

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 74 (2012)
Heft: 11

Artikel: Puissance propre, moins de diesel
Autor: Stirnimann, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086051>

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>

Puissance propre, moins de diesel

Certes, les normes en matière de gaz d'échappement de niveau 3B ne sont pas en vigueur pour toutes les classes de puissance. Néanmoins, les plus grands fabricants de tracteurs ont déjà présenté leurs solutions technologiques pour la prochaine étape, le niveau 4. Cet article donne un aperçu de la technologie des moteurs diesel conçus pour respecter les limites de ces deux niveaux d'émissions.

Roger Stirnimann

La concurrence a récemment repris entre les stratégies du marketing. Elle s'était un peu estompée ces dernières années avec l'introduction des technologies de moteurs liées au respect du niveau d'émissions 3B. Les partisans de la SCR (Selective Catalytic Reduction) pesaient contre

la recirculation des gaz d'échappement qui semblait entraîner des pertes de performances et une consommation de diesel accrue. Les partisans de la solution « recirculation des gaz d'échappement/filtre à particules » (EGR/DPF) argumentaient quant à eux

contre la technologie SCR en raison des contraintes supplémentaires nécessitées par l'achat, le stockage et l'alimentation de l'adjuvant AdBlue (voir TA, édition 9/2011).

Les émissions d'oxyde d'azote doivent encore diminuer

Alors que ce sont principalement les émissions des particules (PM) qui ont été réduites (environ 90 %) lors du passage du niveau 3A au niveau 3B, le changement imminent au niveau 4 s'attaque essentiellement à l'oxyde d'azote (NO_x), dont les émissions doivent à nouveau être réduites de 80 à 90 % (en fonction de la classe de puissance). Les dates de mise en œuvre, ainsi que les limites d'émissions d'oxyde d'azote et de particules des niveaux 3A, 3B et 4 sont présentées dans le tableau ci-dessous. D'une manière générale, des limites plus strictes et des dates de mise en œuvre plus précoces sont prévues pour les classes de puissance supérieures. Une certaine proportionnalité est respectée en l'occurrence entre l'investissement, la place disponible et les coûts. Par exemple, un système SCR est moins cher avec un moteur diesel 6 cylindres de 300 Ch qu'avec un moteur 4 cylindres de 100 Ch. Cela explique aussi pourquoi les limites d'émission dans la plage de puissance inférieure à 100 Ch sont respectées avec la technologie la plus simple possible (sans SCR par exemple).

Combinaison des technologies

Une solution raisonnable pour se conformer aux limites d'émissions de niveau 4 semble, du moins pour les classes de puissance moyennes et supérieures, résider dans la combinaison des technologies limitant les émissions de NO_x (EGR/SCR) : de faibles taux de recirculation des gaz d'échappement à charge partielle doivent

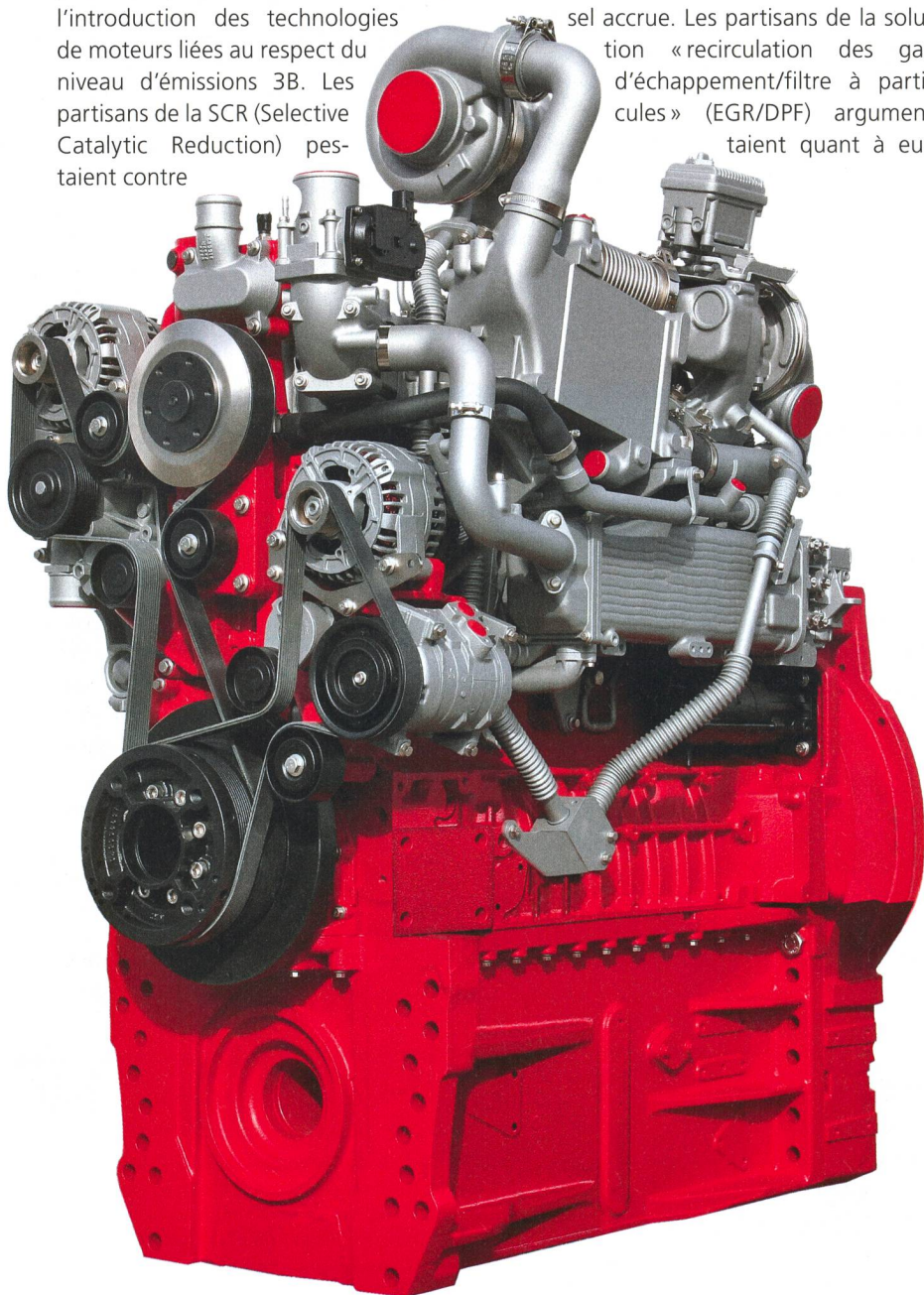


Fig. 1: Les moteurs diesel pour la motorisation en agriculture sont devenus très sophistiqués, tel le Deutz TTCD 7.8 Agri. (Photos d'usine)

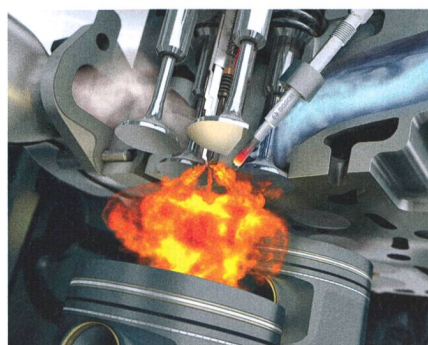


Fig. 2 : Quatre soupapes par cylindre et une pression d'injection élevée sont indispensables pour les moteurs diesel modernes.

permettre une diminution de la formation d'oxyde d'azote (NO_x) dans la chambre de combustion au point que le reste de NO_x encore présent dans les gaz d'échappement peut être converti dans le catalyseur SCR, moyennant l'ajout d'AdBlue de seulement environ 3 % en eau et en azote atmosphérique inoffensif.

Défenseur jusqu'à présent de l'approche « uniquement diesel » (EGR/DPF), John Deere a annoncé au printemps 2012 vouloir également utiliser la technologie SCR pour le niveau d'émissions 4, surtout en complément de la recirculation des gaz d'échappement refroidis et du filtre à particules. La figure 3 représente la configuration de niveau 4 des deux plus gros moteurs John Deere, de 9,0 et 13,5 litres de cylindrée. Cette image illustre « l'arsenal » complet dont les constructeurs de moteurs disposent désormais afin de tous rendre efficaces et propres les unités d'entraînement : deux turbocompresseurs connectés en série (turbocompresseur basse pression à géométrie fixe et turbocompresseur haute pression à géométrie variable), refroidisseur intermédiaire de l'air d'admission, recirculation des gaz d'échappement, catalyseur à oxydation diesel (DOC), filtre à particules (DPF), catalyseur SCR et catalyseur de précipitation

d'ammoniac. A cela s'ajoute le réservoir et l'unité de dosage d'AdBlue et le circuit de chauffage contre le gel, ainsi que le système de gestion électronique du moteur qui contrôle et surveille l'ensemble de ces composants.

Tous les registres mis à contribution

Pour le niveau 4, John Deere combine toutes les technologies disponibles pour ses moteurs et appelle ce package « Integrated Emissions Control », qui ne signifie rien d'autre que contrôle intégré des émissions. Cette option s'avère onéreuse et complexe au niveau technologique. John Deere s'attend à une consommation de fluide totale inférieure et jette ainsi les fondements de la plate-forme technologique nécessaire au niveau d'émission V attendu ensuite. Celle-ci limitera, en plus de la masse des particules, leur nombre également. Les moteurs plus petits de 4,5 et 6,8 litres de cylindrée (utilisés pour les modèles 6R) seront proposés avec la même technologie de base, hormis celle de la suralimentation simplifiée (un seul turbo à géométrie variable). En revanche, John Deere n'a pas même encore communiqué officiellement la technologie moteur qui équipera les tracteurs 5R pour répondre au niveau 3B, mais il est probable que la combinaison de DOC/DPF entrera en ligne de compte.

Deutz mise également sur des combinaisons

En tant que motoriste indépendant, Deutz fournit des moteurs de niveau 3B utilisant tant la technologie SCR que la variante EGR/DPF. La solution technologique choisie par les clients de Deutz dépendra en grande partie des domaines d'utilisation et des profils de charge des machines respectives. Les fabricants de machines de construction, par exemple,

Les poids lourds en pionniers de la technologie des moteurs

Les voies technologiques retenues par les constructeurs de camions Scania, Mercedes et Iveco ont été présentées dans l'édition 9/2011 de TA. Elles visent à se conformer dès 2014 aux normes d'émissions EURO 6 applicables aux véhicules routiers lourds. Entretemps, les autres constructeurs – Volvo, Renault, DAF et MAN – ont présenté leurs solutions techniques pour EURO 6. A l'instar de Mercedes et Scania, les quatre misent sur EGR, DPF et SCR.

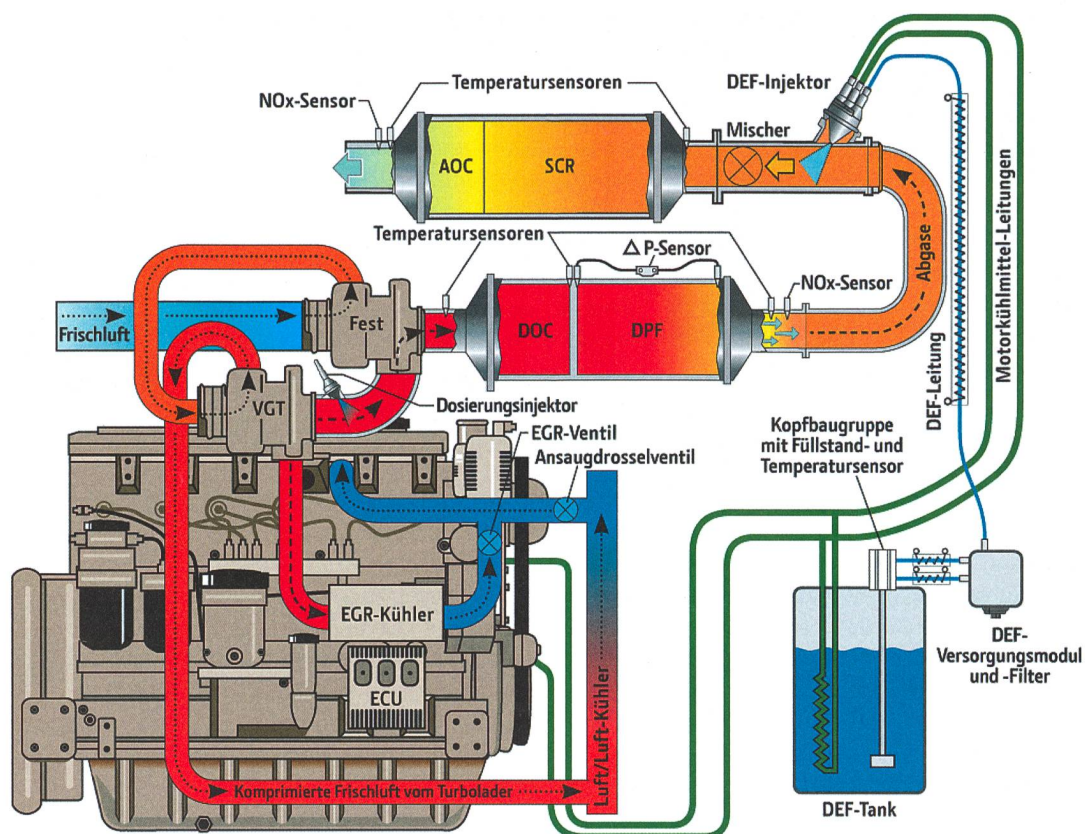
Iveco est donc le seul constructeur de camions qui, pour les modèles lourds, s'appuie uniquement sur la technique SCR pour la réduction des NO_x , combinée avec un filtre à particules. Alors que la consommation d'AdBlue, dans la combinaison EGR/DPF/SCR, se situe dans une fourchette de 3 à 4 % selon les constructeurs respectifs, Iveco prévoit en revanche une fourchette de 8 à 10 %. Lors du Salon des véhicules utilitaires IAA de Hanovre de septembre dernier, il a été chuchoté qu'Iveco renonçait pour l'instant à un système de recirculation des gaz d'échappement parce que cela aurait nécessité une révision de la conception de la cabine en raison de l'augmentation indispensable de l'espace. Iveco n'était pas encore prêt à franchir ce pas. Il s'agit cependant de voir si Iveco va persister dans son option « DPF/SCR » ou si, avec l'introduction de séries de camions complètement nouvelles, l'option EGR sera reprise dans quelques années.

privilégie la solution avec recirculation des gaz d'échappement et filtre à particules, car ce secteur recèle parfois des zones très sensibles (par exemple les tunnels). Dans certains pays, des dispositions juridiques prévoient explicitement l'utilisation de machines équipées de filtres à particules, ceci pour la protection de la santé et de l'environnement. La

Tableau 1 : Dates de lancement et limites d'émission des niveaux 3A, 3B et 4 dépendantes des classes de puissance

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Classes de puissance	Niveaux d'émissions/Valeurs limites en g/kWh								
19 kW ≤ P < 37 kW	Niveau 3A HC + NO _x = 7,5; PM = 0,6								
37 kW ≤ P < 56 kW	Niveau 3A HC + NO _x = 4,7; PM = 0,4					Niveau 3B HC + NO _x = 4,7; PM = 0,025			
56 kW ≤ P < 75 kW	Niveau 3A HC + NO _x = 4,7; PM = 0,4				Niveau 3B NO _x = 3,3; PM = 0,025			Niveau 4 NO _x = 0,4; PM = 0,025	
75 kW ≤ P < 130 kW	Niveau 3A HC + NO _x = 4,0; PM = 0,3				Niveau 3B NO _x = 3,3; PM = 0,025			Niveau 4 NO _x = 0,4; PM = 0,025	
130 kW ≤ P < 560 kW	Niveau 3A HC + NO _x = 4,0; PM = 0,2			Niveau 3B NO _x = 2,0; PM = 0,025			Niveau 4 NO _x = 0,4; PM = 0,025		

Fig. 3: Représentation d'un moteur Power-Tech PSS John Deere de 9,0/13,5 litres de cylindrée en configuration de niveau 4. Tous les éléments technologiques en matière d'émissions d'oxyde d'azote et de particules sont utilisés ici.



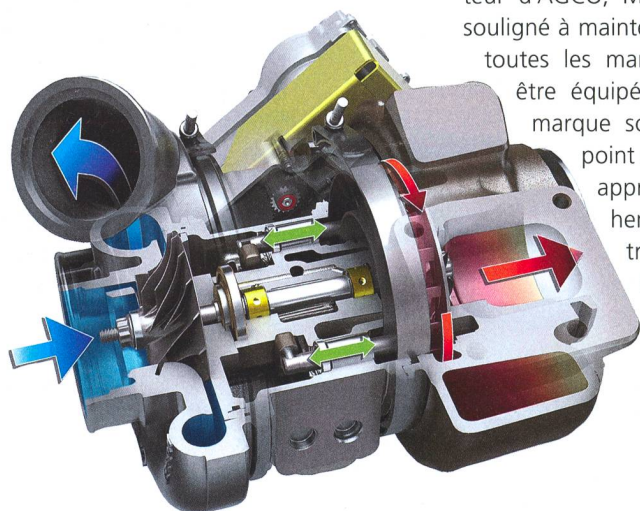
Suisse, avec son « Ordonnance sur la protection de l'air » en constitue un bon exemple. En technique agricole, ces aspects jouent certainement un rôle moins important, l'objectif principal consistant surtout à limiter la consommation de diesel, ce qui explique pourquoi, par exemple, Fendt et Same Deutz-Fahr s'appuient sur des solutions SCR seules avec les modèles actuels en configuration 3B. Pour la phase de niveau 4, Deutz disposera déjà du système modulaire DVERT (Deutz Variable Emission Reduction Technology), avec les technologies AGR, DOC, DPF et SCR déjà disponibles mais

également combinées (moteurs dès 4,1 litres de cylindrée). Les deux principaux agrégats utilisés dans l'agriculture, de 6,1 et 7,8 litres de cylindrée, sont également équipés de la technologie turbocompresseur à deux paliers. Comme Same Deutz-Fahr reste un actionnaire important de Deutz AG à Cologne, un changement de fournisseur de moteurs s'avère des plus improbables. L'on peut donc supposer que les plus gros modèles Same Deutz-Fahr 2014 recevront des moteurs avec EGR, DOC, DPF et SCR. Même Fendt devrait ouvrir la voie du niveau 4 avec les moteurs de Deutz munis de ces « ingrédients », bien que le directeur d'AGCO, Martin Richenhagen, ait souligné à maintes reprises qu'à l'avenir, toutes les marques AGCO devraient être équipées des moteurs de la marque sœur AGCO Power. Du point de vue du groupe, cette approche est bien compréhensible, mais dans les trois prochaines années, Fendt ne devrait proba-

blement rien changer dans les gammes moyennes et supérieures présentées récemment pour des raisons évidentes de coûts. Des considérations relatives à la différenciation entre les modèles premium et les autres marques du groupe sont susceptibles de jouer un rôle.

AGCO Power combine SCR avec EGR

AGCO Power se dirige plutôt dans l'autre direction. Comme premier utilisateur de la technologie SCR en technique agricole, le constructeur finlandais a fortement contribué à son évolution depuis l'introduction des moteurs de niveau 3A. Le système SCR a encore été amélioré et complété par un catalyseur à oxydation pour le niveau 3B. Dans la perspective d'une consommation globale minimale de fluide, AGCO Power va certainement appliquer, pour le niveau 4, la combinaison de la technologie SCR avec une recirculation des gaz d'échappement refroidis avec des taux de retour modérés dans la plage de charge partielle, mais sans le filtre à particules, sur certains modèles de moteurs. Un système de recirculation des gaz d'échappement et un catalyseur à oxydation diesel sont utilisés pour les modèles N93 et N103 qui viennent d'être présentés en configuration 3B (99 et 111 Ch). L'adaptation de ces moteurs



Les turbocompresseurs à géométrie variable se trouvent surtout dans des moteurs avec recirculation des gaz d'échappement.

Tableau 2 : Aperçu des choix technologiques de quelques constructeurs de tracteurs

Tracteurs	Puissance nominale	Constructeur du moteur	Choix technologique niveau 3B	Choix technologique niveau 4
Claas				
Arion 500/600	140-175 Ch	Deere Power System	EGR/DOC/DPF	EGR/DOC/DPF/SCR
Axion 900	280-410 Ch	Fiat Powertrain	SCR	SCR
Fendt				
Vario 300	95-135 Ch	Deutz	SCR	non connu
Vario 700	145-240 Ch	Deutz	SCR	non connu
John Deere				
5R	80-100 Ch	Deere Power System	non connu	non connu
6R	105-210 Ch	Deere Power System	EGR/DOC/DPF	EGR/DOC/DPF/SCR
Kubota				
M60	86-100 Ch	Kubota	EGR/DOC/DPF	non connu
M-GX	110-135 Ch	Kubota	EGR/DOC/DPF	non connu
Lindner				
Geotrac	78-126 Ch	Perkins	EGR/DOC/DPF	non connu
New Holland				
T5	88-114 Ch	Fiat Powertrain	EGR/DOC/DPF	EGR/DOC/DPF
T7	125-269 Ch	Fiat Powertrain	SCR	SCR
Valtra				
N93 / N103	99-111 Ch	AGCO Power	EGR/DOC	non connu
T-Serie	141-215 Ch	AGCO Power	DOC/SCR	non connu

(Abréviations : EGR → recirculation des gaz d'échappement, DOC → catalyseur à oxydation diesel, DPF → filtre à particules, SCR → réduction catalytique sélective)

3 cylindres pour le niveau 4 est encore à définir.

La combinaison SCR/EGR pour le niveau d'émissions de 4 voies s'avère également adoptée par MTU à Friedrichshafen. Les moteurs MTU sont utilisés par exemple avec les ensileuses Claas.

CNH s'appuie sur une technologie SCR unique

New Holland, Case IH et Steyr (Groupe CNH) misent sur une solution SCR pure pour le niveau 4, dans la plage de puissance dès 120 Ch. Ils vont dans le même sens que leur société sœur Iveco en ce qui concerne la réduction de NO_x pour les poids lourds (voir encadré) avec Euro 6. Grâce au renoncement à la recirculation des gaz d'échappement, ces moteurs atteignent des températures de combustion plus élevées ce qui, en combinaison avec des pressions d'injection élevées, se révèle positif sur les émissions de particules. Pour le niveau 4, les moteurs Fiat Powertrain ne nécessitent donc pas de filtre à particules. Cette approche technologique implique également moins de capacités de refroidissement, ce qui permet d'utiliser l'espace à l'avant du tracteur différemment ou alors de limiter les dimensions du capot moteur. Le seul inconvénient éventuel consiste en une

consommation d'AdBlue de 8 à 10 %.

Dans la gamme de puissance inférieure à 120 Ch, les Italiens misent de nouveau sur la recirculation des gaz d'échappement, le catalyseur à oxydation et le filtre à particules. La raison de ce choix technologique se trouve dans le fait que les économies potentielles de diesel sont bien moindres avec la technologie SCR pour les tracteurs de moins de 120 Ch que sur les plus gros modèles, parce que la charge du moteur s'avère généralement faible et qu'ils effectuent moins d'heures annuellement. Les constructeurs Kubota et Lindner suivent le chemin de la technologie EGR/DOC/DPF pour le niveau 3B en proposant des tracteurs dans la plage de puissance inférieure à 135 Ch seulement.

Le tableau ci-dessus contient une sélection de moteurs de tracteurs connus avec les choix technologiques retenus pour le niveau 3B et – si ils sont connues – pour le niveau 4.

Le niveau 4 ne signifie pas encore la fin

A l'origine, le législateur voulait imposer l'utilisation de filtres à particules avec les étapes 3B et 4. En raison des avancées technologiques en matière d'injection de carburant et de suralimentation, les valeurs correspondantes des particules

peuvent désormais être respectées, même sans filtre à particules. Toutefois, comme les très petites particules sont de peu de poids dans la masse des particules et qu'elles ont un effet néfaste sur la santé, des discussions se tiennent actuellement à Bruxelles quant à l'introduction d'un niveau d'émissions pour les véhicules tout-terrain. On prévoit pour ces derniers une réduction drastique du nombre de particules, à l'instar d'Euro 6 pour les poids lourds. Une telle limite ne pourrait certainement être satisfaisante qu'avec les systèmes de filtre à particules fermés. Après que les limites pour les particules et les oxydes d'azote ont été diminuées vers zéro ces dernières années, l'attention du législateur devrait se focaliser de plus en plus à l'avenir sur la réduction des émissions de CO₂. Sur les moteurs eux-mêmes, le potentiel de réduction de la consommation reste dépendant du nécessaire compromis « Oxyde d'azote/particules », respectivement « Oxydes d'azote/consommation ». Les approches futures doivent donc plutôt se concentrer dans le sens d'optimiser le tracteur en tant que véhicule complet (moteur, transmission, châssis), l'optimisation du système de travail (tracteur/matériel) et celle de la procédure (ex : utilisation de l'ensileuse automotrice avec logistique de transport). ■