



**Programme autodidactique 529**

**La e-up!**  
**Trains roulants et transmission**  
Conception et fonctionnement



La e-up! est le premier véhicule électrique de Volkswagen produit en grande série. Elle est également la première voiture à être dotée du système de freinage assurant la récupération de l'énergie au freinage et de la boîte monovitesse 0CZ, cette dernière constituant une unité avec la transmission à courant triphasé. Le couple d'entrée maximal de la boîte monovitesse 0CZ est de 210Nm ; la boîte est silencieuse sur toute la plage de régimes.

Le système de freinage assurant la récupération de l'énergie au freinage a été spécialement mis au point pour les véhicules à transmission à courant triphasé. En mode alternateur, la transmission à courant triphasé peut, dans certaines conditions, générer une décélération. Une décélération électrique de la e-up! est donc possible jusqu'à  $3,5\text{m/s}^2$ . L'énergie obtenue est envoyée à la batterie haute tension par l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique.



s529\_001

**Ce Programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement d'innovations techniques récentes ! Son contenu n'est pas mis à jour.**

Pour les instructions actuelles de contrôle, de réglage et de réparation, veuillez vous reporter à la documentation correspondante du Service après-vente.



**Attention  
Nota**



<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>	
Vue d'ensemble des trains roulants .....	4	
<b>Trains roulants</b> .....	<b>6</b>	
Le système de freinage de la e-up! .....	6	
Le raccordement électrique .....	16	
<b>Transmission</b> .....	<b>17</b>	
La boîte monovitesse 0CZ .....	17	
La mécanique de boîte .....	18	
Le circuit d'huile lubrifiante .....	19	
Le levier sélecteur E313 .....	20	
L'indicateur de rapport .....	23	
La mise en disponibilité de marche .....	24	
<b>Contrôlez vos connaissances</b> .....	<b>25</b>	

# Introduction



## Vue d'ensemble des trains roulants

L'aperçu montre les principaux équipements de série ou optionnels des trains roulants de la e-up!. La e-up! est dotée de trains roulants de base. Le servofrein électromécanique (eBKV) avec accumulateur de pression de marque Bosch et l'ESC/ABS de marque TRW (EBC 460) constituent des nouveautés.

- Jambe de force d'essieu avant de type McPherson
- Servofrein électromécanique (eBKV) avec accumulateur de pression de système de freinage
- Direction assistée électromécanique C-EPS (Column Electric Power Steering) avec capteur d'angle de braquage intégré (société TRW)
- ESC/ABS de marque TRW (Electronic Brake Control – EBC 460)
- Freins à disque à l'avant





Depuis la sortie de la Golf 2013, le programme électronique de stabilisation (ESP) a été rebaptisé programme électronique de stabilisation (ESC) (Electronic Stability Control) sur les nouveaux modèles. Les fonctions de l'ESC sont identiques à celles de l'ESP.



- Fonction de freinage d'urgence City (en option), dans le pack « Drive Pack Plus »

- Essieu arrière semi-rigide

s529\_023

- Freins à tambour à l'arrière



Pour de plus amples informations, voir Programme autodidactique 500 « La up! ».

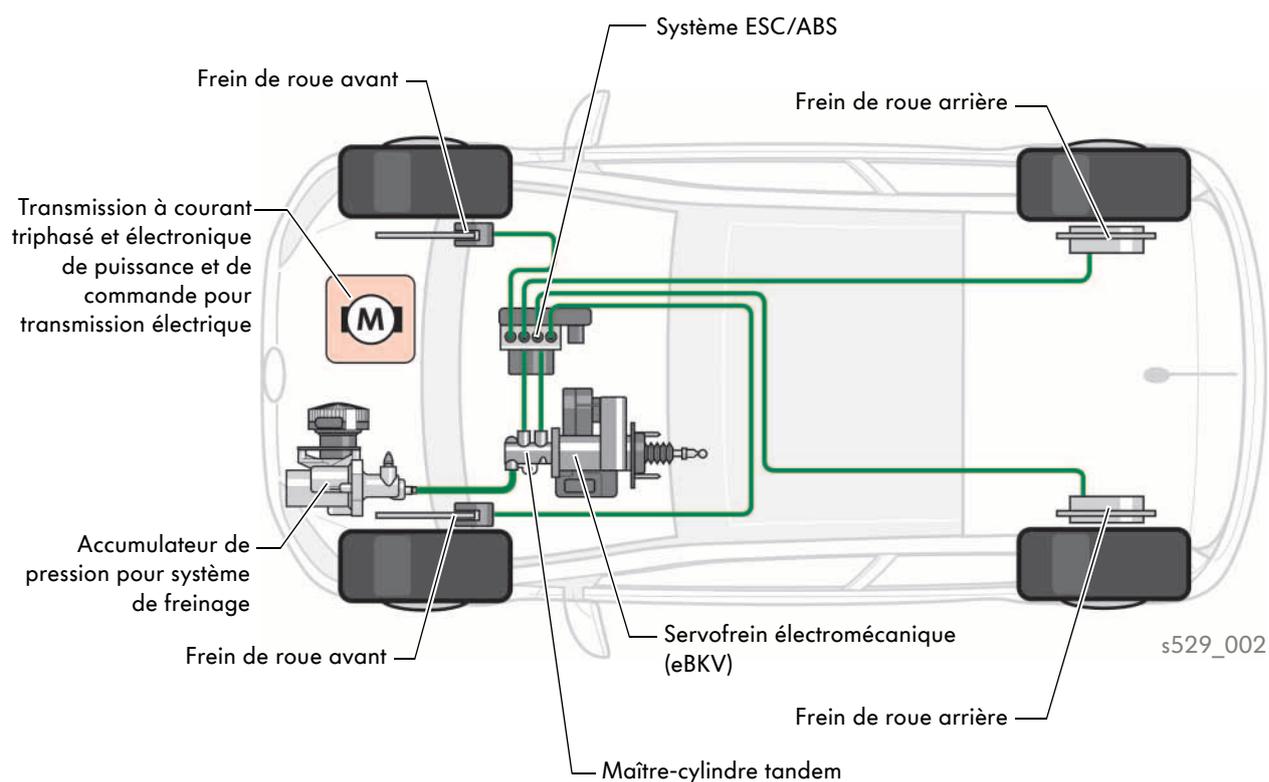
# Trains roulants

## Le système de freinage de la e-up!

Le système de freinage de la e-up! se compose :

- Du maître-cylindre tandem
- Des freins de roue
- Du servofrein électromécanique
- Du système ESC/ABS
- De l'accumulateur de pression de système de freinage
- De la transmission à courant triphasé

Le servofrein électromécanique assiste la force exercée par le conducteur sur la pédale de frein.



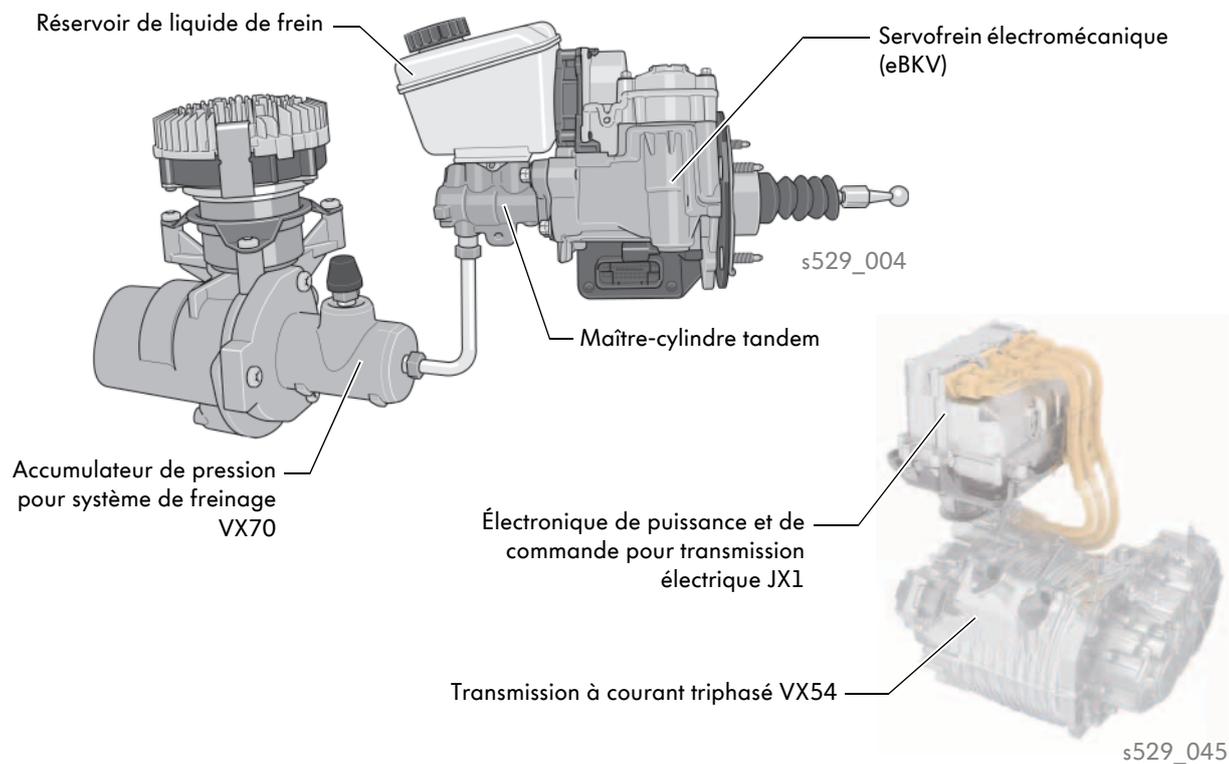
## Le système de freinage assurant la récupération de l'énergie au freinage

Le système de freinage assurant la récupération de l'énergie au freinage a été développé pour les véhicules dotés d'une transmission à courant triphasé. La transmission à courant triphasé peut, en mode alternateur, générer une décélération en fonction du régime, de la température de la batterie haute tension et de l'état de charge de la batterie haute tension. Ces dépendances provoquent des décélération électriques variables et doivent éventuellement être compensées hydrauliquement. L'interaction entre la décélération électrique et la décélération hydraulique est appelée freinage mixte (brake blending). La e-up! peut décélérer électriquement jusqu'à  $3,5\text{m/s}^2$ . L'énergie obtenue est envoyée à la batterie haute tension par l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique. Le système de freinage exploite le potentiel de décélération de la transmission à courant triphasé lors des freinages du véhicule pour augmenter l'autonomie de conduite électrique.



Le système de freinage pour récupération de l'énergie au freinage se compose :

- Du servofrein électromécanique (eBKV)
- Du maître-cylindre tandem
- De l'accumulateur de pression de système de freinage VX70
- De la transmission à courant triphasé VX54
- De l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique JX1



# Trains roulants

## Le servofrein électromécanique (eBKV)

L'assistance de freinage est réalisée à l'aide d'un servofrein électromécanique (eBKV).

Les avantages du servofrein électromécanique (eBKV) de la e-up! sont les suivants :

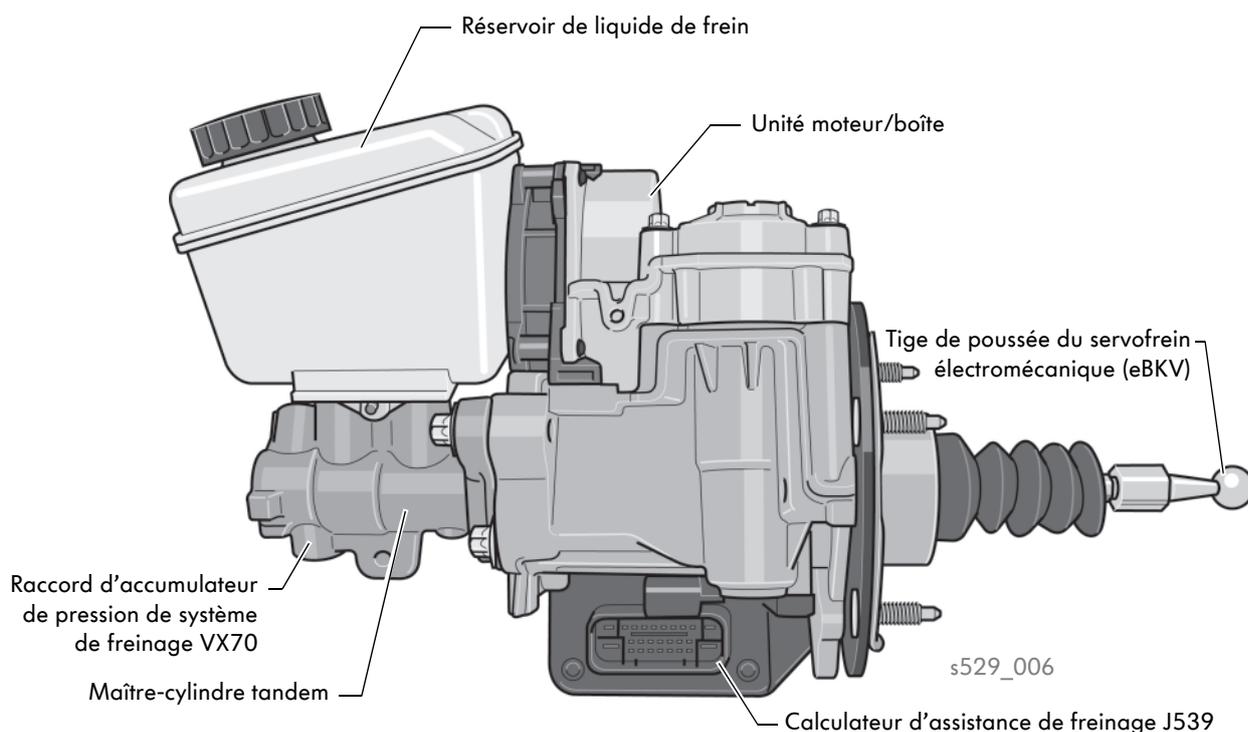
- Assistance de freinage indépendante de la dépression
- Fonction de freinage mixte (brake blending),
- Montée en pression très dynamique
- Grande précision de réglage de la pression
- Caractéristique de la pédale de frein ou de force sur la pédale identique



## Conception

Le servofrein électromécanique est implanté dans le compartiment-moteur. Il est relié à l'accumulateur de pression de système de freinage VX70 et au système ESC/ABS. Le servofrein électromécanique se compose des éléments suivants :

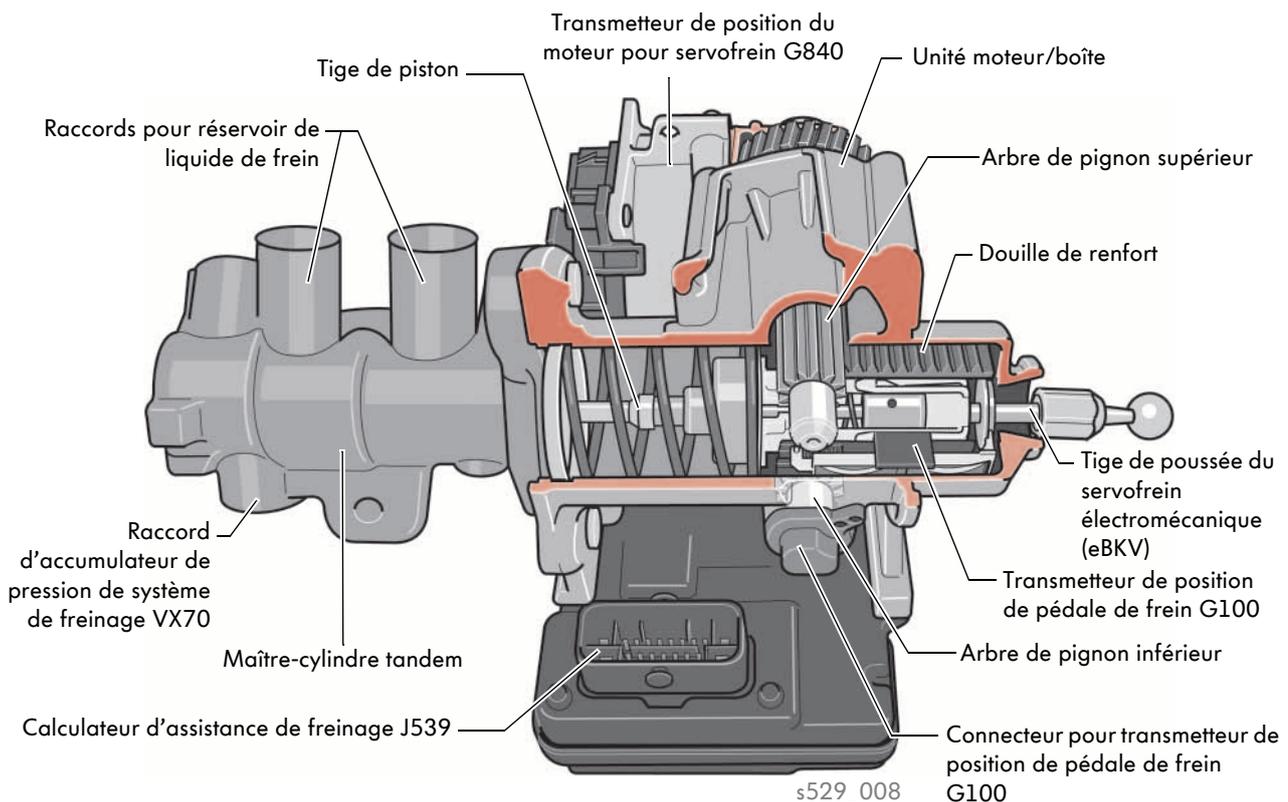
- Calculateur d'assistance de freinage J539
- Unité moteur/boîte
- Tige de poussée du servofrein électromécanique
- Maître-cylindre tandem



## Fonctionnement

Le conducteur actionne la pédale de frein. La force exercée sur la pédale est appliquée au système par l'intermédiaire de la tige de poussée et transmise au maître-cylindre tandem par l'intermédiaire de la tige de piston. Lors de ce processus, la tige de poussée est décalée d'une valeur définie vers la gauche. Cette valeur est transmise par le capteur de position de la pédale de frein G100 au calculateur d'assistance de freinage J539. Simultanément, le servofrein électromécanique détecte la position du moteur. Cette information est fournie par le transmetteur de position du moteur pour servofrein G840, monté dans l'unité moteur/boîte.

À partir des informations « demande de freinage du conducteur » et « position du moteur », le calculateur de servofrein J539 du servofrein électromécanique calcule l'assistance de freinage requise. La douille de renfort des arbres de pignon à guidage axial est alors repoussée vers la gauche et assiste ainsi l'effort exercé par le conducteur sur la pédale. Sur la e-up!, l'eBKV permet de multiplier la force de freinage par un facteur 6.



Les feux stop et le signal de test de freinage sont pilotés par le transmetteur de position de pédale de frein G100 de l'eBKV.

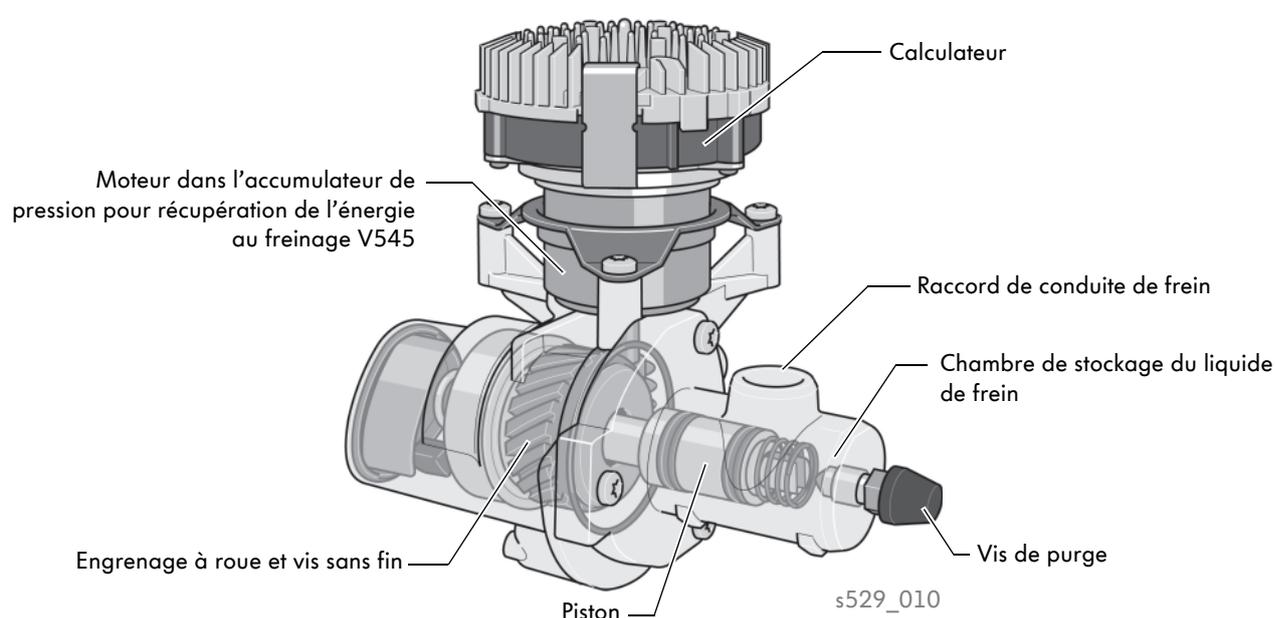


## L'accumulateur de pression de système de freinage VX70

L'accumulateur de pression de système de freinage VX70 stocke du liquide de frein en fonction des besoins et le réinjecte dans le système de freinage. L'objectif consiste à réduire la pression de freinage.

### Conception

L'accumulateur de pression de système de freinage VX70 est relié directement au maître-cylindre tandem. Lorsque le véhicule est décéléré par la transmission à courant triphasé VX54 (en mode alternateur), le liquide de frein qui n'est pas nécessaire est stocké dans l'accumulateur de pression de système de freinage VX70.



### Fonctionnement

La fonction de freinage mixte (brake blending) est assurée par les composants du système.

Lorsque le calculateur d'assistance de freinage J539 détecte une décélération insuffisante de l'alternateur, le liquide de frein de l'accumulateur de pression de système de freinage VX70 est réinjecté sous pression dans le système de freinage. Le signal est envoyé par le calculateur d'assistance de freinage J539 au calculateur de l'accumulateur de pression de système de freinage VX70.

Si une décélération suffisante de l'alternateur est disponible, la pression de freinage sur les freins de roue est réduite. Cette opération est réalisée par le stockage de liquide de frein dans l'accumulateur de pression de système de freinage VX70. Pour cela, le piston est repoussé par le moteur dans l'accumulateur de pression de freinage pour la récupération de l'énergie au freinage V545.

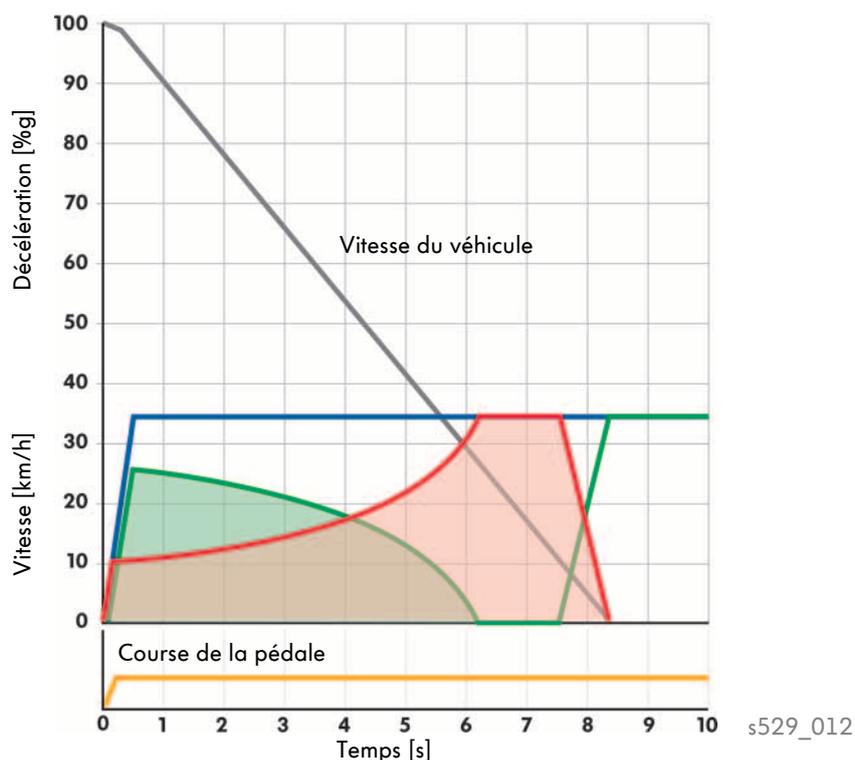
## Freinage mixte (brake blending)

Une disposition légale exige la compensation automatique des décélérations électriques variables de la transmission à courant triphasé. La commutation entre décélération électrique et décélération hydraulique durant un freinage est appelée freinage mixte (brake blending). L'objectif est que les efforts et les courses d'actionnement de la pédale de frein soient toujours les mêmes, que la décélération soit assurée par des moyens électriques (transmission à courant triphasé) ou hydrauliques (freins de roue).

La transmission à courant triphasé peut, en mode alternateur, générer un couple de freinage sur l'essieu moteur du véhicule. Ce couple dépend de la vitesse du véhicule, de l'état de charge et de la température de la batterie haute tension, ainsi que du régime et du couple de la transmission à courant triphasé. Ces dépendances peuvent provoquer des temporisations électriques variables. Ces dernières doivent être compensées hydrauliquement, indépendamment du souhait du conducteur. La régulation entre freinage électrique et freinage des freins de roue est assurée automatiquement par le calculateur d'assistance de freinage J539 de l'eBKV.



### Exemple de freinage mixte



#### Légende

-  Demande de décélération exprimée par l'actionnement de la pédale de frein
-  Décélération par friction : couple de freinage hydraulique
-  Décélération régénérative : couple de freinage de l'alternateur de la transmission à courant triphasé
-  Course de la pédale : les forces et courses de la pédale de frein restent constantes



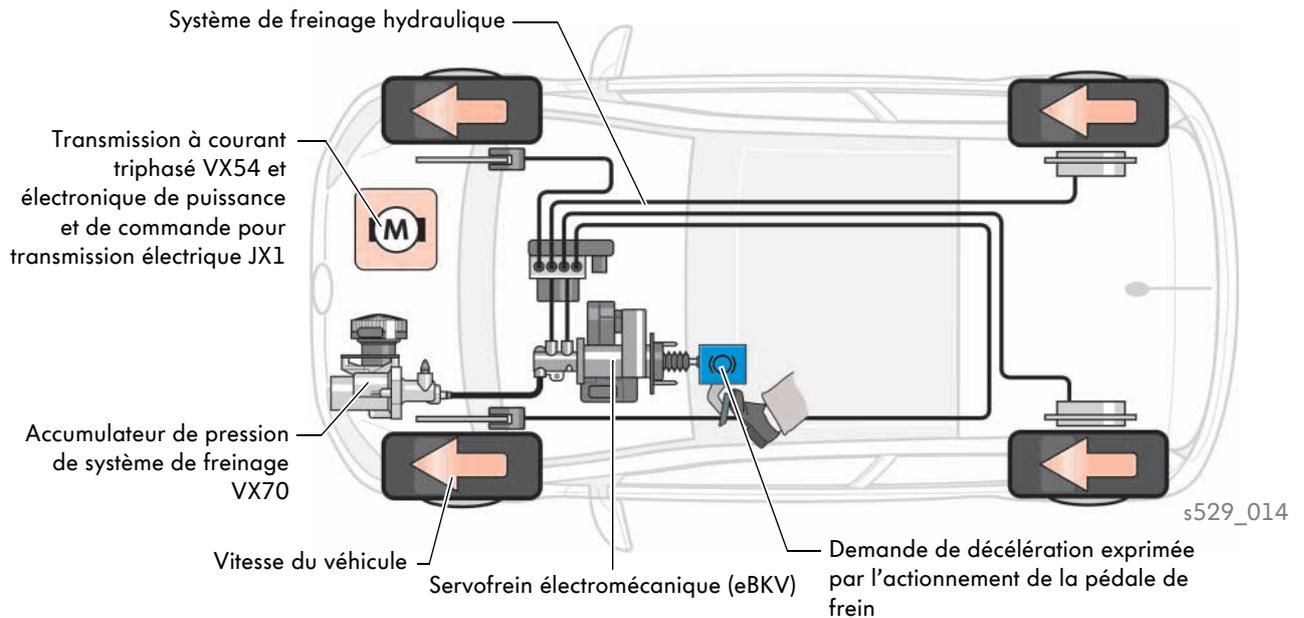
La somme de la décélération par friction et de la décélération régénérative correspond toujours à la demande de décélération totale.

# Trains roulants

## Freinage mixte (brake blending)

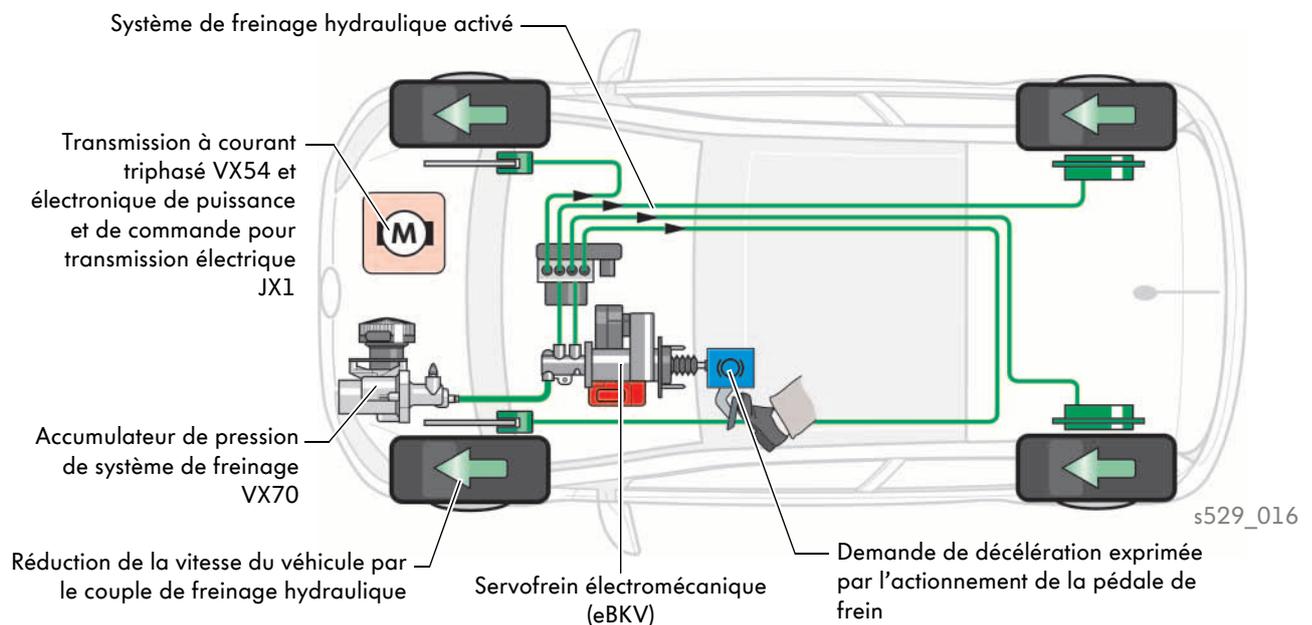
### 1. Demande de décélération

Le conducteur actionne la pédale de frein pour provoquer la décélération ou l'arrêt total du véhicule. Le calculateur d'assistance de freinage J539 détermine le souhait du conducteur grâce à la position de la pédale de frein.



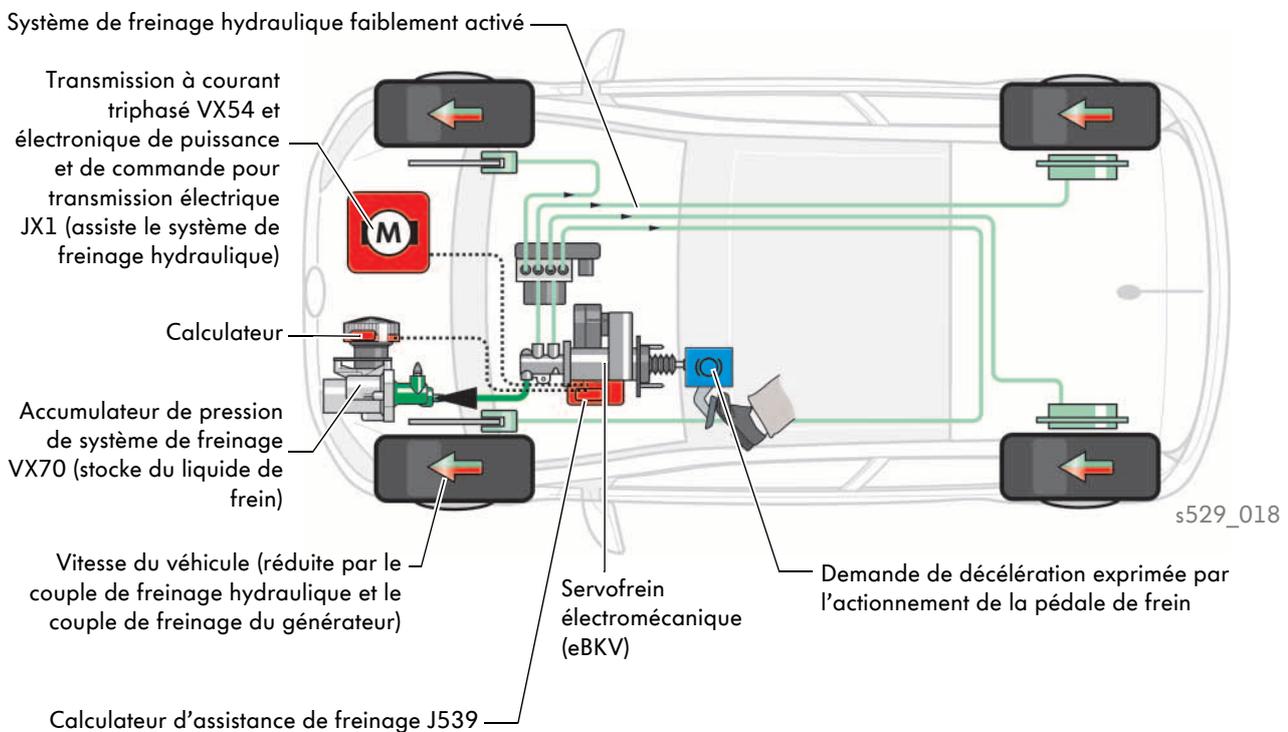
### 2. Décélération par friction

Le souhait de décélération du conducteur provoque la montée en pression du système de freinage hydraulique et permet ainsi de réduire la vitesse du véhicule.



### 3. Assistance par décélération régénérative

Le calculateur d'assistance de freinage J539 de l'eBVK reçoit de l'électronique de puissance et de commande pour propulsion électrique JX1 l'information que la transmission à courant triphasé VX54 peut assister le système de freinage hydraulique. Cela se produit lorsque le véhicule circule à vitesse élevée. Suivant le couple de freinage disponible de l'alternateur, soit aucune pression de freinage n'est établie, soit la pression de freinage est réduite. Lorsque la vitesse diminue, le couple de freinage de l'alternateur augmente. La pression de freinage sur les roues peut ainsi être réduite en fonction du couple de freinage disponible de l'alternateur. Pour cela, l'accumulateur de pression de système de freinage VX70 stocke du liquide de frein et la pression dans le système de freinage hydraulique est réduite. Cela permet, pendant une période donnée, d'assurer la décélération uniquement grâce au couple de freinage de l'alternateur.



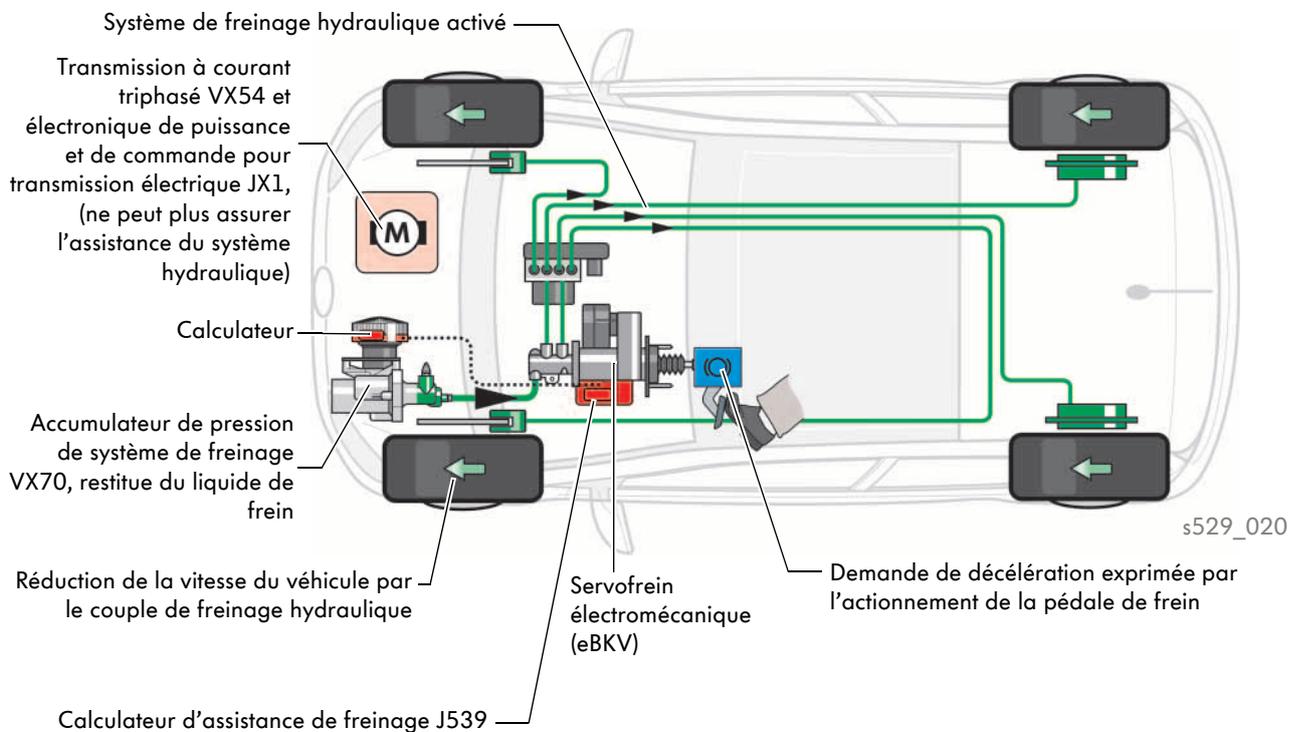
Une assistance du système de freinage hydraulique par la transmission à courant triphasé dépend de :

- La vitesse du véhicule
- L'état de charge de la batterie haute tension (une batterie entièrement chargée ne peut plus stocker d'énergie)
- La température de la batterie haute tension
- Le régime de la transmission à courant triphasé
- Le couple de la transmission à courant triphasé

# Trains roulants

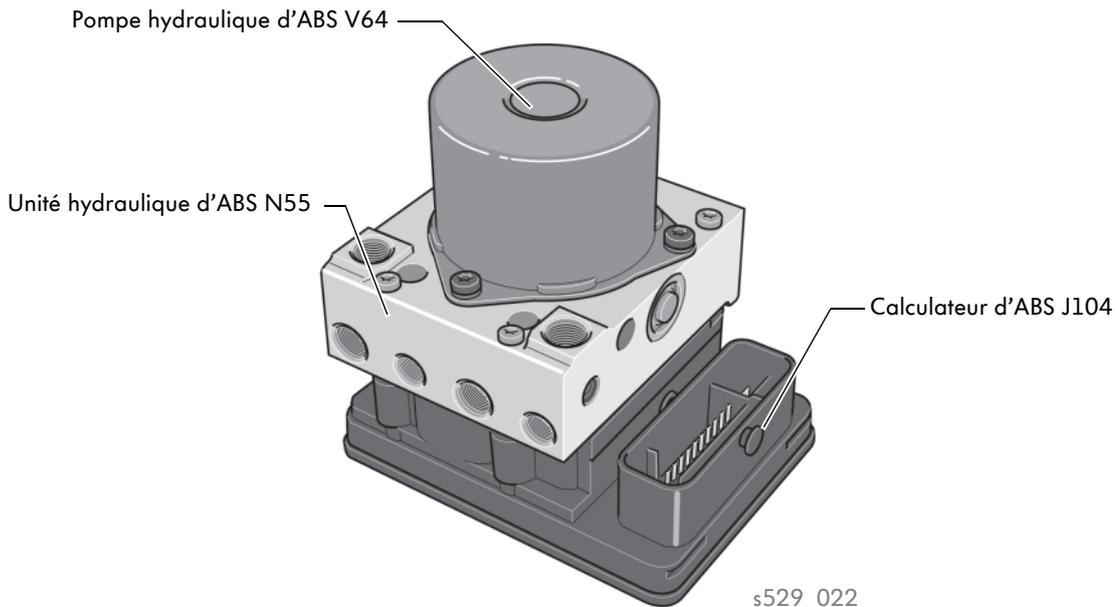
## 4. L'assistance par la transmission à courant triphasé ne suffit pas

Si le couple de freinage de l'alternateur diminue durant la décélération, le calculateur d'assistance de freinage J539 délivre un signal à l'adresse du calculateur d'accumulateur de pression de système de freinage VX70. L'accumulateur de pression restitue alors au système de freinage le liquide de frein stocké, provoquant ainsi une augmentation de pression dans le système de freinage hydraulique. Cela se produit lors de freinages destinés à immobiliser le véhicule. Le couple de l'alternateur est réduit lorsque la vitesse du véhicule est inférieure à 10 km/h. Le véhicule est alors freiné hydrauliquement.



## Le système ESC/ABS

Le nouveau système ESC/ABS de marque TRW (Thompson Ramo Wooldridge, EBC 460) permet une montée rapide et un maintien prolongé de la pression de freinage.



### E-MSR

La régulation électrique du couple d'inertie du moteur (E-MSR) détecte le patinage des roues motrices sous l'effet du frein moteur.

La limitation de la récupération de l'énergie au freinage constitue une extension de la régulation électrique du couple d'inertie du moteur (E-MSR). Elle permet d'éviter une instabilité du comportement routier et un blocage éventuel des roues en cas de puissance de récupération trop élevée. Le couple d'inertie du moteur est alors augmenté si nécessaire. Cette augmentation ne dépend pas des coefficients de frottement.

### E-HBV

Le servofrein électrohydraulique (E-HBV) renforce le freinage grâce au calculateur ESC lorsque le servofrein électromécanique (eBKV) ne peut pas produire de pression de freinage suffisante, par exemple en cas de défaillance de l'eBKV.

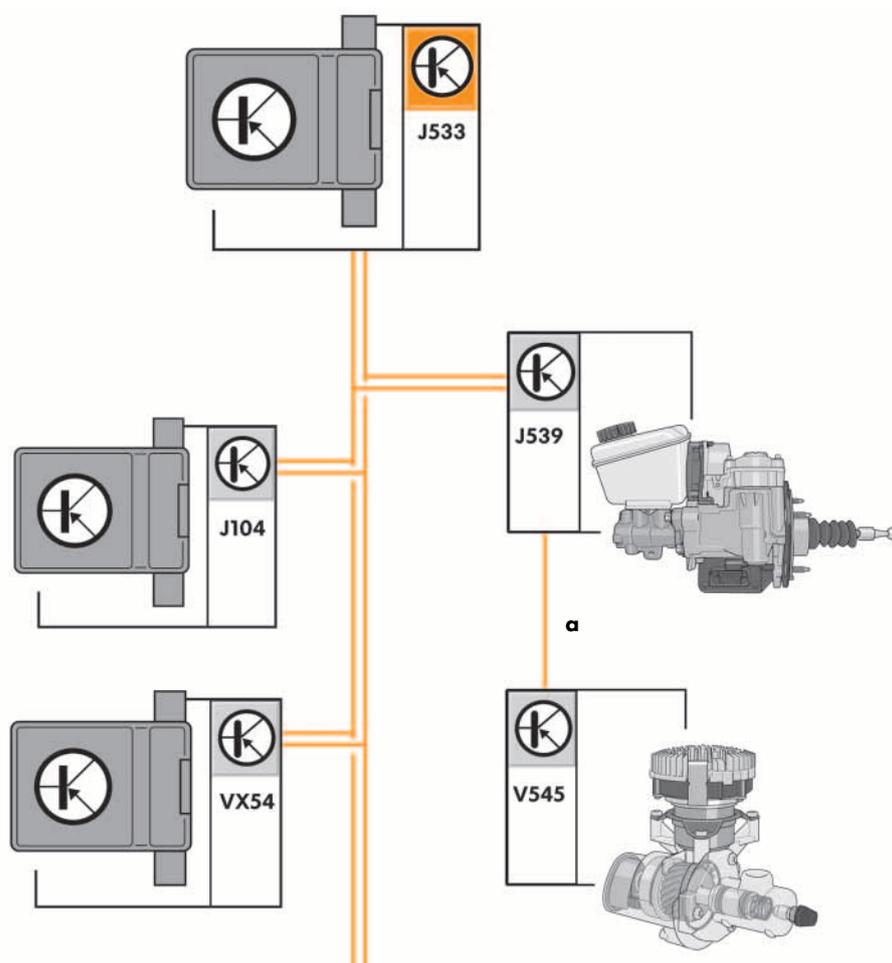


Pour de plus amples informations sur les systèmes d'antipatinage, voir Programme autodidactique 374, « Systèmes d'antipatinage et d'assistance ».



# Trains roulants

## Le raccordement électrique

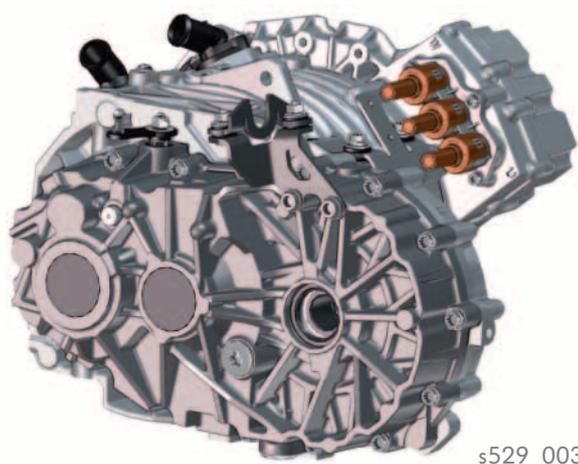


s529\_024

### Légende

- a Bus CAN privé
- J104 Calculateur d'ABS
- J533 Interface de diagnostic du bus de données
- J539 Calculateur d'assistance de freinage
- V545 Moteur dans l'accumulateur de pression pour récupération de l'énergie au freinage
- VX54 Transmission à courant triphasé
-  Bus CAN Propulsion
-  Bus CAN Diagnostic
-  Câble du bus CAN

## La boîte monovitesse 0CZ



s529\_003

La e-up est équipée de la boîte monovitesse 0CZ. La boîte de vitesses et la transmission triphasée VX54 sont regroupées en une unité.

Les concepteurs ont dû relever le défi de réaliser une boîte de vitesses silencieuse sur toute la plage de régimes.



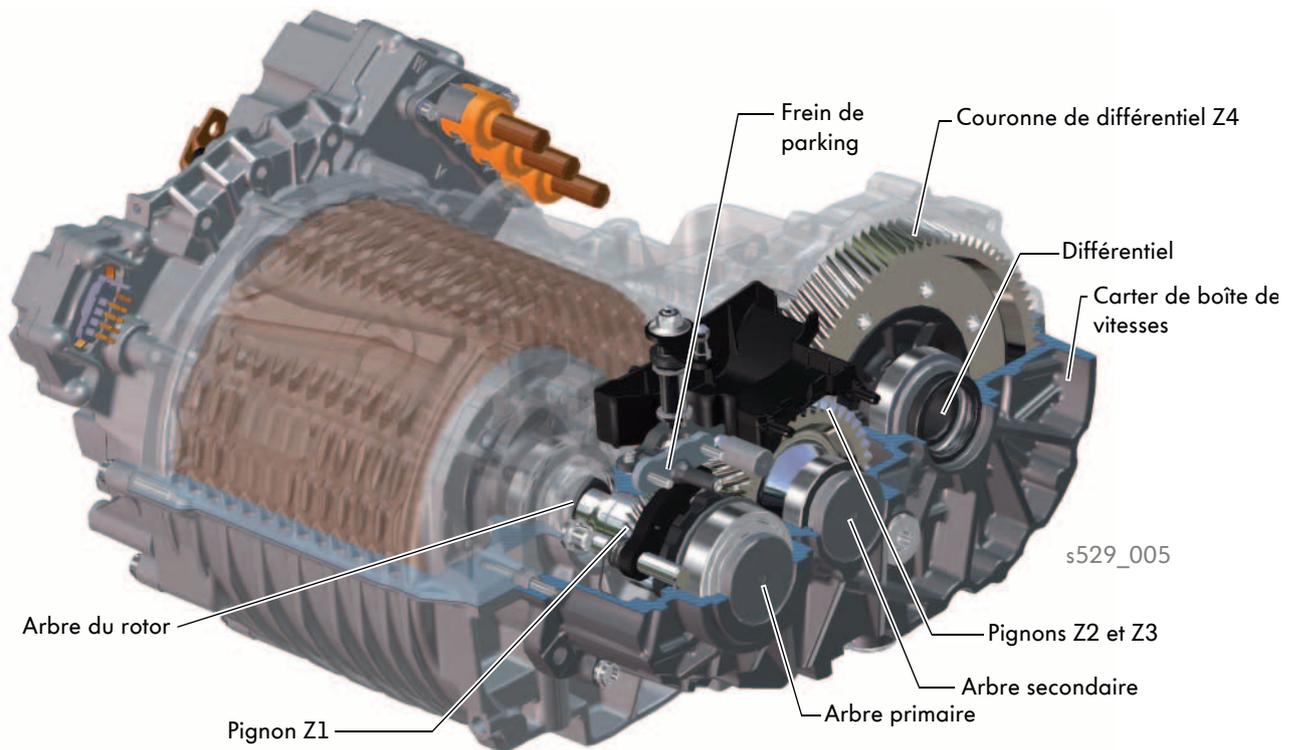
### Caractéristiques techniques

Désignation de la boîte	0CZ
Nombre de vitesses	1
Étages de démultiplication	2
Rapports de démultiplication	Étage 1 : 1,577 (Z1 = 26 ; Z2 = 41) Étage 2 : 5,176 (Z3 = 17 ; Z4 = 88)
Couple d'entrée maximal	210Nm
Régime d'entrée maximal	12 000 tr/min
Poids (huile comprise)	16,3kg
Capacité d'huile	0,7 l (référence pièce : voir ETKA)
Arbres	Liaison enfichable

# Transmission

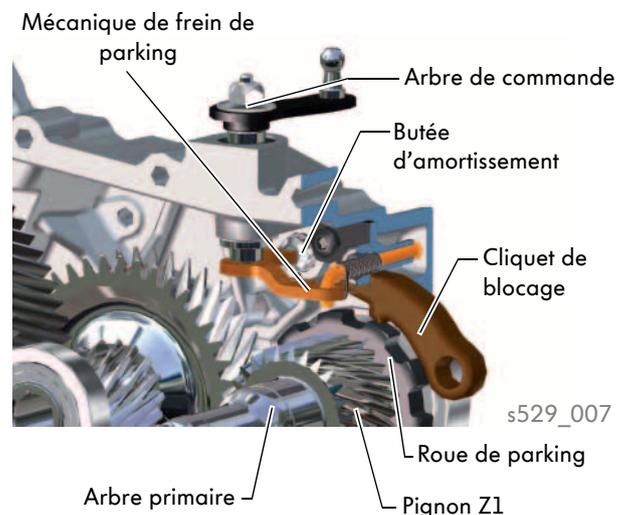
## La mécanique de boîte

L'arbre primaire est relié par des cannelures à l'arbre du rotor de la transmission à courant triphasé VX54. L'arbre du rotor en rotation entraîne l'arbre primaire. La force est transmise à l'arbre secondaire par l'intermédiaire du couple de pignons Z1-Z2. Le couple de pignons Z3-Z4 transmet la force de l'arbre secondaire au couple réducteur, et de là aux roues.



## Le frein de parking

La roue de parking est solidaire de l'arbre primaire. Les paliers et la fixation de la mécanique de frein de parking sont intégrés dans le carter de boîte de vitesses. Un cliquet de blocage empêche l'enclenchement à vitesse trop élevée. En dessous de 5 km/h, le cliquet de blocage s'enclenche dans la roue de parking. La butée d'amortissement située dans le carter moteur sert de butée et d'insonorisant.



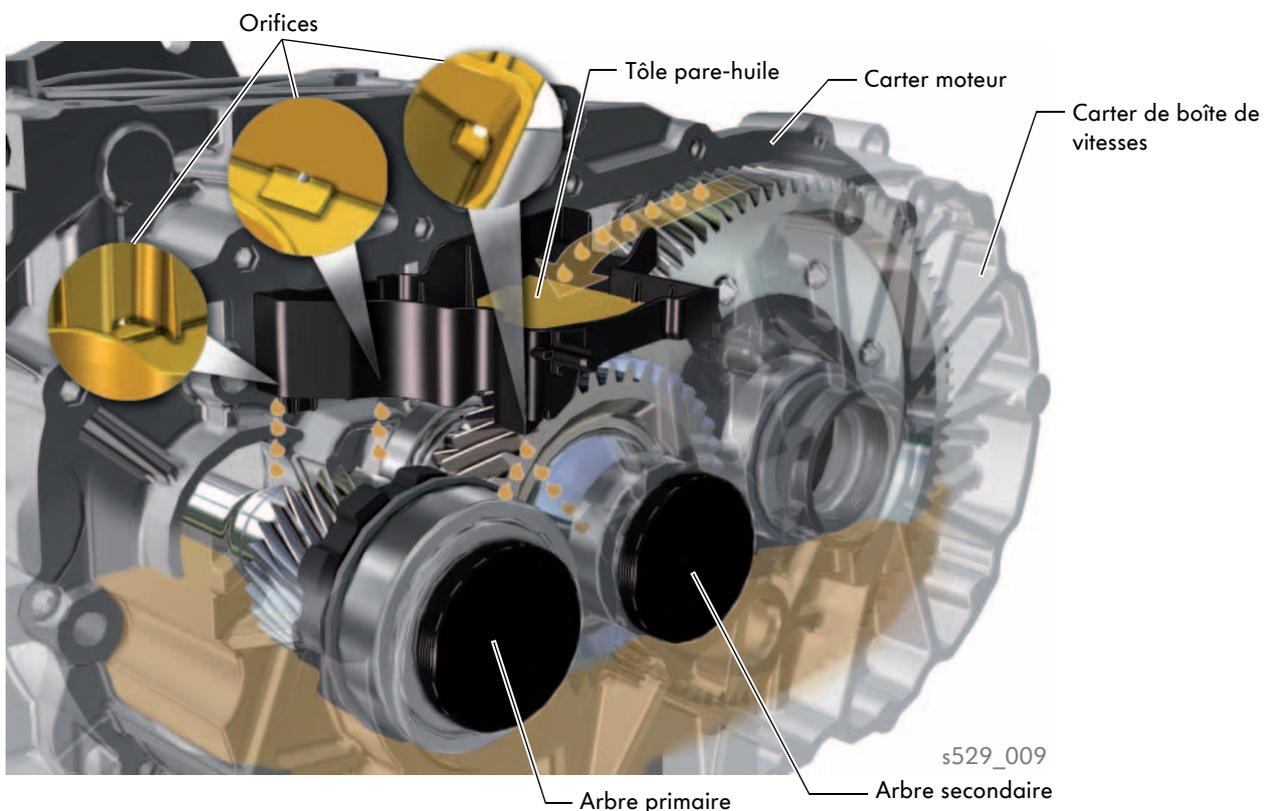
## Le circuit d'huile lubrifiante

La lubrification des trois paliers de l'arbre primaire, de l'arbre secondaire et du couple réducteur est assurée côté carter de boîte de vitesses comme côté carter moteur par une tôle pare-huile spéciale comportant trois orifices et deux canaux dans le carter.

### Le circuit d'huile lubrifiante dans le carter de boîte de vitesses et le carter moteur

Le couple réducteur en rotation agit comme une roue à aubes et achemine l'huile dans la tôle pare-huile. De là, l'huile s'égoutte de manière ciblée sur les deux paliers de l'arbre primaire et de l'arbre secondaire à travers un orifice. Le palier du couple réducteur dans le carter de boîte de vitesses est alimenté en huile directement par un canal moulé.

La tôle pare-huile côté carter moteur comporte deux orifices pour les paliers d'arbre primaire et d'arbre secondaire, à travers lesquels l'huile s'égoutte sur les points de lubrification. Le palier du couple réducteur dans le carter moteur est alimenté en huile par un canal usiné.



## Le levier sélecteur E313

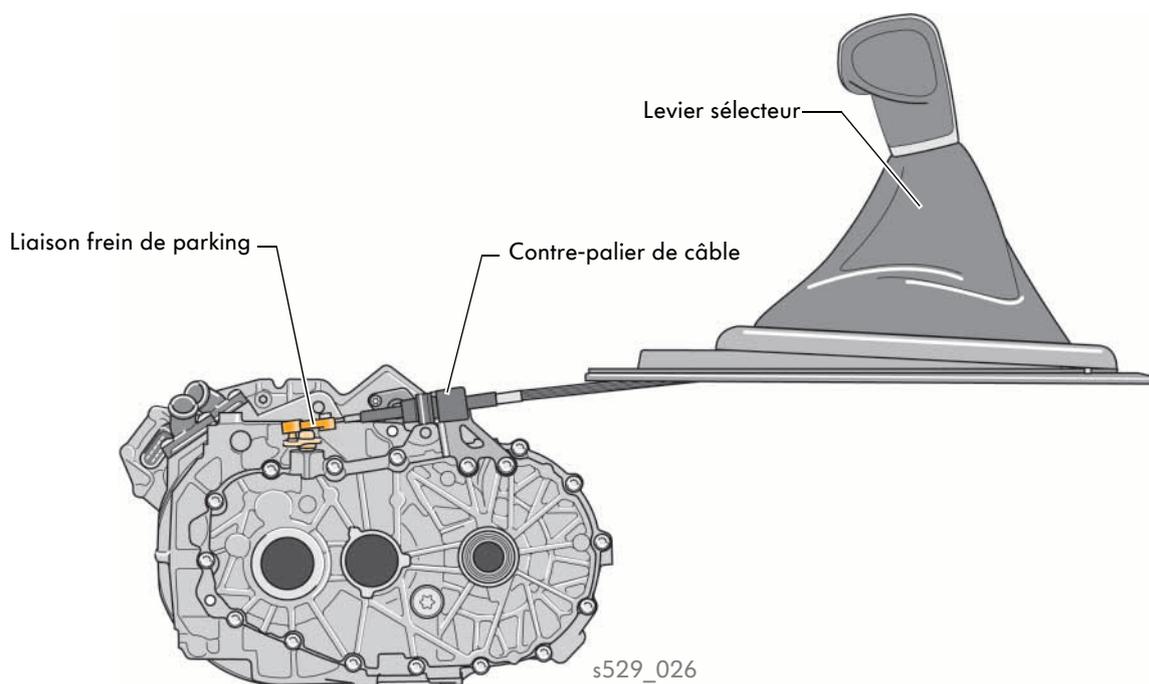
La boîte monovitesse OCZ et le levier sélecteur E313 sont reliés par un câble Bowden. Cette liaison mécanique sert exclusivement à l'actionnement du frein de parking et peut être réglée comme d'habitude. Il existe deux câbles de longueur différente pour les véhicules à direction à gauche ou à droite.

Les rapports classiques de la boîte automatique ont été repris :

- P = parking
- R = marche arrière
- N = neutre (point mort)
- D = Drive (conduite), avec « fonction » roue libre

Les nouveaux rapports suivants sont venus s'y ajouter :

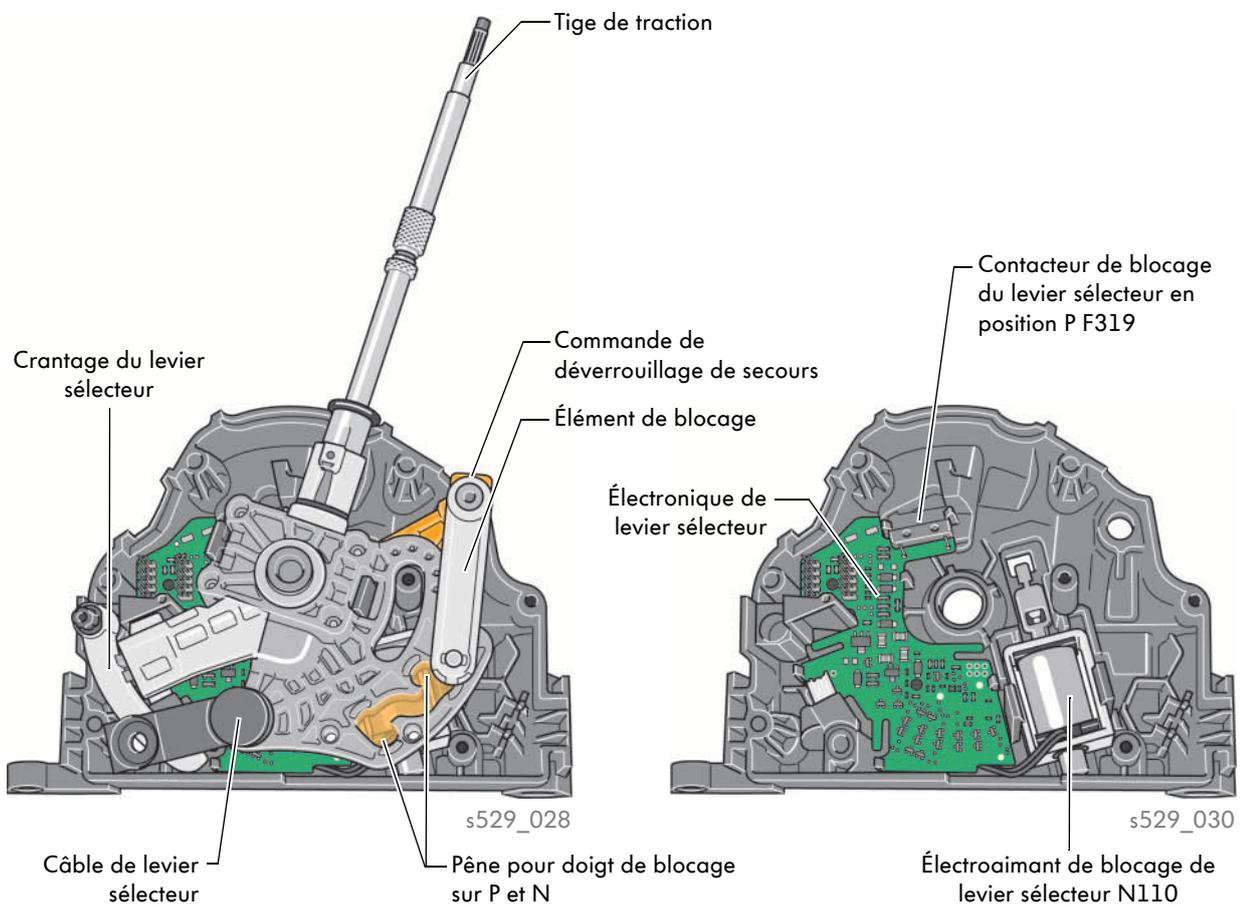
- D1, D2 et D3 = couples de freinage croissants des niveaux de récupération durant la phase de décélération
- B = récupération de l'énergie au freinage ; il s'agit du niveau de récupération le plus élevé, également appelé « Brake ».



Les différents niveaux de récupération sont atteints en actionnant brièvement le levier vers la gauche, la droite (D1, D2, D3) ou l'arrière (B). Quel que soit le niveau de récupération sélectionné, le levier sélecteur E313 revient dans le rapport D si on le maintient appuyé vers la droite pendant plus d'une seconde.

## Conception

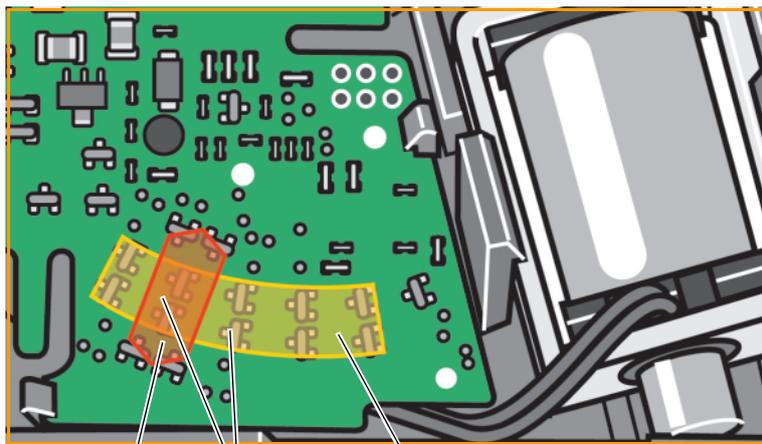
Les composants mécaniques et électroniques du levier sélecteur sont montés dans le boîtier du levier sélecteur E313. Dans le pêne de doigt de blocage P/N, l'électroaimant de blocage de levier sélecteur N110 bloque le levier sélecteur E313. Si le levier sélecteur E313 se trouve en position P, l'électroaimant le bloque sans alimentation électrique. Par contre, en position N, l'électroaimant alimenté bloque le levier sélecteur.



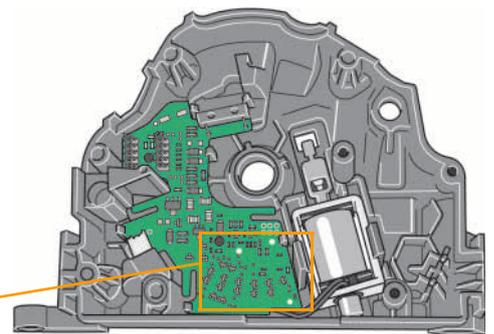
# Transmission

## Fonctionnement

Lorsque le conducteur déplace le levier sélecteur vers l'avant ou l'arrière, ou vers la gauche ou la droite, un aimant permanent passe au-dessus des capteurs de Hall. Les capteurs de Hall détectent la position du levier sélecteur et transmettent les informations au calculateur de moteur J623. Les capteurs de Hall de la zone jaune enregistrent le déplacement longitudinal du levier sélecteur E313. Les capteurs de Hall de la zone rouge enregistrent le déplacement transversal du levier sélecteur E313. Un dispositif mécanique inverseur permet de transformer le mouvement transversal du levier sélecteur E313 en un mouvement ascendant et descendant de l'aimant permanent d'électronique de levier sélecteur.

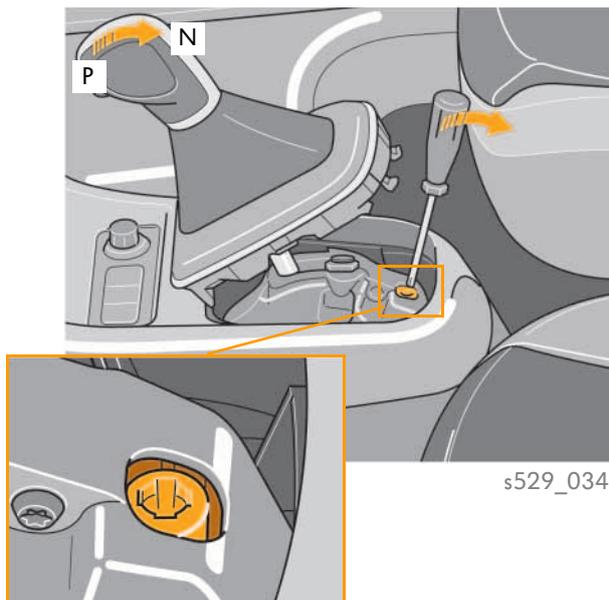


Zone rouge — Capteurs de Hall — Zone jaune s529\_032



s529\_030

## Le déverrouillage de secours hors de la position P

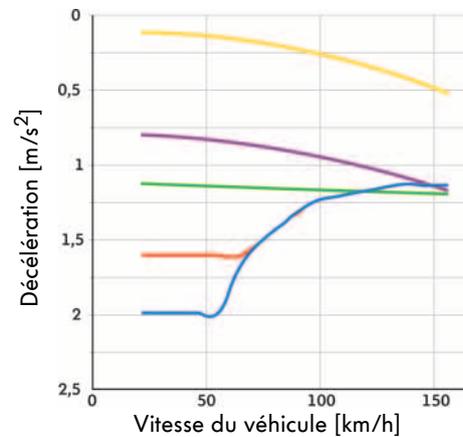


Si l'électroaimant de blocage de levier sélecteur N110 tombe en panne, il n'est plus possible de dégager le levier sélecteur de la position P. Pour desserrer le frein de parking dans ce cas, la procédure suivante a été prévue : le mécanisme de déverrouillage de secours devient accessible après démontage partiel du cache du levier sélecteur. Un tournevis du commerce suffit pour actionner le dispositif de déverrouillage de secours. Il faut pour cela faire levier sur le tournevis vers l'arrière (par rapport au sens de la marche du véhicule) et appuyer simultanément sur le bouton-poussoir du levier sélecteur. Il est alors possible d'amener le levier sélecteur E313 en position N.

## L'indicateur de rapport

Si, lors d'une récupération dans les différents niveaux de récupération (D1, D2, D3 et B), la décélération du véhicule est supérieure à  $1,3\text{m/s}^2$ , les feux stop s'allument. Si la décélération du véhicule est inférieure à  $0,7\text{m/s}^2$ , les feux stop s'éteignent. Le calculateur du moteur J623 enregistre pour cela le couple de freinage de l'alternateur du véhicule et transmet le signal au calculateur de réseau de bord J519. Ce qui entraîne l'allumage des feux stop. Un blocage des roues est évité grâce à la régulation électrique du couple d'inertie du moteur.

Décélération avec récupération sans actionnement du frein



s529\_038

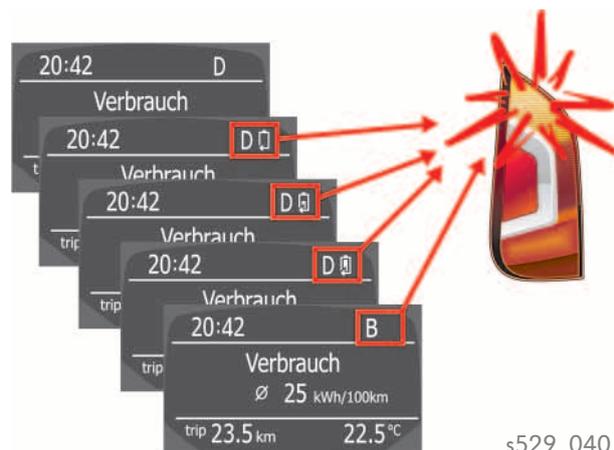


### Légende

- Décélération D
- Décélération D1
- Décélération D2
- Décélération D3
- Décélération B

## Allumage des feux stop en phase de décélération

Les différents niveaux de récupération sont affichés dans l'indicateur multifonction du combiné d'instruments. En plus des niveaux de récupération D1, D2 et D3, il existe le niveau de récupération B. Au niveau de récupération B, un couple de freinage encore plus important qu'au niveau de récupération 3 de la position D est appliqué à la chaîne cinématique.



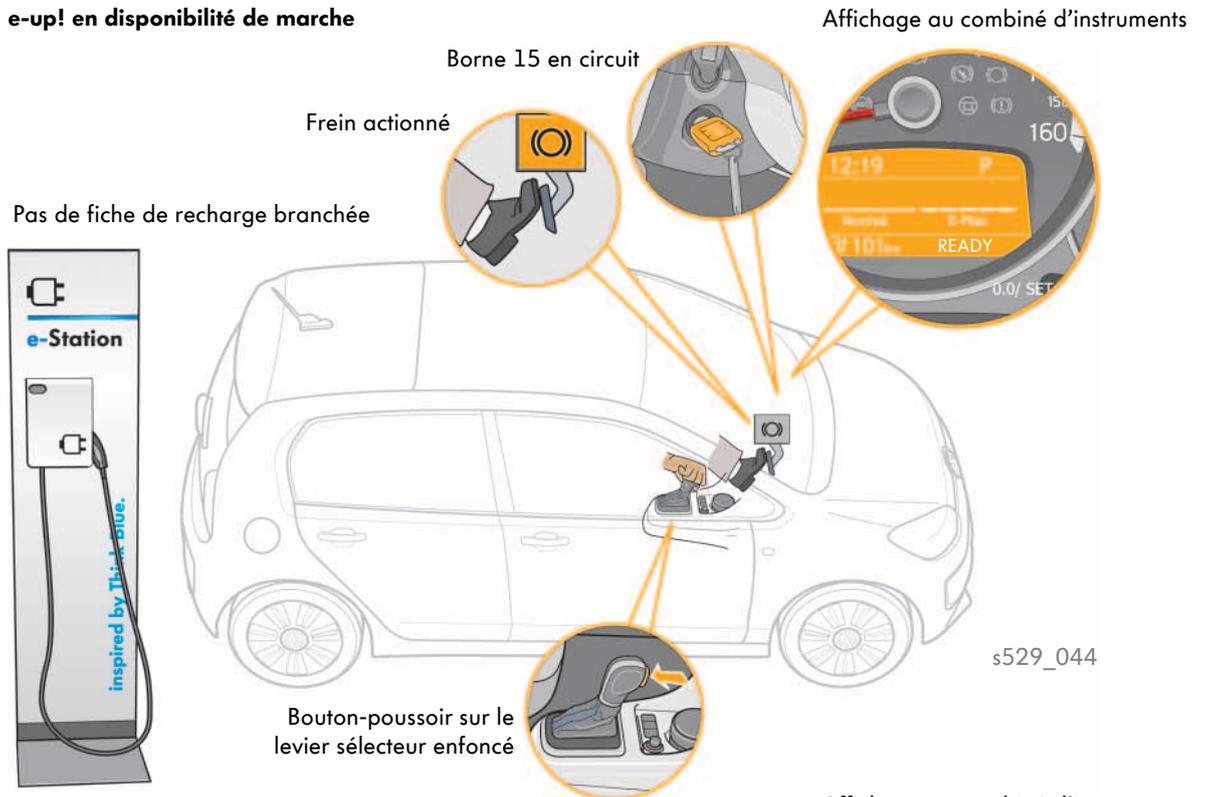
s529\_040

# Transmission

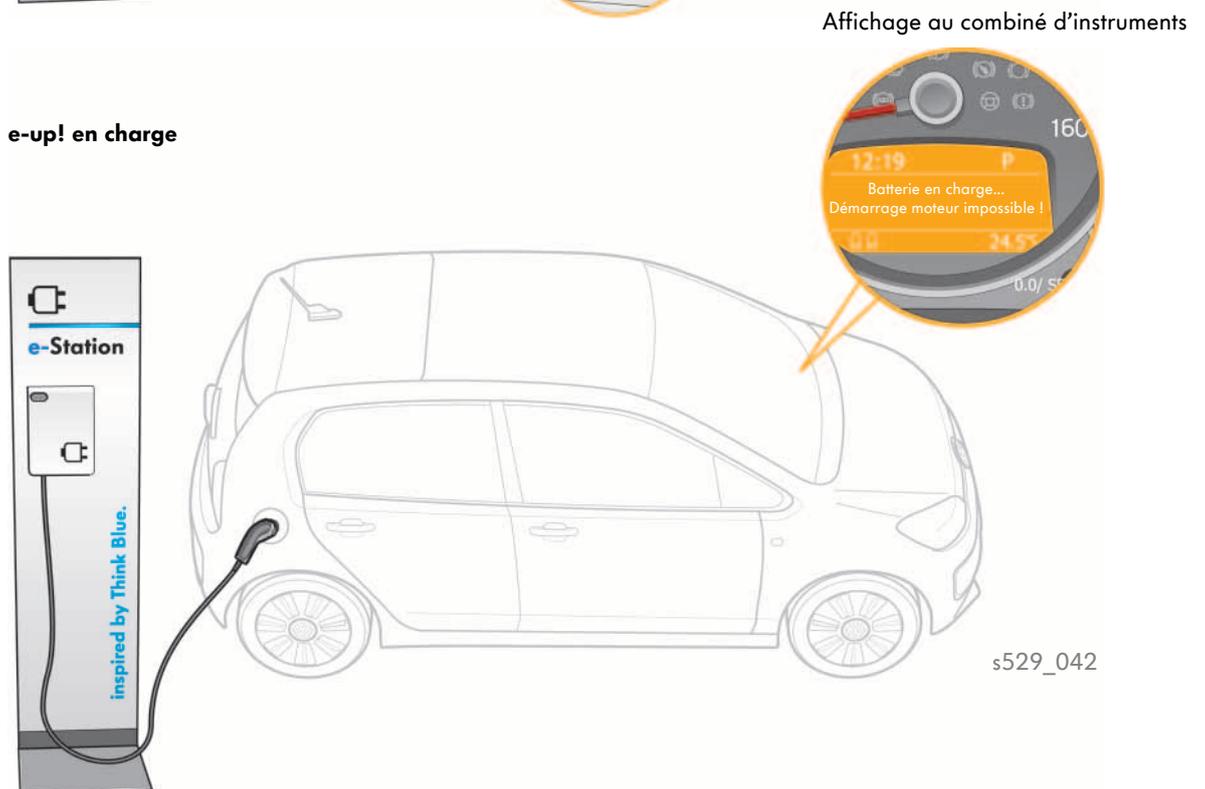
## La mise en disponibilité de marche

Pour que le conducteur puisse dégager le levier sélecteur de la position P, il faut que les conditions suivantes soient remplies :

### e-up! en disponibilité de marche



### e-up! en charge



# Contrôlez vos connaissances

## Quelles sont les réponses correctes ?

Parmi les réponses indiquées, il peut y avoir une ou plusieurs réponses correctes.

### 1. Quels sont les avantages du servofrein électromécanique eBKV de la e-up! ?

- a) Caractéristique de pédale de frein modifiable
- b) Assistance de freinage indépendante de la dépression
- c) Courbe caractéristique d'assistance de freinage variable
- d) Montée en pression très dynamique

### 2. De quoi dépend le couple de freinage en mode alternateur ?

- a) Régime de la transmission à courant triphasé
- b) Vitesse du véhicule
- c) Niveau de récupération
- d) Température de la batterie
- e) Vitesse d'actionnement de la pédale de frein

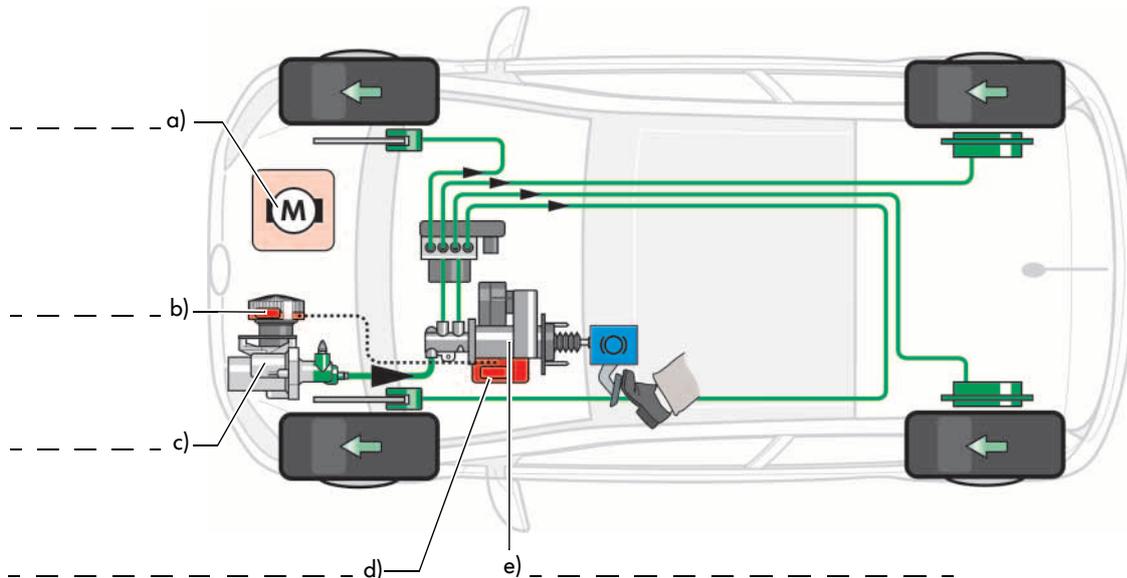
### 3. À l'aide de quel câble de bus CAN le servofrein électromécanique (eBKV) est-il relié à l'interface de diagnostic du bus de données ?

- a) Câble de bus LIN
- b) Bus CAN Diagnostic
- c) Bus CAN Propulsion
- d) Bus CAN Hybride
- e) Bus CAN Confort



# Contrôlez vos connaissances

4. Identifiez les composants sur la figure ci-après.



5. À quoi sert le câble Bowden de la boîte monovitesse 0CZ ?

- a) À l'engagement des rapports
- b) À l'engagement du frein de parking
- c) Au différentiel

6. Comment l'huile de la boîte monovitesse 0CZ parvient-elle aux paliers des arbres ?

- a) Par un treillis et des canaux dans le carter
- b) Par un filtre et des canaux dans le carter
- c) Par une tôle pare-huile et des canaux dans le carter

Réponses : 1. b), d); 2. a), b), d); 3. c), 4. a) Transmission à courant triphasé VX54 et électronique de puissance et de commande pour transmission électrique JX1, b) Calculateur, c) Accumulateur de pression de système de freinage VX70, d) Calculateur d'assistance de freinage J539, e) Servofrein électromécanique (eBKV) 5. b); 6. c)





© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg  
Tous droits et modifications techniques réservés.  
000.2812.86.40 Dernière mise à jour 10/2013

Volkswagen AG  
Qualification Service après-vente  
Service Training VSQ-2  
Brieffach 1995  
D-38436 Wolfsburg

♻️ Ce papier a été fabriqué à partir de cellulose blanchie sans chlore.