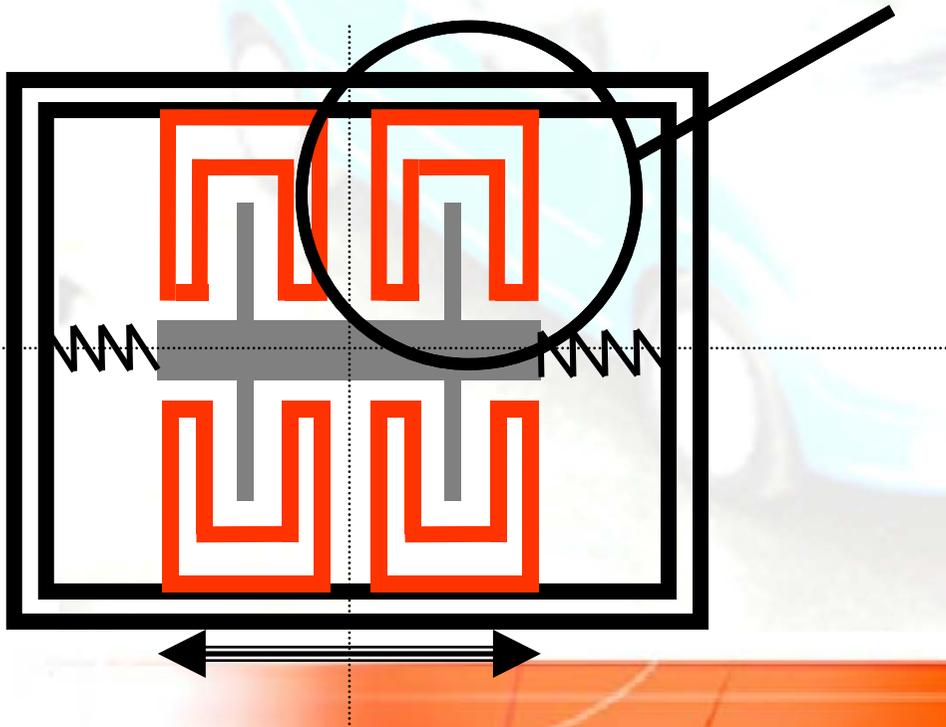


CITROËN

## L'ESP

### ✓ Capteur d'accélération

- Type captage capacitif
- Un ensemble masse ressort est soumis à l'accélération
- Cet ensemble forme des condensateurs



ABS – ESP

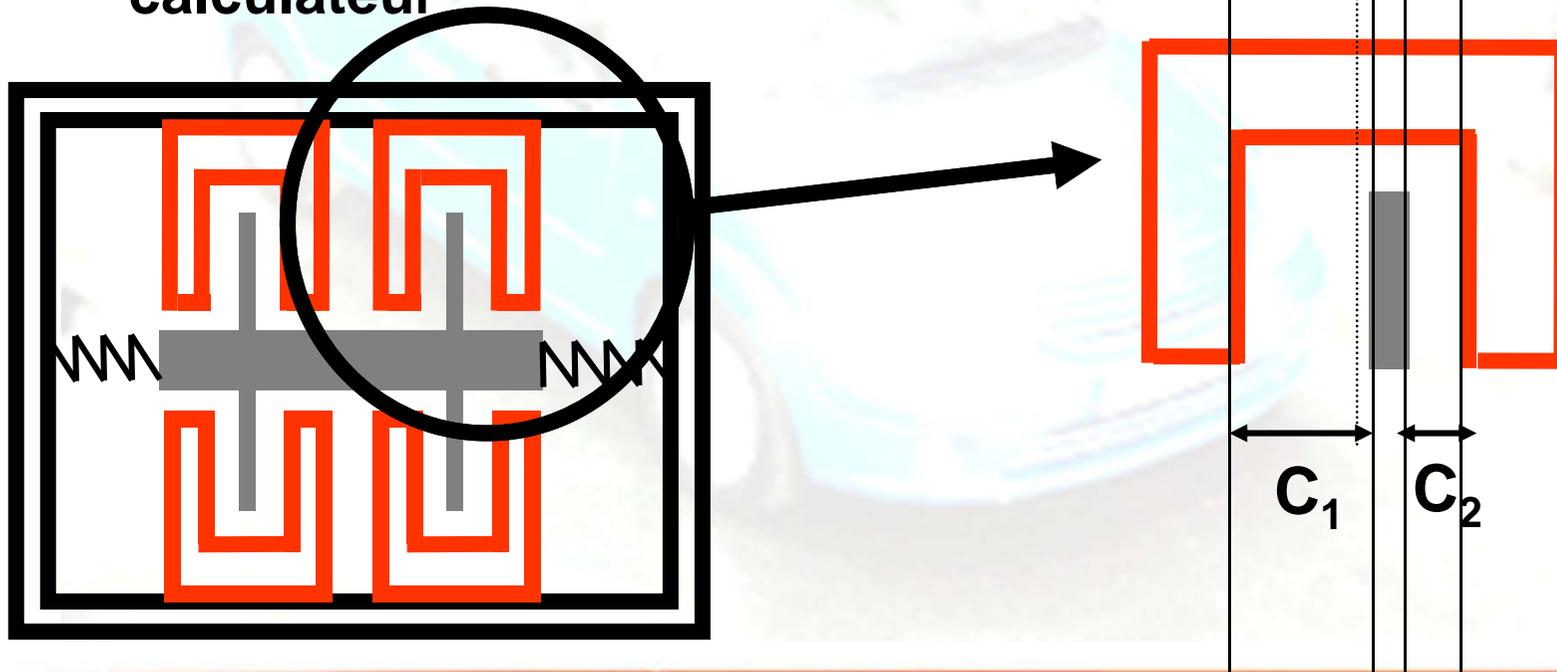


CITROËN

## L'ESP

### ✓ Capteur d'accélération

- La capacité varie en fonction du déplacement, donc de l'accélération
- Le capteur traite l'information et transmet un signal au calculateur



ABS – ESP



CITROËN

## L'ESP

### ✓ Capteur d'accélération

#### ● Consignes

- **Capteur fragile, ne doit pas subir de choc !**
- **Attention au sens de montage !**
- **Serrer les fixations au couple pour respecter la planéité**



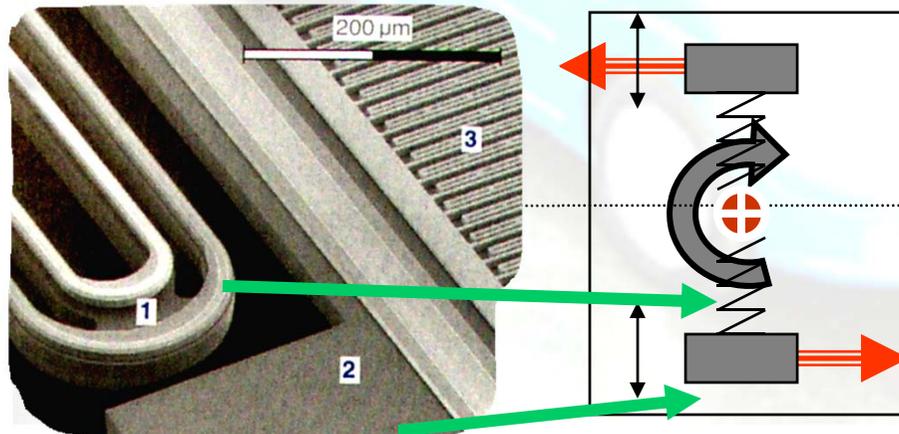
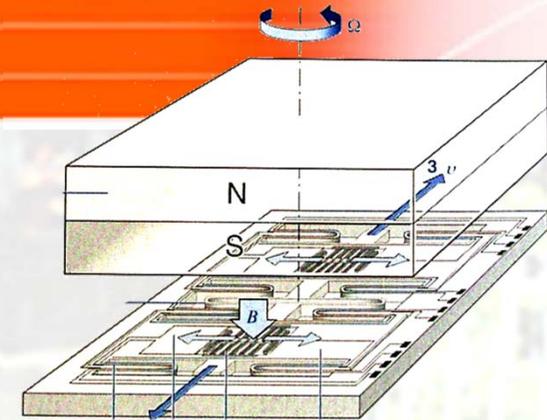
CITROËN

## L'ESP

### ✓ Capteur de vitesse angulaire

- Type gyromètre à vibration :

- Une masse est soumise à une vibration (idem diapason)
- Lors d'une rotation, la vibration est perturbée
- On maintient constante cette vibration
- On obtient un signal proportionnel à la vitesse



ABS – ESP