

# Journée de l'innovation 2012 de BMW Group: Efficient Dynamics Table des matières.



## 1. **Journée de l'innovation 2012 de BMW Group: Efficient Dynamics.**

La nouvelle famille de moteurs BMW Group Efficient Dynamics,  
Gestion anticipative de la boîte de vitesses et d'autres mesures.

(Résumé) ..... 2

## 2. **Introduction :**

### **Efficient Dynamics – pionnier depuis des années.**

Une longueur d'avance sur les concurrents avec des consommations  
réduites et un dynamisme accru. .... 8

## 3. **Journée de l'innovation 2012 de BMW Group : Efficient Dynamics.**

(Version longue)

- 3.1 La nouvelle famille de moteurs BMW Group Efficient Dynamics.  
Technologies moteur de demain, nouvelle famille de moteurs avec un  
moteur BMW TwinPower Turbo de 1,5 litre. .... 10
- 3.2 Gestion anticipative du groupe motopropulseur.  
Caractère plus ouvert entre dynamisme accru et consommation  
réduite, le groupe motopropulseur apprend à « prévoir ». .... 16
- 3.3 Gestion intelligente des flux d'énergie.  
Pompe à chaleur, panneaux chauffants à infrarouge, volets d'air pilotés. .... 20



# 1. Journée de l'innovation 2012 de BMW Group: Efficient Dynamics. (Résumé)

- Avec la stratégie de développement Efficient Dynamics, BMW Group endosse un rôle de pionnier dans l'industrie automobile.
- Toute la flotte est visée : BMW Group perpétue la stratégie Efficient Dynamics et planche sur des technologies innovantes.
- La famille de moteurs BMW Group Efficient Dynamics : développement d'une famille de moteurs entièrement nouveaux comprenant des trois, des quatre et des six cylindres à technologie BMW TwinPower Turbo.
- Gestion anticipative du groupe motopropulseur : grâce aux données de navigation, le groupe motopropulseur apprend à « voir », déjà de série sur la nouvelle BMW Série 7.
- Gestion intelligente des flux d'énergie : la pompe à chaleur, les panneaux chauffants à infrarouge et les volets d'air pilotés de la deuxième génération contribuent aux économies d'énergie.

BMW Group dispose depuis 2007 d'un concept performant de réduction de la consommation de carburant et des émissions : la stratégie de développement Efficient Dynamics. Efficient Dynamics couvre tous les domaines du développement automobile. Dans ce contexte, BMW Group avance à grands pas dans l'électrification de la chaîne cinématique de ses futurs véhicules. À moyen terme, le moteur thermique restera cependant la technologie de base et donc le système d'entraînement standard pour les gammes de modèles qui feront les volumes. L'objectif consiste à réduire sans cesse la consommation de tous les véhicules signés BMW Group.

## **Famille de moteurs BMW Group Efficient Dynamics à technologie BMW TwinPower Turbo entièrement nouveaux.**

C'est sur cette toile de fond que BMW Group a opté pour le développement d'une famille de moteurs entièrement nouveaux. D'une part, cette famille de moteurs permet d'exploiter encore plus efficacement le concept high-tech de la technologie TwinPower Turbo déjà introduite, d'autre part, elle permet

d'atteindre un degré inédit de communauté de pièces. Cadet de la nouvelle génération de moteurs : un moteur BMW TwinPower Turbo de 1,5 litre de cylindrée dont le lancement est prévu pour l'année prochaine.

La technologie BMW TwinPower Turbo est mise en œuvre dès aujourd'hui sur des moteurs à essence et diesels de puissance et de cylindrée différentes. Ces moteurs ont une excellente réputation auprès de la clientèle et dans les milieux professionnels. De nombreux prix et autres distinctions en témoignent. Citons, à titre d'exemples, le quatre cylindres essence de 1,6 et de 2,0 litres de cylindrée ainsi que le modèle de pointe parmi les six cylindres diesel, le 3,0 litres triturbo.

La technologie BMW TwinPower Turbo réunit la distribution variable, l'injection directe et la suralimentation par turbocompresseur(s) dans une interprétation spécifique à chaque moteur pour accroître l'efficacité au même titre que le dynamisme. Les moteurs à essence se distinguent essentiellement par la distribution entièrement variable du type VALVETRONIC. Pareille à un variateur hautement efficace, elle fonctionne quasiment sans perte, dessert tous les cylindres à la fois et assure ainsi des consommations et des émissions d'un niveau extrêmement bas. Elle n'offre pas seulement des avantages en termes de rendement, mais améliore aussi la réponse du moteur.

Avec l'introduction de la nouvelle famille de moteurs Efficient Dynamics, la technologie TwinPower Turbo devient le trait commun de tous les moteurs à essence et diesels de la marque. La forte communauté de pièces, soit le grand nombre de composants identiques au sein de la famille de moteurs, permet le perfectionnement ultérieur de l'ensemble de la gamme. De plus, BMW Group réunit les conditions requises pour pouvoir proposer un plus grand nombre de variantes de carrosseries. Le nouveau concept moteurs permet en effet de substantielles économies dans le développement, l'intégration et la production tout en améliorant la qualité.

Les moteurs de la nouvelle famille reposent sur des modules de cylindre optimisés, d'une cylindrée unitaire d'environ 500 cm<sup>3</sup>, qui sont le nec plus ultra en terme de rendement thermodynamique, de velouté et de montée en régime dans une voiture particulière. Ainsi, avec les nouveaux groupes à trois, à quatre et à six cylindres, BMW Group couvre une fourchette allant de

1,5 à 3,0 litres de cylindrée et, donc, une gamme de modèles susceptibles de faire de gros volumes.

La nouvelle famille de moteurs sera inaugurée par un trois cylindres suralimenté de 1,5 litre de cylindrée. Ce moteur compact à cylindres en ligne partage les gènes du six cylindres et impressionne par un velouté remarquable. BMW Group complète ainsi sa gamme de moteurs par un modèle d'entrée de gamme unique en son genre. La nouvelle banque d'organes moteurs se distingue par une forte communauté de pièces entre les moteurs à essence et les diesels. Globalement, la part des composants identiques peut atteindre 60 pour cent sur les moteurs fonctionnant selon le même type de combustion, la concordance entre les moteurs à essence et les diesels s'élève à environ 40 pour cent. Étant donné que, pour la première fois, les deux types de moteurs pourront être construits sur la même ligne de montage, la gestion de la fabrication sera nettement plus flexible.

### **Des fonctions prédictives optimisent la voiture.**

BMW Group ne se contente pas d'optimiser les composants, il suit aussi d'autres approches pour abaisser les valeurs de consommation et d'émission et augmenter le dynamisme de ses voitures. Prévoir la situation de conduite à venir est un exemple dans ce contexte. Comme un conducteur averti qui emprunte son parcours quotidien, la technique sait optimiser les fonctions et les stratégies de service du véhicule si elle connaît la situation susceptible de se présenter en aval. Les informations qu'il lui faut sont fournies par l'électronique embarquée qui dispose de nombreuses données saisies par des capteurs et désormais aussi par le système de navigation. Il est ainsi possible d'exploiter encore mieux le grand potentiel inhérent aux fonctions regroupées sous le label Efficient Dynamics. La Gestion anticipative du groupe motopropulseur et la fonction Roue libre avec Assistant d'anticipation sont des exemples de ces technologies.

### **Des yeux pour la boîte automatique.**

Avec la nouvelle Gestion anticipative du groupe motopropulseur, la boîte automatique a la possibilité « d'anticiper ce qui arrive ». Pour ce faire, le système électronique s'appuie sur les données du système de navigation sur l'itinéraire emprunté et optimise ainsi la gestion de la boîte en vue des situations imminentes. Ainsi, la boîte de vitesses reconnaît le virage avant

même que le conducteur ne lève le pied et engage automatiquement le bon rapport. La voiture peut ainsi négocier le virage sous charge partielle et mieux accélérer en sortie.

### **Mode ECO PRO avec Assistant d'anticipation.**

La nouvelle Gestion anticipative du groupe motopropulseur favorise aussi une conduite résolument économique en mode ECO PRO. Dans les situations nécessitant une décélération, l'Assistant d'anticipation réagit très tôt et donne une indication au conducteur qui lui permet d'éviter des freinages inefficaces et de réduire la consommation de carburant. La fonction Roue libre, soit la désolidarisation du moteur du reste de la chaîne cinématique, ainsi que la fonction ECO PRO Route qui recommande l'itinéraire le plus économique au conducteur, sont d'autres mesures susceptibles d'accroître l'efficacité.

### **Efficient Dynamics économise de l'énergie à tous les niveaux.**

C'est dans le cadre de la « Gestion intelligente des flux d'énergie » que les spécialistes de BMW Group planchent sur une multitude de solutions individuelles pour réduire la consommation d'énergie. Sur les voitures électriques (BEV, Battery Electric Vehicle) et les voitures hybrides rechargeables (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle), chaque kilowatt d'énergie accumulée (sous forme de courant électrique dans la batterie) qu'il est possible d'économiser pour faire fonctionner les organes périphériques est à la disposition du moteur électrique pour faire avancer la voiture. Certaines techniques destinées à réduire la consommation d'énergie peuvent aussi être exploitées sur des voitures propulsées par un moteur thermique classique.

### **Pompe à chaleur :**

#### **une économie d'environ 50 pour cent d'énergie de chauffage.**

Sur les voitures électriques et hybrides rechargeables, la mise à disposition efficace de la puissance de chauffage requise pour mettre en température l'habitacle est un défi particulier. Si l'habitacle n'était chauffé qu'avec l'énergie de la batterie, l'énergie ainsi consommée réduirait fortement l'autonomie des voitures. En fonction de la situation de conduite, le recours à une pompe à chaleur permet d'économiser environ 50 pour cent de puissance électrique, voire plus. À une température extérieure de zéro degré, l'augmentation de

l'autonomie ainsi obtenue peut atteindre 30 pour cent selon le cycle de conduite.

### **Les panneaux chauffants à infrarouge émettent une chaleur « saine ».**

Les systèmes de chauffage et de climatisation actuels réchauffent l'air dans l'habitacle qui, à son tour, réchauffe le conducteur et ses passagers. Par contre, l'énergie des panneaux chauffants à infrarouge est transformée en rayonnement infrarouge qui cède sa chaleur directement aux occupants. L'effet chauffant se fait sentir une minute à peine après l'enclenchement du système. De plus, les panneaux chauffants à infrarouge fonctionnent sans produire le moindre courant d'air ou bruit. Dans le domaine du chauffage automobile, les panneaux chauffants modernes à infrarouge sont une solution nouvelle qui, non seulement consomme peu d'énergie, mais apporte aussi une nette amélioration du confort. À l'avenir, ces panneaux pourront accroître l'efficacité surtout sur les voitures tout électriques (BEV) puisqu'ils utilisent l'énergie électrique pour réchauffer directement les occupants. En plus de cet avantage et de la rapidité d'action, les panneaux chauffants à infrarouge peuvent aussi contribuer à créer une ambiance particulièrement agréable à bord. Ainsi, à l'instar des sièges chauffants, il est possible d'envisager la régulation individuelle permettant à chaque occupant de la voiture de régler la température à sa guise et d'amplifier ainsi son confort personnel. Chaque occupant ayant son propre chauffage, il sera aussi possible de ne chauffer que les sièges occupés et de réduire ainsi la consommation d'énergie.

### **Les nouveaux volets d'air pilotés de la deuxième génération sont à fonctionnement variable.**

Dans le cadre des mesures Efficient Dynamics, les volets d'air pilotés sont déjà de série sur nombre de modèles depuis 2003. Le système logé entre la prise d'air de refroidissement et le radiateur repose sur des lames mobiles pouvant être fermées en cas de besoin pour améliorer ainsi l'aérodynamique. Les volets de deuxième génération permettent différentes configurations pour gérer le débit d'air arrivant de manière plus variable et l'adapter encore mieux aux besoins. En règle générale, les volets d'air supérieurs sont fermés et apportent ainsi la plus grande contribution à la réduction de la traînée aérodynamique. Au total, les volets d'air pilotés réduisent le coefficient de pénétration dans l'air  $c_x$  de 0,015.

**Température de service optimisée sur le moteur thermique.**

Associée au système de navigation, la Gestion thermique anticipative peaufine le bilan thermique du moteur grâce au conditionnement prévisionnel de la température du liquide de refroidissement. Le débit de puissance du moteur s'en trouve encore optimisé, alors qu'en même temps sa fiabilité thermique est encore améliorée.

**La gestion des flux d'énergie est un domaine d'une importance croissante.**

La gestion intelligente des flux d'énergie fait partie intégrante de la stratégie Efficient Dynamics menée par BMW Group. Économiser de l'énergie sur tous les concepts automobiles et les détails de tous les composants automobiles comptera, demain aussi, parmi les objectifs prioritaires.



## **2. Introduction : Efficient Dynamics – pionnier depuis des années. Une longueur d’avance sur les concurrents avec des consommations réduites et un dynamisme accru.**

Avec la stratégie de développement Efficient Dynamics, BMW Group dispose depuis le printemps 2007 du concept le plus ambitieux de réduction systématique de la consommation et des émissions. Constructeur d’automobiles premium le plus prisé au monde, la société, consciente de sa responsabilité, fait œuvre de pionnière lorsqu’il s’agit de lancer des technologies innovantes susceptibles de préserver les ressources naturelles. Le développement durable a été défini dès l’an 2000 comme un principe central de l’action du constructeur. Depuis, la stratégie Efficient Dynamics est devenue le leitmotiv pour tous les domaines du développement automobile.

Les moteurs thermiques optimisés en termes de consommation, le perfectionnement de la technologie BMW ActiveHybrid, des concepts innovants pour l’électromobilité ainsi que la construction légère intelligente et l’optimisation de l’aérodynamique comptent parmi les piliers de la stratégie de développement. Dans ce contexte, BMW Group a misé très tôt sur des innovations techniques révolutionnaires, ce qui en a fait le leader mondial du développement durable parmi les constructeurs automobiles. L’objectif, pour chaque nouveau modèle, consiste à abaisser la consommation et les émissions par rapport à sa devancière tout en améliorant encore les performances routières.

Les moteurs à essence et les diesels ultramodernes à technologie BMW TwinPower Turbo, les boîtes de vitesses à rendement optimisé, les organes périphériques asservis aux besoins et l’intégration de la fonction d’arrêt et de redémarrage automatiques du moteur sur les voitures à boîte automatique sont au cœur des solutions destinées à accroître l’efficacité. Des fonctions comme la récupération de l’énergie libérée au freinage, les volets d’air pilotés, l’indicateur du point de changement de rapport ainsi que la direction à assistance électrique (Electric Power Steering) et des pneus à résistance réduite au roulement contribuent également à réduire la consommation de carburant.



Grâce à Efficient Dynamics, les automobiles des marques BMW et MINI restent la référence mondiale en matière de réduction de la consommation de carburant dans le segment premium. Entre 1995 et 2008, la consommation des véhicules de la gamme européenne a pu être abaissée de plus de 25 pour cent, au bas mot. BMW Group a ainsi été le seul constructeur automobile d'Europe à ne pas seulement respecter l'auto-engagement de l'Association des Constructeurs européens d'Automobiles (ACEA), mais à aller bien au-delà.

Dans l'ensemble, dans les 15 dernières années, BMW Group a réduit de quelque 30 pour cent les émissions de CO<sub>2</sub> de ses véhicules neufs vendus en Europe. Au début de l'année 2012, les gammes de modèles BMW et MINI affichaient déjà 73 modèles se distinguant par des émissions de CO<sub>2</sub> maximales de 140 grammes par kilomètre, dont 30 modèles BMW rejetant 120 grammes par kilomètre au maximum (07/2012).

BMW Group a annoncé que d'ici à 2020 les émissions de CO<sub>2</sub> à l'échelle mondiale seront encore réduites de 25 pour cent.



### **3. Journée de l'innovation 2012 de BMW Group: Efficient Dynamics. (Version longue)**

#### **3.1 La nouvelle famille de moteurs BMW Group Efficient Dynamics: technologies moteur de demain, nouvelle famille de moteurs avec un moteur BMW TwinPower Turbo de 1,5 litre.**

Avec la stratégie de développement Efficient Dynamics, BMW Group dispose depuis 2007 déjà d'un concept performant de réduction systématique de la consommation et des émissions sur ses véhicules de série. Efficient Dynamics est un leitmotiv pour tous les domaines du développement automobile. Des moteurs à essence et diesels optimisés en terme de consommation, des boîtes de vitesses se distinguant par un rendement particulièrement élevé, des organes périphériques asservis aux besoins, la construction légère ainsi qu'une aérodynamique finpolée comptent parmi les technologies mises en œuvre, au même titre que le perfectionnement de la technologie BMW ActiveHybrid et des concepts innovants pour l'électromobilité.

BMW Group progresse de manière systématique dans l'électrification de la chaîne cinématique de ses futurs véhicules. Il n'en est pas moins convaincu que les moteurs conventionnels recèlent toujours d'énormes potentiels. À moyen terme, le moteur thermique restera de ce fait la technologie de base et donc le système d'entraînement standard pour les gammes de modèles actuelles et futures susceptibles de faire les volumes. Grâce à la technologie TwinPower Turbo, BMW Group dispose dès aujourd'hui d'un concept de haute technicité. Il constitue la base sur laquelle BMW Group développe une famille de moteurs entièrement nouveaux pour exploiter ce concept de manière encore plus efficace tout en atteignant un degré inédit de communauté de pièces. Le lancement commercial de nouveaux moteurs à la pointe du progrès est prévu pour l'année prochaine. Cette nouvelle génération de moteurs thermiques sera étrennée par un trois cylindres ultramoderne.

## **Technologie BMW TwinPower Turbo.**

La technologie BMW TwinPower Turbo, qui est d'ores et déjà mise en œuvre sur de nombreux moteurs à essence et diesels et successivement introduite sur tous les nouveaux groupes, joue un rôle clé dans la réduction des consommations et des émissions. Dans ce contexte, la notion de « TwinPower » désigne l'association d'une distribution variable d'une part et d'une technique d'injection moderne de l'autre. Le système de calage variable en continu des arbres à cames (double) Vanos, la distribution variable du type VALVETRONIC ainsi que la géométrie d'admission variable de la turbine des turbocompresseurs des moteurs diesel comptent parmi les composants techniques variables. S'y ajoutent l'injection directe du type High Precision Injection sur les moteurs à essence et l'injection directe à rampe commune sur les diesels. Troisième élément du concept high-tech : la suralimentation par turbocompresseur(s). Ainsi, un moteur BMW TwinPower Turbo peut être suralimenté par un ou par deux turbocompresseurs, par un turbocompresseur du type Twin Scroll (double entrée) ou bien par un triturbo. La distribution VALVETRONIC commandant la charge sans étranglement, grâce à laquelle le concept de la technologie BMW TwinPower Turbo se démarque de la concurrence, reste quant à elle, le trait distinctif des moteurs à essence. À la différence d'une commande classique de la charge par papillons des gaz, la distribution VALVETRONIC passe par la variation de la levée des soupapes pour répondre à la demande de puissance exprimée par le pied du conducteur sur l'accélérateur, ce qui se traduit par des avantages en matière d'efficacité inhérents au système.

### **VALVETRONIC :**

#### **levée entièrement variable des soupapes d'admission.**

Avec la distribution variable VALVETRONIC, BMW Group utilise depuis 2001 une technique innovante permettant de commander la charge des moteurs à essence sans étranglement. Depuis lors, ce système unique sur le marché a été sans cesse optimisé et constitue aussi la solution parfaite pour les moteurs de la banque d'organes future. La distribution VALVETRONIC de dernière génération fait appel à une mécanique à arbre excentrique de haute précision pour faire varier la levée des soupapes, côté admission. La levée des soupapes étant variée en continu, il est possible de renoncer au papillon des gaz normalement de rigueur en fonctionnement normal du moteur. L'effet : le

volume d'air requis étant régulé à l'intérieur du moteur, les pertes par pompage et, par conséquent, la consommation peuvent être réduites au minimum. En même temps, le moteur est plus réactif, parce que contrairement au fonctionnement des moteurs à commande de charge conventionnelle, la pression régnant au niveau des soupapes d'admission correspond quasiment à la pression atmosphérique sur un moteur à commande de charge sans étranglement, si bien que le remplissage des cylindres en air frais est quasiment instantané lorsque le conducteur demande spontanément de la puissance.

### **Un concept éprouvé promis à un bel avenir: varier au lieu de commuter.**

Contrairement à d'autres techniques, la distribution VALVETRONIC offre ses avantages sur le plan du rendement tout en améliorant la réponse du moteur et le débit du couple sur toute la plage des régimes. À l'instar d'un variateur, la commande de charge sans étranglement de l'admission fonctionne de manière uniforme sur tous les cylindres sans porter atteinte au velouté du moteur ou à ses qualités acoustiques comme ce serait le cas, par exemple, sur un système de coupure de cylindres. « Varier au lieu de commuter » est donc un concept qui permet de minimiser la consommation et les émissions tout en maximisant le dynamisme et le confort en présence d'un débit de puissance onctueux. S'y ajoute que la technologie développée par BMW se prête à des moteurs de cylindrée et de puissance différentes. Pour la nouvelle banque d'organes moteurs, cela signifie que BMW Group peut configurer des moteurs de cylindrée optimale et, donc, proposer la solution idéale en fonction de l'utilisation envisagée.

### **Nouvelle famille de moteurs à BMW TwinPower Turbo de 1,5 litre.**

La technologie BMW TwinPower Turbo pouvant être mise en œuvre indépendamment de la cylindrée totale et du nombre de cylindres, elle est une solution idéale pour les moteurs de la nouvelle famille Efficient Dynamics. Un moteur à technologie BMW TwinPower Turbo de 1,5 litre est l'un des premiers représentants de cette nouvelle gamme. Le moteur compact à cylindres en ligne se targue de toutes les qualités reconnues aux moteurs BMW et se distingue de plus par un dynamisme et une efficacité de haut niveau, sans oublier les caractéristiques typiques d'un trois cylindres, telles que l'avidité de monter en régime, la réponse spontanée et une sonorité aussi dynamique que sportive.

### **Avantage au niveau de la consommation :**

#### **légèreté, compacité, frottement réduit.**

Le moteur à technologie BMW TwinPower Turbo de 1,5 litre se distingue par des frottements intérieurs réduits, ce qui diminue sensiblement sa consommation. Grâce aux intervalles d'allumage importants, l'échange gazeux peut être parfaitement adapté aux exigences du conducteur en quête d'un couple élevé aux bas régimes et d'une réaction spontanée. À cet effet, le nouveau trois cylindres fait appel à l'injection directe du type High Precision Injection et à la distribution variable VALVETRONIC de la toute dernière génération.

#### **« Un demi six cylindres » d'un velouté remarquable.**

Le comportement vibratoire du moteur a un effet tout aussi positif que son poids réduit et ses dimensions compactes. Sur ce point, le trois cylindres présente des points communs avec les six cylindres en ligne exempts de forces et de moments d'inertie libres. Le trois cylindres se distingue également par l'absence de forces d'inertie de premier et de deuxième ordre, alors que le petit couple de roulis qu'il produit à la différence d'un six cylindres est entièrement neutralisé par un arbre d'équilibrage. Grâce aux amortisseurs de vibrations de torsion fonctionnant selon le principe du pendule centrifuge, le moteur est aussi très onctueux à bas régime et offre ainsi un grand agrément de conduite.

#### **Sonorité du trois cylindres : émotions et dynamisme.**

Outre la facilité de monter en régime et la réactivité, la sonorité du moteur qui n'est pas sans susciter les émotions contribue à l'expérience vécue au volant. La fréquence du bruit d'admission et d'échappement du trois cylindres augmentant nettement plus vite (50%) que sur un quatre cylindres, il est perçu comme étant avide de monter en régime et sportif.

#### **La nouvelle famille de moteurs en détail.**

La future stratégie moteurs est le socle sur lequel repose la réduction de la consommation et des émissions de CO<sub>2</sub> visée par BMW Group. La technologie BMW TwinPower Turbo est d'ores et déjà en service sur des moteurs à essence et diesels de puissance et de cylindrée différentes. Cette technologie devient, avec l'introduction de la nouvelle famille de moteurs Efficient Dynamics, le trait d'union entre les moteurs à trois, à quatre et à

six cylindres, indépendamment du type de combustion. Grâce au développement ciblé de nouveaux composants, utilisables aussi bien sur les moteurs à essence que sur les diesels, BMW Group continue de multiplier le nombre de pièces identiques au sein de la famille de moteurs. Ce qui permet d'appliquer des solutions techniques dans leur version actuelle et future à tous les propulseurs, quels que soient le nombre des cylindres, le type de combustion ou la puissance.

### **La banque d'organes moteurs BMW crée des synergies maximales.**

Les moteurs de la nouvelle famille partagent la même architecture, à savoir la disposition des cylindres en ligne. Le bloc moteur se distingue par des modules de cylindre optimisés d'une cylindrée unitaire de 500 cm<sup>3</sup>, ce qui représente ce qui se fait de mieux en terme de rendement thermodynamique pour une utilisation automobile. Le nouveau trois cylindre offre donc une cylindrée de 1,5 litres, le quatre cylindres ayant 2,0 litres et le six cylindres 3,0 litres de cylindrée. La puissance par cylindre varie entre 30 et 55 kW (pour 60 à 80 Nm) sur les moteurs à essence et entre 20 et 45 kW (pour 75 à 110 Nm) sur les diesels.

### **Forte communauté de pièces entre moteurs à essence et diesels.**

Parmi les points communs au niveau de la conception citons aussi, entre autres, l'entraxe des cylindres, le carter en aluminium, les arbres d'équilibrage ainsi que la disposition des chaînes de distribution, la conception des vis de culasse et le revêtement raffiné des surfaces de glissement des cylindres. Globalement, la part des composants identiques peut atteindre 60 pour cent sur les moteurs fonctionnant selon le même type de combustion, la concordance entre les moteurs à essence et les diesels s'élève à environ 40 pour cent. Des interfaces standardisées permettent d'obtenir d'autres avantages. Outre les points de fixation identiques pour le moteur, il s'agit essentiellement du branchement sur le circuit de refroidissement, sur la ligne d'admission et la ligne d'échappement ainsi que sur le système de chauffage et de climatisation. Le nombre de variantes dans ces domaines est quasiment divisé par deux par rapport aux modèles actuels. Enfin, tous les moteurs ont le même côté d'admission « froide » et d'échappement « chaud ». Une condition de plus donc, qui fait que les moteurs à trois et à quatre cylindres de la nouvelle famille sont adaptés aussi bien à un montage longitudinal qu'à un montage transversal sur les futurs modèles de chez BMW et MINI.

### **Développement efficace, fabrication flexible, qualité maximale.**

Dorénavant, la nouvelle banque d'organes moteurs permettra à BMW Group de construire des moteurs à trois, à quatre et à six cylindres de différents niveaux de puissance qui seront adaptés à la perfection au concept automobile auquel ils seront destinés. Il sera ainsi possible d'atteindre des volumes nettement plus importants avec, à la clé, des économies substantielles lors du développement et de la fabrication. La forte communauté de pièces facilitera par ailleurs le développement de variantes de moteur supplémentaires, ce qui permettra aussi de fabriquer des séries en quantité relativement limitée, rapidement et de manière rentable.

Les usines de BMW Group dédiées à la construction des moteurs pourront ainsi construire les moteurs à essence et diesels de la nouvelle famille sur la même ligne de fabrication, ce qui ne s'était encore jamais vu. Le constructeur pourra ainsi réagir de manière flexible aux fluctuations de la demande à court terme ou suivre les évolutions du marché.

### **L'avenir a déjà commencé.**

Aujourd'hui, l'architecture adoptée pour de nouvelles gammes de modèles et de nouveaux moteurs est déjà définie. La nouvelle famille de moteurs BMW Group Efficient Dynamics permettra aussi d'équiper les nouveaux modèles automobiles prévus pour les années à venir, et ils seront nombreux. Théoriquement, la nouvelle famille de moteurs pourrait en effet compter dix moteurs à essence et diesels hautement modernes à trois, à quatre et à six cylindres, pour un montage longitudinal ou transversal.

## **3.2 Gestion anticipative du groupe motopropulseur.**

### **Caractère plus ouvert entre dynamisme accru et consommation réduite, le groupe motopropulseur apprend à « prévoir ».**

#### **Interconnexion intelligente :**

##### **Connected Drive à la rencontre d'Efficient Dynamics.**

Désormais, la gestion du groupe motopropulseur est interconnectée avec le système de navigation Professional. Grâce aux informations ainsi reçues, la gestion de la boîte de vitesses et l'Assistant d'anticipation par exemple sont en mesure de reconnaître le tracé de la route et le profil de l'itinéraire avec ses montées et descentes, mais aussi les limitations de vitesse et d'en tenir compte dans le choix du rapport de boîte et pour la décélération de la voiture. Le système connaît même le rayon du virage avant que le conducteur ne braque. En fonction du mode activé via la Commande de régulation du comportement dynamique (SPORT, CONFORT ou ECO PRO), la Gestion anticipative du groupe motopropulseur prépare la voiture de manière idéale à la situation qui l'attend en tenant compte du caractère souhaité.

#### **Gestion anticipative du groupe motopropulseur :**

##### **des yeux pour la boîte automatique.**

Une boîte de vitesses automatique doit répondre à des exigences fort différentes : certains conducteurs la veulent sportive et dynamique, d'autres résolument économique. Les boîtes de vitesses automatiques BMW répondent d'ores et déjà aux différentes exigences des conducteurs en leur proposant des programmes de changement des vitesses sélectionnés à l'aide de la Commande de régulation du comportement dynamique. La boîte passe alors les rapports de manière très rapide et sportive, de manière particulièrement confortable ou de manière très économique en passant le rapport supérieur à un régime très bas. Elle ne fait cependant que réagir, puisqu'elle fonctionne selon le programme activé en se basant sur la position de l'accélérateur et les résistances au roulement. Elle est pour ainsi dire un système « aveugle ». La nouvelle Gestion anticipative du groupe motopropulseur, fruit d'un perfectionnement systématique, confère désormais à la boîte automatique des yeux qui lui permettent de « prévoir » le tracé de la route. La Gestion anticipative du groupe motopropulseur se sert des données fournies par le système de navigation sur l'itinéraire emprunté



pour optimiser la gestion électronique de la boîte en vue des situations routières et des états de conduite à venir. Ce perfectionnement favorise aussi bien une conduite dynamique, parce qu'elle permet des réponses spontanées, qu'une conduite efficace en mode ECO PRO. Ainsi par exemple, la boîte « voit » très tôt les ronds-points. Résultat : elle rétrograde automatiquement, la voiture traverse le rond-point avec le bon rapport de boîte à faible charge et peut mieux accélérer en sortie.

### **Le dynamisme à l'état pur : toujours le bon rapport grâce à la Gestion anticipative du groupe motopropulseur.**

Lorsque le conducteur a sélectionné le mode Sport par une pression sur la Commande de régulation du comportement dynamique, la Gestion anticipative de la boîte profite des informations fournies par le système de navigation pour fonctionner selon une stratégie de passage des rapports privilégiant le dynamisme. Lorsque, par exemple, la voiture s'approche d'un virage sur une route de campagne, la boîte automatique rétrograde jusqu'au rapport idéal et exploite le cas échéant l'effet du frein moteur. Tous les passages de rapports sont terminés juste avant le virage. Le virage suivant est reconnu comme faisant partie de l'enchaînement de virages. Le système identifie le rayon de courbure et reste sur le rapport idéal. Ainsi le couple d'inertie est plus important avant les virages. La réserve de traction pour l'accélération est plus importante, sans passages de rapport superflus ou d'engagements successifs des rapports vers le haut ou vers le bas, dans ou entre les virages. Précise, la stratégie soulage le conducteur, accroît le dynamisme et intensifie l'expérience vécue au volant. La Gestion anticipative de la boîte fonctionne de manière comparable dans les giratoires, aux intersections et autres bifurcations. Indépendamment de la navigation, la Gestion anticipative de la boîte réagit aussi à l'actionnement des clignotants.

### **Mode ECO PRO :**

#### **efficacité maximale par simple pression d'un bouton.**

En mode ECO PRO, différentes fonctions, au potentiel d'économie pouvant atteindre 25 pour cent au total, entrent en action. Le système de navigation par exemple affiche un itinéraire ECO PRO et renseigne sur l'économie de carburant attendue. Sur demande, l'Assistant d'anticipation donne des conseils d'écoconduite. Le roulage en roue libre, état de conduite dans lequel le moteur et la chaîne cinématique sont désolidarisés et la voiture roule

librement, ainsi que l'enregistrement et l'évaluation d'itinéraires par l'analyseur ECO PRO, sont d'autres fonctionnalités susceptibles d'augmenter l'efficacité.

**Fonction ECO PRO Assistant d'anticipation :  
toujours une longueur d'avance.**

L'Assistant d'anticipation compte parmi les fonctions élargies disponibles en mode ECO PRO. En association avec le système de navigation Professional, il relève très tôt les données factuelles de l'itinéraire emprunté et donne au conducteur des conseils pour une conduite écologique. Il s'agit là de situations exigeant une réduction de la vitesse. Pour ce faire, l'Assistant d'anticipation tient compte des limitations de vitesse, des virages, des entrées en agglomération, des ronds-points, des carrefours et autres sorties d'autoroute. Un affichage sur le combiné d'instruments et/ou le visuel d'informations permet au conducteur de réagir en conséquence. L'Assistant d'anticipation offre la possibilité de profiter à fond du roulage en roue libre.

**Fonction ECO PRO Roulage en roue libre :  
avancer bon train sans la puissance du moteur.**

Le nouveau mode Roue libre permet de désaccoupler le moteur thermique en décélération, à des vitesses comprises entre 50 et 160 km/h. Dès que le conducteur lève le pied, la voiture continue à avancer sans que le couple d'inertie du moteur n'exerce son influence, ce qui induit une perte de vitesse nettement moindre, le moteur continuant à tourner au ralenti avec une consommation minimale. Ce mode permet d'exploiter l'énergie cinétique existante et, donc, l'« élan » de la voiture. Ainsi, avec l'aide de l'Assistant d'anticipation et moyennant une conduite prévoyante, il est possible de réaliser des gains de consommation atteignant 5 pour cent. La fonction Roue libre est indiquée sur le combiné d'instruments et le visuel d'informations, mais elle peut aussi être désactivée. Dès que le frein est actionné, le contact entre moteur et boîte automatique est rétabli et la voiture ralentit en décélération. Le cas échéant, l'énergie excédentaire libérée au freinage est récupérée et accumulée dans la batterie.

### **ECO PRO Route :**

#### **rallier la destination par le chemin le plus économique.**

En plus de l'itinéraire le plus rapide et le plus court, le système de navigation BMW Professional propose au conducteur l'itinéraire le plus économique pour rejoindre la destination. Il faut activer le mode ECO PRO pour pouvoir exploiter le potentiel d'économie de la fonction ECO PRO Route. Le système propose alors l'itinéraire correspondant en tenant compte de la situation routière actuelle et du profil de la route. Le calcul de l'itinéraire vise à réduire la consommation tout en limitant le temps supplémentaire pour rallier sa destination. Le nouveau système permet au conducteur de choisir entre perte de temps et gain de consommation. L'économie qu'il est possible de réaliser sur chaque itinéraire est visualisée en pour cent. En cas d'embouteillage, le système propose des itinéraires bis. Enfin, le calcul tient aussi compte du style de conduite individuel de l'automobiliste. À cet effet, le système s'appuie sur la consommation enregistrée dans différentes situations de conduite.

#### **Analyseur ECO PRO : savoir et afficher ce qui advient.**

Via l'application gratuite BMW Connected, l'analyseur ECO PRO permet au conducteur d'analyser son propre style de conduite. Grâce à l'application, il n'a aucun problème pour transmettre les derniers trajets enregistrés à son iPhone. Sur une échelle d'évaluation, des étoiles lui montrent alors s'il roule de manière efficace et à quel point. Son style de conduite devient ainsi transparent, ce qui l'aide à adopter une conduite encore plus écoresponsable.

#### **Efficiencytinement ECO PRO : le plaisir d'économiser.**

Avec les fonctions citées, le conducteur peut décider lui-même de l'exploitation des potentiels d'économie disponibles. La Gestion anticipative du groupe motopropulseur contribue tout particulièrement à ouvrir de nouveaux potentiels d'économie. Le mode ECO PRO permet une baisse de la consommation allant jusqu'à 20 pour cent, en fonction du comportement individuel au volant. La gestion intelligente du groupe motopropulseur, avec les fonctions Roue libre, Assistant d'anticipation et ECO PRO Route, peut y ajouter 5 pour cent de plus. Efficient Dynamics avec toutes ses fonctionnalités destinées à réduire systématiquement la consommation et les émissions s'est d'ailleurs vu décerner le prix allemand « Volant vert » dès 2007.

### 3.3 Gestion intelligente des flux d'énergie. Pompe à chaleur, panneaux chauffants à infrarouge, volets d'air pilotés.

La stratégie Efficient Dynamics menée par BMW Group fait appel à de nombreuses solutions techniques pour réduire la consommation et, par là, les émissions de CO<sub>2</sub> tout en améliorant les performances routières. Sur les voitures tout électriques (BEV, Battery Electric Vehicle) et les voitures hybrides rechargeables (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle), la stratégie Efficient Dynamics vise en premier lieu à augmenter l'autonomie en mode électrique. C'est dans le cadre de la « Gestion intelligente des flux d'énergie » que les spécialistes de BMW Group planchent sur une multitude de solutions individuelles réduisant la consommation d'énergie à bord d'une voiture électrique ou d'une voiture hybride rechargeable. Chaque kilowatt d'énergie accumulée qu'il est possible d'économiser pour faire fonctionner les organes périphériques est à la disposition du moteur électrique qui accroît ainsi son autonomie. Une partie des nouvelles techniques peut aussi être exploitée sur des voitures à moteur thermique classique à venir.

Sur les voitures électriques et hybrides rechargeables, la mise à disposition efficace de la puissance de chauffage requise pour mettre en température l'habitacle lorsqu'il fait froid dehors pose un défi particulier. Afin d'exploiter autant que possible l'énergie contenue dans la batterie de la voiture pour la faire avancer, l'habitacle est réchauffé à l'aide d'une pompe à chaleur dont la technique est connue des applications dans le bâtiment. Mais pour pouvoir vraiment exploiter l'atout que présente le rendement supérieur de la pompe à chaleur par rapport à celui du chauffage électrique alimenté exclusivement par la batterie, cette technique doit fonctionner de manière fiable dans toutes les conditions de conduite.

#### **Le principe de la pompe à chaleur est conservé.**

À l'instar des systèmes de chauffage des bâtiments, la pompe à chaleur à bord de la voiture utilise la chaleur ambiante, en l'occurrence la chaleur de l'air. Le réfrigérant est comprimé dans le compresseur de la climatisation et porté à un niveau de température supérieur. Pour l'application automobile, il doit être possible de refroidir, de chauffer et de déshumidifier l'air dans l'habitacle. À cet effet, le circuit frigorifique est complété par des composants et des

dispositifs de régulation supplémentaires. Une gestion thermique intelligente de la voiture dans son ensemble permet à la pompe à chaleur non seulement d'utiliser l'air extérieur comme source de chaleur, mais aussi la chaleur dissipée disponible à bord de la voiture.

### **Économiser 50 pour cent d'énergie de chauffage.**

Les conducteurs des voitures électriques futures de BMW Group attendent que le système de climatisation de leur voiture soit aussi performant que celui d'une automobile animée par un moteur classique. Ceci vaut, par exemple, pour la possibilité de répartir de l'air à différents niveaux de température dans différentes zones de l'habitacle. La pompe à chaleur permet aussi de répondre à cette exigence de confort. Sur une voiture électrique ou une voiture hybride rechargeable, le recours à une pompe à chaleur permet de réduire d'environ 50 pour cent la puissance électrique requise pour chauffer l'habitacle. Le chauffage électrique absorbe donc moins d'énergie grâce à la chaleur « gratuite » de l'air ambiant. À une température extérieure de zéro degré centigrade, l'augmentation de l'autonomie ainsi obtenue peut atteindre 30 pour cent en fonction du cycle de conduite. Il n'est pas encore prévu, pour l'instant, d'utiliser cette technique sur des véhicules à moteur classique.

### **Économiser de l'énergie à l'aide de panneaux chauffants à infrarouge.**

Dans le cadre de la stratégie Efficient Dynamics, la « Gestion intelligente des flux d'énergie » comprend la réduction de la consommation d'énergie surtout au niveau des organes périphériques de la voiture. Pour le chauffage de la voiture, les panneaux chauffants modernes à infrarouge constituent une nouvelle solution qui, non seulement consomme peu d'énergie, mais est aussi susceptible d'améliorer sensiblement le confort. Les systèmes de chauffage et de climatisation actuels des voitures réchauffent l'air de l'habitacle, qui réchauffe à son tour le conducteur et ses passagers. Par contre, sur les panneaux chauffants à infrarouge, l'énergie est transformée en rayonnement infrarouge qui cède sa chaleur directement aux occupants.

### **Les panneaux chauffants à infrarouge émettent une chaleur « saine ».**

À l'instar de la chaleur produite par un feu de cheminée, le rayonnement des panneaux à infrarouge crée une sensation de chaleur « douce », comparable à la chaleur à effet salutaire d'une lampe à infrarouge. À bord d'une voiture, les panneaux chauffants à infrarouge fonctionnant à l'électricité présentent

encore d'autres avantages. Ainsi, l'effet chauffant se fait sentir une minute à peine après l'enclenchement du système, ce qui est un atout important en hiver. De plus, les panneaux ne produisent ni courant d'air ni bruit. La puissance de chauffage peut être focalisée sur un point précis. Théoriquement, il serait concevable de la concentrer uniquement sur le conducteur afin d'augmenter l'efficacité lorsqu'il est seul à bord. Du point de vue actuel, les panneaux chauffants à infrarouge peuvent être logés dans les revêtements des portes, la cave à pieds et certaines zones du tableau de bord.

### **La mise en pratique future de panneaux chauffants à infrarouge.**

Les panneaux chauffants à infrarouge pourraient surtout venir épauler le système de chauffage conventionnel. L'action rapide des rayons infrarouges est particulièrement avantageuse lors de la phase d'échauffement. Une régulation individuelle à l'instar des sièges chauffants, permettant à chaque occupant de la voiture de régler la température à sa guise et d'amplifier ainsi son confort personnel, est également concevable. Les panneaux à infrarouge pourront augmenter l'efficacité, surtout sur les voitures tout électriques (BEV), parce que, faute de moteur thermique producteur de chaleur, celles-ci ont de toutes façons besoin d'énergie électrique pour réchauffer l'habitacle.

### **Les volets d'air pilotés réduisent la traînée aérodynamique.**

Les volets d'air pilotés sont un dispositif Efficient Dynamics qui a été mis en pratique très tôt sur différents modèles du constructeur automobile. D'une manière générale, les prises d'air de refroidissement ont un effet négatif sur l'aérodynamique d'une voiture. Grâce à leurs lames mobiles, les volets d'air pilotés logés entre la prise d'air de refroidissement et le radiateur sont à même de compenser cet inconvénient. Lorsque le moteur et les organes périphériques nécessitent peu de refroidissement, les volets d'air sont fermés. L'aérodynamique s'en trouvant améliorée, la consommation de courant baisse et les bruits extérieurs gênants sont atténués.

### **Les nouveaux volets d'air pilotés de la deuxième génération sont à fonctionnement variable.**

Dès 2003, des volets d'air ont été placés derrière les naseaux de la BMW Série 5. Les volets d'air pilotés de la première génération fonctionnent depuis 2007 sur différents modèles BMW. Comprenant trois volets supérieurs et – en fonction de la motorisation – deux volets inférieurs, les

premiers et les deuxièmes étant pilotés en commun, ce système permet de réaliser trois configurations différentes. La deuxième génération du système permet de réaliser nettement plus de configurations pour gérer le débit d'air arrivant de manière encore plus variable et l'adapter encore mieux aux besoins. Désormais, les volets supérieurs et inférieurs sont ouverts ou fermés activement par un moteur électrique. De plus, les volets d'air pilotés de la deuxième génération disposent de capteurs plus fins qui saisissent et analysent un plus grand nombre de paramètres. Ainsi entre autres la température du liquide de refroidissement, du condenseur de la climatisation, de l'huile de boîte, du pot catalytique et de l'air de suralimentation du turbocompresseur. La vitesse de la voiture est un autre paramètre important pour le réglage.

### **Les volets d'air pilotés se calent sur l'état de fonctionnement actuel de la voiture.**

Au début du trajet, tous les volets restent fermés en circulation urbaine et aident ainsi le moteur et les organes périphériques à atteindre rapidement leur température de service optimale. Lorsque le besoin de refroidissement augmente, la gestion ouvre d'abord les volets inférieurs de 30 degrés. Sur les routes de campagne, l'aérodynamique revêt déjà plus d'importance. En charge partielle, les volets d'air sont alors fermés progressivement en plusieurs étapes, les volets inférieurs pouvant aussi être ouverts de 15 degrés seulement. Sur autoroute, à pleine charge et à des températures élevées – lorsque le besoin de refroidissement est, donc, au maximum – les volets inférieurs, puis les volets supérieurs peuvent être entièrement ouverts. Cette commande progressive qui veille à toujours ouvrir les volets supérieurs en dernier et à les refermer en premier, est particulièrement importante. En effet, c'est lorsqu'ils sont fermés que les volets d'air supérieurs contribuent le plus à la réduction de la traînée aérodynamique. Les volets d'air pilotés de la deuxième génération réduisent au total le coefficient de pénétration dans l'air  $c_x$  de 0,015.

### **Gestion intelligente des flux d'énergie sur l'hybride.**

La stratégie Efficient Dynamics de BMW Group cherche systématiquement à économiser de l'énergie. Un nouveau champ d'action s'ouvre ici pour la Gestion intelligente des flux d'énergie des automobiles hybrides (HEV) ou des automobiles hybrides rechargeables (PHEV). Pour ces véhicules, BMW a

développé une Stratégie de service anticipative gérant le moteur électrique et la batterie hautes performances. L'autonomie en tout électrique est augmentée à l'aide d'une stratégie de charge optimisée et le moteur électrique est utilisé avant tout dans les situations dans lesquelles un fonctionnement sans émissions locales est vraiment sensé et désirable, comme par exemple sur les derniers kilomètres parcourus en centre ville ou dans un quartier résidentiel.

### **Plus la gestion « sait », plus elle peut aider.**

À l'avenir, l'utilisation des données de l'itinéraire ne restera pourtant pas l'apanage de la gestion de la boîte ou de la stratégie de charge des voitures électriques ou hybrides. D'une manière générale, on peut dire que plus l'itinéraire emprunté et les besoins du conducteur, ainsi que les données individuelles le concernant, sont connus, plus il sera possible d'y préparer les différents systèmes à l'avance. Ainsi, on peut d'ores et déjà imaginer que toute la gestion thermique du moteur à combustion sera pilotée de manière proactive.

### **Gestion anticipative des flux d'énergie : température de service optimisée sur le moteur thermique.**

Depuis juillet 2012, la Gestion thermique anticipative fait partie de l'équipement standard des nouvelles BMW Série 7 propulsées par un moteur essence à six ou à huit cylindres et dotées du système de navigation Professional. Lorsque le guidage à destination est activé, cette gestion peaufine le bilan thermique du moteur grâce au conditionnement prévisionnel de la température du liquide de refroidissement. L'analyse des informations disponibles sur l'itinéraire emprunté ainsi que d'autres données sur la voiture et l'historique des trajets effectués permettent de déceler très tôt les exigences relatives à une gestion thermique efficace du moteur, telles que la régulation de températures élevées pour le liquide de refroidissement ou la mise à disposition d'une puissance frigorifique suffisante pour des trajets dynamiques, et d'y répondre.

Lorsque le système reconnaît que la voiture roule en ville, il peut pronostiquer la puissance moteur requise et, sur cette base, régler la gestion thermique de sorte à ce que son fonctionnement soit optimal en termes d'efficacité. Ainsi par exemple, la gestion interdira l'abaissement de la température du liquide de



refroidissement lors de brèves accélérations, par exemple pour démarrer à un feu ou pour dépasser. Lorsque le système détecte une montée, il prévoit dès le démarrage la puissance de refroidissement requise dans le circuit de refroidissement, pour pouvoir réagir de manière ciblée à l'appel de puissance moteur dont le changement est prévisible. La Gestion thermique anticipative contribue ainsi à optimiser le débit de puissance du moteur, tout en améliorant la fiabilité thermique du moteur et des composants logés dans le compartiment moteur.

**La gestion des flux d'énergie est un domaine d'une importance croissante.**

La gestion intelligente des flux d'énergie fait dès aujourd'hui partie intégrante de la stratégie Efficient Dynamics menée par BMW Group. Économiser de l'énergie sur tous les concepts automobiles et les détails de tous les composants automobiles comptera, demain aussi, parmi les objectifs prioritaires. Ainsi, l'interconnexion des flux de données à bord de la voiture recèle toujours un énorme potentiel. Par conséquent, sous la devise « Connected Drive à la rencontre d'Efficient Dynamics », de nombreuses technologies appliquées à la gestion intelligente et anticipative rendront l'automobile plus efficace et plus sûre.