Journées de l'innovation BMW Group 2015 : les futures technologies d'entraînement.

Table des matières.

1 Journées de l'innovation BMW Group 2015 : les futures technologies d'entraînement.
(Introduction) 2

2 BMW eDrive en passe d'équiper de nouveaux modèles BMW : le prototype de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable. 6

3 Consommation réduite au quotidien pour une puissance accrue : l'injection directe d'eau améliore le rendement. 11

4 Autonomie élevée, durée de ravitaillement raccourcie, zéro émissions : propulsion par pile à combustible à hydrogène, une variante prometteuse de la technologie BMW eDrive. 14

1 Journées de l'innovation BMW Group 2015 : les futures technologies d'entraînement. (Introduction)

- BMW Group présente, dans le cadre d'un événement dynamique sur son terrain d'essai de Miramas dans le Midi de la France, des technologies d'entraînement tournées vers l'avenir.
- Le plus grand terrain d'essai de BMW Group réunit les conditions idéales pour des essais dynamiques intenses et d'autres essais de systèmes d'entraînement dans des conditions similaires au quotidien.
- La technologie BMW eDrive issue des automobiles BMW i poursuit son entrée sur les modèles de série de la marque BMW.
- Le prototype d'une BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable démontre la grande flexibilité de la technologie BMW eDrive ; première voiture à hybride rechargeable signée BMW dotée d'un moteur thermique monté en position transversale avant, d'un générateur haute tension et d'une transmission intégrale dite couplée par la route grâce à la propulsion électrifiée de l'essieu arrière.
- L'injection directe d'eau augmente l'efficience du moteur thermique à puissance élevée tout en permettant une nette réduction de la consommation et des émissions dans les cycles de conduite importants au quotidien.
- Propulsion par pile à combustible à hydrogène, une variante prometteuse de la technologie BMW eDrive Technologie ; permet la conduite en tout électrique avec une autonomie élevée et une durée de ravitaillement raccourcie ; le travail de recherche et de développement que BMW Group mène depuis de longues années dans ce domaine bénéficie de nouvelles impulsions grâce à la coopération avec Toyota Motor Corporation.

L'intégration de la technologie BMW eDrive dans de nouveaux modèles de la marque BMW, le perfectionnement continu des moteurs thermiques à technologie TwinPower Turbo et le concept d'une voiture électrique à pile à combustible (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle) visant le long terme, permettent à BMW Group d'affronter les défis de l'avenir. Des architectures flexibles et une variété croissante dans le domaine des entraînements y concourent : grâce à des moteurs essence et diesel efficaces, à des systèmes hybrides rechargeables, à des entraînements électriques et, demain, à la pile à combustible à hydrogène, il y a une technologie adaptée à chaque segment et à chaque besoin.

L'aire d'essai BMW Group à Miramas : des conditions idéales pour la mise à l'épreuve de technologies innovantes pour l'entraînement et le châssis.

Depuis près de 30 ans, l'aire d'essai de Miramas dans le Midi joue un rôle central pour le développement d'automobiles et de motos BMW. Fort de conditions climatiques stables et de nombreuses possibilités d'utilisation, ce site s'étendant sur environ 473 hectares offre des conditions idéales pour des essais intenses des systèmes d'entraînement et des liaisons au sol. L'Autodrome de Miramas a été repris en 1986 par BMW France et a été sans cesse agrandi et modernisé depuis lors. Outre les pistes d'essai d'une longueur totale de plus de 50 kilomètres, il abrite aujourd'hui des bureaux et des ateliers dotés des équipements les plus modernes pour le développement et le réglage de nouveaux modèles et de nouveaux composants techniques.

L'ovale d'asphalte de 5 kilomètres de l'ancien circuit de course est au cœur de l'aire d'essai. Pour effectuer les programmes d'essai et d'endurance, il est aussi possible d'utiliser un anneau autoroutier pour des essais à haute vitesse, différents parcours de maniabilité et rampes ainsi que des tronçons parsemés d'épingles à cheveux, de routes dégradées et de passages tout terrain. Parmi les particularités, mentionnons la copie d'une section du circuit du Nürburgring. Lors du renouvellement du « Petit Ovale » de Miramas, une copie conforme à l'original de la section connue sous le nom de « virage Caracciola » ou « Carousel » y a été intégrée. Avec son tracé extrêmement exigeant, cette partie de l'aire d'essai sert depuis lors de baromètre infaillible lors de l'optimisation et du réglage de précision des composants du train de roulement et des systèmes d'aide électroniques.

Prototype de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable : la technologie BMW eDrive pour de nouveaux modèles de la marque BMW.

L'électromobilité enrichit la gamme des modèles BMW. La technologie BMW eDrive développée pour les automobiles BMW i entre dans d'autres concepts automobiles et fait partie intégrante d'un hybride rechargeable, ce qui met en évidence sa grande flexibilité. Elle est, pour la première fois, associée à un moteur thermique monté en position transversale avant. Le prototype de la BMW Série 2er Active Tourer à hybride rechargeable présenté à Miramas est équipé d'un trois cylindres à technologie BMW TwinPower Turbo entraînant les roues avant, d'un générateur haute tension logé dans le bloc avant et d'un moteur électrique qui transmet son couple aux roues arrière. Il en résulte une transmission intégrale dite couplée par la route – similaire au système équipant la BMW i8, la voiture de sport à hybride rechargeable, mais sous forme réfléchie.

La grande efficacité du système d'entraînement hybride rechargeable, la possibilité de rouler en tout électrique et le déploiement spontané de la puissance à la mise en action du moteur électrique sont ainsi complétés par une transmission intégrale unique sur ce segment. Le prototype de la BMW Série 2er Active Tourer à hybride rechargeable peut évoluer en tout électrique avec une autonomie pouvant atteindre 38 kilomètres, il parcourt le zéro à 100 km/h en 6,5 secondes environ et, selon le cycle de conduite européen pour véhicules à hybride rechargeable, sa consommation moyenne sera d'environ 2 litres aux 100 kilomètres, ce qui correspond à des émissions de CO_2 de moins de 50 grammes par kilomètre.

Injection directe d'eau : effet de refroidissement pour un surplus de puissance et d'efficience.

Après la première de l'injection d'eau sur la BMW M4 MotoGP Safety Car, l'injection directe d'eau pour moteurs à essence suralimentés est désormais inaugurée sur un groupe de la nouvelle génération des moteurs de BMW Group. À l'occasion des Journées de l'innovation BMW Group 2015, la technologie innovante, qui augmente le rendement grâce à un abaissement de la température dans le processus de combustion, est présentée sur un modèle de la BMW Série 1 animée par un trois cylindres essence.

L'effet de refroidissement obtenu par l'injection directe d'eau se traduit aussi sur ce moteur par une nette augmentation tant de la puissance que de l'efficience. La consommation de carburant est notamment réduite lorsque la puissance demandée par le conducteur est élevée. Le gain d'efficience est ainsi particulièrement significatif sous conduite sportive – avec l'impact positif qui en résulte sur la consommation moyenne de carburant dans la circulation quotidienne. En outre, l'injection directe d'eau permet d'abaisser la sollicitation thermique de nombreux composants du moteur et d'optimiser le comportement à l'émission.

Pile à combustible à hydrogène : association prometteuse avec BMW eDrive, option à long terme pour une mobilité exempte d'émissions.

Depuis plus de 15 ans, BMW Group mène des travaux de recherche et de développement dans le domaine des systèmes d'entraînement à pile à combustible alimentée en hydrogène. La coopération conclue en 2013 avec Toyota Motor Corporation donne de nouvelles impulsions, l'objectif étant de réaliser des composants homologués pour une voiture électrique à pile à combustible (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle) d'ici à 2020. La pile à combustible, qui convertit l'hydrogène en énergie électrique et vapeur d'eau, permet à l'automobiliste de rouler en tout électrique sans émission locale tout en savourant le dynamisme typique de la marque et en profitant d'une grande

aptitude aux longues distances ainsi que de durées de ravitaillement raccourcies. Ce qui en fait une extension idéale de la technologie BMW eDrive.

Dans le cadre des Journées de l'innovation 2015, BMW Group présente pour la première fois des voitures de démonstration dotées d'un système de propulsion à pile à combustible à hydrogène qui révèlent le potentiel de cette technologie. À long terme, le système d'entraînement à pile à combustible à hydrogène fera partie intégrale de la technologie Efficient Dynamics. La gamme des moteurs proposés par BMW Group, gamme qui s'adapte de manière flexible à différents concepts automobiles, aux différents souhaits des clients et aux législations en vigueur sur les marchés automobiles internationaux, ne cesse donc de se diversifier. En outre, le système de propulsion à pile à combustible à hydrogène permet son intégration dans une architecture automobile spécifique. Comme pour l'architecture LifeDrive des automobiles BMW i avec eDrive, il en résulte aussi une grande latitude pour mettre en œuvre des solutions innovantes dans le domaine du design et de l'aménagement de l'espace de futures voitures électriques à pile à combustible (FCEV).

De plus amples informations sur la consommation de carburant officielle, les émissions de CO_2 spécifiques officielles et la consommation de courant de voitures particulières neuves figurent dans le « Leitfaden über Kraftstoffverbrauch, die CO_2-Emissionen und den Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen » (Guide de la consommation de carburant, des émissions de CO_2 et de la consommation de courant de nouvelles voitures particulières neuves), disponible dans tous les points de vente, auprès de la Deutsche Automobil Treuhand GmbH (DAT), Hellmuth-Hirth-Str. 1, D-73760 Ostfildern-Scharnhausen et sur Internet sous http://www.dat.de/en/offers/publications/guideline-for-fuel-consumption.html. Guide de la consommation : CO_2-Leitfaden (PDF – 2,7 MB).

2 BMW eDrive en passe d'équiper de nouveaux modèles BMW : le prototype de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable.

Grâce à l'introduction de modèles à hybride rechargeable (hybride plug-in) dans différentes séries de modèles de la marque BMW, les groupes cibles ayant accès à la conduite tout électrique, et donc sans émission locale, au volant d'une automobile premium, sont de plus en plus nombreux. Développée dans un premier temps pour les automobiles BMW i, la technologie BMW eDrive offre une latitude exceptionnelle pour sa mise en œuvre sur différents concepts automobiles et dans différents segments automobiles. Dans le cadre de ses Journées de l'innovation 2015, BMW Group présente pour la première fois la combinaison d'un moteur thermique monté en position transversale avant et d'un générateur haute tension avec un moteur électrique agissant sur l'essieu arrière. Sur le prototype d'une BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable, présenté pour un essai dynamique, les roues avant sont entraînées par un trois cylindres à essence et les roues arrière par un moteur électrique. Il se crée ainsi une transmission intégrale dite couplée par la route, similaire à celle de la BMW i8, la voiture de sport à hybride rechargeable, mais sous forme réfléchie.

La BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable enrichit donc la proposition BMW eDrive dans le segment des Sports Activity Tourer.

- BMW X5 xDrive40e : le Sports Activity Vehicle est le premier modèle à hybride rechargeable de la marque et son lancement commercial est imminent.
- BMW Série 3 à technologie hybride rechargeable : électrification de la berline premium la plus prisée au monde, présentée sous forme de prototype lors des Journées de l'innovation de l'année dernière. D'autres modèles à technologie hybride rechargeable suivront dans les principales gammes automobiles du constructeur.

Sur les modèles à hybride rechargeable développés à ce jour par BMW Group, les moteurs thermiques et électriques conjuguent leur action dans une association spécifique à chaque modèle. Tous les modèles affichent cependant les traits caractéristiques de la technologie BMW eDrive :

- Efficience : valeurs de consommation et d'émission nettement réduites par rapport aux modèles à motorisation conventionnelle en présence d'une puissance comparable et d'un couple accru.
- Électromobilité : conduite en tout électrique sans émission locale en circulation urbaine ou pour faire la navette entre le bureau et le domicile.
- Dynamisme : débit de puissance spontané grâce au soutien que le boost électrique fournit au moteur thermique lorsque celui-ci fonctionne sous charge élevée.
- Flexibilité : recharge de la batterie haute tension sur prise domestique conventionnelle, borne murale BMW i Wallbox ou borne de recharge publique.
- Mobilité sans restriction sur longue distance : gestion moteur intelligente pour l'action conjuguée du moteur électrique et du moteur thermique sans limitation de l'autonomie.

BMW eDrive sur la BMW Série 2 Active Tourer : mobilité cent pour cent électrique, expérience toutes roues motrices sportive, efficience exemplaire.

Le prototype de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable associe la technologie BMW eDrive avec une forme inédite et tout à fait spécifique de la transmission du couple. Elle repose sur la traction dont la BMW Série 2 Active Tourer est équipée de série. Après le quatre cylindres essence du prototype de la BMW Série 3 à hybride rechargeable, un trois cylindres à essence issu de la famille des nouveaux moteurs Efficient Dynamics et monté ici en position transversale avant est intégré dans un système hybride rechargeable – du jamais vu. Le moteur à technologie BMW TwinPower Turbo d'une cylindrée de 1,5 litre délivre une puissance de 100 kW (136 ch) et un couple maximal de 220 Nm. Une boîte Steptronic à six rapports transmet son couple aux roues avant. Le générateur haute tension supplémentaire logé sur l'essieu avant remplit trois missions : au départ arrêté, il dope le moteur thermique d'un supplément de puissance d'environ 15 kW et d'un supplément de couple de 150 Nm, pendant la conduite il produit du courant qui est injecté directement dans l'accumulateur haute tension et assure, grâce à sa puissance supérieure à celle de démarreurs conventionnels, le démarrage et l'arrêt confortables du moteur thermique. Le moteur électrique est logé au-dessus de l'essieu arrière, avec la boîte à deux rapports et l'électronique de puissance. Il entraîne les roues arrière en débitant une puissance maximale de 65 kW (88 ch) et un couple maximal de 165 Nm.

Transmission intégrale adaptée aux besoins : il en résulte une fonction de transmission intégrale dite couplée par la route qui est inédite dans ce

segment automobile – l'électronique de puissance envoyant le couple aux roues avant, aux roues arrière ou aux quatre roues en tenant compte des besoins du moment. Comparable à la BMW i8, une gestion moteur intelligente et l'interconnexion avec le Contrôle dynamique de la stabilité DSC assurent à la voiture un comportement sûr et souverain de tous les instants tout en optimisant la traction et en garantissant un dynamisme élevé à l'accélération et en virage, sans oublier une efficacité maximale.

La BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable parcourt le zéro à 100 km/h en 6,5 secondes environ. Selon le cycle de conduite européen pour véhicules à hybride rechargeable, elle consommera environ 2 litres aux 100 kilomètres en moyenne, pour des rejets de CO_2 inférieurs à 50 grammes par kilomètre. L'autonomie en tout électrique atteindra 38 kilomètres selon le cycle de conduite européen.

Favorisé par le concept spécifique de la voiture dans son ensemble, le prix, qui n'est pas encore défini à l'heure actuelle, de la version de série de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable sera, au moment de son lancement commercial, au niveau de celui des variantes de motorisation d'une puissance adéquate, comme c'est le cas pour les BMW X5 et BMW Série 3 électrifiées. Les clients ne paieront donc pas de surcoût significatif pour la nouvelle technologie.

Qualités routières polyvalentes, modularité non limitée.
Comme les variantes de modèle à motorisation classique, le prototype de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable dispose d'une Commande de régulation du comportement dynamique. Une impulsion sur la touche dédiée suffira pour activer les réglages « Confort » et « Sport » ainsi que le mode « Eco Pro ». Outre la loi de l'accélérateur et les fonctions du châssis, ce mode influe aussi sur la caractéristique des passages de rapports de la boîte Steptronic. En mode « Eco Pro », il est aussi possible d'utiliser la fonction de roulage en roue libre. En outre, l'efficacité énergétique est optimisée par une gestion ciblée de la puissance délivrée pour les fonctions de confort électriques, telles que la climatisation, le chauffage des sièges ou celui des rétroviseurs extérieurs.

Par ailleurs, le conducteur peut aussi exercer son influence sur la gestion moteur via la touche eDrive disposée sur la console centrale. Trois réglages sont au choix :

- Auto eDrive : au démarrage de la voiture, ce mode hybride est systématiquement activé en mode « Confort ». Le moteur thermique et le moteur électrique conjuguent leur action de manière hautement efficace.

Lorsque le conducteur appelle une puissance normale, la voiture fonctionne d'abord en tout électrique. À partir d'une vitesse d'environ 80 km/h ou bien en cas d'accélération vigoureuse, le moteur thermique est également lancé. Lorsque le guidage à destination est activé dans le système de navigation, la gestion calcule automatiquement l'utilisation la plus efficace de l'énergie électrique disponible ainsi que de l'énergie fournie par le moteur thermique, la priorité étant accordée à la part du trajet parcourue en tout électrique. En mode « Confort », le générateur haute tension recharge automatiquement l'accumulateur haute tension jusqu'à un état de charge d'environ 15 pour cent.

- Max eDrive : lorsque ce réglage est activé, la voiture est propulsée exclusivement par le moteur électrique. La vitesse maximale est limitée à 130 km/h environ, l'autonomie en tout électrique atteint quelque 38 kilomètres. En déclenchant le kick down, le conducteur active la fonction dite de fuite et le moteur thermique est allumé.
- Save Battery : ce mode permet de maintenir délibérément l'énergie stockée dans la batterie haute tension à un niveau constant ou bien, lorsque le niveau de charge est inférieur à 50 pour cent, de reconstituer une réserve de 50 pour cent par augmentation du point de charge du moteur thermique et récupération efficaces. Cette réserve peut ensuite être utilisée pour effectuer par exemple les tronçons urbains en mode tout électrique.

En revanche, lorsque la Commande de régulation du comportement dynamique se trouve en mode de conduite « Sport », le moteur thermique et le moteur électrique fonctionnent ensemble et sont réglés pour une utilisation sportive. Lorsque le moteur thermique tourne dans la plage des bas régimes, le générateur haute tension apporte son boost et, jusqu'à un niveau de charge de la batterie d'environ 50 pour cent, il produit du courant injecté directement dans l'accumulateur haute tension.

Particularité : en cas de besoin de puissance aigu, par exemple pour une manœuvre de dépassement spontanée, les deux moteurs sont activés lorsque le conducteur amène le sélecteur de vitesse sur l'axe S, de sorte à délivrer sans délai la puissance maximale cumulée du système. En même temps, cette opération permet de recharger l'accumulateur haute tension jusqu'à 80 pour cent.

Les modes proposés par la Commande de régulation du comportement dynamique et les réglages de la touche eDrive peuvent être combinés les uns avec les autres. Le conducteur peut ainsi exercer une influence sensible sur la gestion moteur et le réglage de la voiture et les adapter encore plus spécifiquement à ses préférences. Sur le prototype de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable, il bénéficie aussi d'une gestion de

l'énergie spécifique à l'hybride qui, intégrée dans le système de navigation, ne tient pas seulement compte de la capacité énergétique disponible dans la batterie haute tension pour la gestion des moteurs, mais aussi du profil de l'itinéraire, des limitations éventuelles de la vitesse et de la situation routière.

L'intégration de la technologie BMW eDrive dans le concept de la cinq portes polyvalente de la BMW Série 2 n'entraîne aucune restriction du confort de voyage ou de l'utilisation flexible de l'espace intérieur. La batterie haute tension est logée dans une position peu encombrante sous la banquette arrière. L'électronique de puissance, générateur compris, se trouve à proximité directe du moteur électrique au-dessus de l'essieu arrière.

Aptitude au quotidien et flexibilité non limitées.

Le volume primaire du compartiment à bagages du prototype de la BMW Série 2 Active Tourer à hybride rechargeable est identique à celui de la version conventionnelle de cette voiture. Il reste aussi un volume de rangement sous le plancher de chargement du compartiment à bagages.

3 Consommation réduite au quotidien pour une puissance accrue : l'injection directe d'eau améliore le rendement.

Avec l'injection directe d'eau pour moteurs à essence suralimentés par turbocompresseur, BMW Group perfectionne à nouveau les moteurs classiques. L'apport d'eau, dosé avec précision, dans les chambres de combustion du moteur permet d'obtenir un effet de refroidissement. Cette injection d'eau permet d'augmenter la puissance et le couple tout en réduisant la consommation et en optimisant les émissions, surtout lorsque la puissance demandée par le conducteur est élevée.

Sur la BMW M4 MotoGP Safety Car, l'injection d'eau est mise en œuvre pour la toute première fois sur un moteur moderne issu de BMW Group. Cette variante de la voiture de sport hautes performances conçue par la société BMW M GmbH comme voiture de sécurité pour les courses de la « catégorie reine » des compétitions moto est animée par un six cylindres en ligne à technologie M TwinPower Turbo tournant à haut régime, qui délivre déjà une puissance de 317 kW (431 ch) et un couple maximal de 550 Nm sur la BMW M4 de série (consommation en cycle mixte : 8,8 à 8,3 l/100 km ; émissions de CO_2 en cycle mixte : 204 à 194 g/km). Forte de l'injection d'eau, la BMW M4 MotoGP Safety Car gagne encore en puissance, en couple et en efficience pour ses missions sur circuit.

Cette technologie innovante est étrennée dans le cadre des Journées de l'innovation BMW Group 2015 sur le prototype d'un modèle de la marque principale BMW. L'eau, sur le trois cylindres essence de la toute dernière génération équipant ce prototype, n'est pas seulement injectée dans le tuyau d'admission, mais surtout directement dans la chambre de combustion. L'injection directe d'eau confère à ce moteur, présenté sur le prototype décliné de la BMW Série 1 cinq portes, un rapport optimisé entre plaisir de conduire et consommation, dans l'esprit d'Efficient Dynamics.

Effet de refroidissement pour plus d'efficience : gain de puissance atteignant 10 pour cent, baisse de la consommation atteignant 8 pour cent au quotidien.
L'injection directe d'eau permet d'exploiter encore mieux le potentiel inhérent à la suralimentation par turbocompresseur. L'eau injectée dans le collecteur du module d'admission sous forme de fine brume retirant de l'énergie à son environnement lorsqu'elle s'évapore, la température de combustion dans le moteur baisse d'environ 25° Celsius.

Cet effet de refroidissement se traduit par une augmentation sensible du rendement et a d'autres répercussions positives sur la combustion, surtout à pleine charge :

- Efficience : le refroidissement à l'aide d'injection d'eau permet de renoncer à une injection de carburant supplémentaire pour abaisser la température dans les plages de charge élevée ; le mélange air/carburant homogène et le rendement accru sous pleine charge se traduisent par une réduction de la consommation pouvant atteindre 8 pour cent dans la circulation quotidienne.
- Émissions : les températures plus basses du cycle réduisent la production de substances polluantes.
- Tendance réduite au cliquetis : le risque d'une combustion incontrôlée (appelée cliquetis) diminue grâce à la réduction de la température.
- Rapport volumétrique supérieur : la tendance réduite au cliquetis permet de porter le rapport volumétrique du trois cylindres présenté sur le prototype de 9,5 / 1 à 11,0 / 1 ; d'où un rendement optimisé même sous charge partielle.
- Dynamisme : le point d'allumage étant décalé dans le sens de l'avance et la pression de suralimentation accrue, la puissance du moteur ainsi que son couple peuvent augmenter de jusqu'à 10 pour cent ; la teneur en oxygène étant plus importante dans l'air d'admission frais, le moteur gagne encore en puissance.
- Compatibilité des carburants : rendement optimisé aussi en cas d'utilisation d'un carburant affichant un faible indice d'octane (RON 95) ; les moteurs turbocompressés à injection directe d'eau peuvent donc être mis en œuvre à l'échelle mondiale.
- Sollicitation thermique : l'effet de refroidissement réduit l'impact de la température sur les pistons, les soupapes, le pot catalytique et le turbocompresseur.

Les répercussions positives du refroidissement par injection directe d'eau peuvent être mises à profit de différentes manières. En fonction du concept automobile et de la motorisation, il est ainsi possible d'optimiser, au choix, la puissance ou la consommation.

Aptitude au quotidien élevée grâce à la production d'eau à bord de la voiture.

Pour alimenter le système d'injection d'eau, la BMW M4 MotoGP Safety Car dispose d'un réservoir de 5 litres logé dans le coffre à bagages. Dans les

conditions rudes sur circuit, où la voiture roule souvent sous pleine charge, ce réservoir est rempli à chaque fois que la voiture fait le plein d'essence.

Sur l'injection directe d'eau présentée aujourd'hui et destinée à une future automobile de série, le client n'a pas besoin de refaire le plein d'eau dans l'utilisation quotidienne de sa voiture. Des conditions climatiques exceptionnelles exceptées, la production d'eau à bord est suffisante pour que le système fonctionne en totale autonomie.

L'eau résultant de la condensation dans le système de climatisation est recueillie et utilisée pour l'injection refroidissante dans le moteur.

À chaque fois que le moteur est coupé, l'eau est refoulée des conduites dans le réservoir pour éviter le givrage des composants du système lorsque le mercure passe en dessous de zéro ainsi que la corrosion du moteur. Le réservoir d'eau est logé dans une position protégée contre le gel.

4 Autonomie élevée, durée de ravitaillement raccourcie, zéro émissions : propulsion par pile à combustible à hydrogène, une variante prometteuse de la technologie BMW eDrive.

Dans le cadre de son travail de recherche et d'étude dans le domaine des groupes motopropulseurs, BMW Group se penche depuis plus de 30 ans déjà sur l'utilisation d'hydrogène comme vecteur énergétique. Avec la BMW Hydrogen 7, le constructeur a présenté en 2006 la première berline de luxe animée par un moteur thermique à hydrogène pour la circulation au quotidien. En outre, BMW Group a commencé il y a plus de 15 ans a étudier la propulsion par pile à combustible alimentée en hydrogène. Dans cette technologie, dans laquelle l'hydrogène n'est pas utilisé pour la combustion dans le moteur mais pour la conversion en courant électrique destiné à l'alimentation d'un moteur électrique, les Munichois enregistrent sans cesse des progrès majeurs en matière d'efficience énergétique, de puissance et d'utilité au quotidien.

Les résultats des activités de recherche et de développement dans le domaine de la propulsion par pile à combustible à hydrogène sont pour la première fois présentés dans un essai dynamique à l'occasion des Journées de l'innovation BMW Group 2015. Le démonstrateur technologique décliné d'une BMW Série 5 Gran Turismo donne un avant-goût d'une interprétation typiquement BMW de cette formule d'entraînement tournée vers l'avenir. Il combine mobilité sans émission locale et dynamisme sportif, agrément de conduite et aptitude aux longues distances. Ses traits essentiels sont les suivants :

- Moteur électrique de 180 kW (245 ch), électronique de puissance et batterie haute tension comme accumulateur intermédiaire ; conçu dans le cadre de la technologie BMW eDrive pour les automobiles BMW i et les modèles à hybride rechargeable de la marque BMW.
- Réservoir d'hydrogène en forme de tunnel, logé entre l'essieu avant et l'essieu arrière ; technologie du réservoir CGH2 sous 700 bars standardisée dans l'industrie et technologie du réservoir CCH2 cryogénique sous pression brevetée par BMW Group pour stocker de l'hydrogène gazeux à basse température sous une pression de 350 bars ; autonomie : supérieure à 500 kilomètres.
- Piles à combustible, carters et périphériques : premiers résultats de la coopération entre BMW Group et Toyota Motor Corporation portant sur la

technologie de la voiture électrique à pile à combustible (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle).

La coopération stratégique dont BMW Group et Toyota Motor Company sont convenus début 2013 donne de nouvelles impulsions au développement de la technologie d'entraînement d'une voiture FCEV. La coopération vise la réalisation d'un premier ensemble de composants homologués d'ici à 2020. Cependant, pour que le lancement de voitures électriques à pile à combustible puisse réussir, la mise en place d'une infrastructure d'hydrogène sur les marchés automobiles concernés est une condition sine qua non. Les deux partenaires soutiennent cette évolution par la création commune de normes technologiques facilitant l'utilisation et la démocratisation de véhicules à pile à combustible.

Une association tournée vers l'avenir : BMW eDrive et la pile à combustible.

La voiture électrique à pile à combustible (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) est un concept prometteur pour une mobilité exempte d'émission locale caractérisée par un dynamisme typiquement BMW et une grande efficacité énergétique. La propulsion par pile à combustible alimentée en hydrogène associe les atouts de la technologie BMW eDrive et de nombreuses qualités connues des moteurs à combustion interne classiques :

- Conduite tout électrique exempte d'émissions locales.
- Débit de puissance spontané et dynamisme élevé du moteur électrique BMW eDrive.
- Électronique de puissance, accumulateur haute tension et gestion intelligente de l'énergie sur la base de la technologie eDrive développée par BMW Group.
- Aptitude aux longues distances avec des autonomies supérieures à 500 kilomètres grâce à la grande densité énergétique de l'hydrogène embarqué.
- Ravitaillement rapide et confortable en moins de 5 minutes.

La technologie des piles à combustible s'avère ainsi être le complément idéal des modèles BMW i et, demain, des modèles de série de la marque BMW faisant appel aux technologies eDrive qui ont déjà fait leurs preuves. Elle convertit l'hydrogène stocké dans un réservoir sous forme de gaz en courant électrique et en vapeur d'eau. La batterie haute tension de la voiture sert d'accumulateur intermédiaire et, d'une capacité nette d'environ 1 kilowatt-heure, elle peut être nettement plus petite que celle des voitures électriques à batteries (BEV). En fonction du concept automobile, le stockage de

l'hydrogène dans un réservoir cryogénique sous pression permet de plus d'atteindre des autonomies comparables à celles de voitures conventionnelles propulsées par un moteur thermique. Le ravitaillement en hydrogène prend à peu près le même temps que celui requis pour faire le plein d'un réservoir d'essence ou diesel.

La voiture FCEV comme partie intégrante d'Efficient Dynamics : flexibilité élevée dans la gamme des moteurs et dans l'architecture des voitures.

L'objectif à long terme consiste à faire de la propulsion à pile à combustible à hydrogène une partie intégrante de la stratégie Efficient Dynamics de BMW Group. Il en résulte une gamme de motorisations offrant de nombreuses possibilités et s'adaptant de manière flexible à différents concepts automobiles, aux différents souhaits des clients et aux différentes législations sur les marchés automobiles internationaux :

- Moteurs thermiques hautement efficaces à technologie BMW TwinPower Turbo.
- Systèmes hybrides rechargeables à gestion intelligente dotée de la technologie BMW eDrive ou Power eDrive pour une conduite en tout électrique typée BMW à émissions réduites.
- Voitures électriques exemptes d'émissions locales dotées d'un accumulateur haute tension à l'exemple de la BMW i3.
- Voitures électriques à pile à combustible (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) disposant de la technologie de la pile à combustible à hydrogène et du système d'entraînement électrique BMW eDrive.

Avec un éventail aussi flexible pour une mobilité individuelle efficace, BMW Group est armé de manière idéale pour relever les défis lancés à moyen et à long terme à l'échelle mondiale pour réduire la consommation et les émissions.

L'intégration de la propulsion par pile à combustible alimentée en hydrogène dans les démonstrateurs technologiques présentés à l'occasion des Journées de l'innovation BMW Group 2015 s'inscrit dans les tests et les essais de validation menés dans la phase de développement actuelle du projet. Lors du développement d'une voiture FCEV pour la série, il convient en effet d'incorporer l'architecture différente du système d'entraînement dans une architecture automobile spécifique afin de mettre idéalement en avant les qualités présentant un avantage pour le client.