

# Mécanisation et installations techniques

Moyen d'enseignement pour la formation  
professionnelle de base d'agriculteur/agricultrice

1<sup>re</sup> année

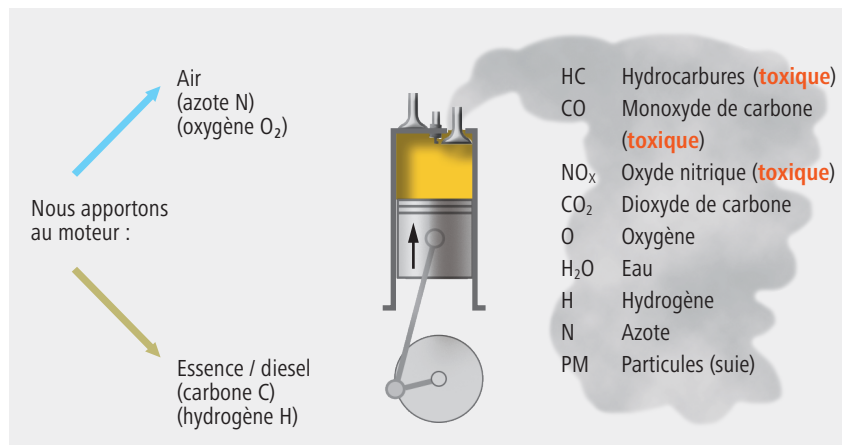
Auteurs	D2.1 Hansjörg Furter, Liebegg AG; Konrad Merk, Plantahof GR; Daniel Reusser, Inforama BE
Rédaction technique	D2.1 Walter Schnider, Landw. Zentrum SG  Hans Jost, formateur, Sumiswald
Traducteurs	Jérôme Marc Fournier (D2.1)
Relecture	Michael Werder (D2.1)
Conception	Stefan Gfeller, edition-lmz; Gabriel Kaufmann, edition-lmz
Rédaction	Andreas Hügli, edition-lmz
Illustrations	Kurt Röthlisberger, edition-lmz
Layout	Marisa Schnüriger, edition-lmz
Direction du projet	Hans Hofer, Inforama BE; Andreas Hügli, edition-lmz
Commission de direction	Christian Pidoux, Agrilogie VD (président); Daniel Bärtschi, Bio Suisse; Raphaël Gaillard, Châteauneuf VS; Peter Kuchler, Plantahof GR; Martin Schmutz, OrTra AgriAliForm; Ruedi Tschachtli, BBZN Schüpheim LU; Ueli Voegeli, Strickhof ZH

Édition	Deuxième édition 2017 entièrement remaniée sur la base de la première édition datant de 2009 avec les auteurs suivants: Stephan Berger, Daniel Jenni, Hansruedi Kilchherr, Konrad Merk, Louis-Claude Pittet, Daniel Reusser Réimpression corrigée 2020, 2022
Crédits illustrations	Les droits d'auteurs concernant les illustrations utilisées dans le manuel ont été soigneusement contrôlés par les auteurs et la maison d'édition. Cela n'a pas été entièrement possible dans tous les cas. Des réclamations justifiées seront réglées dans le cadre des accords habituels.
Droits d'auteurs	© Tous droits de reproduction réservés, edition-lmz, 2022
Éditeur	edition-lmz, Zollikofen
Impression	Merkur Druck AG, Langenthal
Couverture	© Plantahof GR
ISBN	978-3-03888-243-5
Numéro d'article	J13012
À commander chez:	<a href="http://www.edition-lmz.ch">www.edition-lmz.ch</a>

## 2.6 Épuration des gaz d'échappement

Les gaz d'échappement contiennent de nombreuses substances nuisibles pour la santé. Si l'essence brûlait complètement, la combustion produirait uniquement du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) et de la vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Pour des raisons techniques, le processus de combustion n'atteint pas toujours ce résultat idéal, si bien que les gaz d'échappement contiennent des gaz et des particules plus ou moins nocives. Le progrès technique permettant depuis longtemps une réduction des émissions polluantes, les prescriptions deviennent toujours plus strictes. Outre l'épuration des gaz d'échappement, le système d'échappement a pour fonctions d'évacuer du véhicule les gaz d'échappement chauds et d'atténuer le bruit de combustion.

### La combustion de l'air et de carburant produit des gaz d'échappement



### 2.6.1 Épuration des gaz d'échappement du moteur diesel

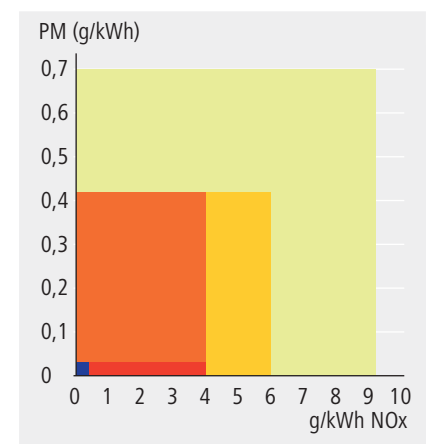
Les gaz d'échappement du moteur diesel se composent de particules solides et d'éléments liquides. Leur composition dépend fortement du mode de conduite et de la température de combustion. Les deux principaux polluants sont les particules de suie (PM) et les composés d'oxyde d'azote ( $\text{NO}_x$ ).

Les objectifs de réduction des particules de suie et de réduction des oxydes d'azote sont incompatibles. En élevant la température de combustion, on parvient à diminuer le nombre de particules de suie mais on libère par contre davantage d'oxydes d'azote et inversement aux températures plus basses: la combustion produit alors moins d'oxydes d'azote mais davantage de particules de suie. La commande électronique de l'injection de carburant, du turbocompresseur, du refroidisseur d'air de combustion et la distribution à quatre soupapes ont permis d'améliorer considérablement la qualité des gaz d'échappement. Les motoristes doivent toutefois encore s'impliquer davantage pour réussir à éliminer ou à neutraliser les polluants issus de la combustion présents dans les gaz d'échappement. Au degré 4, la valeur limite est de 0,015 g/kWh pour les particules de suie (PM) et de 0,4 g/kWh pour les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ). Dès 2019 sera introduit le degré 5, qui ne sera plus basé sur la masse de particules de suie, mais sur leur nombre. Pour les oxydes d'azote par contre, rien ne changera.

Nous présentons ci-dessous des solutions techniques que les motoristes utilisent actuellement.

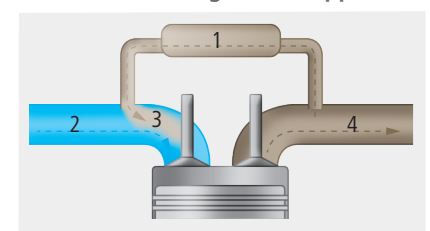
**Recirculation des gaz d'échappement (AGR):** une partie des gaz d'échappement est réintroduite dans le processus de combustion, ce qui réduit la quantité d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ). Le système AGR est par contre synonyme de davantage de particules de suie, de consommation de carburant accrue, de puissance réduite et d'exigences supérieures au niveau du refroidissement.

### Évolution des valeurs limites pour les gaz d'échappement des tracteurs (75 – 130 kW)

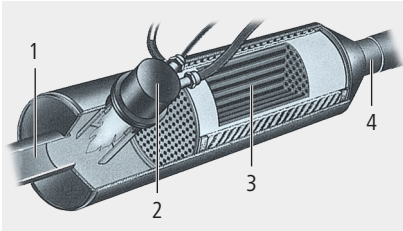


- Étape 1 (10.2002)
- Étape 2 (07.2003)
- Étape 3A (NOx + HC) (01.2007)
- Étape 3B (01.2012)
- Étape 4 (01.2014)

### Recirculation des gaz d'échappement



- 1 Refroidissement des gaz d'échappement
- 2 Aménée d'air
- 3 Mélange
- 4 Gaz d'échappement

**Filtre à particules pour moteur diesel**

- 1 Arrivée des gaz d'échappement bruts
- 2 Dispositif de contrôle et de régénération
- 3 Corps en céramique
- 4 Sortie des gaz purifiés

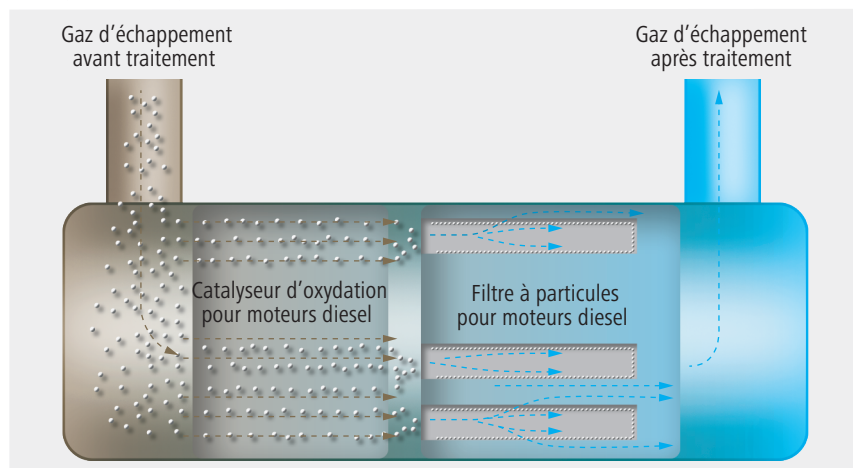
**Filtre à particules pour moteur diesel (FPD):** le filtre à particules comprend une couche filtrante poreuse qui retient les particules de suie. Les particules retenues augmentent la résistance que le filtre oppose à l'air. Pour prévenir le colmatage du canal d'évacuation de fumées d'échappement et donc les pertes de puissance, il faut de temps à autre le nettoyer par calcination. Dans le cas des systèmes FPD montés sur les véhicules, ce nettoyage est automatique. Le FPD sera indispensable pour parvenir à respecter les normes du niveau 5.

**Catalyseur SCR (SCR):** Dans les moteurs équipés de catalyseurs SCR, on vise une combustion à température plus élevée afin de limiter les émissions de particules de suie. On neutralise le surplus d'oxydes d'azote à l'aide d'une solution aqueuse d'urée dite AdBlue. La combustion produit de l'azote pur, de l'hydrogène et du dioxyde de carbone. Pour cela, l'urée est injectée selon un dosage très précis dans un catalyseur spécial. AdBlue requiert un réservoir spécial chauffé, que l'on reconnaît à son bouchon de remplissage bleu.

**Catalyseur SCR (SCR)**

Réservoir à AdBlue.

**Catalyseur d'oxydation pour diesel (DOC):** le DOC se compose d'un tissu de fils d'acier inoxydable semblable à un filtre et est revêtu de métaux nobles. En traversant le dispositif, les hydrocarbures et le monoxyde de carbone des gaz d'échappement se transforment en gaz carbonique (dioxyde de carbone) et en eau sous l'effet de l'oxygène restant. Le catalyseur d'oxydation pour diesel est généralement combiné avec un filtre à particules (FPD) ou un catalyseur SCR.

**Catalyseur d'oxydation diesel (DOC) avec filtre à particules**

Pour atteindre les valeurs limites légales, il faut actuellement et selon le niveau de performance visé combiner plusieurs mesures techniques.

Lors de l'entretien des moteurs diesel équipés de dispositifs d'épuration des gaz d'échappement, il faut impérativement suivre les instructions du manuel d'utilisation. Celui-ci prescrit généralement des huiles moteur spéciales. Il faut aussi respecter strictement les intervalles prescrits pour les changements d'huile.

## 4 Utilisation et entretien corrects des freins des véhicules à moteur

Pour assurer l'accélération des véhicules à moteur, il faut des moteurs puissants. Le tracteur une fois lancé, il a besoin de freins pour que l'on puisse l'arrêter conformément aux prescriptions et en toute sécurité. Le freinage produit énormément de chaleur. La puissance d'un système de freinage qui doit assurer un freinage d'urgence est environ dix fois supérieure à celle du moteur. Ce simple fait montre toute l'importance des connaissances, de l'utilisation et de l'entretien corrects du système de freinage. Sinon, il peut s'ensuivre des accidents de personnes et des dégâts matériels.

### 4.1 Savoir distinguer les divers types de freins

#### 4.1.1 Différences entre les systèmes de freinage

Les véhicules agricoles motorisés sont équipés soit de systèmes de freinage sur deux roues, soit d'un freinage intégral. Les transporteurs et les faucheuses à deux essieux sont pratiquement tous équipés d'un système de frein sur quatre roues.

##### Aperçu des systèmes de freinage sur deux et sur quatre roues

Freinage sur deux roues	Les véhicules agricoles motorisés à traction sur deux roues ont des freins sur l'essieu moteur uniquement, si bien que seules deux roues sont freinées.
Freinage intégral	<p>Le freinage intégral agit sur les quatre roues, mais on distingue trois sous-catégories:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>freins sur quatre roues:</b> les tracteurs à freins sur quatre roues portent un frein distinct sur chacune des quatre roues;</li> <li>• <b>freins à trois points (freins sur deux roues avec frein de cardan):</b> ces tracteurs possèdent un troisième frein sur le cardan (arbre à cardan entraînant l'essieu avant);</li> <li>• <b>freins sur deux roues déclenchant le freinage sur quatre roues au freinage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- enclenchement manuel de la traction intégrale: dans cette variante, le conducteur a la responsabilité d'enclencher la traction intégrale dans les situations de freinage critiques, de manière à ce que l'essieu avant participe au freinage;</li> <li>- enclenchement automatique de la traction intégrale: équipement standard de la plupart des tracteurs modernes. Chaque fois que le conducteur appuie sur la pédale des freins, la traction intégrale est enclenchée automatiquement. Lorsque l'on lâche les freins, la traction intégrale se désactive à nouveau automatiquement.</li> </ul> </li> </ul>

Vous devez respecter les prescriptions légales.

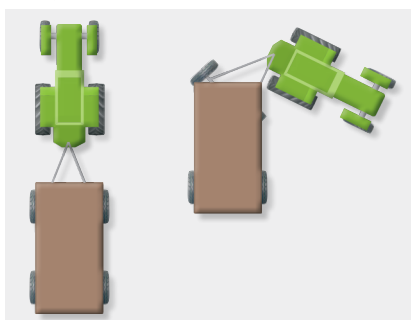
- Vous trouverez des informations complémentaires sur les prescriptions légales dans la brochure n° 2 du Service de prévention des accidents dans l'agriculture SPAA ([www.bul.ch](http://www.bul.ch)).

Le frein à pédale permet d'arrêter le véhicule rapidement et sûrement.

Selon l'annexe 7 de l'OETV, le frein de stationnement doit maintenir le véhicule à 18 % de montée ou de descente. La combinaison de véhicules (véhicule tracteur et remorque) à 12 %.

Utilisez le frein monoroue avec prudence. Vous devez accoupler les pédales de frein avant de quitter le champ.

#### Danger d'embarquée



*Roulez toujours avec les pédales de frein verrouillées. En freinant d'un seul côté, il y a risque d'embarquée et donc d'accident!*

**Évanouissement du frein (brake fade)**  
Un frein surchauffé perd son efficacité.

## 4.1.2 Différencier les freins selon leur fonction

Les véhicules motorisés peuvent être équipés de divers types de dispositifs de freinage. Les freins fonctionnant par frottement ne sont pas conçus pour fonctionner en continu. Dans les longues descentes, vous pouvez surchauffer les freins. Dans le pire des cas, le frein peut entièrement cesser de fonctionner. Le montage d'un frein à fonctionnement continu peut de ce fait être avantageux et constituer une solution évitant toute usure.

### Les diverses fonctions des freins

Nom	Fonction / avantages	Exemple d'utilisation / conseils
Frein à pied	Permet de freiner: <ul style="list-style-type: none"> <li>• en plein roulement (vitesse maximale autorisée);</li> <li>• à pleine charge (charge maximale autorisée).</li> </ul> Le freinage doit se faire en douceur et sans à-coups.	Tout véhicule possède obligatoirement un frein à pied, que l'on actionne normalement en enfonçant la pédale correspondante.
Frein à main	Maintient un véhicule à l'arrêt; il n'est en principe pas conçu pour freiner un véhicule en mouvement.	Tout véhicule doit obligatoirement posséder un frein à main pour l'empêcher de rouler une fois parké.
Frein permanent	Il freine durablement le véhicule sans usure mécanique. Ce type de frein est monté en plus du frein à pied et du frein à main. Le frein permanent permet de ménager le frein à pied et accroître sa longévité.	Frein moteur, frein à courant de Foucault ou frein hydrodynamique (ralentisseur). Ces freins s'imposent lorsqu'il faut souvent transporter de fortes charges en descente.
Frein de secours	Frein de secours manuel pouvant être actionné en cas de dysfonctionnement du frein à pied.	En Suisse, tout tracteur devra légalement être équipé d'un frein de secours à compter de l'année de construction 2021.
Frein monoroue	Le frein monoroue est un dispositif servant à freiner séparément le flanc droit ou le flanc gauche du véhicule. Il facilite la conduite dans les situations difficiles.	Sur route, les deux pédales de frein doivent impérativement être verrouillées ensemble de manière à prévenir les accidents.

## 4.1.3 Différencier les divers types de freins

Chacun des types de freins cités ci-contre est basé sur le frottement de deux surfaces pressées l'une contre l'autre, ce qui produit de la chaleur. Une des surfaces est faite d'acier et l'autre d'une garniture ou plaquette de frein (pièce d'usure). Le matériel en question doit satisfaire à des exigences très élevées.

Aujourd'hui, on utilise des garnitures exemptes d'amiante, à base de fibres de carbone, ou des garnitures frittées spéciales.