

Das Energie- und umwelttechnische Versuchszentrum der BMW Group. Table des matières.

1. Le centre d'essais « énergie et environnement » de BMW Group.	
Caractéristiques principales.	2
2. Les routes du monde au sein de l'EVZ - de nombreux avantages pour un processus de développement efficace.	5
3. Que se passe-t-il dans l'EVZ ? Ou : la maîtrise de la météo.	16
4. La route au laboratoire.	33
5. Le développement durable chez BMW Group – Efficient Dynamics = Efficient Testing.	44
6. Faits et chiffres : le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » de BMW Group.	50



1. Le centre d'essais « énergie et environnement » de BMW Group. Caractéristiques principales.

Durant sa vie, une voiture doit résister à toutes les conditions climatiques. Même sous la pluie, dans la neige, la chaleur, le froid ou les différences de pression atmosphériques, tous les systèmes du véhicule doivent fonctionner de manière optimale. Par temps de pluie, l'efficacité du freinage doit jouer à plein ; la neige poudreuse envoyée par le poids lourd qui précède ne doit pas influencer sur le moteur ; la chaleur ne doit pas sursolliciter le système de refroidissement. Pour concevoir et en fin de compte tester de manière appropriée les véhicules, il était jusqu'à présent nécessaire d'effectuer des tests poussés réalisés dans les régions chaudes et les régions froides. Désormais BMW Group fait venir le monde en laboratoire. Tous les paramètres météorologiques comme la chaleur, le froid, l'humidité et la pression de l'air, les précipitations et le vent peuvent être simulés sur le site, unique en son genre dans cette configuration, du nouveau centre d'essais « énergie et environnement ».

- Cinq bancs d'essais constituent un site d'essais unique : le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » (EVZ) comprend trois souffleries thermiques - « soufflerie climatisée », « soufflerie thermique » et « soufflerie conditions météo » - et deux chambres d'essais - « chambre altitude » et « chambre froid ».
- Toutes les routes et toutes les zones climatiques sous un même toit : dans l'EVZ, il est possible de représenter pratiquement toutes les batteries de tests qui avaient lieu jusque là sur les routes de la planète avec le froid, la chaleur, le soleil, la pluie, la neige, la pression atmosphérique, l'humidité de l'air et le vent. Les exceptions sont constituées des tests dynamiques de conduite dans lesquels sont impliqués les forces verticales, la dynamique transversale, les mouvements de la direction et le vent latéral.
- Avec ce site d'essais unique, le processus de développement gagne en efficacité. Il est possible d'économiser les trajets et les temps de transport ; un plus petit nombre de prototypes servent à un plus grand nombre de tests. Le fait que les essais ne dépendent plus des saisons et la concentration des tests sous un même toit contribuent à ce que les



résultats soient plus disponibles rapidement. Par ailleurs, sur le banc d'essais, les paramètres peuvent être ajustés avec précision et sont reproductibles à l'infini.

- La question « banc d'essais ou parcours test » appartient au passé du fait des nouvelles possibilités offertes par l'EVZ. Si jusqu'à présent il était nécessaire de décider entre proximité de la réalité sur la route et reproductibilité au banc d'essais, l'EVZ réunit les avantages des deux univers. En huit heures, un véhicule peut ici traverser toutes les zones climatiques de la terre.
- Les trois souffleries thermiques ont une conception identique, mais répondent à des exigences différentes, ce qui permet une flexibilité très grande dans le déroulement des tests. Elles ont toutes une déflexion de l'air verticale ; le ventilateur est placé à environ 15 m au-dessus de la zone de mesure - le plénum.
- La plage de températures de la soufflerie climatisée va de -10 °C à +45 °C. Un solarium simule le rayonnement solaire. On procède ici à des essais sur la sécurité thermique en fonctionnement, sur les performances en matière de refroidissement et de climatisation ainsi que sur le refroidissement des freins. Les pales particulièrement légères et rigides du ventilateur permettent par ailleurs de réaliser des tests à dynamique élevée jusqu'à une vitesse de pointe de 250 km/h.
- La soufflerie thermique sert aussi à la fiabilisation de la sécurité thermique en fonctionnement, mais ce sont principalement des tests sur les performances en matière de refroidissement et l'écoulement du flux d'air qui sont effectués. Par conséquent, la plage thermique se limite aux températures positives (de 20 °C à 45 °C). Sur ce banc d'essais, la vitesse maximale est de 280 km/h.
- La soufflerie « conditions météo » couvre le plus large spectre de conditions météo. Les températures possibles sont ici de -20 °C à +55 °C. De plus un solarium peut simuler le rayonnement solaire. Simulation de la pluie et projections de neige font aussi partie de la gamme. Un tapis roulant pour motos permet pour la première fois de réaliser également des tests de deux roues sur un banc d'essais « conditions météo ».



- Dans la chambre du froid sont testés les départs à froid. Par ailleurs, elle est utilisée pour le développement de systèmes de chauffage et de climatisation optimaux, c'est la raison pour laquelle ont lieu des tests sur le dégivrage et la protection des vitres contre la buée.
- Le banc d'essais « altitude » possède, malgré l'espace réduit, une soufflerie climatisée à part entière capable de simuler en plus le facteur « pression atmosphérique ». La plage simulée commence en dessous du niveau de la mer, comme dans la Vallée de la mort, et va jusqu'à 4 200 mètres d'altitude. Ceci est important en particulier pour les essais concernant les émissions de gaz d'échappement et de développement des performances.
- Une infrastructure intelligente avec des circuits courts contribue à l'efficacité du site d'essais. Dans l'EVZ, les véhicules ne sont plus amenés à température dans la soufflerie, mais sont déjà conditionnés avant dans ce qu'on appelle des « soakrooms ». Cela permet d'optimiser l'occupation du banc d'essais et de réduire la consommation d'énergie puisque les soakrooms sont plus petites et peuvent refroidir de manière plus efficace.
- Lors de la phase de conception de l'EVZ, l'accent a été mis sur un fonctionnement écologiquement durable. La conception judicieuse du système de refroidissement, l'excellente isolation et la récupération de l'énergie du freinage sur les bancs d'essais à rouleaux et dans le ventilateur ne sont que quelques-unes des mesures mises en œuvre.



2. Les routes du monde au sein de l'EVZ - de nombreux avantages pour un processus de développement efficace.

Dès la fin des années 1990, la stratégie Efficient Dynamics marque la vision à long terme du travail de développement de BMW Group. L'objectif : l'utilisation précautionneuse des ressources par la réduction au minimum de la consommation et des émissions de CO₂ des véhicules - sans altération de la dynamique, des performances, de la sécurité ou du confort, mais aussi l'optimisation du processus de développement selon les principes du développement durable et de l'efficacité. Afin de réaliser côté produit toutes les économies potentielles et de continuer à réduire la consommation, BMW Group mise en matière de développement et de fiabilisation des véhicules sur des outils de travail et des dispositifs de tests ultramodernes. En effet, seul un site d'essais complet et porteur d'avenir garantit qu'il est possible de trouver des solutions durables pour les questions de mobilité du futur et de les développer jusqu'à la production de série. C'est ainsi que BMW Group s'est prononcé en 2005 contre une modernisation complète des bancs d'essais pour la simulation des conditions météo jusque là existants et pour la construction d'un site d'essais nouveau et intégré. Les souffleries et chambres climatisées nouvellement créées couvrent tous les besoins actuels des départements spécialisés en développement et préfigurent déjà par ailleurs également les thèmes de développement du futur. C'est ainsi qu'est né un site d'essais unique par sa combinaison : le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » de BMW Group (EVZ).

« L'EVZ élève la méthodologie de fiabilisation des propriétés des véhicules au cours du processus de création des produits à un niveau vraiment supérieur ».

(Johannes Liebl, responsable d'Efficient Dynamics)

Le nouveau site d'essais autosuffisant de l'EVZ dispose par conséquent de conditions favorables pour réaliser et promouvoir, en plus des batteries de tests courants pour la conception et la fiabilisation, avant tout aussi le travail important de développement concernant les thèmes Efficient Dynamics, gestion intelligente de l'énergie, moteurs hybrides et mobilité sans émission. Ainsi l'EVZ permet, grâce à la technologie sensible et très précise de ses



bancs d'essais, d'avoir une précision et une reproductibilité des résultats des tests difficiles à obtenir sur la route ou sur le terrain d'essais. Ces résultats contribuent à une conception des véhicules moins gourmande en énergie et à « polir » dans le détail les thèmes concernant la gestion de l'énergie.

L'équipement exhaustif et orienté vers l'avenir de l'EVZ favorise aussi et justement la recherche sur les concepts alternatifs en matière de moteur. Les cycles d'essais spécialement consacrés à l'hybridation des véhicules, comme les stratégies de charge ou l'établissement des bilans électriques, sont déjà intégrés à l'EVZ et peuvent être testés dès à présent. Les conditions techniques permettant d'atteindre les objectifs à long terme de l'entreprise, comme la mobilité 100 % sans émission grâce à l'électricité ou à l'hydrogène, peuvent également être étudiées - les bancs d'essais sont conçus pour cela.

La liste des missions de ce nouveau site d'essais est longue. Il est possible d'y représenter pratiquement toutes les batteries de tests réalisées jusque là sur les routes de la planète avec le froid, la chaleur, le soleil, la pluie, la neige, la pression atmosphérique et le vent, à l'exception des tests dynamiques de conduite dans lesquels sont impliqués les forces verticales, la dynamique transversale, les mouvements de la direction et le vent latéral. L'ensemble des caractéristiques testées dans l'EVZ ne doit pas remplacer les parcours tests sur la route et sur le terrain, mais les compléter de manière ciblée.

Dans les souffleries se déroulent par exemple des tests sur la sécurité thermique en fonctionnement aussi bien dans la chaleur que dans le froid jusque dans la zone ultradynamique. L'attention est ici portée entre autres sur les performances en matière de refroidissement, l'écoulement du flux autour du véhicule, le refroidissement des freins et les performances en matière de chauffage et de climatisation. Les tests avec projections de pluie et de neige font aussi partie de la gamme. Les deux chambres d'essais climatisées permettent par ailleurs d'une part de vérifier les analyses des gaz d'échappement et les cycles de circulation en altitude et d'autre part les questions de départ à froid et dégivrage jouent un rôle important. Les tests précis et reproductibles permettent ainsi de déduire des développements importants pour les produits ; outre la conception d'une gestion optimale de l'énergie dans l'ensemble du véhicule, par exemple la conception thermique et fonctionnelle des composants et leur fiabilisation dans des conditions semblables à celles du laboratoire devient aussi plus précise. Tout au



long des essais, il y a l'ambition de rendre encore plus efficace et dynamique le développement des produits de BMW Group.

Une gestion intelligente de l'énergie recèle aussi un fort potentiel d'économies

Une manière de procéder exemplaire dans le cadre de l'accroissement de l'efficacité est de concevoir les différents composants du véhicule exactement en fonction des exigences de leur utilisation ultérieure par le client.

« Notre demande par rapport à l'EVZ est qu'il nous livre des résultats précis et reproductibles que nous ne pourrions jamais obtenir dans les conditions rencontrées sur la route. Commence alors le travail des développeurs qui conçoivent et dimensionnent les pièces et les composants de manière aussi précise qu'ils serviront dans la réalité ».

(Jürgen Engelman, responsable d'exploitation de l'EVZ)

L'utilisation ciblée des matériaux ainsi obtenue économisera à l'avenir du poids et ainsi un surcoût de production tout comme, durant les déplacements, une surconsommation inutile et les émissions de CO₂ correspondantes.

En plus de la conception précise des pièces, un véhicule recèle encore d'autres possibilités d'économies en matière de carburant et d'émissions de CO₂ guère exploitées jusqu'à présent : par une optimisation de la technologie liée à l'énergie. La gestion de l'énergie étudie en général les possibilités de produire, transformer, transporter, stocker et utiliser l'énergie de manière efficace, sûre et respectueuse de l'environnement. L'énergie peut revêtir plusieurs formes, par exemple la chaleur, l'électricité ou la propulsion. Au centre de la recherche, il y a l'application à obtenir un haut rendement d'énergie utile, c'est-à-dire à maximiser le degré d'efficacité et à minimiser dans le même temps les effets collatéraux négatifs sur l'environnement.

Dès 2003, BMW Group a reconnu l'urgence de devoir traiter de manière encore plus poussée le thème de la technologie liée à l'énergie au sein du véhicule. Car il y a là aussi un fort potentiel d'économies. Même dans un moteur à combustion d'un rendement très efficace, seulement un tiers environ de l'énergie que recèle le carburant est transformée en travail mécanique pour le déplacement. Les deux tiers restants sont perdus sous forme de chaleur évacuée dans l'environnement via les gaz d'échappement et le système



de refroidissement. Si on rend cette énergie utile pour le véhicule, la consommation et les émissions de CO₂ diminuent encore. C'est pourquoi les développeurs de BMW Group cherchent depuis longtemps à exploiter ces possibilités cachées pour réduire la consommation. Exemples : l'utilisation de la chaleur dissipée du moteur et du système d'échappement pour produire de l'électricité durant le déplacement grâce à la génératrice thermoélectrique (TEG) ou le conditionnement des fonctions du véhicule pour un déplacement le plus efficace possible (« gestion intelligente de l'énergie dans le véhicule »).

D'Aschheim à Munich : une forte intégration pour un processus amélioré.

Des essais en matière énergétique sont réalisés depuis longtemps. En plus des tests sur route et sur le terrain d'essais, BMW Group possède déjà aussi depuis plus de 30 ans des bancs d'essais pour ces essais. Ces installations d'Aschheim (dans la banlieue de Munich) ont été adaptées aux exigences à la fois de l'époque et du futur plusieurs fois au cours des dernières décennies, mais elles atteignaient visiblement leurs limites au cours des dernières années. Les installations existantes ne pouvaient justement plus répondre aux exigences en matière de dynamique de la conduite.

En 2005 BMW Group se prononça par conséquent contre une nouvelle modernisation d'Aschheim et en faveur d'un nouveau centre d'essais en relation directe avec le centre de recherches et d'innovations de BMW Group (FIZ) à Munich. Après une courte phase de transition, les installations d'Aschheim seront complètement remplacées par le complexe d'essais de l'EVZ et de nouvelles batteries de tests pourront ainsi être rapatriées de la route vers le laboratoire. En effet, la mise en service de l'EVZ apportera de nombreux avantages qui rendront, en particulier à long terme, le processus de test plus rapide, moins onéreux et plus respectueux de l'environnement.

Les routes de la planète rapatriées vers le laboratoire - de nombreux avantages pour un processus de développement efficace.

La plus grande nouveauté de l'EVZ concernant les bancs d'essais de BMW Group jusque là, c'est que les études qui y seront menées seront très proches de la réalité. Dans l'EVZ, il est possible pour la première fois sur un banc d'essais de représenter des parcours tests dynamiques soumis aux influences de la météo. L'EVZ allie ainsi la réalité d'un trajet routier avec les turbulences, la température, les précipitations, le rayonnement solaire, l'humidité de l'air



et même l'altitude aux propriétés caractéristiques d'un banc d'essais : conditions de test constantes et reproductibles - condition indispensable pour mieux pouvoir comparer les résultats des mesures. Pour la première fois, les influences météorologiques peuvent être simulées de manière quasiment parfaite et ainsi contrôlées de manière beaucoup plus précise que c'était le cas jusqu'alors. A part les forces verticales, la dynamique transversale, les mouvements de la direction et le vent latéral, tous les facteurs ayant une influence sur le véhicule peuvent être représentés durant le trajet. BMW Group est ainsi leader en matière de simulation réaliste des conditions météo sur le banc d'essais.

« Avec l'EVZ, nous rapatrions les routes vers le laboratoire ».

(Jürgen Engelmann)

Le transfert des trajets tests sur le banc d'essais apportera de nombreux avantages pour l'ensemble du processus de développement. Circuits courts, collaboration interdisciplinaire, bonnes conditions de travail, précision et reproductibilité, indépendance par rapport aux saisons et réduction du nombre de prototypes en constituent seulement quelques-uns.

Indépendance par rapport aux saisons : le plein été en hiver

Grâce à une simulation des conditions météo vraiment très proche de la réalité, il est pour la première fois possible dans l'EVZ d'étudier l'influence de l'ensemble des conditions météorologiques sur un véhicule et ses composants indépendamment de la saison. Jusqu'alors les séances de tests étaient réparties inégalement durant l'année. Il était caractéristique que la plupart des parcours tests avaient lieu de novembre à février ou entre juin et juillet, car c'est à ces périodes-là que les « conditions extrêmes » optimales étaient réunies en différents points de la planète. Dans le sud de la France, en Afrique du Sud ou en Alaska, on vérifiait par forte chaleur ou par grand froid si, par exemple, la gestion du moteur fonctionnait correctement ou si elle était influencée par les températures trop élevées ou trop basses. En raison de la forte dépendance par rapport aux conditions extérieures, les tests ne pouvaient la plupart du temps se dérouler que durant un laps de temps assez court et on n'était pas sûr d'avoir des conditions idéales pour cela.

La réalisation de parcours tests dans des régions lointaines nécessite une planification minutieuse et une logistique importante. En plus des



prototypes, des véhicules d'approvisionnement et des véhicules ateliers sont aussi du voyage ainsi qu'une équipe complète d'ingénieurs, de mécaniciens et autres spécialistes. Tout cela signifie des coûts, une logistique complexe sans compter le CO₂ engendré par les transports lointains.

« Si on veut, on a aussi dans l'EVZ le plein été en hiver et la neige en plein été ».

(Jürgen Engelmann)

Dans l'EVZ, il suffit pratiquement d'appuyer sur un bouton pour disposer des zones ou des conditions climatiques désirées. La dépendance par rapport aux saisons, aux sites de tests et aux conditions climatiques fait ainsi partie du passé pour bon nombre de tests. Les essais peuvent se dérouler au moment optimal pour le processus de développement et dans les conditions définies avec précision. Et ceci pratiquement sur place, en fait au cœur du centre de recherches et d'innovations de Munich. Il est ainsi possible pour certains tests également de réduire ou de supprimer le camouflage des prototypes ce qui n'a pas seulement des avantages financiers, mais qui signifie aussi des résultats de mesures plus précis avec une protection des informations importante.

« Avantage du site FIZ » : toutes les compétences concentrées au même endroit.

Avec l'EVZ, BMW Group dispose d'une plateforme d'essais modulable à souhait et d'une grande variété d'utilisations possibles directement au cœur du réseau de recherches et de développement de BMW Group. BMW Group rassemble en un seul lieu ses connaissances favorisant ainsi la fiabilisation. Si nécessaire, tous les développeurs impliqués sont immédiatement sur place et peuvent suivre « en direct » le déroulement du test. Déplacements et transferts compliqués sont supprimés. Mais la proximité de la plateforme d'essais permet aussi aux ingénieurs d'études d'être disponibles pour d'autres activités. S'ils suivent plusieurs projets, ils peuvent parallèlement au test dans l'EVZ s'acquitter malgré tout de leurs tâches quotidiennes, participer à des réunions ou continuer à travailler à leur poste de travail à proximité.

C'est un avantage appréciable que la proximité géographique en cas de modification nécessaire ou de réparations à effectuer sur les véhicules d'essais. Précisément au cours des premières étapes du développement, les premiers prototypes nécessitent en permanence des développements techniques ce qui, à l'étranger lors d'un trajet d'essais en terrain extrême



pose toujours des problèmes. Dans l'EVZ, il est alors très simple de retirer le véhicule en cours d'essais et de le réparer ou de changer d'équipement dans les ateliers situés sur place. Les ressources nécessaires sont directement aux alentours de l'EVZ ; même les ateliers sont intégrés au centre d'essais.

Mise en réseau des compétences : la synergie entre les disciplines

La concentration des compétences en matière d'essais en un seul lieu peut aussi permettre l'apparition de nouveaux champs de développement. Jusqu'à présent les ingénieurs d'essais partaient plusieurs jours, voire semaines, avec le véhicule d'essais pour expérimentation ; une « petite visite inopinée » sur le test n'était pas possible. Le banc d'essais par contre renforce la mise en réseau des compétences et par conséquent une analyse des résultats de plusieurs points de vue.

« Dans le travail classique de l'ingénieur, les mesures apportent des réponses à des questions qui n'étaient pas du tout posées. L'interprétation des résultats est parfois tout aussi difficile. Grâce à la mise en réseau sur le banc d'essais, ces réponses sont par contre immédiatement identifiées comme telles et directement attribuées aux questions concernées ».

(Jürgen Engelmann)

Cette alliance entre conception et fiabilisation d'une part et du développement technologique d'autre part constitue un autre attrait de ce nouveau site d'essais. Le fait que différents centres d'intérêt soient réunis sous un même toit permet aux ingénieurs de connaître le travail de leurs collègues. Ainsi se crée presque d'elle-même une mise en réseau des connaissances précieuse dont profitent toutes les disciplines liées au développement. Par exemple, les cycles d'essais reproductibles avec précision rendent les résultats de mesures significatifs rapidement disponibles. Ils pourront ainsi être immédiatement valorisés et intégrés au processus de développement. C'est ainsi que le processus de fiabilisation s'accélère notablement.

Si plusieurs intérêts sont concernés en même temps par le test, la liaison entre le système de commande du banc d'essais et le système électronique central de commande du véhicule permet aux ingénieurs de suivre en temps réel comment se comportent les différents domaines concernés par le test. Et comme de nombreux groupes d'intérêt peuvent consulter en même temps le système électronique de commande, on atteint une toute autre



profondeur et une toute autre largeur des résultats exploitables qui s'enrichissent alors mutuellement. Grâce aux points de vue différenciés sur les résultats, les parties intéressées au test peuvent en tirer de nouvelles déductions. Par ailleurs, ce n'est plus seulement l'ingénieur d'études, mais aussi l'opérateur sur site qui peut apporter également les connaissances concernant le comportement du banc d'essais et l'expérience provenant d'autres essais comparables.

Une plus grande disponibilité et une meilleure utilisation des prototypes.

Avec l'indépendance par rapport aux conditions extérieures telles que les saisons, les précipitations, etc., le calendrier des tests est beaucoup plus étalé. Un gros avantage est que pour le même nombre de tests il n'est plus nécessaire de disposer d'autant de prototypes, car les tests ne doivent plus impérativement se dérouler en même temps. Avec un prototype, il est désormais possible de tester nettement plus de choses, le nombre de tests par prototype augmente. De plus différents départements spécialisés peuvent étudier plusieurs sujets de tests sur un même véhicule d'essais. Au cours du déroulement d'un seul test, il est ainsi possible de tester en même temps plusieurs composants. Dès la phase de projet de l'EVZ, ces effets de synergie ont été pris en compte et directement intégrés dans les équipements des différents bancs d'essais. Le déroulement des essais n'est plus considéré comme spécifique au véhicule, mais comme spécifique au test. Les ingénieurs d'études ne s'inquiètent plus de savoir quand le prototype sera disponible, mais quand quel test sera réalisé et si on pourra intégrer son propre sujet de test sur le prototype.

C'est précisément au cours de la phase initiale de développement qu'il est intéressant d'utiliser au mieux le moins de prototypes possible, car les premiers véhicules d'essais sont réalisés à la main et sont donc très onéreux. Les prototypes testés dans l'EVZ peuvent déjà être testés lors d'une des toutes premières phases d'évolution du projet même quand ils ne peuvent pas encore rouler, par exemple il est possible de tester déjà le refroidissement du moteur, même si certains systèmes de régulation du train de roulement ne sont pas encore entièrement fonctionnels.



« Dans l'EVZ, différentes caractéristiques du véhicule ultérieur, dans une de ses toutes premières phases, peuvent déjà être expérimentées et testées sur des prototypes. Notre objectif est de protéger les caractéristiques aussi tôt que possible dans l'intérêt du client ».

(Johannes Liebl, responsable d'Efficient Dynamics)

Des tests au plus près de la réalité des clients.

Un autre aspect que préfigure l'EVZ est la réduction des différences entre les sollicitations auxquelles sont soumis les véhicules lors des tests et ensuite dans la réalité de la part des clients. Avec le nouveau centre d'essais EVZ, BMW Group veut aussi tester des cycles de consommation plus proches des clients reflétant leur véritable comportement au volant. En matière de consommation de carburant par exemple, on effectue les mesures au niveau européen et mondial au moyen de cycles de consommation de carburant (par ex. KV01) qui ne correspondent pas obligatoirement à l'usage du client sur la route. Cela tient avant tout au fait que la norme représente un cycle de déplacement très simplifié qui ne reflète pas dans le détail le comportement au volant des clients européens. Le cycle de la norme comporte par exemple, à l'inverse des sollicitations de la part des clients, nettement moins de portions de trajets à forte consommation de carburant comme les stop-and-go en ville ou les démarrages à froid. Par ailleurs, les récepteurs électriques comme l'éclairage, la radio ou la climatisation sont pour la plupart désactivés.

Pendant les tests au banc d'essais, qui se rapprochent du comportement des clients, la consommation de carburant se mesure « en ligne » dans l'EVZ. Contrairement aux parcours tests sur la route, les ingénieurs d'essais sont informés pendant l'ensemble du cycle par les appareils de mesure de la consommation instantanée du véhicule et peuvent ainsi déterminer quelles plages de charge consomment plus que d'autres. Même des études jusque là non réalisables sont possibles dans l'EVZ. Il est ainsi possible au cours de cycles particulièrement intensifs, comme les trajets à vitesse élevée, de mesurer pour la première fois la consommation en temps réel, et ceci dans les conditions météo réelles comme les turbulences, la température ou l'altitude.



L'environnement moderne des tests réduit les coûts et la consommation : la conception des éléments devient l'essentiel.

Concernant précisément l'extension d'Efficient Dynamics, l'EVZ recèle de grands potentiels. En effet, la réussite de cette stratégie est due surtout à la somme de petites mesures sur l'ensemble de la flotte de véhicules. Même des mesures qui entraînent une économie d'un dixième de gramme de CO₂ font une différence importante. Ces économies ne se détectent, ne se testent et ne s'observent nulle part ailleurs mieux que sur une plateforme d'essais ultrasensible et précise intégrant les dernières innovations techniques comme l'EVZ.

L'environnement « route » pour les essais ne permet qu'une précision relative et ne livre pas toujours des résultats reproductibles. C'est pourquoi on a intégré jusqu'à présent un certain surdimensionnement dans la conception des pièces. Dans l'EVZ, l'ensemble des composants sont conçus et fiabilisés exactement au point de leur plus grande sollicitation. A l'aide de techniques de mesure précises, les ingénieurs d'études déterminent avec précision quelle charge subit tel élément avec telle sollicitation. Ils peuvent ainsi en déduire comment l'élément doit être constitué pour répondre aux exigences souhaitées. L'effet positif est visible à différents endroits : chaque pièce, chaque gramme de matériau qui peut être économisé représente des économies financières et des économies en CO₂, dans la production comme durant les trajets dans la mesure où le véhicule consomme moins du fait de son poids réduit. Avec le nombre de composants à développer, l'effet du développement très précis des pièces se démultiplie rapidement. Et pour les pièces alimentées en électricité, un dimensionnement réduit modifie également la consommation d'énergie. L'EVZ ouvre ainsi de nouvelles possibilités également pour les processus de conception et de fiabilisation dans le développement des véhicules et aide en même temps à réduire les coûts.

Les avantages en matière de processus sont des avantages pour le client.

Au final, l'alliance entre dynamique, confort, efficacité et développement durable peut être encore mieux suivie et mise en œuvre avec l'EVZ. Le client est ainsi celui qui profite avant tout de l'EVZ et de l'optimisation du processus de développement. Il est ici possible de développer et de tester des stratégies de fonctionnement efficaces. La remarquable qualité des



résultats des essais réalisés dans l'EVZ permet aux ingénieurs d'études de BMW Group d'acquérir en même temps plus de connaissances qui seront directement intégrées au développement des véhicules. Les véhicules sont ainsi conçus et réalisés de manière optimale, consomment moins de carburant et émettent par conséquent moins de CO₂ - et ceci sans altération de la dynamique, de la sécurité ni du confort. Le client bénéficie en un temps record d'un produit abouti.

Dès aujourd'hui, les technologies alternatives en matière de propulsion aussi font l'objet de recherches intensives dans l'EVZ. Grâce à l'environnement général des essais sont créées les meilleures conditions pour développer et mettre à profit très tôt des technologies innovantes adaptées à la production en série. Le client bénéficiera ainsi à l'avenir également des avantages en matière d'innovation des véhicules BMW Group. Les produits peuvent être encore mieux adaptés aux besoins des différents marchés. Par ailleurs, le développement plus rapide permet une plus grande variété de versions, donc un plus grand choix.

Globalement, avec l'EVZ, BMW Group émet un signal clair signifiant la poursuite cohérente des travaux dans le domaine de la recherche et de l'innovation en matière d'efficacité des process, de développement durable et de gestion responsable des ressources. Pour BMW Group, l'EVZ est ainsi un élément important pour maintenir sa place de leader dans le secteur de l'innovation et être à l'avenir aussi un précurseur en matière de mobilité peu gourmande en ressources et respectueuse de l'environnement.



3. Que se passe-t-il dans l'EVZ ? Ou : la maîtrise de la météo.

La mission d'un site d'essais orienté vers le futur est de fournir des instruments et des méthodes pour favoriser efficacement la conception et la fiabilisation des éléments et de leur interaction. Les études ainsi menées doivent représenter le plus fidèlement possible l'ensemble des sollicitations rencontrées par un véhicule au cours de son existence et couvrir de plus, au cours des tests au banc d'essais, le plus grand nombre possible de scénarios susceptibles de se produire lors de son utilisation par le client. Le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » de BMW Group (EVZ) va encore un peu plus loin : c'est un « site d'essais visionnaire » dont les équipements couvrent dès maintenant tous les concepts de mobilité futurs et leurs besoins en matière de conception et de fiabilisation.

« Le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » est le couteau suisse de BMW Group pour le développement de nouvelles solutions pour une mobilité durable. Nous avons là tout ce dont nous avons besoin pour la fiabilisation quotidienne et nous pouvons en même temps faire avancer des thèmes qui seront d'actualité dans cinq ou dix ans ».

(Peter Hoff, planification de l'EVZ)

Avec la possibilité de simuler dans l'EVZ les conditions météo d'une manière très proche de la réalité, il est possible pour la première fois de réaliser au banc d'essais des parcours à haute altitude, sous la pluie, le soleil ou la neige avec des voitures ou des motos. La fiabilisation du fonctionnement et de la fonction sur le banc d'essais acquiert ainsi une toute nouvelle dimension. Les systèmes du banc d'essais simulent grâce à différents profils de conduite les conditions générales, par exemple un trajet en montagne ou sur autoroute, pour développer des stratégies de fonctionnement économes et efficaces. En particulier en ce qui concerne des thèmes comme l'optimisation des applications pour le moteur ou la transmission, mais aussi dans la perspective d'une hybridation des véhicules, cela constitue une grande amélioration, car il est désormais possible d'effectuer, dans l'environnement paramétrable avec précision du banc d'essais, des tests qui jusqu'alors ne pouvaient



pas sur la route faire l'objet de mesures précises ou pas faire l'objet de mesures du tout. Avec les mesures en sortie d'échappement et les mesures de consommation pour différents cycles ainsi qu'avec les mesures concernant le comportement de l'ensemble moteur-transmission en cas de brusque changement des conditions de charge, il est possible d'identifier de nouveaux potentiels d'optimisation et de les mettre en œuvre en matière de dynamique, de consommation et de composition des gaz d'échappement.

Au total, l'EVZ traite cinq grands thèmes liés au développement et à la fiabilisation qui se complètent mutuellement. Il s'agit de la gestion de l'énergie et de la chaleur, de la sécurité thermique en fonctionnement, du comportement à basse température, de la fiabilisation du fonctionnement quelles que soient les conditions météo ainsi que du développement et de la fiabilisation du fonctionnement du système de chauffage-climatisation. Par contre les essais et les études nécessitant une durée assez longue, comme la corrosion, la résistance limite d'endurance et les essais de résistance à la fatigue ou la durée de vie ne s'effectuent pas dans l'EVZ.

Les bancs d'essais de l'EVZ : toutes les routes du monde sous un même toit.

L'EVZ dispose au total de cinq bancs d'essais présentant des caractéristiques propres importantes, mais possédant aussi en partie des fonctionnalités et des équipements semblables voire identiques. Cette redondance est un choix délibéré pour permettre une certaine flexibilité dans l'occupation des bancs d'essais. Le déroulement d'un test n'est ainsi pas lié à un seul banc d'essais, mais certains tests peuvent être effectués sur plusieurs bancs d'essais.

« Chaque banc d'essais n'est pas tenu de pouvoir tout faire, mais il faut qu'il puisse assurer ce qui convient. Dans l'EVZ, nous l'avons réalisé grâce à une combinaison réfléchie de l'équipement des souffleries et nous pouvons maintenant effectuer des tests proches de la pratique et correspondant à la pratique.

(Peter Hoff)

Lors de l'implémentation du site d'essais de l'EVZ, on a veillé d'une part à représenter la plus large palette possible de critères pour pouvoir travailler le mieux possible. D'autre part pourtant il s'agit de réduire en même temps les coûts et la consommation d'énergie. En amont, toutes



les exigences des départements spécialisés ont été revues à la hausse afin de pouvoir représenter et tester certaines fonctions et certains équipements. Enfin tous les souhaits n'ont cependant pas été exaucés, mais le site d'essais a été adapté aux exigences pratiques des départements d'études internes à l'entreprise. Ainsi chaque banc d'essais ne possède pas toutes les fonctions, cependant globalement l'ensemble des bancs d'essais couvrent toutes les simulations de conditions météo souhaitables possibles.

Trois souffleries thermiques et deux chambres d'essais climatisées : cinq différentes plateformes d'essais de tout premier ordre.

L'EVZ comprend d'une part les trois souffleries spécifiquement équipées : « soufflerie thermique », « soufflerie climatisée » et « soufflerie conditions météo ». Ces trois bancs d'essais servent en premier lieu à fiabiliser les éléments et les systèmes en conditions extrêmes telles que chaleur, froid, pluie ou neige. La conception identique de la taille et de la géométrie des trois souffleries permet de garantir aux ingénieurs d'essais des différents départements en charge du développement de pouvoir changer de soufflerie, pour une même qualité de flux, sans répercussion sur les résultats de mesures. Pour les études standard, on dispose ainsi des meilleures possibilités de comparaison avec une très grande souplesse.

Une particularité architecturale est la conduite verticale de l'air des souffleries. L'air, après avoir quitté le trajet test, est alors ramené au-dessus du banc d'essais. Pour ce retour, le ventilateur se trouve environ quinze mètres au-dessus du plénum. Pour obtenir un écoulement le plus réaliste possible autour de l'ensemble du véhicule, l'air est introduit dans la zone de mesure à travers une tuyère de 8,4 m² et le plénum est généreusement dimensionné en conséquence. Cette disposition verticale, source d'économie de place, permet par ailleurs une disposition des trois bancs d'essais optimale pour les processus.

En plus des trois souffleries, les deux chambres d'essais « banc d'essais altitude » et « banc d'essais froid » aident par exemple à la conception et à la fiabilisation des systèmes de chauffage-climatisation et permettent de mesurer les émissions en altitude ou dans le froid.

Chaque banc d'essais dispose en plus de la zone de mesure d'un poste de contrôle indépendant. Il permet de commander et de contrôler le banc d'essais. Un système de commande de banc d'essais ultramoderne



dirige tous les composants et vérifie des centaines de paramètres. Il existe des feedbacks différenciés pour savoir si les rouleaux sont en rotation, si le ventilateur tourne, à quelle vitesse le vent souffle et si les machines frigorifiques fonctionnent. Sans un tel système, le fonctionnement d'un banc d'essais d'une telle complexité n'est pas possible. Le système de commande du banc d'essais permet de réaliser de manière précise et reproductible des tests ultradynamiques avec des conditions météo changeantes. Pendant les tests de conduite, le technicien du banc d'essais surveille le déroulement du test en premier lieu sur l'ordinateur et a ainsi sous les yeux et à portée de main des centaines de valeurs de mesure. Il voit aussitôt si quelque chose ne se déroule pas comme prévu et peut intervenir en conséquence. Des systèmes de verrouillage des portes intelligents et la surveillance vidéo des bancs d'essais contribuent par ailleurs à la sécurité de tous les participants.

Sur chacun de ces bancs d'essais pour véhicules complets, le véhicule est arrimé au banc d'essais par des attaches et ne se déplace donc pas vers l'avant. Pour simuler cependant la route dans le laboratoire, on utilise d'une part la technique de la soufflerie et d'autre part quatre commandes pour rouleaux sont intégrées au sol de chaque banc d'essais. Ces rouleaux cylindriques ont un périmètre pouvant atteindre deux mètres et simulent sur chacune des quatre roues le sol qui se déplace. Les rouleaux fonctionnent comme une dynamo de vélo et peuvent ainsi simuler différentes situations de conduite dynamiques en déplacement. Lors des essais d'accélération, des parcours en côte ou à grande vitesse, le rouleau offre la résistance au roulage correspondant à la situation et freine le véhicule. Les rouleaux fonctionnent comme une génératrice et alimentent le circuit électrique BMW en courant récupéré lors du freinage.

« Les rouleaux du banc d'essais sont notre route, mais une route qui ne finit jamais et qui peut à volonté monter ou descendre. Si le rouleau du banc d'essais doit simuler une descente du Großglockner, il pousse pratiquement le véhicule dans la descente comme le fait aussi la force descensionnelle avec une voiture sur une montagne réelle ».

(Roland Kleemann, Méthodes et dispositifs de tests de l'EVZ)

Comme les situations de conduite peuvent changer très rapidement, le rouleau doit pouvoir se régler très rapidement. Si on veut par exemple simuler un freinage d'urgence à 100 km/h sur autoroute, les rouleaux de l'EVZ



peuvent nécessiter un temps de réglage de seulement 50 millisecondes ce qui est deux fois moins long qu'un battement de cil humain. Et ceci avec une précision incroyable : la synchronisation angulaire entre les quatre rouleaux s'effectue avec un écart maximal de seulement $\pm 0,05$ km/h. Ceci et le fait que les gros entraînements des rouleaux puissent développer sur une courte période une puissance maximale de 1,4 mégawatts en font un des points forts de l'EVZ sur le plan technique.

La soufflerie thermique - « rester cool »

La soufflerie thermique sert essentiellement à la fiabilisation thermique classique des éléments et sa fonction est conçue en conséquence. On y teste de préférence les fortes sollicitations auxquelles sont soumis les véhicules, comme les trajets lourdement chargés avec une remorque ou les trajets à vitesse élevée par forte chaleur sur une durée prolongée. L'objectif est de simuler et de comprendre tous les tests de charge limite que le client rencontre aussi dans la « vraie vie ». Ce qui est particulièrement intéressant, ce n'est cependant pas le trajet à vitesse maximale sur une autoroute lui-même, mais surtout les cycles de charge : si on roule longtemps sur l'autoroute à pleine charge et qu'on se retrouve peu après dans un embouteillage, cela signifie une charge importante pour le système de refroidissement car celui-ci n'est plus aidé par le vent relatif. Dans ce cas-là, la puissance de refroidissement diminue de manière très importante, mais le moteur chaud continue de produire beaucoup de chaleur à dissiper. Dans ces situations limites, le système de refroidissement doit toutefois être en mesure de dissiper cette chaleur.

Comme la soufflerie thermique est conçue avant tout pour les tests sur la capacité de refroidissement et la sécurité thermique en fonctionnement, la plage de températures acceptable se situe entre 20 °C et 45 °C. Le ventilateur engendre des vitesses de vent pouvant atteindre 280 km/h pour simuler aussi des trajets à vitesse maximale. Par ailleurs, c'est le seul banc d'essais à disposer d'une fosse centrale accessible à fond en verre permettant entre autres des essais thermographiques sur le dessous de caisse.

La soufflerie climatisée - une accélération identique à celle d'une BMW M5.

Sur le principe identique à la soufflerie thermique, la soufflerie climatisée présente quelques particularités. En plus de la fiabilisation thermique des éléments, le point fort ici ce sont les recherches sur la climatisation, le



refroidissement des freins et les tests en ultradynamique. Avec jusqu'à 250 km/h pour la vitesse du vent, la soufflerie climatisée n'atteint certes pas la vitesse de pointe de la soufflerie thermique, mais le ventilateur peut ici accélérer plus vite. Grâce à l'utilisation de pales de rotor en fibre de carbone particulièrement rigides et légères, au lieu des pales en aluminium comme dans les autres souffleries, on peut même simuler ici l'accélération d'une BMW M5 pour fiabiliser par exemple son comportement au refroidissement sur le Nürburgring.

Par ailleurs la soufflerie climatisée dispose d'une simulation du soleil. D'une valeur pouvant atteindre 1 200 watts/m², 24 projecteurs de grande puissance assurent sur ce banc d'essais un véritable rayonnement solaire homogène. Ceci permet surtout d'élargir les tests pour la mesure de la capacité de refroidissement. En guise de sollicitation particulière du système de refroidissement du véhicule, celui-ci après un parcours simulé en charge avec des pentes sévères, est stoppé en plein soleil « à l'abri du vent ». En plus de l'absence de vent et de l'air chaud ambiant, la température du sol est élevée et peut même dépasser la température de l'air. Là aussi on étudie et on assure l'évacuation de la chaleur afin qu'aucun élément ne devienne trop chaud. Pour être sûr qu'il n'y a plus de déplacement d'air, un store ferme la tuyère du ventilateur dans un délai de cinq secondes. La modération thermique permanente du banc d'essais est assurée pendant ce temps par les grilles d'aération situées sur le côté et au-dessus de la tuyère.

En plus de nombreux tests correspondant aux pays chauds, il est possible dans la soufflerie climatisée d'atteindre des températures négatives de l'air jusqu'à -10, par exemple pour étudier et optimiser l'interaction entre le chauffage de l'habitacle et le refroidissement du moteur. Dans cette soufflerie sont par ailleurs effectués des essais en vue de la conception de la climatisation. En particulier les sollicitations au point mort, à l'arrêt, en montée et en descente et lors des cycles stop-and-go, comme en circulation urbaine, sont importantes pour la conception et la fiabilisation. Un aspect important à fort potentiel pour l'avenir, c'est aussi l'interaction de la gestion de la chaleur et de la climatisation.

La soufflerie météo - une tempête de neige en été.

Les processus de conception et de fiabilisation lors du développement du véhicule ne concernent toutefois pas seulement les tests dans la chaleur ou dans le froid. L'objectif de l'ensemble des tests est par ailleurs de



garantir la sécurité de fonctionnement et la sécurité au volant quelles que soient les conditions météo ou climatiques, c'est-à-dire sous la pluie ou la neige, dans la chaleur ou le froid ou encore en altitude. Résumée sous le concept de « simulation météo complexe », l'EVZ offre la possibilité unique de soumettre les véhicules tests aux conditions météo les plus diverses même sur le banc d'essais.

La condition indispensable pour obtenir une simulation des conditions météo proche de la réalité est, jusque pour les vitesses élevées, un écoulement d'air régulier qui entoure de plus le véhicule d'une certaine qualité de flux. Une qualité de flux importante signifie que l'écoulement autour du véhicule au banc d'essais est presque identique à l'écoulement effectif lors des parcours routiers. En outre, des facteurs supplémentaires tels que l'humidité de l'air, la température, le soleil, la pluie et la neige, qu'il convient de maintenir constants ou de combiner entre eux d'une certaine manière ou encore d'inverser, doivent être simultanément présents. Avec l'EVZ, il est pour la première fois possible d'intégrer ces exigences sur un banc d'essais : la soufflerie météo.

« Avec la soufflerie météo, BMW Group a maintenant la possibilité de tester les facteurs météorologiques, séparément ou combinés les uns aux autres, dans une plateforme d'essais indépendante. Il est ainsi possible de représenter en détail et surtout de manière réaliste les situations météo les plus diverses ».

(Christa Hornreich ; a mis au point les méthodes destinées aux bancs d'essais thermiques)

En plus de la simulation du soleil, la soufflerie météo dispose d'installations capables de simuler des précipitations. Les ingénieurs d'essais peuvent produire sur le banc d'essais de la pluie ou de la neige et ceci avec une intensité variable. Il est même possible de faire varier la nature de la neige entre sèche et humide, soit entre neige poudreuse et neige humide. L'exemple suivant montre combien les tests de neige en Alaska ou en Scandinavie étaient compliqués jusqu'à présent : une situation de conduite particulièrement critique dans le grand Nord est de rouler derrière un poids lourd sur une route recouverte de neige. Le poids lourd provoque derrière lui un grand panache de neige dans lequel roulent les véhicules qui le suivent. La neige de ce panache est si fine qu'elle se dépose durant la phase d'admission du moteur et qu'elle peut colmater le filtre à air. Si c'est le cas, le moteur s'étouffe par manque d'air.



Quand ces conditions devaient faire l'objet de tests, la mise au point de cette situation prenait des heures. Pour les trajets comparatifs, il fallait toujours trois véhicules et trois conducteurs. Ceci peut désormais se résoudre de manière nettement plus sûre et plus simple au banc d'essais : en cas de besoin, on sort le canon à neige et on simule un panache de neige. Il n'est pas nécessaire d'avoir un conducteur pour ce test.

D'autres tests qui peuvent se dérouler dans la soufflerie météo sont par exemple le contrôle et l'optimisation du fonctionnement des essuie-glaces, du concept de récupération de l'eau dans le montant A pour débarrasser la vitre latérale de l'eau qui se répand et le rétroviseur extérieur d'une source de souillure. Il est également possible d'effectuer des tests sur le fonctionnement de la climatisation dans les pays chauds ou pour la conception du système de chauffage par simulation des essais en pays froid. Au moyen d'un système de mesure particulier, on y effectue aussi des tests sur le refroidissement des freins. Globalement il est possible de configurer dans la soufflerie météo des températures variant de -20 °C à +50 °C.

Une autre particularité importante de la soufflerie météo est le tapis plat permettant de soumettre également les motos sur le banc d'essais à des conditions météo déterminées et de mesurer leur influence. La possibilité de tester des motos au banc d'essais dans ces conditions météo est unique jusqu'à présent. L'avantage du tapis plat réside dans la grande qualité de la simulation par rapport au trajet routier. Par rapport à un test sur rouleaux, les roues motrices du véhicule ne sont pas les seules à bouger, mais l'ensemble du sol le fait également. Ceci est important précisément sur les motos, car la rotation de la roue avant provoque des flux d'air qui favorisent notablement le refroidissement (sur les motos le radiateur se situe derrière la roue avant). Si la roue avant ne tournait pas, les résultats des mesures seraient sans valeur. Par conséquent, pour les questions de fiabilisation du refroidissement ou de développement de l'entrée d'air par le refroidissement il est d'une grande importance que l'ensemble de la moto se déplace aussi sur le banc d'essais comme elle le ferait sur la route. En outre, il y a même la possibilité de « pousser » la moto sur le tapis jusqu'à certaines vitesses, avec le pilote de test. Dans tous les autres cas, la moto est fixée et commandée à partir du poste de conduite.



Le banc d'essais « altitude » - pour placer la barre très haut.

Le banc d'essais climatique « altitude » est la « star » de l'EVZ. Très semblable au banc d'essais « froid » au premier coup d'œil, certaines différences apparaissent au deuxième coup d'œil : le tableau d'affichage du banc d'essais dispose en plus d'un panneau d'information qui indique l'altitude. De plus on remarque les fenêtres plus épaisses que d'habitude avec un châssis spécialement renforcé et la lourde porte massive en acier qui sépare le poste de mesure du banc d'essais. On ne peut accéder au banc d'essais qu'à travers un sas de décompression. Ces précautions sont nécessaires, car on simule l'altitude sur ce banc d'essais. Le banc d'essais « altitude » permet des parcours tests jusqu'à 4 200 m d'altitude au-dessus du niveau de la mer, ce qui correspond à une pression absolue de 620 millibars. La différence de pression séparant le poste de mesure du banc d'essais peut atteindre 400 millibars.

« Le banc d'essais « altitude » peut se comparer à un sous-marin. Il y existe des rapports de compression et des forces comparables sur l'enveloppe extérieure ».

(Christa Hornreich)

Un grand ventilateur évacue l'air de l'ensemble du banc d'essais, mais crée toujours un équilibre entre l'air dont le moteur a besoin pour la combustion et les gaz d'échappement qu'il produit au cours du processus. Une surpression peut aussi être simulée ; il est ainsi possible de simuler à Munich des mesures aussi bien au niveau de la mer qu'au sommet de cols alpins. C'est important entre autres pour l'alignement avec les mesures réalisées jusque là sur le site d'essais de Miramas dans le sud de la France.

Mais le banc d'essais est capable de bien plus encore. En plus de la pression atmosphérique, il est possible de représenter une plage de températures de - 30 °C à +45 °C ; l'humidité de l'air est variable et le banc d'essais dispose d'une installation de simulation du soleil. Il est ainsi possible de simuler l'ensemble des situations météorologiques. Toutes les zones climatiques de la terre peuvent être pratiquement reproduites ici.

Même si ce banc d'essais est nettement inférieur par sa taille aux souffleries thermiques, il dispose cependant de la technologie de soufflerie appropriée. Grâce à une simulation complexe, le concepteur du banc d'essais a réussi avec les experts en aérodynamisme de BMW Group à



réaliser un banc d'essais sophistiqué au niveau aérodynamique dans un volume très réduit. La tuyère mesure toutefois 2m², une innovation pour un banc d'essais « altitude », et permet ainsi un très bon écoulement dans le compartiment moteur. Le collecteur situé à l'arrière assure de plus un écoulement d'air défini au niveau de l'arrière du véhicule et du dessous de caisse. L'ensemble de la déflexion de l'air est configuré de manière optimale pour réduire les pertes et éviter les décollements d'écoulement. Grâce à toutes ces mesures, il a été possible d'obtenir la représentation sur ce banc d'essais de vitesses de vent de 250 km/h et ceci avec un écoulement réaliste jusqu'au montant A du véhicule.

Une autre caractéristique propre à ce banc d'essais est la technologie de mesure intégrée concernant la consommation et les émissions. Tandis que sur les autres bancs d'essais, la technologie de mesure est installée dans le véhicule, c'est ici le banc d'essais qui possède la technologie de mesure. Une installation CVS moderne de mesure des gaz d'échappement permet de réaliser des mesures importantes pour l'homologation concernant les facteurs altitude, froid et chaleur. La technologie de mesure est appropriée pour détecter de manière fiable même des émissions minimales comme le prévoit la législation à venir. Grâce aux plages de vitesses et de températures élargies par rapport aux simples bancs d'essais pour gaz d'échappement, il est possible ici de tester également des mesures de réduction de consommation en dehors des cycles obligatoires. En effet, Efficient Dynamics concerne l'ensemble des situations rencontrées au volant par le client. Grâce à toutes ces caractéristiques, le banc d'essais climatique « altitude » est le banc d'essais idéal pour le développement des moteurs.

Le banc d'essais « altitude » et le nouveau BMW TwinPower Turbo quatre cylindres.

Le banc d'essais « altitude » présente les meilleures conditions pour favoriser le travail des ingénieurs en vue d'une conception et d'une intégration optimales des moteurs. Le nouveau moteur BMW quatre cylindres TwinPower Turbo en est une preuve éclatante, car pour le développement de ce moteur, on a déjà fait appel aux capacités de contrôle du banc d'essais « altitude ». En tant que premier moteur quatre cylindres BMW essence à injection directe High Precision Injection et distribution par soupapes entièrement variable VALVETRONIC, ce moteur nouvellement développé impose ses critères



en matière de rentabilité pour un haut niveau de performance. La réponse des plus directes de ce nouveau moteur est due principalement au système de compression qui, selon le principe TwinScroll, sépare les conduits de deux cylindres à la fois aussi bien dans le collecteur d'échappement que dans le turbocompresseur lui-même.

Précisément dans les moteurs à turbocompression, les tests de réponse en altitude sont très importants, car il faut par exemple adapter en permanence la pression de suralimentation du turbocompresseur à la pression atmosphérique en fonction des variations de l'altitude. Plus le véhicule roule à altitude élevée, plus la pression atmosphérique ambiante est faible. Pour pouvoir aussi garantir un développement optimal de la puissance et du couple du moteur, il faut que le système de commande électronique compense la variation sensible des conditions ambiantes par une régulation intelligente de la pression de suralimentation. De plus la régulation doit garantir que, du fait des pressions de suralimentation relatives plus élevées que l'on est susceptible de rencontrer à haute altitude, le turbocompresseur ne dépasse pas les régimes autorisés. Les modifications de la pression de suralimentation et l'efficacité des contre-mesures correspondantes sont faciles à déterminer et à appliquer sur le banc d'essais « altitude ». Le nouveau moteur BMW quatre cylindres TwinPower Turbo est aussi réglé de manière optimale sur ce point.

En outre, une batterie de tests importants pour l'homologation concernant les émissions est réalisée en altitude sur le banc d'essais « altitude ». Une série de tests concerne ici la régulation des émissions dues à la ventilation du réservoir. Avec l'altitude, le carburant s'évapore de plus en plus dans le réservoir. Cependant ces gaz ne doivent pas s'échapper dans l'atmosphère, mais alimenter le moteur et y être intégrés à la combustion. Une soupape spéciale commande la ventilation du réservoir dont la cadence d'ouverture doit être adaptée à l'altitude. Avec le cycle dit « de Denver », on teste alors à une altitude simulée de 1 620 m si les valeurs limites concernant le marché américain sont respectées ou s'il faut encore optimiser le cadencement de la soupape à cet égard.

Munich, Colorado.

Après l'application de base sur le banc d'essais moteur, il a fallu effectuer l'ajustement précis du système de transmission qui avait jusqu'alors lieu le plus souvent lors de parcours tests très complets au Colorado par



exemple. Le banc d'essais « altitude » permet à l'ingénieur d'essais de transférer désormais son mode opératoire pour l'application de base à l'ajustement précis dans l'EVZ. Il est possible de récupérer les résultats de mesure et la méthodologie. Un sujet d'étude important sur le banc d'essais climatique « altitude » est l'application turbocompresseur, mais aussi par exemple l'ajustement du traitement des gaz d'échappement du véhicule.

Le système d'alimentation en carburant est un autre thème d'étude important. De même que l'eau à haute altitude se met à bouillir à basse température, le point d'ébullition du carburant s'abaisse également si bien qu'en altitude de plus grandes quantités s'évaporent. Il faut donc adapter en conséquence l'injection du carburant. La part de carburant vaporisée est récupérée et redirigée vers le moteur. La consommation de carburant est ainsi réduite et préserve l'environnement.

Par ailleurs la fonction diagnostic on board (OBD) est présente sur ce banc d'essais. Il s'agit d'un système de diagnostic complexe installé dans le véhicule qui est actif durant le parcours. Il surveille toutes les fonctions moteur et transmission et informe le conducteur aussitôt qu'une anomalie survient. Ainsi les problèmes concernant les émissions sont décelés très tôt et peuvent être résolus rapidement. Le système surveille des dizaines de fonctions et doit fonctionner dans toutes les situations de conduite et dans toutes les conditions météorologiques. Aux Etats-Unis, le justificatif du fonctionnement de l'OBD durant un cycle de conduite défini fait partie de l'homologation.

Après l'intégration réussie des différents composants, il est possible sur le banc d'essais « altitude » de représenter un vrai parcours en montagne avec la pente correspondante, l'altitude qui augmente et la température qui baisse.

L'optimisation des émissions de gaz d'échappement et de la consommation est un domaine particulier du développement d'un véhicule qui va bien au-delà du développement du moteur et concerne le développement de l'ensemble du véhicule. Les valeurs limites sont fixées par le législateur et deviennent plus sévères à intervalles réguliers. De plus certains pays fixent des priorités différentes dans leur réglementation. Le développement de véhicules qui, d'une part, respectent cette réglementation et, d'autre part, offrent au client le maximum en matière de confort et de dynamique, est un défi immense. Sur ce banc d'essais spécial, le thème peut être traité dans sa globalité.



L'ingénieur d'essais peut ici procéder à un cycle de conduite prescrit par la loi et à un cycle propre à BMW l'un derrière l'autre, puis les évaluer.

Le banc d'essais froid - l'ère glaciaire dans l'EVZ.

En tant que plus petit banc d'essais de l'EVZ, le banc d'essais froid est destiné surtout aux tests à réaliser à très basse température. Comme les essais réalisés ici ne nécessitent aucun écoulement autour du véhicule, la déflexion de l'air est inutile ce qui réduit notablement la taille du banc d'essais. Le vent créé sert ici uniquement à refroidir le moteur et garantir ainsi que les composants du véhicule ne seront pas endommagés.

Sur ce banc d'essais, les tests concernent les essais de démarrage à froid ainsi que le contrôle de la fonctionnalité de la batterie en conditions extrêmes, la conception et le contrôle fonctionnel du système de chauffage et aussi la protection des vitres contre la buée. Pour cela le véhicule est givré avec de l'eau à une température de -20 °C. On laisse ensuite le moteur tourner et on règle le chauffage du véhicule sur dégivrage pour vérifier si l'appareil de chauffage-climatisation dégivre le pare-brise dans le délai prescrit. Pour permettre de mieux suivre les tests de dégivrage, la chambre du froid dispose de ce qu'on appelle le « système d'analyse de dégivrage automatique ». Au moyen de quatre caméras disposées à l'avant, à l'arrière et sur les deux côtés du véhicule, un système de traitement de l'image entièrement automatisé enregistre la rapidité avec laquelle les vitres redeviennent transparentes grâce au chauffage de l'habitacle du véhicule. A partir des enregistrements, il est possible d'analyser, de comparer et d'évaluer différents parcours et stratégies de conception. Cette procédure a été développée il y a déjà 16 ans et figure cette fois encore dans l'EVZ dans une version modernisée. Ce test est nécessaire pour l'homologation tout comme le justificatif de la conformité à la réglementation nationale (homologation CEE, USA, Japon, etc.) concernant la protection du pare-brise et de la lunette arrière contre la buée. Pour des raisons de sécurité, certaines obligations encadrent cette fonction : chaque véhicule doit éliminer la buée des vitres dans un délai légalement prescrit variable selon les pays. Pour vérifier le respect de la réglementation, on place sur le siège conducteur un appareil qui, avec de la vapeur d'eau, produit dans l'habitacle un taux d'humidité de l'air élevé et provoque un dépôt de buée sur les vitres. Le désembuage ou la ventilation des vitres du système de chauffage-climatisation assure alors le désembuage des vitres dans le délai prescrit. Les résultats servent par



exemple au développement et à l'optimisation des ouvertures d'aération dans l'habitacle du véhicule.

Précisément pour les tests par très basse température, les durées de préconditionnement devaient être prévues dans le temps d'occupation du banc d'essais. Dans l'EVZ, ces « temps morts » appartiennent au passé ; les véhicules arrivent déjà préconditionnés sur le banc d'essais.

Soakrooms – Chocs thermiques pour les véhicules.

Au sous-sol de l'EVZ se trouve un système qui contribue largement à l'efficacité du processus d'essais – les chambres de préconditionnement encore appelées « soakrooms ». Dans ces huit petites chambres a lieu le préconditionnement thermique des véhicules pour tous les bancs d'essais. Avant la mesure, on peut ici amener les véhicules à une température comprise entre -40 °C et +55 °C selon que la simulation concerne les pays chauds ou les pays froids, voire un test avec de la neige. De plus les chambres disposent d'une prise électrique pour qu'il soit aussi possible de charger les véhicules électriques durant la phase de conditionnement. Un soakroom est équipé d'un système d'aspiration des gaz d'échappement. Il est possible d'y effectuer des tests de démarrage simples. Ainsi il n'est pas nécessaire d'occuper un banc d'essais pour ce genre de tests.

La particularité du concept des soakrooms est la séparation délibérée de la préparation et de la réalisation des tests. Dans d'autres environnements de tests, plusieurs heures sont nécessaires pour amener les véhicules à température sur le banc d'essais. Durant ce conditionnement au long cours, il n'est pas possible de réaliser de test. Les soakrooms de l'EVZ par contre permettent en parallèle un préconditionnement des véhicules et un approvisionnement rapide des bancs d'essais sans longs temps d'attente ou d'occupation. Les bancs d'essais ne sont ainsi occupés que pendant la durée du test ce qui permet un nombre de tests notablement plus important en moins de temps et donc une utilisation significativement plus importante de la plateforme d'essais. Si, par exemple, il est prévu de tester deux véhicules dans les mêmes conditions, l'un d'entre eux est amené sur le banc d'essais et l'autre reste dans le même temps à température dans le soakroom. Dès que le premier véhicule a terminé, le second arrive à la bonne température sur le banc d'essais et les tests se poursuivent. Dans l'EVZ, les temps de transition dus au changement de véhicule ne sont plus que d'une demi-heure environ



contre souvent plusieurs heures dans l'ancien environnement du banc d'essais d'Aschheim.

Non loin des huit soakrooms se trouve la zone d'exposition à la chaleur qui compte dix emplacements. Les véhicules placés sur un grand espace sont amenés à une température de 24 °C pour les tests sur les gaz d'échappement. Particulièrement pour ces tests, il est très important d'avoir des véhicules à la température précise et d'approvisionner les bancs d'essais sans que la température ne varie.

Principe des circuits courts - tout s'enchaîne de manière fluide.

Afin d'assurer un approvisionnement rapide, l'EVZ est donc réalisé selon le principe des circuits courts. L'attention a aussi été portée sur les détails permettant d'approvisionner le plus rapidement possible le banc d'essais en véhicules prêts pour le test. Les véhicules arrivent du sous-sol au niveau du banc d'essais en empruntant deux ascenseurs spécialement tempérés dont l'atmosphère a une humidité très faible. Si l'humidité de l'atmosphère dans l'ascenseur était plus importante, les véhicules refroidis jusqu'à -30 seraient aussitôt givrés. Pendant le trajet vers le haut, dans les ascenseurs des plateaux tournants placent déjà le véhicule en position de manière à ce qu'il puisse être immédiatement mis en place sur le banc d'essais et que la procédure de test puisse débuter. Afin que, pour les véhicules refroidis, les circuits de transport restent le plus court possible, les ascenseurs sont disposés entre les bancs d'essais sur lesquels les véhicules préconditionnés seront testés.

Dans les coulisses des bancs d'essais : l'infrastructure de l'EVZ.

« Lors de la conception, il fut particulièrement important de réaliser les circuits les plus courts possibles. L'EVZ est par conséquent très compact et occupe une très faible surface ».

(Peter Hoff, planification de l'EVZ)

Au total, l'EVZ s'étend sur trois étages et deux demi-étages ; les bancs d'essais cependant se trouvent tous au même niveau au rez-de-chaussée. L'architecture créée limite les principaux déplacements des véhicules à un seul niveau. Grâce aux circuits courts, les véhicules arrivent plus rapidement sur le banc d'essais, ce qui permet encore d'avoir les résultats plus rapidement. Toutes les zones opérationnelles concernant les tests, mais n'étant pas obligatoirement assignées à proximité immédiate des bancs d'essais, se



trouvent au premier étage ou au sous-sol et sont reliées par des ascenseurs au niveau où se trouvent les bancs d'essais. Tandis qu'au sous-sol les véhicules sont amenés dans les « soakrooms » à la température nécessaire sur le banc d'essais, à l'étage supérieur se trouvent les ateliers pour les véhicules sur lesquels il faut encore procéder à des modifications importantes en vue du test.

Avant qu'un véhicule, voiture ou moto, accède à la procédure de test, il passe dans le Central Space. Là, dans l'entrée centrale de l'EVZ et directement avant d'arriver sur les bancs d'essais ont lieu les dernières modifications en vue du processus sur le banc d'essais. Il est possible d'y traiter et d'y préparer jusqu'à sept véhicules en parallèle. La consigne donnée aux départements en charge du développement de fournir à l'EVZ les véhicules déjà prêts pour les tests permet un passage rapide.

D'abord les véhicules sont équipés de pneus dits pour rouleaux. Cela permet de maintenir la propreté des bancs d'essais et la sécurité car la charge augmente sur le rouleau. Le pneu roule en effet sur une plaque et non sur une route « plane ». Par ailleurs l'attache avec laquelle le véhicule sera ensuite fixé au banc est pré-installée. Les tests avec moteur en marche exigent un raccordement spécial pour l'aspiration des gaz d'échappement qui est justement mis en place dans le Central Space. Les mécaniciens câblent les véhicules afin qu'on puisse surveiller les données de mesure du poste de mesure. De plus, en fonction des exigences, on peut monter ici une pédale d'accélérateur électronique. Elle permet au technicien du banc d'essais de faire accélérer le véhicule à partir du poste de mesure. En effet, durant la procédure de test, la plupart du temps il n'y a personne dans la voiture. L'ordinateur commande le véhicule concerné de manière précise et exactement selon les préconisations afin de garantir la reproductibilité des conditions et des résultats.

Directement à côté du Central Space se trouve un petit local aux nombreuses fonctions. Il est possible d'y effectuer toutes les opérations exigeant un local fermé pour la préparation. Le remplissage du réservoir avec des carburants spéciaux, le vidage du réservoir ou un nouveau remplissage du réservoir est ici possible. Le local dispose de son propre système de pompage qui ne fournit pas seulement du carburant au véhicule, mais qui peut aussi vidanger le réservoir et recueillir le carburant. La valorisation du carburant montre aussi que l'EVZ est conçu jusque dans les moindres détails pour des procédures de tests durables ultraperformantes. Par ailleurs le gazole spécial hiver est



disponible ici toute l'année pour pouvoir réaliser même en été des essais réalistes dans le froid. De plus le local multifonctions dispose, en raison des dispositions strictes en matière de sécurité dans la manipulation des carburants spéciaux, d'une ventilation chauffante très efficace dans la mesure où il peut aussi être utilisé comme chambre de séchage rapide pour les véhicules mouillés à leur arrivée.



4. La route au laboratoire.

Pour savoir si une idée innovante peut être mise en œuvre avec succès, il faut toujours en passer par la pratique. C'est là qu'on voit si une théorie résiste aux exigences de la réalité. Par conséquent les parcours tests sont et demeurent pour BMW Group un élément indispensable du développement et de la fiabilisation des véhicules. Les prototypes effectuent sur des parcours tests et sur les routes du monde entier des millions de kilomètres d'essais. Les véhicules doivent faire leurs preuves lors de parcours tests en Alaska ou en Scandinavie dans le froid et la neige ; ils traversent des régions pluvieuses et humides pour tester les climatisations dans des conditions tropicales et, sur les sommets des Alpes ou des Montagnes Rocheuses, les ingénieurs d'essais vérifient par exemple les effets en altitude de la raréfaction de l'oxygène sur la gestion du moteur. Par ailleurs, les véhicules d'essais traversent à grande vitesse le désert surchauffé d'Afrique du Sud et pour finir ils sillonnent le centre-ville animé de Tokyo en pratiquant le stop-&-go. Et cette liste n'est pas exhaustive.

Les trajets tests fournissent aux ingénieurs d'études de BMW Group des connaissances précieuses sur le comportement des différents composants ainsi que sur celui du véhicule dans son ensemble. Cependant les tests routiers exigent un investissement important en personnel et en véhicules, ne rencontrent pas toujours les conditions optimales et ne peuvent pas le plus souvent être répétés avec les paramètres souhaités. Avec le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » (EVZ) de BMW Group, les choses sont désormais différentes.

« Sur les nouveaux bancs d'essais, la voiture traverse en quelques heures les conditions pour lesquelles elle devait jusqu'à présent faire le tour du monde : Alaska, Afrique du Sud, Suisse... »

(Johannes Liebl, responsable d'Efficient Dynamics)

De nombreux parcours tests peuvent désormais être effectués sur les nouveaux bancs d'essais de l'EVZ. La simulation réaliste des conditions météo telles que chaleur, froid, altitude ou précipitations au banc d'essais ouvre



des possibilités d'essais entièrement nouvelles. Indépendamment des conditions extérieures telles que la saison, l'heure de la journée, la température ou les précipitations, il est possible de réaliser des parcours tests dans l'EVZ en quelques heures ou en quelques jours, au lieu de plusieurs semaines ou même plusieurs mois jusqu'alors. Avec la combinaison des différents bancs d'essais en lien avec les méthodes de test très élaborées des ingénieurs méthodes, il est possible dans l'EVZ de paramétrer tout au long de l'année les conditions de test idéales.

Jusqu'à présent se posait la question : test routier ou banc d'essais ?

Les essais sur route fournissent des résultats significatifs et proches de la réalité en vue du développement et de la fiabilisation des véhicules. Cependant les tests routiers sont beaucoup plus compliqués à réaliser et en outre plus difficiles à interpréter que les tests au banc d'essais. Précisément la reproductibilité des conditions de test représente sur la route un très grand défi. En effet, en raison de la dépendance par rapport aux facteurs extérieurs, deux trajets sont rarement équivalents entre eux, et les mesures aussi. Exemple : un parcours test caractéristique pour la fiabilisation de la sécurité thermique en fonctionnement consiste à monter, en plein été, plusieurs fois une route de montagne difficile avec une lourde remorque. De nombreux impondérables tels que des cyclistes, une densité du trafic soudain plus importante, les réactions imprévisibles des autres conducteurs, les déviations ou les brusques changements de température ou de temps rendent toutefois presque impossible d'effectuer ce parcours deux fois de suite exactement dans les mêmes conditions, que cela tienne à la durée, à la vitesse, à la température ambiante ou au cycle de charge. Ainsi les résultats des deux parcours tests ne sont pas directement comparables, mais ils doivent au contraire faire l'objet de la part des ingénieurs d'essais d'une interprétation concernant les conclusions à en tirer.

Lors des parcours tests au banc d'essais en revanche, les conditions de test sont aisément reproductibles, la technologie de mesure et d'évaluation enregistre toute modification intervenant sur le véhicule. Sur les bancs d'essais de dernière génération, les tests n'ont pas encore représenté entièrement la somme des sollicitations rencontrées lors d'un trajet en conditions réelles. Les résultats n'ont pas encore été directement transférables ; là aussi il a fallu encore interpréter.



« Jusqu'à présent nous étions toujours devant le dilemme : faire des mesures au banc d'essais avec des paramètres ajustables et reproductibles, en ne collant pas tout à fait à la réalité. Ou faire des tests sur la route dans des conditions réalistes qu'il n'est pas possible de reproduire. Les deux ensemble n'étaient pas possibles. Aujourd'hui cela est différent ».

(Roland Kleemann, Méthodes et dispositifs de tests de l'EVZ)

Dans l'EVZ : parcours test sur le banc d'essais : le meilleur des deux univers.

Grâce à l'EVZ, les ingénieurs d'études de BMW Group réussissent à réunir les deux univers de tests que sont la « route » et le « banc d'essais ». Avec ses équipements, l'EVZ offre des possibilités de tests notablement améliorées par rapport aux bancs d'essais jusqu'à présent.

« Le placement des cinq bancs d'essais climatisés sous un même toit nous donne des possibilités de tests uniques pour nos véhicules. Il est possible de passer en un temps extrêmement court toute une série de tests ; un véhicule peut quasiment faire le tour du monde en huit heures ».

(Roland Kleemann)

Pour la première fois sur un banc d'essais climatisé, il est possible de réaliser des essais ultradynamiques. Les profils de conduite peuvent être représentés au banc d'essais, comment le client roule effectivement sur la route, c'est-à-dire comment il accélère et comment il freine. Avec la « simulation météo », l'ensemble des conditions liées à l'environnement d'un trajet routier fait son entrée sur le banc d'essais. La possibilité de simuler le soleil, la pluie, la neige, le vent, l'humidité de l'air et même l'altitude ouvre des horizons d'essais entièrement nouveaux au sens propre du terme : sur les bancs d'essais de l'EVZ peuvent se dérouler des parcours tests qui, en raison des conditions qui règnent là-bas, ne pouvaient avoir lieu qu'en Afrique du Sud, à Tokyo ou en Alaska. Les paramètres du banc d'essais sont reproductibles et montrent très précisément si les éléments remplissent leur fonction ou si certaines stratégies fonctionnelles entraînent effectivement des économies de carburant.

De nombreux avantages pour l'homme, la machine et l'environnement.

La nouvelle plateforme d'essais recèle de nombreux avantages concernant surtout les processus. De nombreux tests routiers dans les



pays chauds ou les pays froids, très compliqués, très chers et très négatifs en matière de CO₂ du fait des voyages en avion, peuvent désormais avoir lieu dans l'EVZ quelle que soit la saison, et donc dans des conditions beaucoup moins onéreuses et plus respectueuses de l'environnement. Le processus de développement devient ainsi globalement plus court et plus simple. Un calendrier des tests plus étalé permet une meilleure exploitation des bancs d'essais avec en même temps moins de véhicules d'essais, car ceux-ci ne sont plus en essais durant des semaines et donc indisponibles. Le désagrément des temps de transfert est supprimé et les ingénieurs d'essais ne sont pas obligés d'aller également dans les lointaines régions où ont lieu les essais. De plus les résultats significatifs sont immédiatement disponibles à l'issue du test.

Dans tous ces efforts pour faire entrer la route au laboratoire, il est une chose particulièrement importante pour BMW Group : l'EVZ ne remplace pas les tests routiers et ce n'est pas son objectif. Il sert beaucoup plus de complément efficace. Par conséquent les ingénieurs de BMW Group examinent attentivement quelles seront les batteries de tests et les parcours tests réalisés dans l'EVZ et ceux réalisés sur la route. Par exemple les études concernant l'évaluation subjective des qualités routières comme le confort, le comportement au démarrage ou l'accélération transversale en virage doivent toujours avoir lieu sur la route ou sur le terrain d'essais, car c'est seulement là que ces facteurs sont réellement évaluables. C'est précisément lors des essais routiers qu'apparaissent en permanence de nouvelles exigences pour les ingénieurs en charge du développement grâce au rapprochement avec « l'univers et la perception du client ».

« Il y aura toujours des essais routiers, car c'est seulement là que la tenue de route peut être testée en conditions de circulation réelles. Les sensations subjectives éprouvées au volant par les pilotes de tests et les ingénieurs d'essais, le fameux « pifomètre » est un instrument de mesure auquel nous ne voulons pas renoncer ».

(Roland Kleemann)

Comment intégrer la route au banc d'essais ? - Le développement des méthodes.

Pour intégrer la route au laboratoire, il faut déjà disposer de bancs d'essais très bien équipés. Au moins aussi importantes cependant sont



les méthodes de tests qui permettent de réaliser au banc d'essais des parcours proches de la réalité et d'utiliser ainsi au mieux les données de l'EVZ. L'objectif est de simuler sur le banc d'essais les conditions météo d'un parcours test sur la route, c'est-à-dire de représenter sur le banc d'essais par une batterie de tests déterminée les exigences des ingénieurs d'essais.

« Seule une méthode de tests correctement adaptée permet de rapprocher le banc d'essais de la route ».

(Roland Kleemann ; a collaboré étroitement avec les ingénieurs d'essais lors du développement de la méthode permettant d'« intégrer la route au laboratoire »)

Pour le développement de la méthode de tests, le mode opératoire s'articule en plusieurs phases : Après avoir récupéré toutes les exigences des départements impliqués dans le développement et la fiabilisation, on détermine quelles batteries de tests peuvent être en fait réalisées dans l'EVZ et celles pour lesquelles ce serait judicieux. Quand les tests correspondants sont identifiés, on mesure les données routières importantes et on les « charge » sur le banc d'essais ; un simple bouton permet ensuite d'obtenir un certain profil de conduite. Enfin le cycle d'essais est validé et approuvé par les ingénieurs d'essais.

Gestion des exigences : qui veut quoi et pourquoi ?

Pour l'EVZ, la première phase a consisté à collecter les demandes de tests au sein de l'entreprise. Au cours d'une collecte ciblée des besoins, les développeurs de méthodes des tests ont interrogé tous les « clients pour les tests » potentiels de l'ensemble de l'activité développement de l'entreprise, au total plus de cinquante départements, y compris Motorsport et Motorrad, sur leurs exigences en matière de tests, sur la configuration de leur plateforme d'essais idéale et à quels paramètres ils attachaient une importance particulière. L'objectif de ce questionnaire n'était cependant pas de répondre aveuglément à tous les besoins avec l'EVZ. Il s'agissait davantage d'élaborer un document d'étude en vue de maximiser les possibilités de substitution en lien avec une architecture de bancs d'essais visionnaire : un environnement des bancs d'essais offrant toutes les conditions nécessaires pour transférer le plus grand nombre possible de tests de la route au banc d'essais et de prendre aussi en compte les futures exigences en matière automobile, comme les cycles spéciaux pour véhicules hybrides, électriques ou à hydrogène.



Par conséquent, les départements spécialisés devaient aussi, dans le cadre de la collecte des besoins, justifier leurs demandes, donc dire pourquoi ils avaient besoin de ce qu'ils réclamaient. En effet, outre l'identification de l'ensemble des demandes de tests, il fallait surtout déterminer quels tests pouvaient être transférés sur le banc d'essais et pour lesquels d'entre eux cela se justifiait. Furent alors mis en œuvre dans l'EVZ uniquement les tests, soit qui ne pouvaient pas être effectués sur route, soit qui pouvaient être effectués de meilleure manière en laboratoire et pour un coût inférieur.

Intégrer la montagne au banc d'essais.

Dès que le besoin a été identifié et justifié, les experts de BMW Group ont commencé à développer la méthode de test appropriée à la série de tests concernés.

« Nous pouvons soumettre un banc d'essais à presque n'importe quelle sollicitation qui se produit dans la nature. Ce qui compte, c'est la bonne combinaison des différents paramètres. Ce n'est qu'alors que les mesures ne présenteront pas de différence par rapport au trajet routier ».

(Roland Kleemann)

Cependant il faut encore faire du chemin avant que le véhicule ne fasse effectivement plus de différence entre le banc d'essais et le trajet d'essais. L'illustration en est fournie par le parcours montagneux dynamique avec remorque sur le mont Ventoux. Structure du test : un véhicule test emprunte en plein été cette route de montagne difficile avec une lourde remorque afin de pousser délibérément certains composants du véhicule à la limite de leur résistance thermique. Simuler au banc d'essais l'ensemble des conditions de ce trajet importantes pour le test n'était qu'un des nombreux défis pour les développeurs des méthodes de tests. En effet, pour cela il ne fallait pas seulement simuler des conditions météo comme la température et l'ensoleillement, mais représenter correctement aussi au banc d'essais la résistance au roulement et la résistance de l'air ainsi que la force descendionnelle.

La condition pour cela est un modèle sous forme de description physique du déroulement jusqu'alors du test sur route. Les ingénieurs d'essais mesurent leurs essais de référence sur route et enregistrent les conditions météo, les conditions de circulation et les conditions qui



règnent pendant le trajet et dans lesquelles se trouve le véhicule. Depuis le départ jusqu'au parcours test lui-même en montagne, en passant par la campagne et l'autoroute, ce qui sert de préconditionnement du véhicule, le trajet est enregistré à plusieurs dimensions. La technologie de mesure enregistre à chaque dixième de seconde les paramètres importants concernant le véhicule et les conditions ambiantes. En fait partie avant tout la résistance au roulage en évolution permanente qui se compose des facteurs frottements des pneus, frottements de l'air, force descendante et inertie des masses. Mais les conditions météo comme le vent, la température, la pression de l'air, l'humidité de l'air, les précipitations et l'ensoleillement - justement tous les facteurs importants pour les résultats qui seront simulés et pilotés plus tard sur le banc d'essais - sont aussi enregistrées sous forme de profil. Le profil du soleil par exemple représente l'ensoleillement au moment du test. Les différentes « réalités partielles » constituent la base de départ pour une substitution ultérieure du test routier par le banc d'essais.

« Nous rassemblons systématiquement les données collectées dans la réalité et nous obtenons ainsi au banc d'essais une réalité de substitution artificielle. A la fin, il existe une sorte de « chorégraphie de référence » pour certains tests et nous pouvons simuler au banc d'essais une montagne du sud de la France en appuyant simplement sur un bouton ».

(Roland Kleemann)

Les bancs d'essais de l'EVZ permettent même de simuler des trajets avec remorque sans avoir à tirer réellement une remorque derrière soi. La résistance au roulage accrue d'un attelage avec remorque est transmise au système de transmission par les rouleaux du banc d'essais. Une courbe caractéristique sous forme de fonction mathématique représente la résistance à surmonter pour maintenir un véhicule à la vitesse du test concernée et les forces à simuler à travers les rouleaux du banc d'essais. Exemple : pour maintenir sur le plat une vitesse de 80 km/h, une BMW Série 5 Touring nécessite une poussée constante de 430 newtons pour surmonter la résistance au roulage et la résistance de l'air. Par contre le même véhicule avec une remorque de deux tonnes nécessite une poussée de 1 380 newtons pour rouler à une vitesse constante de 80 km/h, soit environ trois fois plus élevée. Grâce à une collecte exhaustive des données, l'EVZ dispose automatiquement durant toute la durée du cycle de test dynamique de valeurs de résistance au roulage



spécifiques correctes au niveau du système de transmission du véhicule à tester. Et cela même en température corrigée, car par temps froid la résistance de l'air du véhicule est un peu plus élevée que par temps chaud.

En étroite collaboration avec les clients pour les tests, l'EVZ constitue un dossier de plus de 150 trajets tests qui peuvent être simulés. On y trouve entre autres des tests de conception de train de roulement au Stilfser Joch, des tests de freinage au Großglockner ou des tests sous la pluie à grande vitesse.

Concernant précisément les trajets à vitesse élevée, le transfert à l'environnement du banc d'essais de l'EVZ contribue aussi à augmenter la sécurité des personnes. En effet, les trajets en zone limite exigent la plus grande concentration de la part des ingénieurs d'essais. Sur le banc d'essais par contre, le conducteur est confortablement installé au poste de commande, même à vitesse élevée, et contrôle les résultats des mesures.

Même certains sujets de tests dans le futur ont été pris en compte lors du développement de la méthode. Ainsi les développeurs de méthodes des tests travaillent avec les départements spécialisés aux cycles pour lesquels on ne dispose encore d'aucune donnée de base. En particulier concernant le développement et la fiabilisation des véhicules hybrides ou électriques, les ingénieurs d'essais de BMW Group accomplissent un travail de pionniers.

Synthèse des profils de parcours - l'efficacité est au rendez-vous.

Avec les méthodes de tests appropriées, il est possible dans l'EVZ de représenter presque tous les profils de parcours et de les reproduire exactement. L'ingénieur d'essais reçoit un profil de test qui correspond exactement au trajet routier souhaité. Mais, pour un développement de véhicule efficace, ce qui compte surtout c'est d'atteindre rapidement les objectifs en matière de test et de fiabilisation. Pour cela le profil de parcours idéal ne se trouvait pas obligatoirement quelque part sur les routes de la planète. C'est là que commence la deuxième phase du développement de la méthode : la synthèse des profils de parcours. Derrière ce concept se cache la simplification et la compression des passages importants et essentiels pour le test du profil du parcours déterminé. Le profil réel sert aux ingénieurs davantage que comme base de départ.



« L'objectif de la synthèse est de produire dans un laps de temps très court des états identiques pour le véhicule. Les parties non essentielles d'un trajet test dans la réalité sont simplement occultées ».

(Roland Kleemann)

Sur la base du trajet réel, il faut établir un profil qui soit le plus simple possible à décrire et à reproduire, mais qui soit au moins aussi significatif. Pour cela, on élimine du déroulement du test les phases qui n'ont pas d'influence sur le résultat, par ex. les virages qui ne peuvent être négociés qu'à vitesse réduite ou un temps d'approche de préconditionnement. La compression des profils de parcours permet de disposer des résultats dans un temps plus court et économise de précieuses ressources, car le banc d'essais ne fonctionne pas inutilement.

Par ailleurs, l'EVZ permet de relier entre eux les profils déterminés et synthétisés, c'est-à-dire de résumer les caractéristiques de différents parcours tests en un seul profil de parcours plus long.

« Nous développons ici des profils de rechange, mais qui nous amènent plus vite à l'objectif de développement fixé. Nous pouvons établir des parcours tests entièrement nouveaux qui représentent un mélange de plusieurs tronçons difficiles. Ainsi nous pouvons théoriquement démarrer le matin en Norvège dans les rafales de neige et déjà trois heures plus tard tester la climatisation en pratiquant le stop-&-go dans la circulation au cœur de Naples par une température estivale. Dans un local, avec une voiture ».

(Roland Kleemann)

La synthèse des profils de parcours ne constitue cependant qu'une partie du chemin vers un environnement de test optimal. Par ailleurs, les développeurs des méthodes de tests travaillent à définir des préconisations homogènes pour la fiabilisation des véhicules, par ex. les charges et les forces de traction qui doivent concerner spécifiquement le test et la Série. En effet, ce genre de normes garantit la possibilité de comparer les résultats des mesures avec les tests routiers réels et permet une fiabilisation efficace et valide dans l'EVZ.



De la route au laboratoire : des conditions équivalentes.

Après la collecte des données, le développement des méthodes, la synthèse des parcours et leur implémentation dans les bancs d'essais, les méthodes sont enfin validées. On vérifie la fiabilité des bancs d'essais concernant la simulation de réalités partielles et que les résultats des essais routiers correspondent à ceux obtenus sur le banc d'essais. C'est seulement ainsi que le banc d'essais est utile.

L'objectif ambitieux est d'effectuer désormais certains tests uniquement au banc d'essais et de ne plus procéder qu'à quelques essais routiers. A l'avenir 80 % de l'ensemble des tests dans le domaine de la sécurité thermique en fonctionnement, de la gestion de l'énergie et de la chaleur, du comportement à basse température ainsi que de la fiabilisation du fonctionnement quelles que soient les conditions météo auront lieu dans l'EVZ à Munich.

Des tests qui préfigurent le futur dès à présent dans l'EVZ : Efficient Dynamics – bilan de charge.

Pour les développements futurs dans le cadre de la recherche de l'efficacité également, le transfert des essais routiers au banc d'essais recèle de nombreux avantages. Pour le développement de mesures d'économies précisément, il est impératif de disposer d'une plateforme d'essais de précision. L'EVZ permet de réaliser certaines mesures avec une précision inconnue jusque là. Pour les émissions de CO₂ par exemple, il est désormais possible également d'identifier des mesures permettant une économie pouvant atteindre un gramme de CO₂/km. Ce qui, lors des essais routiers faisait partie des incertitudes de mesure en raison des facteurs d'influence extérieurs, et qui ne pouvait donc pas être interprété, est désormais clairement décelable dans l'EVZ. Pour la stratégie d'Efficient Dynamics précisément, ceci est très important, car celle-ci repose justement aussi sur les effets produits par une somme de nombreuses petites mesures.

Cependant dans l'EVZ ne sont pas traitées uniquement des mesures actuelles visant à accroître l'efficacité et à réduire les émissions, des méthodes de tests concernant les thèmes de recherche et les formes de mobilité du futur y sont déjà développées. Une série de tests particulièrement importants qu'il est possible de réaliser de manière correcte et précise dès aujourd'hui au banc d'essais, concerne l'établissement du bilan de charge de la batterie



du véhicule. Grâce au bilan de charge, il est possible d'étudier comment se manifeste l'influence des différents récepteurs électriques dans certaines conditions clairement définies. Dans un avenir proche, il y a là matière à rechercher et à développer de nouvelles stratégies de fonctionnement comme la gestion prévoyante de l'énergie. Le véhicule est ainsi conditionné pour ajuster tous les paramètres pour la meilleure efficacité ou dynamique possible quelle que soit la situation de conduite. Pour économiser l'énergie, la batterie de la voiture ne doit pas par exemple être chargée immédiatement si elle descend en dessous d'une certaine tension, mais seulement au moment le plus approprié, par exemple en descente ou lors d'un freinage prévisible comme avant un feu tricolore.

Les équipements des bancs d'essais et les cycles d'essais synthétisés dans l'EVZ permettront aussi à l'avenir d'adapter au mieux les véhicules et d'utiliser entièrement les potentiels d'économies. Ceci deviendra particulièrement important surtout à long terme et en considérant la progression de l'électrification et de l'hybridation des véhicules ; en conséquence les ingénieurs développent déjà des profils de tests spéciaux pour les véhicules électriques. Un simulateur hybride fournit l'énergie à la source motrice et il est simultanément équipé de capteurs de mesure ultrasensibles, si bien que les ingénieurs sont informés en temps réel des besoins instantanés en énergie et peuvent en déduire des conclusions concernant les récepteurs et leur influence. C'est une chose jusque là unique sous cette forme et un bon exemple de comment les besoins des développeurs pour l'avenir ont été entendus et pris en compte.



5. Le développement durable chez BMW Group – Efficient Dynamics = Efficient Testing.

BMW Group entend participer activement à la conception du futur. En tant que principe conceptuel des processus et procédures futurs, le développement durable surtout doit apporter à long terme une valeur ajoutée à l'entreprise, à l'environnement et à la société. Le développement durable au sens où l'entend BMW Group présente ainsi de multiples facettes. BMW Group assume ses responsabilités au niveau économique, écologique et social et a intégré le thème du développement durable comme principe de base de sa stratégie d'entreprise.

Précisément dans un environnement économique difficile, la croissance intégrant le souci de l'avenir est la condition indispensable pour pouvoir bénéficier à long terme des chances qu'offre une crise. Par conséquent la croissance, un engagement actif pour préparer l'avenir ainsi que l'accès à de nouvelles technologies et à de nouveaux clients sont les quatre axes stratégiques de BMW Group. Pour BMW Group, cela signifie investir dans l'avenir au sens propre du terme. Sur cette voie-là, l'entreprise se concentre avant tout sur la rentabilité et l'accroissement de valeur à long terme. En effet, seule une gestion durable crée les conditions d'une réussite durable.

La stratégie produits de BMW Group la plus connue et jusqu'ici largement positive sur le thème du développement durable est Efficient Dynamics. Avec cette stratégie et le pack de mesures innovant mis en œuvre jusqu'à présent, BMW Group réussit à résoudre ce qui était considéré jusque là comme antagoniste : réduire la consommation de carburant et des émissions de CO₂ tout en augmentant la dynamique de la conduite et les performances du moteur. Cette stratégie entraîne avant tout sur l'ensemble de la flotte de véhicules une réduction significative de la consommation de carburant et des émissions. Le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » apporte une contribution décisive au développement de cette stratégie.



Efficient Testing – le centre d’essais « énergie et environnement » de BMW Group.

Le principe du développement durable trouve son application non seulement dans la stratégie produits Efficient Dynamics, mais aussi dans la configuration efficace des processus de développement. Le nouveau centre d’essais « énergie et environnement » de BMW Group (EVZ), qui reflète à travers une action économique, écologique et socialement responsable, les trois facettes du développement durable constitue un pas important dans cette direction.

Nouvelle étape importante de ce processus, l’EVZ réduit de manière significative la durée du développement grâce à la centralisation et l’indépendance par rapport aux saisons. Les équipements très complets et intelligemment combinés permettent par ailleurs le développement efficace de concepts de mobilité porteurs d’avenir. L’EVZ est un investissement délibéré pour l’avenir de BMW Group – et donc pour l’avenir de la mobilité.

Le bilan écologique parle de lui-même.

Dès la conception de l’EVZ, les responsables du projet ont veillé systématiquement à utiliser les ressources avec précaution. Grâce à son architecture bien étudiée et à la conception efficace des bancs d’essais, l’EVZ bénéficie d’un fonctionnement écologiquement durable.

Afin que dans l’EVZ, il soit pour la première fois possible de simuler de façon réaliste sur un banc d’essais pratiquement l’ensemble des conditions météo comme l’ensoleillement, la chaleur, le froid, les précipitations et même l’altitude, il est nécessaire de disposer de grandes installations pour créer du vent ou du froid ainsi que pour simuler l’ensoleillement ou les précipitations. La conception de l’installation vise une efficacité énergétique maximale.

Cette gestion intelligente de l’énergie est visible en de nombreux endroits de l’équipement des bancs d’essais de l’EVZ. Pendant un parcours test par exemple, les rouleaux du banc d’essais absorbent l’énergie motrice du véhicule et la transforment en électricité grâce à un générateur intégré. Le carburant utilisé est ainsi mis à profit pour fournir de l’énergie électrique. La récupération active concerne également les ventilateurs centraux des bancs d’essais. Par exemple lors des cycles de charge dynamiques, le ventilateur est souvent appelé à accélérer, puis à ralentir à bref intervalle. Grâce à la récupération de l’énergie du freinage, comme sur les véhicules dans le cadre de BMW



EfficientDynamics, l'énergie du freinage est transformée en électricité à chaque freinage.

« Chaque banc d'essais est une petite centrale électrique. Dès qu'un banc d'essais fonctionne, il ne consomme pas seulement de l'énergie, mais il en produit aussi ».

(Jürgen Engelmann, responsable d'exploitation de l'EVZ)

Les bancs d'essais bénéficient d'une isolation particulièrement élaborée et sont donc amenés à température de manière très efficace. De plus des échangeurs thermiques à rotation et à gaz d'échappement assurent une récupération pouvant atteindre 75 % de la chaleur émise. Afin de ne pas seulement récupérer au mieux l'énergie, mais avant tout aussi de ne pas trop en utiliser, les transformateurs de l'EVZ sont reliés entre eux de manière intelligente. Au total, il faut moins de transformateurs, ce qui réduit les pertes de chaleur dues au fonctionnement au ralenti.

Froid à la demande - efficient cooling.

Par rapport aux systèmes de refroidissement habituels, le refroidissement des bancs d'essais de l'EVZ est de conception particulièrement sophistiquée : On a utilisé un concept de froid en cascade. Si on utilisait un accumulateur de froid central pour toutes les plages de température, la production et la mise à disposition permanente de froid serait particulièrement énergivore, car on produit pour cela une énorme réserve de froid sous forme de saumure à -50 °C à laquelle on fait appel en cas de besoin tout simplement. Pour la gérer, il faut cependant beaucoup d'énergie même s'il n'y a rien à refroidir. Dans l'EVZ, ce problème est géré selon le principe du « froid à la demande ». Ainsi n'est fourni que le froid momentanément nécessaire. Selon les exigences du banc d'essais en matière de froid, différents niveaux de l'installation frigorifique sont alors activés. La réserve permanente de froid est maintenue au minimum et le refroidissement fonctionne ainsi de manière très performante au niveau énergétique.



« Avec le système de refroidissement en cascade de l'EVZ, nous répondons aux exigences sévères de BMW Group en interne pour une utilisation responsable des ressources ».

(Peter Hoff, planification de l'EVZ)

Le premier niveau du refroidissement en cascade est appelé « refroidissement libre » et il fonctionne en permanence. On utilise l'air ambiant de l'EVZ pour refroidir le banc d'essais. S'il règne par exemple une atmosphère de 35 °C sur le banc d'essais, contre 10 °C seulement dehors, l'air extérieur peut refroidir le banc d'essais sans qu'il soit nécessaire d'utiliser beaucoup d'énergie. Car même un banc d'essais « chaud » doit être refroidi en permanence afin de maintenir la température voulue. A partir du moment où le véhicule est en marche, la température augmente sur le banc d'essais. En plus de la chaleur dégagée par le véhicule, le ventilateur restitue aussi une partie de l'énergie de transmission sous la forme de chaleur due aux frottements.

Si le refroidissement libre n'est plus suffisant ou s'il faut atteindre une température plus basse, le deuxième niveau entre en action, le « froid normal ». En fonction des besoins en froid, l'un des deux modules de froid se met en marche à son tour. C'est seulement s'il faut descendre à très basse température que se mettra en marche une autre machine frigorifique dont la plage de fonctionnement correspond à ces températures.

Pour compléter les installations en cascades, chaque banc d'essais dispose de son propre circuit de refroidissement. Au final, les circuits de refroidissement individuels signifient une moindre dépense d'énergie, car il suffit alors de faire fonctionner des installations frigorifiques de plus petite taille et non une de grande taille. Seules la soufflerie « conditions météo » et la soufflerie climatisée se partagent un circuit de refroidissement, car les deux bancs d'essais doivent répondre aux mêmes exigences et ont rarement une forte demande en froid en même temps. Dans l'EVZ, les opérateurs y font très attention dans le planning d'occupation. L'introduction de facteurs de simultanéité pour deux bancs d'essais permet une bien meilleure exploitation des installations frigorifiques et permet à celles-ci de marcher de manière permanente à un point de fonctionnement dynamique optimal - cette mesure seule a permis d'économiser 10 MW de besoins en énergie.



En matière d'eau potable également, le principe de développement durable a été appliqué dès la phase de projet. Au moins 80 % de l'eau nécessaire dans l'EVZ est de l'eau de nappe phréatique spécialement traitée pour les besoins industriels. Elle est utilisée pour tous les process techniques, pour les échangeurs de chaleur hybrides situés sur le toit du bâtiment et dans le circuit sanitaire. Pour des raisons techniques ou hygiéniques, on utilise l'eau potable précieuse uniquement dans les centrales techniques et dans les zones sociales.

Le bilan carbone de l'EVZ.

Les installations de test ne sont pas les seules à fonctionner de manière très performante. Grâce à la simulation des conditions météo dans l'EVZ, une partie des parcours tests peut désormais avoir lieu sur le banc d'essais.

Indépendamment des avantages pour le processus de développement du véhicule liés au site d'essais intégré insensible aux saisons, le transfert des parcours tests dans l'EVZ permettent d'économiser du CO₂. Rien que la suppression des transports jusqu'aux sites d'essais disséminés partout dans le monde correspond à peu près à la consommation d'énergie de l'EVZ. De plus sont supprimés certains trajets qu'il est souvent nécessaire de recommencer lors des essais routiers du fait des conditions insuffisamment constantes.

Par ailleurs, l'EVZ permet de renouveler les tests avec une précision scientifique en raison des conditions semblables à celles d'un laboratoire. Il est ainsi possible d'étudier de manière ciblée l'influence de certains composants à un niveau de précision qui augmente le potentiel d'autres économies d'énergie. Grâce à la précision des résultats dans les conditions du laboratoire, on découvre de nouveaux leviers de manœuvre en vue d'économies potentielles. Si les possibilités du nouvel environnement d'essais de l'EVZ permettent d'identifier une mesure en vue d'une économie ne serait-ce que de 0,1 g de CO₂/km et de l'appliquer sur tous les véhicules neufs, 80 % des émissions de CO₂ dues au fonctionnement de l'EVZ sur une année seront déjà compensés.

Modification des conditions de travail : que signifie l'EVZ pour les salariés ?

Le développement durable dans le cadre du travail signifie pour BMW Group assumer aussi sa responsabilité sociale. Le traitement des collaborateurs des



départements d'essais le montre. En effet, la mise en service de l'EVZ s'accompagne d'une restructuration du site de tests et de fiabilisation de BMW Group et également des conditions de travail des ingénieurs d'essais.

Du fait du déplacement de nombreux parcours d'essais dans l'EVZ, certaines charges de travail en vigueur jusque là, comme les déplacements fréquents et épuisants ou le travail dans des conditions climatiques extrêmes, sont supprimées. L'EVZ a par ailleurs créé de nouveaux postes de travail intéressants pour des techniciens qui ont été sélectionnés et formés dans le cadre d'une campagne de formation au sein de BMW Group.



6. Faits et chiffres : le nouveau centre d'essais « énergie et environnement » de BMW Group.

Chiffres concernant la construction

Début du chantier	juin 2007
Fin du gros œuvre	juin 2008
Air pulsé dans les souffleries	janvier 2010
Arrivée des collaborateurs	décembre 2009
Quantité totale de béton	16 400 m ³
Quantité totale d'acier d'armature	2 900 t
Surface globale des façades	6 850 m ²
Total des investissements : bâtiments, technologie, équipements	130 millions d'euros

Chiffres concernant le bâtiment

Longueur du bâtiment	51 m
Largeur du bâtiment	75 m
Hauteur du bâtiment	22 m
Nombre d'étages	6
Surface au sol brute	14 840 m ²

Souffleries thermiques

Surface au sol du plénum (longueur/largeur)	13,6 x 10 m
Ecoulement	vertical
Diamètre du ventilateur	4 750 mm
Vitesse de rotation maxim. du ventilateur	455-518 t/mn
Puissance du ventilateur	1 500 - 2 060 kW
Vitesse maxim. du vent	250-280 km/h
Volume total de la déflexion de l'air	3 072 m ³

Banc d'essais « altitude »

Surface au sol du plénum (longueur/largeur)	12 x 6 m
Ecoulement	vertical
Diamètre du ventilateur	2 240 mm
Vitesse de rotation du ventilateur	1 350 t/mn
Puissance du ventilateur	900 kW
Vitesse maxim. du vent	250 km/h
Volume total de la déflexion de l'air	505 m ³

Banc d'essais « froid »



Surface au sol du plénum (longueur/largeur)	10 x 5 m
Ecoulement	vertical
Diamètre du ventilateur	1 000 mm
Vitesse de rotation du ventilateur	1 760 t/mn
Puissance du ventilateur	110 kW
Vitesse maxim. du vent	130 km/h

Pour toute question, adressez-vous à :

Katharina Singer, communication technologie, porte-parole du département Recherche et Développement

Téléphone : +49-89-382-11491, fax : +49-89-382-28567

Internet : www.press.bmwgroup.com

E-mail : presse@bmw.de

