

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 73 (2011)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Recyclage des gaz d'échappement : une contradiction?  
**Autor:** Stirnimann, Roger  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1085954>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

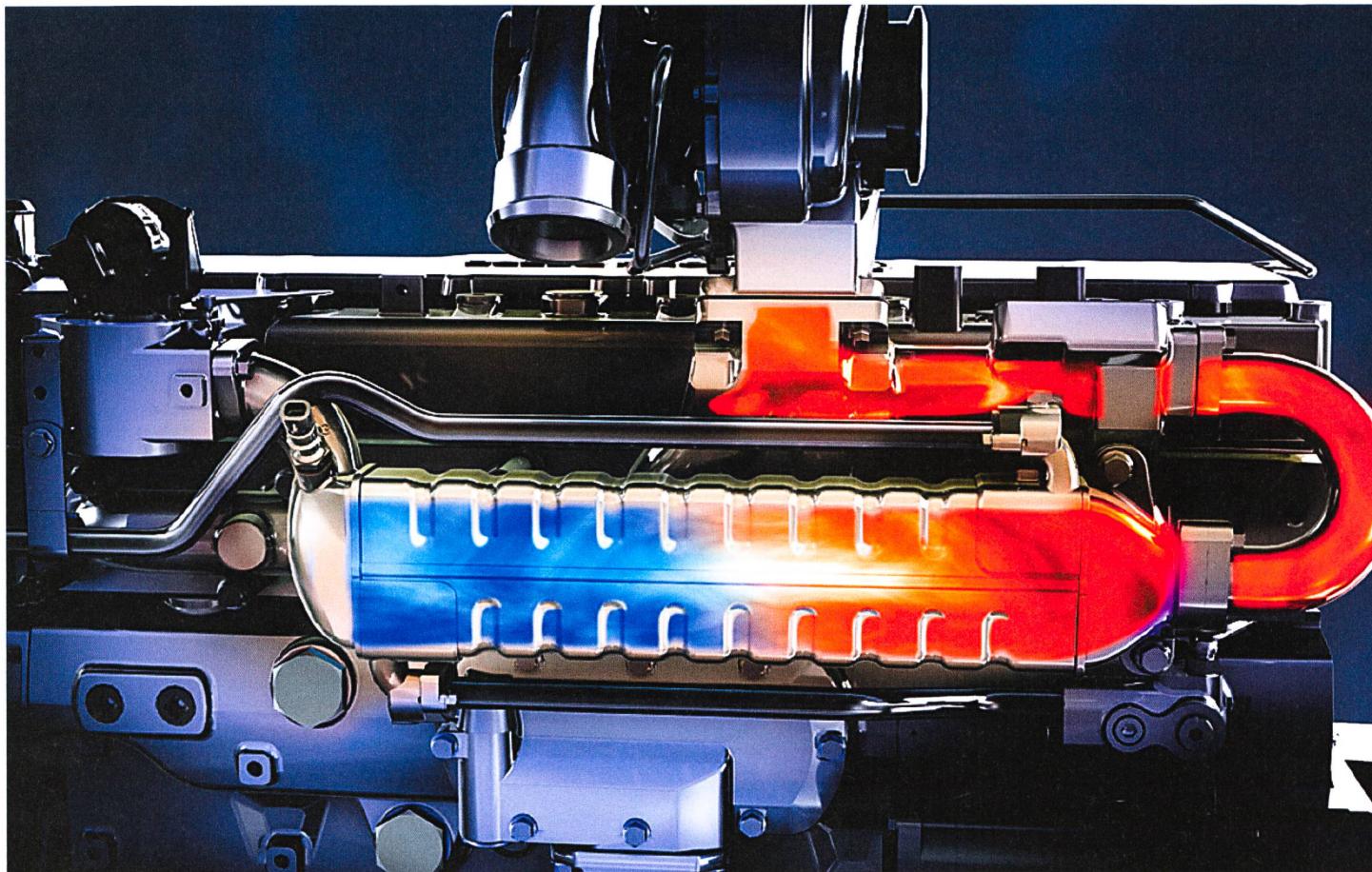
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Avec le recyclage des gaz d'échappement, une partie des gaz est refroidie à charge partielle, puis mélangée à l'air d'admission. La température de combustion est ainsi réduite, ce qui limite la formation de NO<sub>x</sub>.

## Recyclage des gaz d'échappement: une contradiction?

Alors que l'on a jusqu'à présent, avec les turbocompresseurs, le refroidissement de l'air d'admission, la technique à quatre soupapes, entre autres, essaye d'amener autant d'oxygène que possible dans la chambre de combustion, les moteurs diesel modernes usent du recyclage des gaz d'échappement pour «diluer» l'air. N'est-ce pas contradictoire?

**Roger Stirnimann**

Suite à l'introduction de la norme de niveau 3A dès 2006, le recyclage des gaz d'échappement (EGR) a aussi pris son essor avec les moteurs diesel utilisés en technique agricole. Dans l'intervalle, des moteurs répondant à la prochaine norme de niveau 3B ont été présentés et lancés sur le marché. La plupart des constructeurs misent sur le retraitement de l'oxyde d'azote dans les tubulures d'échappement au moyen de la réduction catalytique sélective (SCR). Ils privilient l'effi-

cacité du moteur diesel en assurant des températures de combustion élevée avec des valeurs faibles en particules et un rendement élevé.

EGR pourrait presque donner l'impression qu'elle ne représente qu'une solution intermédiaire pour la norme 3A et que l'on va abandonner bientôt le principe des moteurs diesel modernes. Cela ne devrait cependant pas être le cas de sitôt! Les exemples pratiques les plus récents avec la norme Euro 6 avec les véhicules utilitaires

lourds montrent que la combinaison EGR, SCR et filtre à particules constitue une voie prometteuse pour rassembler, à l'avenir, les impératifs des valeurs-limites d'émissions, de la consommation de carburant et de la charge utile sous un seul et même chapeau (voir article à la page 11). Si l'on considère un avenir encore plus lointain, jusqu'aux méthodes de combustion homogène, comme par exemple le HCCI (Homogenous Charge Compression Ignition), il ne devrait pas y avoir d'alternative au recyclage

**Schäffer Lader**

un nom      une qualité      un prix  
made by SCHÄFFER

- Chargeuses compactes - Télescopiques

**ERNEST ROTH SA** Division manutention 032 465 70 90  
5, fbg St-Germain - 2900 Porrentruy - e-mail : loader@rothsa.com  
ou chez votre revendeur Schäffer

**regal**

Les médecins Rega, vos interlocuteurs privilégiés en cas d'urgence à l'étranger.

[www.rega.ch](http://www.rega.ch)

**AEBI SUISSE**  
3236 Gampelen Trading & Service Organisation 8450 Andelfingen

**Votre tracteur**  
avec **KESLA** un  
**...Forwarder**

Les finlandais le peuvent simplement mieux...

Chars à bois avec ou sans traction tout-terrain et grues adaptées pour une utilisation sur la remorque ou au tracteur.

Exposition permanente à Gampelen et Andelfingen  
Station-service à bas prix avec shop et restaurant à Gampelen

Tel. 032 312 70 30  
[www.aebisuisse.ch](http://www.aebisuisse.ch)  
Maché de l'occasion

Gamme de grue complète. Divers montage, tête d'abattage, programme complet de grappins et de pinces de fendage, etc.

## > PRODUITS ET OFFRES PUBLITEXT

### HKS Fördertechnik AG – le partenaire incontournable

L'entreprise existe depuis 1985 et son domaine d'activité n'a cessé de s'élargir.

Forte d'une gamme complète de véhicules de manutention, l'entreprise HKS Fördertechnik est le représentant général de HYSTER, VOTEX-BISON, RMF et Sichelschmidt, et ce pour la Suisse et le Liechtenstein. L'entretien, le service pièces de rechange et le négoce de chariots élévateurs représentent le cœur de métier de HKS: service clients, pièces de rechange, vaste entrepôt pour toutes les marques, gestion de parc individualisée, service de location et flotte de véhicules de service répartis sur la Suisse entière. Nos effectifs sont constitués de 40 collaborateurs, dont 27 techniciens.



Pour toute information complémentaire, s'adresser à:

**HKS Fördertechnik AG**  
Generalvertretung HYSTER  
Schweiz  
Alti Ruedefingerstrass 18  
8460 Marthalen  
Tel. 052-305 47 47  
Fax 052-305 47 48  
[www.hks-hyster.ch](http://www.hks-hyster.ch)  
[info@hks-hyster.ch](mailto:info@hks-hyster.ch)

externe des gaz d'échappement dans le cadre de la gestion de l'auto-ignition du mélange air d'admission/carburant.

### La formation de NO<sub>x</sub> est limitée

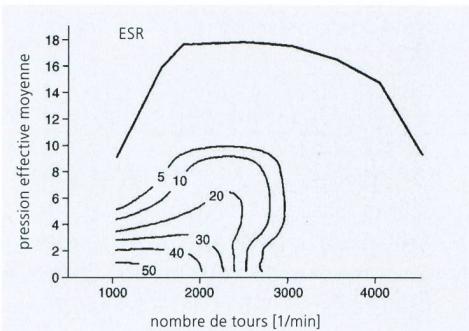
Mais comment fonctionne le recyclage des gaz d'échappement et quel principe provoque cette contention de la formation de NO<sub>x</sub>? L'oxyde d'azote se forme lorsque de l'oxygène et de l'azote atmosphériques réagissent dans un environnement avec pression et température élevées. Les moteurs diesel fonctionnent en principe dans tous les points de fonctionnement avec un excédent d'oxygène et des conditions de compression importantes, ce qui favorise la formation de NO<sub>x</sub>. L'EGR est un moyen très efficace afin de limiter la formation d'oxyde d'azote dans la chambre de combustion. Ce système ne fait pas partie de la catégorie retraitement, contrairement à SCR et aux filtres à particules, mais bien à celle des mesures de réduction d'émissions internes au moteur. Avec l'EGR à refroidissement externe, une partie du flux des gaz d'échappement sont prélevés, transférés vers un dispositif de réfrigération, puis conduits au travers d'une soupape jusqu'au flux d'air d'admission auquel ils se mélangent (voir schéma). La quantité d'air excédentaire est ainsi réduite, ce qui diminue le nombre de molécules d'oxygène et d'azote capables de se lier et de former de l'oxyde d'azote dans la chambre de combustion.

La diminution de température est causée principalement par le potentiel d'absorption calorifique accru des produits de la combustion que sont la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone. Le processus de combustion se voit donc ralenti, et les

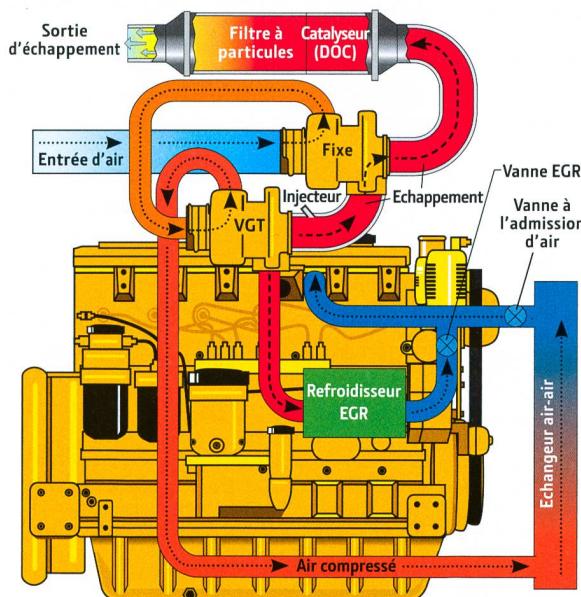
températures de pointe sont réduites. Le revers de la médaille se situe cependant en termes d'émission de particules qui augmente en l'occurrence. Il est donc impératif de prévoir un filtre à particules avec les moteurs EGR pour respecter la norme 3B. Il est important de savoir que ce n'est qu'à charge partielle que le recyclage des gaz d'échappement s'avère possible. Le taux maximal de recyclage se situe entre 20-30 % pour les moteurs des véhicules utilitaires et agricoles. A forte charge ou régime plus élevé, le gaz d'échappement n'est pas recyclé. La technologie visant à augmenter le remplissage d'oxygène dans la chambre de combustion – turbocompresseur, refroidissement de l'air d'admission et technique à quatre soupapes – prend tout son sens à pleine charge.

### Le turbocompresseur joue un rôle essentiel avec EGR

Les moteurs diesel turbocompressés sont particulièrement propices pour la technique EGR dans la mesure où le transport des gaz d'échappement vers l'admission est facilité. Les gaz d'échappement ainsi ajoutés remplacent une partie de l'air de combustion et le rapport air-carburant se restreint. Si ce rapport doit rester constant en dépit de l'EGR, une pression d'admission élevée est nécessaire. Les turbocompresseurs à géométrie variable se révèlent particulièrement favorables pour l'EGR, car la chute de pression nécessaire au transport des gaz d'échappement peut être réglée sur une large plage de charge, la compression pouvant toujours être augmentée. Comme la contre-pression ne peut souvent pas être complètement an-



Le recyclage externe des gaz d'échappement est largement utilisé pour les moteurs diesel des voitures comme moyen essentiel de diminution des émissions de NO<sub>x</sub>. Ces derniers temps, des systèmes SCR avec AdBlue sont entrés en jeu pour les grosses limousines, les pick-up et les SUVs, sous la désignation de « BlueTEC » chez Mercedes par exemple. La combinaison avec le recyclage des gaz d'échappement doit permettre une consommation d'AdBlue si modeste qu'en principe, le réservoir ne devrait être complété qu'à l'occasion des services d'entretien réguliers. Le graphique ci-dessus indique les taux de recyclage à charge partielle d'un moteur diesel de voiture classique qui atteignent ici jusqu'à 50 %.



nulée, la chute de pression restante est de plus en plus utilisée par une seconde turbine placée après la première et servant alors à l'augmentation de la compression (compression à deux niveaux, voir schéma). Il est aussi possible de transmettre mécaniquement cette énergie au vilebrequin (Turbo Compound). Une distinction est faite entre l'EGR interne et externe. Avec l'EGR interne, la soupape d'échappement est brièvement ouverte lors de la phase d'admission, ou celle d'admission lors de la phase d'échappement. Ces deux variantes internes se réalisent aisément grâce à la modification de l'arbre à cames. Elles présentent l'inconvénient que des gaz d'échappement sont recyclés quels que soient le régime et le niveau de charge. L'EGR à refroidissement externe s'avère plus exigeant et nécessite des capacités de refroidissement additionnelles. Cette variante assure cependant, grâce à une gestion électrique de la soupape à membrane, une meilleure étanchéité et un contrôle plus précis du couple. Le refroidissement entraîne la diminution des effets négatifs quant à la consommation de carburant. Avec l'introduction des normes de niveau 3B et 4, seuls des systèmes AGR avec refroidissement externe devraient subsister. ■