



Audi MediaCenter

Communication Presse et Relations Publiques

Clément Lefevre

Tel.: 03 23 73 56 94

E-Mail: clement.lefevre@audi.fr

Juillet 2017

INFORMATION PRESSE

Audi.Vorsprung.

Le futur du premium : Audi sur la voie du Vorsprung

Monde digital, développement durable et mobilité urbaine : le client au centre de nos préoccupations

4

L'avènement de l'entreprise automobile digitale

7

1. Expérience d'achat virtuel : Audi VR Experience et Customer Private Lounge

7

1.1 L'Audi VR Experience [Expérience de réalité virtuelle Audi]

1.2 Audi Customer Private Lounge

2. Impression 3D métal : de la fabrication d'outils à une mission sur la lune

9

3. Assemblage modulaire : pas de chaîne de montage, juste des chariots suspendus

10

3.1. L'atelier de peinture du futur

3.2 Systèmes de transport sans conducteur

3.3 « Dancing racks » [Chariots suspendus]

3.4 Bien s'asseoir, sans siège

4. Logistique intelligente : objets portables et formation en réalité virtuelle

15

4.1 Le scanner portable

4.2 Formation en réalité virtuelle

4.3 Des chariots élévateurs autonomes au centre de logistique

4.4 Ray le robot de stationnement



Une entreprise entièrement durable

- 1. Une technologie de pointe au service de l'efficacité **19**
 - 1.1 Polyvalente : la technologie hybride légère
 - 1.2 Disponible en permanence : quattro avec technologie ultra
 - 1.3 Construction légère : une force motrice pour Audi
- 2. Modèles Audi g-tron avec Audi e-gas : la révolution énergétique dans le réservoir
- 3. Respectueuse de l'environnement, sportive, pratique : la mobilité électrique chez Audi
- 4. Une usine neutre sur le plan des émissions de CO₂ à Bruxelles : des voitures propres issues d'une usine propre
- 5. Une technologie clé pour le futur : la pile à combustible
- 6. Capture du CO₂ : des bulles d'air transparentes à forte valeur ajoutée
- 7. Fondation Audi pour l'environnement : repousser les limites avec les greenovations
 - 7.1 Smart HOBOS – la ruche high-tech
 - 7.2 Le projet mégapoles

Une nouvelle mobilité premium pour la réalité urbaine **40**

- 1. Application myAudi : *Vorsprung durch* smartphone au lancement de l'A8 sur le marché
- 2. Audi à la demande : un service de mobilité premium sur 15 marchés d'ici à 2020
- 3. Audi Innovation Research : une même vision de Pékin à San Francisco



Le futur du premium : Audi sur la voie du Vorsprung

Le premium signifie « plus ». Ce « plus » est présenté lors de l'Audi Summit à Barcelone. Audi présente tous les aspects de sa nouvelle promesse de marque, de la voiture en elle-même à la société et à son engagement social. Le changement apporté par le digital et les technologies connectées transforment fondamentalement le marché automobile. Avec elle se crée une grande opportunité pour Audi d'inspirer avec le « Vorsprung » et les nouvelles technologies.

Audi franchi une étape importante dans la création d'un véhicule digital, premium et durable. L'Audi A8 est le fer de lance du constructeur par son design, sa sportivité, son confort, et son regard vers l'avenir.

Avec ses technologies et systèmes intelligents, Audi AI ouvre la voie d'une conduite entièrement automatisée. La voiture devient autonome et empathique dans le contexte de la mobilité du futur. La voiture premium de demain réfléchira avec nous, facilitera notre vie et nous permettra de gagner du temps.

Les clients, collaborateurs et la société dans son ensemble gagneront ainsi en valeur ajoutée, par le premier contact avec le client, en travaillant dans une Smart Factory ou dans un environnement urbain. Avec la révolution digitale, l'ensemble des valeurs ont changé. Audi intègre parfaitement le style de vie moderne de ses clients en créant un espace personnel dans un monde durable.



Audi. Vorsprung. 2025.

Monde digital, développement durable et mobilité urbaine : le client au centre de nos préoccupations

En voie de devenir le premier constructeur automobile digital, Audi lance la plus grande transformation de son histoire. La marque entre de plain-pied dans l'ère digitale et redéfinit la mobilité urbaine en donnant de plus en plus de place au développement durable.

La quatrième révolution industrielle marque une rupture. Chaque acteur du marché est tenu d'inventer quelque chose de totalement nouveau à partir de rien au risque d'être distancé par la concurrence, notamment par les acteurs apparus récemment sur le marché des mobilités avec de nouveaux services, des approches et des idées novatrices.

C'est le genre de défis qui inspire Audi, et cela se voit immédiatement à Barcelone. Il est à l'image de l'entreprise et de ses employés. Le *Vorsprung* est dans l'ADN d'Audi : le mot décrit bien l'approche que l'entreprise a toujours adoptée dans ses activités. Une approche qu'Audi ne cessera de privilégier à l'avenir, en veillant à offrir à ses clients des solutions qui soient *Vorsprung* pour eux aussi.

quattro, construction légère, TFSI... Tous ces éléments sont la preuve vivante que « *Vorsprung durch Technik* » (L'avance par la technologie), est devenue un classique. À cet égard, la nouvelle Audi A8, dont le lancement constitue l'événement majeur de l'Audi Summit de Barcelone, établit une nouvelle référence. La signification de *Vorsprung* va bien au-delà de la simple technologie, et les innovations présentées sur l'A8 le prouvent.

À l'instar d'une start-up, Audi avance rapidement et de façon peu conventionnelle au sein des nouveaux secteurs d'activités, par exemple en mettant en place de nouvelles méthodes de production ou en modifiant la mobilité dans le paysage urbain. Sonnant comme une promesse, le *Vorsprung* est toujours associé au désir de ne jamais se contenter du statu quo, mais de le remettre sans cesse en question afin de trouver de meilleures solutions. Pour Audi, le *Vorsprung* ne se résume pas au fait d'être pionnier, mais incarne l'ambition d'offrir à ses clients davantage de liberté.

Trois points essentiels de cette stratégie sont présentés à Barcelone.
Audi. *Vorsprung*. 2025. – toujours digital, durable et urbain.



Digital

La nouvelle ère du digital est arrivée. L'Internet des Objets nous donne accès dans l'instant à des milliards d'éléments de données. Les algorithmes intelligents, les machines autonomes et l'intelligence artificielle sont capables d'absorber des quantités astronomiques de données, offrant ainsi une grande valeur ajoutée aux clients.

Les outils de réalité virtuelle offriront à ces derniers la possibilité de configurer la voiture de leurs rêves de façon interactive. Adoptant la devise « an Audi when I want and where I want » [une Audi quand je veux et où je veux], Audi a pour objectif d'améliorer le concept de mobilité individuelle grâce à des solutions à la demande, qui seront lancées sur 15 marchés d'ici à 2020. Une nouvelle plateforme numérique donnera non seulement des informations aux conducteurs et aux passagers de voitures Audi, mais leur proposera également des divertissements, et de la valeur ajoutée.

Les installations de production de demain seront aussi en réseau. La Smart Factory synchronise toutes les étapes de la production à travers le digital. Les processus de production modulaires, l'intelligence artificielle et la coopération humain-robot rendent la construction automobile plus flexible et moins gourmande en ressources.

Durable

Les cadres supérieurs, professions libérales milieux postmodernes, à savoir ceux qui créent les tendances, aspirent désormais à mener un style de vie durable : ils constituent le cœur de cible d'Audi. D'autres milieux sociaux suivront leur exemple dans les années qui viennent. Dans un monde où le développement durable est devenu un élément essentiel, Audi endosse sa part de responsabilité.

Les « greenovations », ces avancées technologiques mises au service de la protection de l'environnement et du climat, se font de plus en plus nombreuses tout au long de la chaîne de valeur. La fondation Audi pour l'environnement est à l'affût de ces « greenovations » et veille activement à ce qu'elles soient mises en place.

Dans la course pour l'avenir, l'électromobilité est la force motrice d'Audi : d'ici à 2020, trois modèles électriques haute performance aux designs étonnants auront vu le jour. Avec la devise « Clean cars from clean factories » [des voitures propres issues d'usines propres], Audi met actuellement en place des mesures visant à rendre la production de la voiture électrique Audi e-tron à Bruxelles neutre sur le plan des émissions de CO₂. La mobilité neutre en termes d'émissions de CO₂ est également une priorité pour Audi dans l'univers des moteurs thermiques. Des carburants synthétiques, des plug-ins et des semi-hybrides, ou encore une construction légère et aérodynamique augmentent l'efficacité des principaux modèles de série.



Urbain

Le *Vorsprung*, c'est aussi une vision. C'est pourquoi Audi voit plus loin que demain. Les découvreurs de tendances et les designers d'Audi Innovation Research étudient de futurs scénarios dans les mégapoles du monde entier, et sont déjà en train de concevoir les prochaines générations de produits et de services à partir des résultats de leurs recherches. Les services de mobilité tels qu'« Audi on Demand » démontrent que la marque s'intéresse notamment à la mobilité premium.

Dans un contexte urbain, le *Vorsprung* signifie comprendre la logique et le fonctionnement des villes, et travailler avec elles pour concevoir des solutions intelligentes. Avec des technologies telles que la conduite et le stationnement pilotés, ou l'infrastructure urbaine connectée, Audi joue un rôle actif dans l'évolution permanente de la mobilité urbaine. Destinées aux personnes qui se déplacent souvent, de nouvelles applications pour smartphones comme myAudi offrent un large choix d'assistances personnalisées qui répondent aux besoins de chacun quotidiennement.

Audi.*Vorsprung*. Cette stratégie s'étend bien au-delà de 2025 et s'inscrit dans une ambition plus globale, portant l'ensemble de l'entreprise et de ses activités vers de nouveaux sommets. Les investissements dans l'un de ces trois secteurs désignés comme stratégiques auront inmanquablement un impact positif sur les deux restants. Ainsi, la digitalisation débouche souvent sur une plus grande durabilité et de meilleures solutions urbaines.

Un exemple illustre parfaitement cet argument. Aujourd'hui, 40 % du trafic urbain est composé de véhicules cherchant une place de stationnement. Audi récupère les données des capteurs, qui peuvent être obtenues de façon anonyme auprès d'autres véhicules grâce au cartographe numérique HERE, puis les croise avec les informations de circulation. De cette façon, il sera bientôt possible de guider les conducteurs de façon extrêmement précise vers des places de stationnement libres. La perte de temps liée à la recherche d'une place ne sera plus qu'un lointain souvenir, et les embouteillages seront moins nombreux. AUDI AG est partenaire de HERE depuis 2016. L'investissement dans un outil permettant d'appréhender la situation en temps réel offrira de la valeur ajoutée à tous les habitants de la ville, par exemple en contribuant à réduire le trafic superflu. Par ricochet, cela contribuera aussi massivement au développement durable.

Digitale, durable, urbaine. Une stratégie en trois points, pour un même résultat : Audi.*Vorsprung*.



L'avènement de l'entreprise automobile premium digitale

La digitalisation est bien plus qu'une technologie *Vorsprung* disponible dans la voiture. C'est un changement radical de tous les processus opérationnels. À cet égard, la plus grande transformation de l'histoire de l'entreprise bat son plein. Chez Audi, la technologie digitale en réseau améliore la qualité de la coopération entre tous les secteurs. L'Audi Summit à Barcelone le prouvera sous la forme de nombreux exemples.

1. Expérience d'achat virtuel : Audi VR Experience et Customer Private Lounge

L'univers automobile évolue très rapidement, et avec lui, les besoins et les attentes des personnes qui cherchent à acheter une voiture premium. Aujourd'hui, neuf clients à la recherche d'une nouvelle voiture sur dix mènent d'abord une petite enquête sur Internet. Nombre d'entre eux souhaitent se renseigner par eux-mêmes. Pour ce faire, ils consultent les sites web des équipementiers, des forums ou encore les réseaux sociaux, profitant ainsi de l'expérience du plus grand nombre.

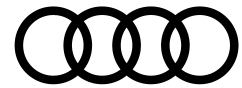
Aujourd'hui, cette enquête préliminaire approfondie précède généralement la visite chez le concessionnaire. Par conséquent, au moment où les clients consultent un spécialiste chez leur concessionnaire, leurs attentes sont plus élevées (comparaisons, évaluation des avantages et des inconvénients et configuration du véhicule en fonction des exigences personnelles de chacun). Lors de l'Audi Summit, Audi présente deux solutions qui permettront de répondre à ces attentes d'un nouveau genre : le Customer Private Lounge et l'Audi VR Experience.

1.1 L'Audi VR Experience

La réalité virtuelle de dernière génération permet aux clients de configurer chaque modèle Audi selon leurs propres exigences. En portant un casque de réalité virtuelle, ils verront la voiture de leurs rêves apparaître directement sous leurs yeux, comme si elle se trouvait véritablement là. Grâce à la représentation stéréoscopique en 3D et aux modèles de données complexes, le résultat est très réaliste, jusque dans les moindres détails.

L'Audi VR Experience ouvre également de nouvelles perspectives fascinantes. Les clients peuvent essayer leurs véhicules dans un éventail d'environnements différents, plonger virtuellement dans certaines parties spécifiques du véhicule afin d'explorer leur conception technique, ou assister à des moments particuliers pour Audi en réalité virtuelle.

Audi a concentré une grande partie de ses efforts de développement sur la qualité des performances et du graphisme, inspirée de la technologie des moteurs de jeux. Créée en partenariat avec le spécialiste britannique Zerolight, elle a été spécialement optimisée pour



la réalité virtuelle. Elle associe avec constance, une excellente qualité visuelle et un rendu d'images très fluides. Le moteur de jeu produit de façon stéréoscopique des véhicules selon des modèles de données complexes avec beaucoup de fluidité dans le casque de réalité virtuelle, à une vitesse de 90 images par seconde et avec un temps de réaction rapide de moins de 20 millisecondes.

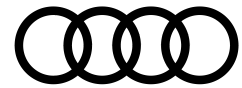
Audi est le premier constructeur automobile à introduire un système de réalité virtuelle sophistiqué dans ses activités de vente. Par ce biais, Audi offre à ses clients une valeur ajoutée considérable au moment où ils décident d'acheter. Ce système est entièrement intégré dans le système informatique d'Audi et est mis à jour en ligne avec les dernières données produites. Pour l'utilisation chez les concessionnaires, Audi a opté pour un casque de réalité virtuelle Oculus, son partenaire de longue date sur ce projet. Les casques permettront aux clients de découvrir leur future Audi en réalité virtuelle depuis le confort de leur siège.

Audi a également développé une version enrichie pour des formats spéciaux, par exemple les événements de la marque ou les salons commerciaux. Dans cette configuration, le visiteur équipé d'un casque de réalité virtuelle HTC reste debout et peut se déplacer en toute liberté sur une surface de 5 m² (16,4 ft) afin de pouvoir explorer la voiture virtuelle. Celui-ci peut également s'installer dans le siège conducteur ou passager de la voiture virtuelle et découvrir tous les détails visuels de l'intérieur. Cette dernière version du système permet aux utilisateurs d'appréhender la voiture virtuelle de façon très naturelle.

1.2 Audi Customer Private Lounge

En tant que créateurs de tendances dans le monde digital, les clients ont de grandes attentes concernant Audi, d'autant plus dans un showroom où ils s'attendent à découvrir leur nouvelle Audi de façon personnalisée, en utilisant l'ensemble de leurs sens. Découvrez l'Audi Customer Private Lounge que le constructeur a d'abord développé pour son concept de vente Audi City. Dans une suite fermée entièrement numérisée, les visiteurs sont invités à configurer la voiture de leurs rêves, à la visualiser avec un niveau de détails quasiment grandeur nature sur un modèle virtuel et à l'adapter à leurs exigences. Ce concept allie l'innovation numérique à l'expertise et à l'attention personnelle offerte par les méthodes commerciales stationnaires.

AUDI AG a développé ce concept avec des partenaires informatiques internationaux. Pour la première fois, le concessionnaire est en mesure de présenter tout l'éventail du portefeuille Audi, toutes les technologies et équipements en option, et d'expliquer chaque détail de façon très claire. Le Customer Private Lounge est équipé d'un certain nombre de technologies digitales spécialement développées pour l'occasion. Le système high-tech est contrôlé à partir d'une tablette par le conseiller commercial, qui se tient aux côtés du client tandis que ce dernier configure la voiture de ses rêves.



D'un simple effleurement du doigt, le modèle Audi unique qui a été généré, est transféré vers l'expérience de réalité virtuelle Audi, prêt à être exploré jusque dans ses moindres détails, qu'il s'agisse des coutures des sièges en cuir ou des différentes technologies d'éclairage d'Audi.

Le Customer Private Lounge est un espace permettant aux clients de vivre une expérience de marque exclusive approfondie, dans un environnement calme propice à obtenir des conseils personnalisés.

2. Impression 3D métal : de la fabrication d'outils à une mission sur la lune

Un excellent exemple du *Vorsprung* qui définit la marque Audi est la fabrication additive. Sous sa forme la plus complexe, la production ne concerne pas uniquement la technologie. Il s'agit aussi d'assurer dès aujourd'hui le *Vorsprung* de demain. D'accumuler des expériences. De faire preuve d'expertise. D'ouvrir de nouvelles perspectives. L'Audi Summit présentera l'impression 3D métal et démontrera par cet exemple un autre aspect du *Vorsprung*.

Les imprimantes 3D qui créent des objets à partir de plastique en poudre sont déjà solidement installées. La prochaine étape de ce processus d'évolution, c'est l'imprimante 3D métal. Audi développe cette expertise dans le centre d'impression 3D métal récemment fondé au sein du pôle de production d'Audi. C'est là que les experts en fabrication d'outils d'Audi et les experts du développement produisent des pièces en acier et aluminium à partir de poudre de métal à l'aide d'un procédé de fusion par laser. Ce procédé est déjà utilisé pour les outils de production en série. Les composants individuels destinés aux véhicules en production limitée pourraient, possiblement, être également produits à l'aide de cette méthode dans les années à venir.

En principe, tous les métaux pouvant être soudés, par exemple l'acier à outils, l'aluminium ou le titane, peuvent être imprimés en 3D. Le procédé débute avec de la poudre de métal d'un grain de 15 à 40 millièmes de millimètre, plus fin qu'un cheveu. L'imprimante dépose la poudre en de fines couches et le laser la fait fondre en respectant les données CAO afin de créer les contours de la pièce. Avec l'impression 3D métal, des objets à la géométrie extrêmement complexe, qu'il serait très difficile voire impossible de fabriquer par d'autres moyens de production, peuvent être produits. L'impression 3D peut, littéralement, arrondir les angles.

Exemple typique de ces applications : les pièces en acier avec des bobines ou des grilles de refroidissement intégrales du type de celles utilisées dans les outils de moulage. Des analyses et des tests démontrent que la résistance à la traction des pièces en aluminium imprimées est deux fois plus importante que celles des pièces fabriquées classiquement. Elles peuvent en plus s'avérer de 20 à 30% plus légères.



Objectif lune, à fond de train

Avec cette nouvelle technologie, Audi voit très loin. Aussi loin que la lune ! En fait, c'est ici que le véhicule de reconnaissance autonome Audi lunar quattro intervient. Il est composé à 85 % composé d'aluminium imprimé. Dans le cadre de « Mission to the Moon », une équipe d'ingénieurs basée à Berlin, baptisée Part-Time Scientists vise à explorer la lune autour d'un site d'atterrissage de l'une des missions lunaires Apollo de la NASA, pour la première fois depuis plus de 45 ans. Audi les accompagne dans leur projet. Un groupe de 16 experts Audi apporte à cette équipe de scientifiques son savoir-faire dans un certain nombre de domaines techniques, dont l'optimisation du véhicule pour la mission lunaire.

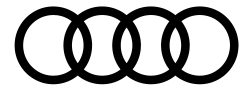
Afin d'augmenter la stabilité et la surface de contact, les ingénieurs et les designers ont élargi le véhicule et ses roues de plus de 10 cm (3,9 in). Dans le même temps, ils ont réduit son poids, passé de plus de 38 kg (83,8 livres) à moins de 30 kg (66,1 livres) grâce à l'optimisation de l'association des matériaux et à l'utilisation de l'impression 3D aluminium.

L'épaisseur de la paroi des roues de l'Audi lunar quattro, par exemple, n'est que d'1 mm (0,04 in), mais grâce à un design sophistiqué, la résistance requise est garantie. Du fait d'une réduction de poids considérable pour les roues et le reste du véhicule, les chercheurs sont désormais capables d'installer à bord du véhicule davantage d'équipements scientifiques, d'une valeur de 1,8 million d'euros. La réduction de poids permettra aussi à la mission de charger davantage de carburant. Les ingénieurs de développement ont également pu effectuer des tests sophistiqués, par exemple dans la chambre de simulation du soleil Audi, afin de recréer des conditions extrêmes sur la lune et d'étudier la capacité des composants du véhicule à s'y adapter. Un exemple de développement du prototype, à savoir une variante de roue originale du véhicule lunaire, est présenté lors de l'Audi Summit.

3. Assemblage modulaire : pas de chaîne de montage, juste des chariots suspendus

La production de voitures premium devient de plus en plus complexe. Cette situation est en partie due aux nouvelles exigences du marché, à de nouvelles attentes de la part des clients et à de nouveaux cadres législatifs, qui demandent de faire appel à de nouvelles technologies innovantes et à différentes variantes de véhicules. Pendant plus d'un siècle, la chaîne de montage à intervalles fixes était imbattable en termes d'efficacité. Aujourd'hui, elle a perdu ce *Vorsprung*, dans certaines situations, devient même problématique.

Les clients souhaitent se différencier, c'est pourquoi leur voiture se personnalise de plus en plus. Par conséquent, le nombre de variantes et de dérivés ne cesse de croître. Ainsi, il devient de plus en plus difficile de gérer de très hauts niveaux de complexité et d'intégrer des flux de production supplémentaires dans un processus séquentiel rigide. Une version très équipée de l'Audi S3 (consommation de carburant combinée en L/100 km : 7,1 – 6,4* ;



émissions de CO₂ combinées en g/km : 163– 146*), par exemple, nécessite de nombreuses étapes de production dans un cycle spécifique. Un modèle moins spécifique qui ne nécessite pas tout ce temps de travail doit attendre son tour sur la même chaîne. Cela prend de l'espace, du temps et de l'argent.

Audi répond à ce défi et présente à Barcelone une solution révolutionnaire : l'assemblage modulaire. De petits postes de travail séparés permettent des flux de production très flexibles, en termes de temps comme d'espace. Des systèmes de transport sans conducteur (DTS) transportent les carrosseries et les pièces requises entre ces différents postes de travail. Un ordinateur central contrôle les DTS avec une extrême précision ; il identifie ce dont chaque poste a besoin, assurant ainsi la fluidité du flux de production. Et cela a un autre effet encore plus important : la personne n'a plus besoin de suivre le rythme du cycle, comme c'était le cas depuis 100 ans. La méthode de configuration d'assemblage modulaire impose son rythme. Un *Vorsprung* qui bénéficiera à tous les employés de façon immédiate. Audi projette une augmentation d'au moins 20% de la productivité par rapport au système linéaire aujourd'hui utilisé.

Depuis quelques mois maintenant, « arculus », une start-up montée par un employé d'Audi, développe et teste les principes clés de ce nouveau système de production, en travaillant en coopération avec le département logistique. Audi assemblera des moteurs électriques à l'aide d'un concept d'assemblage modulaire à l'usine de Győr en Hongrie. La production en série devrait débuter en 2018. Il est également prévu de mettre en place certaines parties du concept d'assemblage modulaire dans une zone de pré-assemblage de l'usine de Bruxelles.

3.1. L'atelier de peinture du futur

L'atelier de peinture actuel suit toujours en substance la même logique que la production à la chaîne. Le processus de peinture, fortement automatisé, implique que la carrosserie du véhicule passe par plusieurs étapes d'une structure de production fixe à la chaîne, où les différentes couches de peinture sont appliquées. Entre chaque étape individuelle de ce processus, les carrosseries peintes passent également dans un séchoir standardisé. Lors des étapes suivantes, la protection anticorrosion et des mesures d'étanchéité de la carrosserie sont appliquées. Tout a lieu sur une chaîne de production étroitement interconnectée. Un long chemin linéaire extrêmement efficace, et donc aussi durable qu'il peut l'être. Dans ce domaine aussi, Audi a déjà pris les devants pour se moderniser.

Dans la Smart Factory, lorsque l'on parle du processus d'assemblage modulaire du futur, il ne s'agit pas de faire un pas en avant, mais des bonds. C'est également valable pour l'atelier de peinture. Une animation de l'atelier de peinture du futur est présentée à l'Audi Summit : elle montre comment sa couleur est appliquée à une voiture Audi individuelle au cours d'un processus très efficace.

À cette fin, le constructeur rompt avec le concept de chaîne, qu'il remplace par un processus modulaire, y compris dans les différents sous-domaines du processus de peinture. Audi attend que ces changements structurels augmentent l'efficacité des technologies

d'application. En outre, des processus de peinture spécifiques peuvent être à la fois rentables et intégrés de façon durable, veillant ainsi à ce qu'il soit possible de répondre à la demande toujours croissante des clients dans ce secteur important de la personnalisation. L'atelier de peinture du futur s'articule autour d'un entrepôt central de carrosseries, de concepts de séchage alternatifs et de systèmes modulaires dans certains sous-domaines. Ici aussi, par conséquent, chaque carrosserie peut être intégrée de façon optimale dans le processus de production selon la charge de travail qu'elle implique et son propre contenu, ne passant que par les postes nécessaires. D'autres carrosseries sont susceptibles de ne pas s'arrêter aux mêmes postes, ou de passer à d'autres étapes.

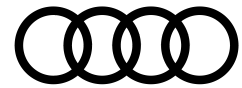
En mettant en place une structure modulaire comme partie intégrante de la Smart Factory, l'atelier de peinture du futur d'Audi garantit entre autres que les processus individuels, si importants pour la construction d'une voiture conçue selon les préférences personnelles du client, puissent être optimisés en termes d'efficacité et de durabilité. Le résultat garantit non seulement la plus grande flexibilité possible, mais aussi la plus grande personnalisation client. Le *Vorsprung* pour chaque client.

3.2 Systèmes de transport sans conducteur

Les systèmes de transport sans conducteur (DTS) sont une technologie essentielle de la Smart Factory. Ce *Vorsprung* est présenté en public à Barcelone par le biais du véhicule à guidage automatique (AGV). Ce système contribue à révolutionner les processus de production. Une plus grande flexibilité dans la production signifie aussi davantage de possibilités de développer encore plus d'options personnalisées pour les clients. Les AGV d'Audi utilisent un système de navigation développé en interne, spécifiquement pour le marché automobile. Par conséquent, ils sont capables de transporter des pièces entre l'entrepôt et la chaîne de montage librement et de façon entièrement autonome. Ils sont en mesure de détecter des conditions de circulation complexes et de s'y adapter sans heurts. Le système de navigation permet à l'AGV de se déplacer de façon autonome sur un itinéraire défini, qui a été conçu et simulé à l'avance sur ordinateur. L'AGV peut aussi apprendre et enregistrer un itinéraire lors d'un trajet guidé manuellement. À partir de ce plan, il se déplace ensuite librement au sein de son périmètre. Il applique ainsi le principe de l'apprentissage automatique et cherche en permanence le meilleur chemin.

L'AGV d'Audi (connu en interne sous le nom de « Paula ») est doté de trois scanners laser, deux à l'avant et un à l'arrière, qui lui permettent de s'orienter et d'éviter d'entrer en collision avec des personnes. L'humain a toujours la priorité. L'un des scanners avant est orienté vers le haut, de sorte que l'AGV est même capable d'identifier des objets suspendus au plafond.

Les capteurs sont également utilisés pour enregistrer des données de mesure. L'ordinateur de l'AGV compare ensuite ces données avec celles du plan enregistré. Au même moment, le logiciel de navigation compare les données de mesure issues du scanner laser avec le nombre de tours de roue, pour que la localisation soit encore plus précise.



Sa vitesse est limitée à 4,2 km/h (2,6 mph). Tout freinage est anticipé, doux et par conséquent peu gourmand en énergie. Pour calculer le freinage, les ingénieurs de développement ont utilisé des algorithmes similaires à ceux utilisés pour contrôler le régulateur de vitesse Adaptive Cruise Control (ACC) dans les voitures.

Avec ses scanners laser, l'AGV reconnaît le chariot de pièces à ses contours. Il roule jusqu'à l'approcher au millimètre près, même s'il ne se trouve pas exactement à sa position prédéfinie. La même précision est de mise pour le stationnement sur le plateau de chargement. Un écran tactile à l'avant, un concept étendu de signal visuel et une sortie vocale lui permettent de communiquer et d'interagir avec l'environnement.

Au centre technique pour les systèmes d'assistance à la production d'Audi, le système de navigation de l'AGV a atteint l'étape du troisième prototype, et est désormais proche de la production en série. Comme pour ses prédécesseurs, tous les aspects de « Paula » ont été entièrement développés en interne par Audi, y compris son logiciel. En ce moment, l'AGV est utilisé sur les chaînes de montage de l'Audi A3/Q2, sur le site d'Ingolstadt.

La technologie DTS présente un énorme potentiel : en mettant en réseau les données de navigation de plusieurs véhicules individuels chapeautés par un gestionnaire de flotte, il est possible de créer un système global intelligent qui démultipliera les avantages en termes d'efficacité.

3.3 « Dancing racks » [Chariots suspendus]

Il n'existe jamais une seule manière de créer le *Vorsprung* de demain. Lorsque l'objectif est défini, mettre en place différentes solutions de travail pour y parvenir est précisément l'apanage d'une entreprise innovante. L'espace de simulation de production du centre des expositions de Barcelone, où Audi présente une nouvelle innovation dans le domaine des véhicules de transport sans conducteur (système DTS), offre la preuve du *Vorsprung* avec les « dancing racks » [chariots suspendus].

La Smart Factory vise à accroître l'efficacité et la flexibilité tout en permettant à la personne d'imposer son rythme : l'objectif des « dancing racks » est donc très comparable. C'est pourtant, leur façon d'atteindre ce but est très différente, car les véhicules ne disposent ni d'un contrôle par ordinateur sophistiqué ni de capteurs très sensibles.

Ce système de transport sans conducteur est contrôlé par le « système de localisation laser d'Audi » grâce à des capteurs externes. En outre, c'est le premier et l'unique système dans lequel plusieurs véhicules positionnés les uns derrière les autres peuvent être détectés et contrôlés par un seul scanner laser. C'est une approche révolutionnaire. Et Audi a d'ores et déjà déposé une demande de brevet la concernant.

L'invention est idéale pour garantir que les pièces « apparaissent » au bon endroit et au bon moment. Les experts en logistique se réfèrent à cette compétence en parlant de « goods-to-person principle ». Selon ce principe, ce sont les pièces qui se déplacent auprès de l'employé

lorsque ce dernier les demande. De plus, l'employé n'a plus besoin de rassembler les pièces requises dans le magasin avant de les emporter vers son poste de travail. Ainsi, le système d'assemblage modulaire de la Smart Factory en réseau ne comportera plus de chaîne de montage, car celle-ci aura été éliminée lors de la phase finale de développement. Tout comme l'on peut choisir ses plats sur la carte d'un restaurant, chaque voiture qui arrive sur le poste d'assemblage est composée de son propre menu de pièces. Les « dancing racks » sont au service de ce principe.

Le groupement de technologies rend cela possible. Le scanner laser reconnaît chaque DTV grâce à ses quatre barres réfléchissantes en aluminium de 10 cm (3,9 in), situées à chaque angle. À part ces barres, rien ne se trouve à cette hauteur : les rayons du laser sont donc aptes à détecter n'importe quels DTV placés en ligne les uns derrière les autres. L'ensemble du processus de contrôle et de reconnaissance peut être effectué depuis l'extérieur par l'intermédiaire d'un scanner laser et d'un PC. Les véhicules reçoivent les commandes de contrôle correspondantes par Wi-Fi.

Et parce que la technologie lourde, complexe et coûteuse n'est pas contenue dans le DTV en lui-même, mais seulement dans le centre de commandes, un design très compact et peu gourmand en énergie peut être envisagé. Toutefois, le système ne fait aucun compromis en termes de précision : le scanner laser veille à ce que le DTV puisse être positionné de façon très précise, à moins d'un centimètre (0,4 in) de sa cible. Précisément là où la personne à qui la pièce est destinée l'attend. Le « dancing rack » est également capable de parler. Par le biais du système de sortie vocale intégré, il peut informer son partenaire humain de la situation en temps réel, par exemple lorsqu'il approche de sa cible.

L'analogie avec la danse n'est pas non plus fantaisiste : le chariot suspendu peut se déplacer dans toutes les directions (en diagonale, vers la gauche et la droite, en avant et en arrière). Il peut même tourner sur lui-même. Et toutes ces actions, il les mène tout en interagissant avec d'autres DTV dans la zone d'assemblage. Le contrôle simultané fonctionne particulièrement bien avec ce système puisque les données du capteur sont traitées de façon centralisée.

Et puisque les barres couvrantes d'aluminium sont parfois dissimulées lorsque le chariot est en mouvement, l'algorithme de reconnaissance est suffisamment fiable pour gérer la situation même si deux barres de chaque véhicule ne sont pas en mesure d'être scannées. Le DTV atteindra tout de même sa cible.

Le système en est toujours à sa phase d'essai, mais il est déjà capable de maîtriser un rayon d'action de 18 mètres (59,1 ft) facilement. Ainsi, il serait donc possible pour un seul scanner de couvrir un hall de 30 m (98,4 ft) de large. Pour augmenter sa portée, plusieurs scanners peuvent être assemblés en un réseau de capteurs. Au cours d'une étape ultérieure de développement, on pourrait même imaginer voir le scanner se déplacer avec les chariots. D'autres secteurs pourront ensuite bénéficier de cette technologie, puisqu'aucune installation coûteuse n'est requise.

3.4 Bien s'asseoir, sans siège

Le *Vorsprung* peut aussi bien s'accomplir assis : en termes d'ergonomie dans l'industrie automobile, Audi est un véritable leader. En effet, une bonne ergonomie dans un environnement de production, réduit les efforts physiques, augmente l'efficacité des processus de production et garantit une qualité toujours élevée de la production. Les visiteurs de l'Audi Summit pourront être témoins de ces avantages en action lors de la présentation de la « Chairless Chair » [la chaise sans chaise].

La « Chairless Chair » est un exosquelette. En travaillant les employés la porte comme une seconde paire de jambe, les supportant ainsi dès que nécessaire. Celle-ci est fixée à l'arrière des jambes et, comme une chaise, améliore la posture de la personne qui l'utilise. Deux surfaces recouvertes de cuir soutiennent les fesses et les cuisses, tandis que deux supports faits de plastique renforcé de fibre de carbone (CFRP) s'adaptent aux contours de la jambe. Ces derniers s'articulent à l'arrière du genou et peuvent s'ajuster de façon hydraulique à la taille de la personne et à la position assise désirée.

Avec sa conception ultra-légère, les employés portent la « Chairless Chair » de seulement 2,4 kg, elle apporte un soutien lorsqu'ils en ont besoin. Lors de nombreuses opérations d'assemblage, elle permet aux employés de s'asseoir dans une position bénéfique du point de vue de l'ergonomie au lieu de rester debout, même lorsque les intervalles de travail sont courts. Dans le même temps, cette structure de soutien high-tech améliore la posture et réduit l'effort des jambes.

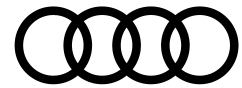
L'exosquelette a déjà été testé avec succès à un certain nombre de postes de travail chez Audi. À partir des résultats de cette phase de test pilote, Audi, en coopération avec le fabricant *noonee*, une start-up Suisse - qui a poussé un peu plus loin le développement de la « Chairless Chair » afin de l'amener à maturité pour une production en série. Elle pourra ensuite être présentée beaucoup plus largement comme un outil de soutien ergonomique. Son objectif est d'améliorer les conditions de travail des employés en termes d'ergonomie, afin d'éviter les efforts excessifs, les arrêts de travail liés à une maladie et en particulier, de veiller à ce que les employés plus âgés dotés de capacités réduites puissent se voir attribuer une position valorisée au sein du processus de production.

4. Logistique intelligente : objets portables et formation en réalité virtuelle

Celui qui détient le *Vorsprung* est souvent le plus rapide. La capacité à agir et à répondre plus rapidement devrait également améliorer la qualité et l'approche orientée client. À Barcelone, cela s'incarne dans quatre exemples issus du département logistique.

4.1 Le scanner portable

Dans la zone de conditionnement des pièces détachées (CKD) du site logistique international d'Ingolstadt, un gant scanner innovant a remplacé les scanners à code-barre traditionnels à



certaines postes de travail. Le scanner est déjà intégré dans le dénommé « ProGlove ». L'employé enclenche la fonction scanner en appuyant simplement son index contre son pouce. L'appareil contenu dans le gant n'a pas besoin de cibler le code-barre : la fonction scanner est intégrée dans le mouvement naturel de la main. Des signaux optiques (LED), sonores (signal) et tactiles (vibration) indiquent au préparateur de commandes que l'article a été scanné.

Le scanner communique sans fil avec l'appareil récepteur. Ce point d'accès est connecté par USB ou via une connexion en série traditionnelle ; nul besoin d'installer un logiciel complémentaire. La charge de la batterie est conçue pour tenir durant toute la journée de travail d'un employé et peut être entièrement rechargée en deux heures. Grâce au scanner intégré dans son gant, l'employé a les deux mains libres pour faire son travail. Le nombre de mouvements de la main requis est également réduit : les employés n'ont plus besoin de saisir et de déposer le scanner, par exemple. Il réduit également le nombre de pas nécessaires. Ainsi, les tâches effectuées sont plus ergonomiques.

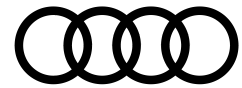
Le *Vorsprung* atteint grâce à cette technologie à l'ergonomie optimisée est déjà à l'essai dans des le cadre de phases pilotes dans d'autres secteurs du site d'Ingolstadt. A Neckarsulm, le ProGlove fait l'objet de nombreux tests complémentaires. Dans d'autres pays, des salariés Audi de Belgique, de Hongrie et du Mexique sont déjà en train de scanner d'un seul geste du doigt. L'introduction de ce gant à grande échelle est en vue.

4.2 Formation en réalité virtuelle

Le *Vorsprung* ne doit pas nécessairement toujours être un bond en avant. Souvent, il est simplement tout aussi important de mettre les dernières technologies à la disposition de tous les employés concernés. Quiconque parvient à déployer ces dernières à grande échelle, rapidement et concrètement, obtiendra des avantages significatifs dans un environnement concurrentiel mondial. Les méthodes de formation numériques permettent de gagner fortement en efficacité.

Un parfait exemple de cette hypothèse sera présenté à l'Audi Summit, par le biais de la formation en réalité virtuelle pour la logistique. Jusqu'à présent, la formation des employés logistique d'Audi à travers le monde s'appuyait généralement sur de véritables composants et conteneurs, ce qui signifie que ces derniers devaient être disponibles dans les centres de formation, occupant de l'espace et nécessitant du temps pour les y apporter. En outre, il n'existe pas de centre de formation pour la logistique CKD capable de former des employés à l'ingénierie des systèmes, aux logiciels de systèmes et à leur utilisation à Ingolstadt. L'occasion idéale d'adopter une nouvelle approche, un nouveau type de formation.

L'une est fondée sur l'usage de casques de réalité virtuelle qui offrent tous les matériaux nécessaires à la formation logistique dans ce domaine. À l'aide d'un casque de réalité virtuelle, les spécialistes de la logistique sont en mesure de consulter une description de leur poste de travail logistique préalablement programmée, depuis n'importe quel lieu. Des



images virtuelles de tous les conteneurs et pièces nécessaires se trouvent juste sous leurs yeux. Ils sont même capables de saisir leurs outils de travail et de les déplacer. Pour ce faire, ils font fonctionner deux manettes à la main, qui remplacent leurs mains dans le monde virtuel. Ils sont capables de les voir et de les bouger.

Les nouvelles technologies ne permettent pas seulement de faire gagner du temps, de l'espace et de l'argent. Elles permettent également de faire fi de la distance et des barrières linguistiques. À l'avenir, les employés des départements logistiques d'un site donné pourront également se former sur d'autres sites à travers le monde, en même temps que d'autres employés. Un employé du département logistique d'Ingolstadt, par exemple, pourra virtuellement intervenir sur un site du Mexique, et vice versa.

La phase pilote au centre de formation d'Ingolstadt a impressionné les employés. Suite à ces retours positifs, cette nouvelle technologie sera désormais utilisée dans d'autres secteurs de l'entreprise et d'autres sites du monde entier. Rien ne saurait venir perturber la propagation rapide du *Vorsprung*. L'équipement technique requis pour ce faire peut être contenu dans une seule valise.

4.3 Des chariots élévateurs autonomes au centre de logistique

Les chariots élévateurs autonomes vont également très bientôt devenir monnaie courante. Aujourd'hui, le transport de conteneurs au centre de logistique d'Audi à Ingolstadt est assuré par des chariots élévateurs traditionnels, conduits par des employés formés à cet effet. Tout, de l'approche des hauts rayonnages au ramassage et au dépôt des conteneurs, est contrôlé depuis le siège du conducteur.

Dans le cadre des opérations de conditionnement pour la livraison des petites pièces, ce sont des chariots élévateurs guidés de façon autonome qui seront bientôt en charge de ces tâches. Ces chariots nécessitent moins d'espace, accomplissent ces tâches de transport de façon plus efficace et réduisent le risque d'accidents du travail. Ces avantages ont été obtenus grâce à l'interaction entre des technologies innovantes comme le scanner laser 3D pour la navigation et un certain nombre de capteurs de sécurité. Ensemble, scanner et capteurs créent un périmètre de sécurité à 360° autour du chariot élévateur.

L'essai mené chez Audi s'articule autour de plusieurs tâches : le chariot élévateur autonome doit d'abord placer des charges de gros volume de façon autonome dans les hauts rayonnages, et les en sortir. La deuxième partie de l'essai consiste à livrer de façon autonome les conteneurs là où ils sont attendus, et à rapporter le surplus. La grande diversité de conteneurs présente un défi de taille. Le chariot élévateur détecte facilement les obstacles sur sa route et patiente jusqu'à ce que la voie soit à nouveau libre avant de poursuivre sa tâche de transport. Si le chariot élévateur autonome détecte un problème dans le déroulement de sa tâche, il avertit de façon indépendante les postes de travail concernés du type de problème rencontré, et engage des actions pour y remédier.



4.4 Ray le robot de stationnement

Associée à des systèmes autonomes, la technologie en réseau permet aussi des gains d'efficacité importants dans le champ de la logistique. À Ingolstadt, Audi a en grande partie automatisé le secteur du chargement des véhicules après assemblage. Pour ce faire, « Ray », le robot de stationnement électrique, trie jusqu'à 2 000 véhicules destinés à être chargés sur des wagons ferroviaires par jour.

Les dix robots de stationnement transportent de façon autonome les nouveaux véhicules du site de production au point de transport. À Ingolstadt, chaque robot, qui mesure environ six mètres de long par trois mètres de large (19,7 ft x 9,8 ft), est doté d'un système de capteurs laser. Celui-ci mesure la position, la longueur et la largeur d'une voiture et ajuste les systèmes de relevage en conséquence. Le système de contrôle central attribue à chaque robot un emplacement, où il peut aller stationner le véhicule préalablement sélectionné par le chemin le plus court.

Lorsqu'un nombre suffisant de véhicules en partance pour la même destination a été rassemblé, l'un des robots les prépare à être chargés sur les wagons. Les systèmes de transport sans conducteur effectuent jusqu'à 8 000 mouvements par jour et couvrent environ 500 kilomètres (310,7 miles). Ray garde même un œil sur l'état de sa charge : si l'état de charge de sa batterie est faible, le robot se place rapidement sur la station de recharge, où des assistants robot peuvent remplacer l'unité complète de la batterie en quelques minutes.

Ray est un exemple de *Vorsprung* dans le cadre d'une technologie numérique en réseau qui fonctionne. Elle fonctionne même à merveille : ce système de transport sans conducteur a valu à Audi le VDA Logistics Award 2017.



Une entreprise entièrement durable

La durabilité est l'une des pierres angulaires de la stratégie Audi 2025. En plus d'être devenue un impératif politique, cette question est de plus en plus importante pour les clients. Au sein de l'entreprise, cela se traduit par une philosophie qui s'appuie sur deux piliers, la réduction de la pollution environnementale et la préservation des ressources naturelles, mais Audi veille aussi à ce que tous les matériaux soient traités avec précaution, tout en maintenant des niveaux de qualité élevés. À l'Audi Summit, le constructeur démontre à quel point le concept de durabilité peut être attractif, à la fois en termes d'activités de production et des produits eux-mêmes.

1. Une technologie de pointe au service de l'efficacité

Décilitre par décilitre, gramme par gramme : Audi utilise des solutions high-techs pour réduire la consommation de carburant de ses véhicules depuis des années. Dernière innovation en date : la technologie hybride légère, qui permet à Audi d'électrifier ses systèmes d'entraînement. En outre, de nombreux modèles bénéficient du système quattro avec technologie ultra et d'une construction légère basée sur la technologie Audi Space Frame (ASF).

1.1 Polyvalente : la technologie hybride légère

Audi poursuit l'électrification de ses systèmes d'entraînement sur un large front. Mi-2017, les nouveaux véhicules électriques hybrides légers (MHEV) rejoindront la ligne de produits ; l'Audi A8, prochain modèle de berline de luxe, sera équipée de cette technologie (dans sa version 48 volts), quel que soit le type de moteur.

Cette nouvelle technologie s'adapte aussi bien aux moteurs essence que diesel et peut par exemple réduire la consommation de carburant d'un modèle V6 essence de 0,7 litre aux 100 kilomètres dans des conditions de conduite réelle. Contrairement à d'autres technologies efficaces intégrées au moteur, les systèmes d'entraînement MHEV augmentent le confort du voyage, puisqu'ils permettent d'avancer en roue libre en silence sur des plages de vitesse plus grandes, jusqu'à 160 km/h.

Audi propose deux variantes d'entraînement MHEV. Les moteurs à quatre cylindres s'appuient sur un système électrique à 12 volts bien connu, tandis que les moteurs à six et huit cylindres ainsi que les W12 seront équipés d'un nouveau système à 48 volts, qui fait généralement office de système électrique principal du véhicule. Cette technologie offre notamment de nombreuses façons de rendre la conduite plus efficace, plus sportive et plus confortable.

Lors du Salon international de l'automobile de Genève 2017, Audi a présenté le potentiel de ses nouvelles technologies par le biais du concept-car Audi Q8 sport. Son système électrique de 48 volts intègre un système MHEV plus élaboré, ainsi qu'un compresseur électrique (EPC).

Ensemble, les deux composants créent une toute nouvelle dynamique. L'efficacité augmente également de façon significative : à une vitesse faible, par exemple pour se garer, le concept-car peut même être conduit en mode électrique.

MHEV : principe de fonctionnement

L'entraînement hybride léger d'Audi dans la nouvelle A8 est composé de deux éléments centraux. Le premier est un alerno-démarrreur hydroréfrigéré situé à l'avant du moteur, relié au vilebrequin par une courroie striée renforcée. L'alternateur atteint un niveau de récupération de jusqu'à 12 kW et 60 Nm de couple.

Le deuxième composant est une batterie au lithium-ion dotée d'une capacité de charge de 10 Ah et affichant une tension constante de 48 volts. Sur la nouvelle grande berline, le nouveau système électrique de 48 volts fait office de système électrique principal du véhicule. Le système à 12 volts est relié au système électrique principal par un convertisseur continu-continu. Située dans le coffre, la batterie au lithium-ion rechargeable fait environ la taille d'une grosse batterie au plomb. Un système de refroidissement par circulation d'air contrôlé assure la gestion thermique.

La technologie MHEV 48 volts est particulièrement confortable et efficace. Si le conducteur lève le pied de l'accélérateur alors qu'il roule à une vitesse comprise entre 55 et 160 km/h, la voiture peut avancer en roue libre pendant encore 40 secondes, le moteur complètement éteint. Pendant une avance lente en roue libre, le système start-stop démarre dès 22 km/h.

Lorsque le conducteur accélère à nouveau, que ce soit à l'arrêt ou en roulant, le véhicule redémarre rapidement et de façon très confortable : l'alternateur fait vrombir le moteur à combustion interne jusqu'à la vitesse visée, puis l'injection et, dans le cas d'un moteur essence, l'allumage se produisent à nouveau. Bien que le démarreur à pignon traditionnel soit toujours disponible, il n'est essentiellement utilisé que pour le premier démarrage, lorsque l'huile de moteur est encore froide et visqueuse.

Dans de nombreuses situations, la récupération (c'est-à-dire, la récupération d'énergie pendant la décélération) est plus efficace que la roue libre. Pour prendre cette décision, le système de gestion de l'entraînement de la nouvelle Audi A8 utilise la caméra avant, et parfois, les données fournies par l'assistant pour l'efficacité énergétique (predictive efficiency assistant), les données relatives à l'itinéraire enregistrées dans le système de navigation et d'autres données fournies par le réseau de capteurs. Résultat ? L'entraînement hybride léger permet des économies de carburant de 0,7 litre aux 100 km dans des conditions de conduite réelle (avec le V6 TFSI).

Audi propose également la nouvelle technologie MHEV avec le nouveau système électrique 12 volts traditionnel. Dans cette configuration, il interagit avec le moteur 2.0 TFSI. Le



principe de fonctionnement est le même qu'avec le système 48 volts, mais les phases de roue libre, la récupération et les économies de CO₂ sont un peu inférieures.

Utilisation plus large du système électrique embarqué de 48 volts

Dans une configuration différente (sans fonctionnalité MHEV), le système 48 volts est déjà entré dans sa phase de production en série en 2016 sur l'Audi SQ7 TDI (consommation de carburant combinée en L/100 km : 7,6 – 7,2 ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 199 – 189*). Dans ce véhicule, l'alternateur fonctionne encore sur une base de 12 volts, et un convertisseur continu couple le sous-système électrique de 48 volts. À son tour, il alimente le compresseur électrique (EPC) pour le V8 diesel ainsi que l'eARS (electromechanical active roll stabilization), un système de stabilisation du véhicule.

L'EPC alimente les deux turbocompresseurs du moteur 4.0 TDI en utilisant jusqu'à 7 kW de puissance, à chaque fois qu'ils ne peuvent tirer suffisamment d'énergie du flux d'échappement. Cette puissance est immédiatement disponible dès que le conducteur accélère, et l'expérience est particulièrement impressionnante au démarrage. L'eARS est une autre innovation d'Audi. Sa pièce maîtresse est un moteur électrique qui découple les deux moitiés du stabilisateur lorsque le véhicule roule en ligne droite, offrant un confort de voyage exceptionnel. En conduite sportive dans les virages, le moteur électrique fait tourner les tubes stabilisateurs l'un vers l'autre, créant une plus grande tension dans la conduite.

En menant les technologies MHEV et 48 volts à la production en série, Audi avance désormais à pas de géant. Dans quelques années, d'autres séries de modèles Audi bénéficieront également du nouveau cadre d'hybridation légère. Les nouvelles architectures permettent une puissance et un couple encore plus élevés, et les innovations permettront de réaliser des économies de carburant encore plus importantes.

À moyen terme, le constructeur a l'intention de convertir les unités complémentaires comme les pompes et les compresseurs à 48 volts ; ces derniers seront ensuite en mesure d'être contrôlés plus précisément selon les exigences, et bénéficieront d'une construction plus compacte et légère. Il en va de même pour les éléments de confort à forte consommation comme le dégivrage des vitres ou le système audio. Les éléments à faible consommation comme les unités de commande ou l'éclairage, quant à eux, resteront intégrés au système à 12 volts pendant encore longtemps.

Roue libre électrique, alimentation puissante : l'Audi Q8 sport concept

Le constructeur a démontré l'immense potentiel des systèmes MHEV avec son concept-car Audi Q8 sport, qui a fait ses débuts au Salon international de l'automobile de Genève 2017. Placé entre le vilebrequin et la boîte de vitesses, l'alternateur a une puissance de 20 kW pour 170 Nm de couple. Pendant la phase de décélération, le puissant système MHEV peut récupérer un degré élevé d'énergie et la réinjecter dans la batterie au lithium-ion. À faible vitesse, il est capable d'alimenter le SUV sport par lui-même. Suralimenté par le moteur à combustion interne, un 3.0 TFSI, il est capable de produire jusqu'à 700 Nm de couple au total.



Le système 48 volts de l'Audi Q8 sport concept comprend un compresseur électrique (EPC) en plus de l'alternateur intégré. Il réduit le temps de réaction du turbo et permet d'intégrer un puissant turbo mono à deux volutes. Avec une puissance système de 350 kW, le concept-car accélère de 0 à 100 km/h en 4,7 secondes, et monte jusqu'à une vitesse maximale de 275 km/h. Le système MHEV réduit la consommation de carburant du concept-car d'environ un litre aux 100 km.

1.2 Disponible en permanence : quattro avec technologie ultra

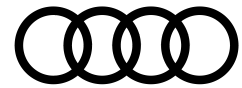
La transmission quattro a révolutionné Audi et continue à caractériser la marque aux anneaux. Né à l'hiver 1976/77 pendant des essais dans la neige épaisse de Suède, le système quattro a été mis au point par des ingénieurs d'Audi comme un système de transmission intégrale pour les voitures sportives. Le quattro original, premier modèle de série Audi équipé de la transmission quattro, a fait ses débuts en 1980. Au cours des décennies qui ont suivi, Audi n'a cessé de peaufiner sa technologie, d'un différentiel central à verrouillage manuel aux différents types de différentiels centraux à verrouillage automatique, ses ingénieurs cherchant à optimiser toujours plus la dynamique et la traction de ces systèmes.

En 2016, le constructeur a équipé ses véhicules en série d'une innovation inspirante : quattro à technologie ultra. Ce système de transmission intégrale optimisé est particulièrement efficace, parce qu'il ne se met en route que lorsqu'il est nécessaire. Malgré cela, le système de transmission n'affiche aucune différence perceptible avec les systèmes permanents en termes de traction et de dynamique de conduite.

La technologie ultra réduit la consommation de carburant de façon significative. Pendant les essais en conditions de circulation normales, les développeurs ont réalisé des économies de carburant de 0,3 litre aux 100 km en moyenne comparé à un système de transmission intégrale traditionnel. Le système traditionnel, pour sa part, consomme environ 0,5 litre de plus qu'un véhicule à traction. Cela signifie que le système quattro avec technologie ultra réduit la consommation supplémentaire associée à la transmission intégrale d'environ 60 %.

Avec une conduite modérée, le système quattro avec technologie ultra offre tous les avantages de la traction. La transmission intégrale reste toutefois disponible en permanence, mobilisable immédiatement en cas de besoin. Le système de contrôle du groupe motopropulseur est entièrement connecté. Il acquiert et évalue des données telles que l'angle de braquage, l'accélération transversale et longitudinale et le couple moteur, au cours de cycles de 10 millisecondes.

La transmission intégrale est généralement activée en prévision d'un besoin potentiel. Par exemple, l'unité de contrôle calcule le point où l'intérieur du pneu avant atteindra son adhérence maximale pendant un braquage rapide. Ce calcul est effectué environ une demi-seconde à l'avance. Peu avant que la roue n'atteigne la limite de traction calculée, la transmission intégrale est activée. Lors d'une activation en réaction, ce qui se produit rarement dans la pratique, le système réagit à des modifications brutales du coefficient de



frottement. Ces modifications peuvent se produire, par exemple, lorsque les roues passent d'un asphalte sec à une plaque de glace. Grâce à des temps de commutation très courts, la performance quattro complète est garantie même dans les situations les plus extrêmes.

Le concept de groupe motopropulseur à deux embrayages donne au système quattro avec technologie ultra un avantage clé sur la concurrence en termes d'efficacité. Lorsque le système passe en mode traction, l'embrayage avant, un embrayage multidisque monté à la sortie de la boîte de vitesses, désaccouple l'arbre de transmission. Un embrayage de découplage intégré au différentiel arrière s'ouvre également. Il éteint les composants rotatifs afin de supprimer la principale cause de pertes par barbotage, par exemple la grande couronne d'entraînement du bain d'huile. Malgré ses composants supplémentaires, le système quattro avec technologie ultra pèse près de quatre kilogrammes de moins que le système précédent.

Ce système de transmission intégrale à l'efficacité optimisée est actuellement disponible avec de nombreux types de moteurs sur les Audi A4, A5 et Q5. D'autres modèles suivront bientôt. Ce système peut être utilisé combiné à une boîte de vitesses manuelle et à la boîte de vitesses à double embrayages S tronic sur les modèles présentant jusqu'à 500 Nm de couple.

En 2016, 44 % des clients du monde entier ont opté pour une transmission quattro. C'est la transmission la plus populaire aux États-Unis, au Canada et en Russie ainsi que sur les marchés du Moyen-Orient. En janvier 2017, la huit millionième Audi équipée d'une transmission quattro, une Q5, est sortie de la chaîne de montage.

La technologie quattro classique est disponible sur tous les modèles en série, mais il existe des différences conceptuelles entre ces derniers. Par exemple, la transmission quattro utilisée sur le S1 (consommation de carburant combinée en L/100 km : 7,2 – 7,0* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 168 – 162*), le Q2, l'A3, le Q3 et le TT comprend un embrayage à disque à commande hydraulique et électronique sur l'essieu arrière. Sur l'Audi R8, l'embrayage multidisque est installé sur l'essieu avant.

Selon le type de moteur/transmission, les modèles à plateforme longitudinale modulaire (Audi A4, A5, Q5, A6, A7, Q7 et A8) sont équipés soit d'une transmission quattro avec différentiel central à verrouillage automatique, soit du système quattro avec technologie ultra. Les Audi Q7, A4 allroad quattro et A6 allroad quattro ainsi que les Audi A8 et R8 (consommation de carburant combinée en L/100 km : 12,3 – 11,4 ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 287 – 272*), sans oublier tous les modèles S et RS, sont équipés du système de transmission quattro dans leur version standard.

1.3 Construction légère : une force motrice pour Audi

Utiliser le meilleur matériau au meilleur endroit est l'une des façons d'obtenir un avantage durable qui bénéficiera également au client. Une construction plus légère et une plus grande rigidité améliorent la sécurité, l'efficacité de la voiture et ses performances sportives.



Audi est à la fois pionnier et moteur de l'innovation dans le champ de la construction légère. La marque aux anneaux a acquis sa réputation mondiale avec l'A8 première génération, et le *Vorsprung* a depuis conquis de nombreux adeptes. La carrosserie autoportante en aluminium fondée sur la technologie Audi Space Frame (ASF) a fait preuve de ses avantages de façon véritablement durable. Depuis 1994, Audi a construit et vendu plus d'un million de voitures en série dotées de la structure ASF. Aujourd'hui, cette technologie couronnée de succès est sur le point de faire un pas décisif en avant.

L'association des matériaux dans la nouvelle Audi A8.

La dernière génération d'A8 est à nouveau une brillante illustration du *Vorsprung*, grâce à son association de matériaux intelligente [aluminium, acier, magnésium et plastique à renfort fibre de carbone (CFRP)] qui porte la construction multimatériaux de l'Audi Space Frame vers de nouveaux sommets. Le poids n'est pas le seul facteur à être optimisé grâce à cette association. La rigidité en torsion de l'A8 dépasse celle de ses prédécesseurs jusqu'à 24 %, un paramètre clé pour la précision de la conduite et le confort acoustique.

Une combinaison très résistante de CFRP et de composants en acier formé à chaud compose la cabine. Certaines de ces plaques de tôle sont fabriquées dans des épaisseurs différentes, tandis que d'autres sont partiellement soumises à un traitement thermique. Cela réduit le poids et augmente la résistance, surtout dans les zones du véhicule particulièrement importantes pour la sécurité.

Les composants en aluminium caractéristiques de la structure ASF (nœuds, profilés et feuilles extrudés) constituent plus de la moitié de la carrosserie de la nouvelle Audi A8 (58 %). De nouveaux alliages moulés traités thermiquement atteignent une résistance à la traction de plus de 230 MPa, un chiffre bien plus élevé que le précédent. Une barre de renfort en magnésium vient parachever cette association de matériaux intelligente. Une comparaison avec le modèle précédent révèle que cette dernière permet de réduire le poids de 28 %.

Le panneau arrière en carbone de la nouvelle Audi A8

En termes de dimensions globales, un panneau arrière en CFRP ultra résistant et très rigide en torsion est le plus grand composant de la cabine de la nouvelle Audi A8, et contribue à la rigidité du véhicule à hauteur de 33 %. Pour absorber les charges transversales et longitudinales ainsi que les forces de cisaillement de façon optimale, entre 6 et 19 couches de fibres sont placées les unes sur les autres, ce qui garantit une disposition optimisée en termes de charge. Ces couches de fibres individuelles sont constituées de rubans de 50 mm de large et peuvent être placées individuellement dans un panneau, quel que soit l'angle voulu et avec très peu de retailles des fibres. Ce processus innovant de superposition directe des fibres a été spécialement développé à cette fin et permet de se passer entièrement des étapes intermédiaires généralement requises dans la fabrication de feuilles entières de fibres de carbone. À l'aide d'un autre processus récemment développé, le panneau à multiples couches est trempé dans de la résine époxy et séché en quelques minutes.



Soudage de l'aluminium à distance au laser

Un travail de haute précision exige naturellement l'adoption de nouveaux processus de production. Avec le soudage de l'aluminium à distance au laser, Audi a développé une nouvelle approche et a ainsi gagné en *Vorsprung* sur les autres constructeurs premium. Le positionnement exact du rayon laser sur le bord de soudage réduit considérablement le risque de fissuration à chaud, puisque l'apport de chaleur peut être maîtrisé de façon précise. L'épaisseur du vide entre les pièces à souder peut être immédiatement déterminée, puis efficacement comblée au moyen de stratégies de commande de process. La vitesse d'avance élevée et la faible utilisation d'énergie du rayon laser permettent de réduire les émissions de CO₂ d'environ 25 %. Ce nouveau processus permet également de réaliser 95 % d'économies sur les coûts récurrents de la production en série, parce qu'il supprime le besoin en contrôles de processus coûteux nécessaire lors du soudage au laser classique.

Construction ultra légère sur la R8 Spyder

La nouvelle R8 Spyder cherche elle aussi à utiliser les meilleurs matériaux aux meilleurs endroits (consommation de carburant combinée en L/100 km : 12,5 – 11,7 ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 292 – 277*). Ici, les bénéfices sont triples : la voiture de sport est plus légère, plus rigide et plus rapide que ses versions précédentes. L'association intelligente de matériaux, qui a bien évidemment été pensée tout spécialement pour les plus hauts niveaux de performance d'une machine motrice qui aspire à devenir une athlète d'élite, contribue grandement à ce résultat.

À cette fin, l'Audi Space Frame est constituée d'une nouvelle structure multimatières, comprenant du carbone intégré. Ainsi, l'ensemble de l'ASF pèse tout juste 208 kg, permettant au véhicule dans son ensemble de s'alléger de 15 % par rapport aux versions précédentes (soit une réduction d'environ 25 kg). Malgré cela, les ingénieurs ont réussi à augmenter la rigidité de la structure de 50 % : une prouesse inégalée. Sans oublier que cette construction légère et constante a une fois de plus amélioré les performances de conduite. Une puissance de 540 CV permet d'atteindre une vitesse maximale de 318 km/h, tandis que l'accélération de 0 à 100 km/h ne prend que 3,6 secondes. Autrement dit : *Vorsprung durch* construction légère.

2. Modèles Audi g-tron avec Audi e-gas : la révolution énergétique dans le réservoir

Outre les moteurs TFSI et TDI, Audi mise de plus en plus sur les systèmes d'entraînement alternatifs. Ici, ce sont les modèles g-tron qui sont au cœur du sujet. Ils fonctionnent au gaz naturel comprimé (GNV) et permettent une mobilité pratiquement neutre en termes d'émissions de CO₂ grâce à l'Audi e-gas synthétisé.

Sportifs, performants et très rentables : les modèles Audi g-tron

Audi a lancé son premier modèle fonctionnant au gaz naturel, l'**A3 Sportback g-tron**, en 2014 (consommation de GNV en kg/100 km : 3,6 – 3,3* ; consommation de carburant combinée en L/100 km : 5,5 – 5,1 ; émissions de CO₂ combinées en g/km (GNV) : 98 – 89* ;

émissions de CO₂ combinées en g/km : 128 – 117*). Le modèle compact cinq portes est équipé d'un moteur 1.4 TFSI offrant une puissance de 84 kW (110 cv) et 200 Nm de couple entre 1 500 et 3 500 tours par minute. Le moteur compact établit une référence en termes d'efficacité et d'économies de carburant. En conditions de circulation normales sur les routes européennes, l'A3 Sportback au fonctionnement bivalent équipée de la boîte de vitesses S tronic en option affiche une consommation de carburant de 3,3 kg de GNV aux 100 km seulement (5,1 litres d'essence), ce qui correspond à 89 grammes d'émissions de CO₂/km et 117 grammes de CO₂ en mode essence. Les coûts de carburant pour le GNV s'élèvent à moins de quatre euros pour 100 kilomètres (à partir de : mai 2017).

Les deux réservoirs de l'A3 Sportback g-tron (consommation de GNV en kg/100 km : 3,6 - 3,3* ; consommation de carburant combinée en L/100 km : 5,5 – 5,1 ; émissions de CO₂ combinées en g/km (GNV) : 98 – 89* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 128 – 117*) sont situés sous le plancher du coffre, et chacun contient environ 7 kg de gaz à une pression maximale de 200 bars. Ils ne réduisent l'espace de stockage des bagages que de façon marginale et sont construits dans un matériau composite, ce qui les rend très légers.

L'autonomie au gaz dans des conditions de circulation standard sur les routes européennes est de plus de 400 km. Le réservoir de carburant de 50 litres permet de parcourir 900 kilomètres supplémentaires. Le véhicule passe d'un mode opératoire à l'autre de façon automatique sans que le conducteur ait besoin d'intervenir. Le bloc d'instruments affiche séparément le kilométrage restant dans les deux modes.

À la fin de l'été 2017, l'**A4 Avant g-tron** (consommation de GNV en kg/100 km : 4,4 – 3,8* ; consommation de carburant combinée en L/100 km : 6,5 – 5,5 ; émissions de CO₂ combinées en g/km (GNV) : 117 – 102* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 147 – 126*) et l'**A5 Sportback g-tron** (consommation de GNV en kg/100 km : 4,3 – 3,8* ; consommation de carburant combinée en L/100 km : 6,4 – 5,6 ; émissions de CO₂ combinées en g/km (GNV) : 115 – 102* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 144 – 126*) viendront élargir la gamme de véhicules au gaz naturel. Ces deux modèles sont alimentés par un moteur 2.0 TFSI équipé du procédé de combustion « B cycle » très performant développé par Audi.

Les pistons et les soupapes ont été spécialement modifiés pour le fonctionnement au gaz et permettent un taux de compression optimal. Le moteur turbo adapté au fonctionnement au GNV affiche une puissance de 125 kW (170 cv). Son couple maximum, 270 Nm, est atteint à 1 650 tours par minute. Un régulateur électronique réduit la forte pression du gaz sortant du réservoir, qui peut atteindre 200 bars, à une pression de service de 5 à 10 bars dans le moteur. Cette opération est effectuée de façon dynamique et précise en réaction à la puissance requise par le conducteur. La pression correcte est toujours présente dans le tuyau d'alimentation et les soupapes d'injection : une pression basse pour une écoconduite à une vitesse relativement peu élevée, et une pression élevée pour plus de puissance et de couple.

En fin de compte, grâce à ces mesures, les ingénieurs Audi réalisent une performance inégalée sur les moteurs au gaz naturel. En conditions de circulation normales sur les routes européennes, l'Audi A4 Avant g-tron équipée de la boîte de vitesses S tronic ne consomme

que 3,8 kg de GNV aux 100 km, ce qui correspond à 102 g d'émissions de CO₂ par km. En mode essence, ces chiffres sont de 5,5 litres aux 100 km et de 126 g de CO₂ par km. Les chiffres pour l'A5 Sportback g-tron avec boîte de vitesses S tronic sont identiques en mode GNV. En mode essence, elle consomme 5,6 litres aux 100 km et émet 126 g de CO₂ par kilomètre. Ces deux modèles accélèrent de 0 à 100 km/h en 8,4 secondes. La vitesse maximale de l'A4 Avant g-tron est de 221 km/h, et celle de l'A5 Sportback g-tron, de 224 km/h.

Avec un réservoir d'une capacité de 19 kg (à 15 degrés Celsius), ces deux modèles g-tron ont une autonomie pouvant atteindre 500 kilomètres. Lorsque la pression au sein du réservoir chute à moins de 10 bars et qu'il ne reste plus que 0,6 kg de gaz, le système de gestion du moteur passe automatiquement en mode essence. Ces deux modèles intermédiaires peuvent parcourir 450 km supplémentaires dans ce mode. Les goulots de remplissage du gaz et de l'essence sont situés au même endroit, sous la trappe du réservoir.

Deux indicateurs informent le conducteur des niveaux de remplissage des réservoirs. Le système d'information sur la conduite affiche la consommation de carburant dans le mode de fonctionnement actif. Après le ravitaillement en carburant, le moteur démarre d'abord en mode essence afin d'analyser la qualité du gaz. Il en va de même en cas de froid extrême. Ensuite, il passe le plus rapidement possible en mode gaz. Ce changement ne prend que quelques dixièmes de seconde et est pratiquement imperceptible.

Les quatre réservoirs de GNV cylindriques sont montés comme un module compact à l'arrière de la voiture. Ils sont optimisés pour l'espace disponible, et chacun a une taille spécifique. Des coques en tôle d'acier équipées de sangles de serrage contiennent les cylindres et les protègent contre les dégâts potentiels. Le module réservoir de GNV complet, qui comprend également un réservoir d'essence de 25 litres, est installé pendant la phase de production des modèles g-tron. La roue de secours a été supprimée. La batterie a également été déplacée du coffre vers le compartiment moteur. Le plancher de chargement est au même niveau que le bord, ce qui permet d'avoir un coffre à part entière.

Les réservoirs de GNV sont en phase avec la philosophie de construction légère d'Audi. Grâce à leur agencement innovant, ils sont plus légers de 56 % que les cylindres en acier équivalents. Leur couche interne est une matrice étanche au gaz en polyamide. La deuxième couche, un composite de plastique à renfort fibre de carbone (CFRP) et de plastique à renfort fibre de verre (GFRP) offre une résistance maximale. La troisième couche est entièrement en GFRP et sert avant tout d'outil d'inspection visuelle, puisqu'elle devient blanche là où elle est abîmée. Pendant la phase de production, les spécialistes d'Audi testent chaque réservoir à 300 bars avant de l'installer dans un véhicule. La pression de rupture est en réalité bien plus élevée et dépasse largement les obligations légales.

Une conduite pratiquement neutre en termes d'émissions de CO₂ : Audi e-gas

La combustion de gaz naturel émet 25 % de CO₂ de moins que la combustion d'essence, puisque le gaz affiche la teneur en carbone la plus faible de tous les hydrocarbures. En outre,



les émissions de particules restent très faibles. Pour afficher un bilan énergétique encore meilleur, Audi produit l'Audi e-gas durable, un gaz pratiquement identique au gaz naturel haute qualité sur le plan chimique. Lorsqu'elle fonctionne avec ce gaz de synthèse, la flotte g-tron n'émet pratiquement aucun CO₂ selon l'analyse well-to-wheel (de la source de carburant à la roue). Le bilan de CO₂ est alors 80 % moins élevé que pour un modèle essence équivalent.**

Le carburant est produit à partir d'eau et de dioxyde de carbone avec de l'électricité propre ou des matériaux recyclés, comme la paille et les déchets végétaux. Cette production ne dépend pas du pétrole et ne fait pas concurrence à la production alimentaire. Avec Audi e-gas, la quantité de CO₂ émise par un modèle g-tron au niveau de son pot d'échappement est égale à celle nécessaire à la production du carburant, ni plus ni moins.

Audi offre ce carburant pendant 3 ans comme équipement standard aux clients qui commandent un modèle g-tron avant le 31 mai 2018. Les clients peuvent faire le plein de leur modèle g-tron à n'importe quelle station de GNV au tarif habituel. En injectant le volume d'Audi e-gas consommé selon des conditions de circulation normales en Europe dans le réseau de gaz naturel européen, Audi garantit les avantages écologiques du programme, dont la réduction d'émissions de CO₂ correspondante. Cela se produit de façon automatique sur la base d'enquêtes et de données de service des véhicules. C'est TÜV Süd, un organisme de contrôle et de certification allemand, qui gère et certifie le processus. Les clients Audi g-tron reçoivent un document qui confirme que leur voiture sera ravitaillée en Audi e-gas et leur fournit des informations sur cette certification.

Audi obtient l'e-gas à partir de ses propres installations de conversion d'électricité en gaz situées à Werlte en Basse-Saxe, entre autres. En fonctionnement depuis 2013, le site produit jusqu'à 1 000 tonnes d'e-gas par an, absorbant ce faisant jusqu'à 2 800 tonnes de CO₂. Cette quantité permet à environ 1 500 modèles d'Audi g-tron de parcourir 15 000 km tous les ans, en n'émettant pratiquement aucun CO₂.

Le site d'Audi e-gas produit ce carburant renouvelable en deux étapes : l'électrolyse puis la méthanisation. Au cours de la première étape, le site utilise de l'électricité générée de façon renouvelable pour décomposer l'eau en oxygène et en hydrogène. À moyen terme, ce dernier pourra également servir de carburant pour les véhicules à pile à combustible. En raison de l'absence d'infrastructure universelle pour l'hydrogène à l'heure actuelle, on se concentre pour le moment sur la deuxième étape du processus : l'hydrogène réagit avec le CO₂ issu du flux d'échappement d'une usine adjacente de production de biogaz à partir de déchets. De ce processus résulte du méthane synthétique : l'Audi e-gas.

Potentiel : expansion du réseau GNV et nouveaux modes de production

Le site Audi e-gas de Werlte prouve à quel point le concept de la conversion d'électricité en gaz (donc en carburant) fonctionne. Les sites de conversion d'électricité en gaz permettent de stocker le surplus d'énergies renouvelables, apportant ainsi une contribution précieuse à la transition énergétique. Dans le même temps, le site d'Audi e-gas permet de stabiliser le



réseau électrique à des tarifs élevés de rachat d'énergies renouvelables. Ainsi, la technologie Audi est à la fois partie prenante et moteur de la révolution énergétique.

Compte tenu du nombre croissant de véhicules g-tron, Audi élargit ses capacités en e-gas par le biais de nouveaux accords de coopération. Nos partenaires sont le groupe Thüga et Viessmann GmbH. Ce dernier travaille sur un processus de méthanisation biologique plutôt que chimique. Audi obtient également du méthane d'usines de biogaz issu de matériaux résiduels certifiées, qui répondent à des critères de durabilité stricts.

Début 2017, le groupe Volkswagen, les gestionnaires de station-service et les réseaux de gaz se sont engagés à développer la mobilité GNV dans le cadre d'un protocole d'accord commun. L'objectif, en collaboration avec les autres constructeurs automobiles, est de multiplier par dix la flotte de véhicules fonctionnant au GNV en Allemagne, pour atteindre un million de véhicules d'ici à 2025. Dans le même temps, le réseau de stations-service en Allemagne est censé se développer, en passant de 900 stations actuellement à 2 000 en 2025. Le consortium souhaite poursuivre ce développement dans d'autres pays européens également, conformément aux exigences de la directive européenne 2014/94 relative au déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs.

En plus du projet e-gas, Audi effectue également des recherches sur d'autres carburants durables : les Audi e-carburants. L'Audi e-diesel, l'Audi « e-benzin » (e-essence) et l'Audi e-ethanol sont également des carburants synthétiques de dernière génération. La production de tous ces carburants absorbe la quantité de CO₂ émise par le véhicule en fonctionnement, ce qui fait que le dioxyde de carbone est recyclé. Ce sont les énergies renouvelables qui constituent la force motrice dans la production d'e-carburants.



3. Respectueuse de l'environnement, sportive et pratique : la mobilité électrique chez Audi

La voiture du futur ne produit aucune émission et ne brûle aucun carburant fossile. Elle est sportive, durable et adaptée à un usage quotidien. Audi a franchi un pas important vers la mobilité purement électrique avec ses hybrides plug-in. L'Audi A3 Sportback e-tron (consommation de carburant combinée en L/100 km : 1,8 – 1,6 ; consommation d'énergie cumulée en kWh/100 km : 12,0 – 11,4* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 40 – 36*) et l'Audi Q7 g-tron 3.0 TDI quattro (consommation de carburant combinée en L/100 km : 1,9 – 1,8* ; consommation d'énergie cumulée en kWh/100 km : 19,0 – 18,1* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 50 – 48* g/km) associent une commande électrique à un moteur thermique efficace. Grâce au développement de batteries affichant une densité d'énergie plus élevée et donc une plus grande autonomie, Audi atteindra son prochain objectif, l'entraînement « tout électrique » sur les modèles en série, en 2018.

C'est la sportive Audi e-tron SUV (ce véhicule n'est pas encore disponible sur le marché ; il n'a pas encore reçu d'homologation et n'est donc pas soumis à la directive 1999/94/EC) qui ouvrira la voie : elle offre l'espace et le confort d'un grand véhicule Audi typique et une autonomie de plus de 500 km. Elle sera suivie en 2019 par un Gran Turismo quatre portes : la version en série de l'Audi e-tron Sportback concept, que le constructeur premium a présenté au salon de l'automobile de Shanghai en 2017. Audi élargira ensuite sa gamme électrique pour inclure un modèle compact l'année suivante. En 2020, la marque aux anneaux offrira donc à ses clients la possibilité de choisir entre trois véhicules tout électriques. À partir de 2021, les principales séries de modèles seront électriques, notamment équipées d'une technologie hybride légère. En tenant compte de la croissance du volume prévu, un tiers de l'ensemble des modèles Audi sera exclusivement électrique en 2025. Les deux tiers restants seront des véhicules équipés de moteurs thermiques partiellement électrifiés.

Du moteur thermique à la commande électrique : l'hybride plug-in comme technologie de transition

Audi développe des modèles à commande entièrement électrique ou hybride depuis la fin des années 1980. Le premier véhicule associant un moteur thermique et un moteur électrique était l'Audi duo de 1997, installé dans la carrosserie d'une Audi A2 Avant. L'Audi R8 e-tron, dévoilé lors du Salon de l'automobile de Francfort 2009, a ensuite constitué un développement technologique majeur pour les véhicules électriques ; en 2012, il a même battu le record de temps par tour pour une voiture électrique sur la boucle nord du circuit de Nürburgring.

*Les chiffres dépendent des pneus/roues utilisés.



Depuis 2014, Audi propose l'A3 Sportback e-tron 150 kW (consommation de carburant combinée en L/100 km : 1,8 – 1,6 ; consommation d'énergie cumulée en kWh/100 km : 12,0 – 11,4* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 40 – 36*) qui a été à la fois la première Audi hybride plug-in et le premier véhicule électrique plug-in (PHEV) du segment des voitures compactes premium. Un moteur 1.4 TFSI est associé à un puissant moteur électrique pour une puissance système de 150 kW (204 cv). Un embrayage séparateur contrôle l'interaction entre les deux moteurs et la boîte S tronic à six rapports. La batterie au lithium-ion peut être rechargée par récupération et à l'aide d'un câble. Elle offre une énergie de 8,8 kWh, suffisamment pour parcourir jusqu'à 50 km en tout électrique.

2016 a vu débarquer l'Audi Q7 e-tron (consommation de carburant combinée en L/100 km : 1,9 – 1,8* ; consommation d'énergie cumulée en kWh/100 km : 19,0 – 18,1* ; émissions de CO₂ combinées en g/km : 50 – 48*). Alimenté par la combinaison d'un moteur 3.0 TDI et d'un moteur électrique, il offre une puissance système de 275 kW (373 cv) et 700 Nm de couple. Il accélère de 0 à 100 km/h en 6,2 secondes et est particulièrement efficace. Sa batterie a une capacité de 17,3 kWh. Le Q7 e-tron dispose donc d'une autonomie de jusqu'à 56 km en tout électrique, tout en ne rejetant aucune émission. C'est le premier hybride plug-in du monde équipé d'un moteur V6 diesel et de la transmission quattro. Tout comme l'A3 Sportback e-tron, le SUV de luxe consomme en moyenne moins de deux litres de carburant aux 100 km. Il utilise une pompe à chaleur très performante pour la gestion thermique de l'entraînement et de l'intérieur.

L'Audi A8 L e-tron quattro (ce véhicule n'est pas encore disponible sur le marché ; il n'a pas encore reçu d'homologation et n'est donc pas soumis à la directive 1999/94/EC) verra un modèle hybride plug-in rejoindre la nouvelle gamme de modèles en série A8 l'année prochaine. Son moteur électrique 3.0 TFSI, intégré à la boîte tiptronic à 8 rapports avec l'embrayage séparateur, génère 330 kW de puissance système et 700 Nm de couple. La batterie au lithium-ion peut contenir 14,1 kWh d'énergie. La grande berline peut parcourir près de 50 km uniquement grâce à la puissance électrique.

À partir de 2018 : entraînement tout électrique sur les modèles en série

Audi lancera son premier modèle de série tout électrique l'année prochaine. Le constructeur a présenté son précurseur, l'Audi e-tron quattro concept, au Salon de l'automobile de Francfort en 2015. En tant que SUV au design entièrement remodelé, le nouvel Audi e-tron (ce véhicule n'est pas encore disponible sur le marché ; il n'a pas encore reçu d'homologation et n'est donc pas soumis à la directive 1999/94/EC) permet une autonomie de plus de 500 km tout en continuant à offrir l'espace et le niveau de confort propre aux grands modèles Audi. Ainsi, il offre aux clients la liberté de continuer à conduire à l'avenir sans avoir à modifier leurs habitudes.

*Les chiffres dépendent des pneus/roues utilisés.



Le concept-car est équipé de trois moteurs électriques qui produisent une puissance de sortie de 370 kW et plus de 800 Nm de couple. Le système de gestion flexible permet une transmission quattro électrique et une répartition électrique du couple favorisant une dynamique et une stabilité élevées. La grande batterie au lithium-ion emmagasine 95 kWh d'énergie et est montée au niveau du centre de gravité idéal, sous la cabine. L'Audi e-tron quattro concept accélère de 0 à 100 km/h en seulement 4,6 secondes. Ces chiffres sont équivalents à ceux d'une voiture de sport très performante.

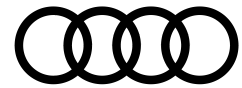
Le modèle de série du SUV électrique sera produit sur le site de Bruxelles, où Audi construit également sa propre usine de production de batteries. L'Audi e-tron marque l'aube d'une ère nouvelle pour le constructeur. En 2020, Audi comptera trois véhicules tout électriques dans sa gamme, avec un Gran Turismo quatre portes (la version en série de l'Audi e-tron Sportback concept) et un modèle sur le segment compact rejoignant le SUV sportif.

Des solutions de recharge pratiques, au domicile et sur la route

Pour que la mobilité électrique ait des chances de réussir, il est fondamental qu'il soit pratique et rapide de recharger son véhicule. En 2018, Audi sera déjà en train d'équiper l'A8 L e-tron quattro et l'Audi e-tron (ces deux véhicules ne sont pas encore disponibles sur le marché ; ils n'ont pas encore reçu d'homologation et ne sont donc pas soumis à la directive 1999/94/EC) d'une nouvelle technologie en standard : Audi Wireless Charging (AWC), qui permet un chargement inductif à l'aide du courant alternatif. Une station de chargement inductif avec bobine intégrale est placée sur le sol où le véhicule sera stationné, et reliée à un bloc d'alimentation. Une fois que le conducteur place son modèle e-tron sur le plateau avec l'aide de l'écran MMI, la charge débute automatiquement à environ 3,6 kW.

Le champ magnétique alternatif entraîne une tension alternative dans la bobine secondaire installée dans le plancher du véhicule, à travers l'entrefer. L'électronique intégrée transforme le courant alternatif en courant continu et l'injecte dans le système électrique à haute tension. La technologie AWC est idéale pour un garage ou le parking d'un immeuble de bureaux. Elle est également adaptée à une utilisation en extérieur et peut être fixée au sol pour éviter les vols.

Sinon, les clients peuvent également charger la batterie de leur voiture chez eux grâce à un câble, pour lequel Audi offre un support mural pratique. La recharge complète d'une A8 L e-tron quattro via une prise industrielle de 7,2 kW s'effectue en deux heures environ. L'Audi e-tron tout électrique, dont le câble de recharge supporte une puissance de 11 kW, peut être entièrement rechargée en une nuit. L'autonomie totale d'une batterie entièrement chargée est de plus de 500 km. Le conducteur démarre le processus de recharge de façon pratique depuis le système MMI. La charge peut également être lancée à distance depuis le smartphone du conducteur et l'application MyAudi, qui permet également de programmer les temps de charge.



Sur la route, les conducteurs des véhicules tout électriques peuvent charger leur véhicule en courant continu : plus la puissance est élevée, plus le temps de charge est court. En collaboration avec BMW Group, Daimler AG et la Ford Motor Company, le Volkswagen Group, Audi et Porsche souhaitent mettre en place un réseau de charge très haute performance en Europe. Selon les plans, 400 stations équipées de nombreux chargeurs doivent être construites le long des autoroutes d'ici à 2020. Chaque chargeur offrira jusqu'à 350 kW de puissance, convenant ainsi parfaitement à une mobilité longue distance.

La course automobile comme laboratoire de développement : Audi dans la Formule E

La course automobile est le laboratoire de développement et le banc d'essai le plus rude pour les productions en série. L'électricité alimente la course d'Audi pour l'avenir, à travers l'engagement de l'entreprise dans la formule E. Dans la saison en cours, la division sports mécaniques assiste l'équipe ABT Schaeffler Audi Sport, mais Audi a l'intention d'avoir sa propre écurie à part entière pour la saison 2017/2018, afin d'acquérir de nouvelles expériences en termes de batteries, de moteurs électriques et d'électronique de puissance dans des conditions extrêmes.

4. Une usine neutre sur le plan des émissions de CO₂ à Bruxelles : des voitures propres issues d'une usine propre

À l'heure de faire des choix, de plus en plus de consommateurs prennent en compte le développement durable. En adoptant une approche holistique de sa gamme de produits, Audi développe encore un peu plus le concept stratégique clé d'enseigne premium. Quiconque souhaite parvenir à un véritable *Vorsprung* en termes de durabilité doit bien évidemment prendre en compte le produit en lui-même et son empreinte environnementale, mais doit aussi faire démarrer le processus bien plus tôt. À cet égard, le site de Bruxelles joue un rôle pionnier.

C'est le site de production de la première voiture électrique d'Audi, pour laquelle la notion de durabilité est essentielle. Audi a donc l'intention de rendre l'approvisionnement énergétique de l'usine de l'Audi e-tron neutre sur le plan des émissions de CO₂ au cours des prochaines années. Comme dans d'autres sites, un tel chantier commence par une évaluation. Audi connaît très précisément son empreinte CO₂, dont la certification est établie de façon indépendante. Par exemple, l'usine de Bruxelles devrait émettre environ 30 000 tonnes de CO₂ en 2018. 97 % de ces émissions proviendront de la combustion de gaz naturel pour le chauffage, le reste étant émis par la consommation de carburant des véhicules de l'entreprise, le mazout de chauffage et la combustion de solvants.

Comparé à ses pairs, le site de Bruxelles est déjà un site exceptionnellement respectueux de l'environnement. Audi obtient toute l'électricité dont l'usine a besoin auprès de sources

renouvelables. Un programme de nouvelles mesures de gestion énergétique est également en cours. Celles-ci incluent par exemple une pompe à chaleur dans la zone de pré-traitement de la peinture, un système de cogénération d'électricité et un éclairage aux LED à économie d'énergie dans tous les ateliers de production. La prochaine étape consiste à s'approvisionner en gaz respectueux de l'environnement afin de réduire les émissions. Ainsi, le site sera neutre sur le plan des émissions de CO₂ à partir de janvier 2018 ; cela s'applique à la fois aux émissions de type 1 et 2, telles qu'elles sont définies dans le protocole des gaz à effet de serre officiel. Toutes les émissions restantes seront contrebalancées par des projets de compensation sur d'autres sites. L'empreinte CO₂ du site de Bruxelles sera donc pratiquement invisible, et cela sera bien évidemment confirmé par des organismes de certification indépendants. Pour le dire plus simplement, Audi produira des voitures propres au sein d'une usine propre. C'est ça, le *Vorsprung*.

5. Une technologie clé pour le futur : la pile à combustible

L'hydrogène en tant que source d'énergie est la prochaine grande étape du plan d'action de la transformation électrique d'Audi. Avec des avantages en termes de poids et des coûts systèmes attractifs, la pile à combustible est une alternative aux batteries haute tension, particulièrement pour les grands véhicules électriques. Les modèles équipés de cette technologie disposent d'une grande autonomie et peuvent être rechargés en quelques minutes seulement. Les clients n'ont donc aucun ajustement à faire lorsqu'ils passent du moteur thermique à la pile à combustible.

Audi joue un rôle de premier plan au sein du groupe Volkswagen dans le développement de cette technologie. Le site de Neckarsulm est le pôle de compétence en ce qui concerne la recherche sur les piles à combustible à hydrogène, l'une des technologies clés du développement des systèmes d'entraînement du futur. La marque aux anneaux procède actuellement à l'agrandissement de son site afin d'y inclure le développement de la pré-production et de la production.

En ce qui concerne le réseau d'infrastructures, un objectif a également été établi : les gestionnaires de stations-service, les constructeurs automobiles et le secteur public ont uni leurs forces afin de mettre en place un large réseau de programmes de financement nationaux et internationaux visant à garantir l'utilisation efficace des ressources. Selon ce groupe, les infrastructures requises pour répondre à une production en série à grande échelle sur les marchés internationaux seront également en place en 2025. Les plans prévoient la présence d'environ 1 000 stations-service proposant de l'hydrogène en Allemagne en 2030, c'est-à-dire suffisamment pour couvrir l'ensemble du pays.

Création de tendances : concept-cars et démonstrateurs de technologie

Audi travaille sur le concept de pile à combustible depuis plus de dix ans. Le premier véhicule test, l'A2H₂ compact, a été produit en 2004. Équipé d'un moteur électrique 110 kW, il était

également doté d'une batterie au nickel-métal-hydrure servant de tampon. L'Audi Q5 HFC (pour Hybrid Fuel Cell, hybride à pile à combustible) a suivi en 2009. Sa pile à combustible affichait une puissance de 90 kW et était alimentée par une batterie au lithium-ion compacte. Les modèles Audi suivants équipés de la technologie de pile à combustible portaient le nom de « h-tron », le h correspondant à l'élément hydrogène. L'entreprise s'appuie sur ces véhicules pour démontrer sa maîtrise de la technologie des piles à combustible comme elle l'a toujours fait, c'est-à-dire de façon sportive, propre et efficace tout en suscitant l'émotion.

A7 Sportback h-tron quattro

Audi a présenté l'A7 Sportback h-tron quattro au Salon de l'automobile de Los Angeles en 2014. Les journalistes automobiles du monde entier ont ainsi pu découvrir par eux-mêmes le démonstrateur de technologie sur les routes publiques. Celui-ci utilise un système de transmission électrique sportif et puissant, équipé d'une pile à combustible comme source d'énergie associée à une batterie hybride et à un moteur électrique supplémentaire à l'arrière du véhicule. Sa configuration d'entraînement fait de l'Audi A7 Sportback h-tron quattro sans émissions un véritable quatre roues motrices, avec 170 kW de puissance à sa disposition. Il n'y a aucune connexion mécanique entre les essieux avant et arrière. En tant que e-quattro, le grand coupé dispose d'une gestion électronique complète de la répartition du couple. Avec 540 Nm de couple, il accélère de 0 à 100 km/h en 7,9 secondes et atteint une vitesse maximale de 180 km/h. En mode pile à combustible, l'A7 Sportback h-tron quattro n'a besoin que d'un kilogramme d'hydrogène pour parcourir 100 kilomètres, une quantité d'énergie équivalente à 3,7 litres d'essence.

Les quatre réservoirs à hydrogène de l'A7 Sportback h-tron quattro sont situés sous le plancher du coffre, devant l'essieu arrière et dans le tunnel central. Un revêtement extérieur en plastique à renfort fibre de carbone recouvre l'enveloppe interne en aluminium. Les réservoirs peuvent stocker environ cinq kilogrammes d'hydrogène à une pression de 700 bars, c'est-à-dire une quantité suffisante pour parcourir plus de 500 kilomètres.

Comme pour un véhicule à moteur thermique, le ravitaillement ne prend pas plus de trois minutes. Une batterie d'une capacité de 8,8 kWh, rechargée par récupération ou par une prise secteur, augmente l'autonomie de jusqu'à 50 km. En tant qu'hybride plug-in, l'A7 Sportback h-tron quattro a donc un peu d'autonomie supplémentaire en réserve.

Audi h-tron quattro concept

Le concept de base de l'A7 Sportback h-tron quattro est semblable à celui de l'Audi h-tron quattro concept. Audi a présenté ce modèle en 2016 à Detroit, au Salon international de l'automobile d'Amérique du Nord. Sa pile à combustible est située à l'avant du véhicule. Constituée de 330 cellules individuelles, elle a une puissance maximale de 110 kW. Avec une cote d'efficacité de plus de 60 %, elle dépasse facilement n'importe quel moteur thermique.

À une pression de 700 bars, les trois réservoirs stockent suffisamment d'hydrogène pour parcourir jusqu'à 600 km. Il faut à peine 4 minutes pour recharger complètement le véhicule.

Une batterie au lithium-ion compact pesant moins de 60 kg est montée sous le plancher du véhicule. Elle offre jusqu'à 100 kW de puissance supplémentaire à l'accélération et stocke de l'énergie au freinage. Avec 550 Nm de couple, l'Audi h-tron quattro concept accélère de 0 à 100 km/h en moins de 7 secondes et peut atteindre une vitesse de jusqu'à 200 km/h.

La puissance générée par la pile à combustible et la batterie haute tension alimente les deux moteurs électriques. Le premier est situé sur l'essieu avant et offre une puissance de 90 kW ; le deuxième est situé sur l'essieu arrière, avec une puissance de 140 kW. Avec ce concept, la technologie se penche sur le quattro électrique. Un système de gestion intelligent vérifie que l'interaction entre eux est adaptée à la situation, en portant l'essentiel de son attention sur l'efficacité. Une pompe à chaleur pour la climatisation intérieure et un grand toit solaire qui génère plus de 320 watts, ce qui équivaut à ajouter plus de 1 000 km au kilométrage annuel, augmentent également l'efficacité. En conditions de circulation normales sur les routes européennes, le concept-car utilise environ un kilogramme d'hydrogène aux 100 km, ce qui correspond à l'énergie contenue dans 3,7 litres d'essence.

Hydrogène Audi : une conduite sans émission à l'échelle mondiale.

Les deux démonstrateurs de technologie h-tron d'Audi peuvent conduire sans émettre d'émissions non seulement au niveau local, mais aussi à l'échelle mondiale. Cela présuppose que l'hydrogène contenu dans les réservoirs a été produit avec de l'électricité verte, c'est-à-dire à partir d'énergies renouvelables, comme c'est le cas pour l'usine d'Audi e-gas à Emsland. Le premier site industriel de conversion d'électricité en gaz à Werlte, en Basse-Saxe, a démarré sa production en 2013. Il utilise de l'électricité générée par des éoliennes afin de produire de l'hydrogène par électrolyse, processus qui décompose l'eau en oxygène et en hydrogène. L'hydrogène est actuellement utilisé dans un second temps pour produire l'Audi e-gas, un méthane synthétique destiné aux modèles Audi g-tron. À l'avenir, cependant, l'hydrogène pourra être utilisé directement comme carburant pour les véhicules à pile à combustible. Audi lancera sa première h-tron en série dans la première moitié des années 2020.

6. Capture du CO₂ : des bulles d'air transparentes à forte valeur ajoutée

La durabilité n'est réduite qu'à un geste symbolique si elle n'est pas pensée dans son ensemble. Le *Vorsprung* implique la prise en compte de l'ensemble de la chaîne « well-to-wheel » [de la source du carburant à la roue]. À cet égard, Audi est une référence. Au sommet de Barcelone, les visiteurs peuvent même en voir les résultats. Une nouvelle technologie capture le CO₂ présent dans l'air. Le dioxyde de carbone récupéré de cette façon peut être

utilisé pour transformer l'eau douce en eau gazeuse ; un processus en cycle fermé bénéfique pour l'environnement.

Audi a développé cette technologie en partenariat avec une startup suisse, Climeworks. À l'aide d'un nouveau type de filtre, ce gaz néfaste pour le climat peut être chimiquement attaché à la surface du filtre. Lorsque le filtre est saturé, le CO₂ est rejeté par un processus de chauffage à 90 degrés Celsius, pour être ensuite réutilisé d'une façon non nuisible à l'environnement. Sous le patronage d'Audi, un projet de coopération entre Climeworks et Coca-Cola a vu le jour afin d'ajouter le CO₂ capturé directement sur le site dans les bouteilles du fabricant de boissons. Ainsi, le CO₂ n'a plus besoin d'être livré dans des cylindres, ce qui entraîne une diminution considérable du nombre de transports nécessaire. Un double avantage pour l'environnement.

Pour Audi, la capture du CO₂ a même de bien meilleures perspectives à long terme : le CO₂ et l'eau, associés aux énergies renouvelables, peuvent être utilisés pour produire des carburants synthétiques comme l'essence et le diesel. Ce processus peut également être utilisé pour transformer des énergies renouvelables en carburants liquides et les stocker. Avec ses partenaires sunfire et Climeworks, Audi fait déjà tourner un site pilote près de Dresde qui produit du diesel synthétique à partir de dioxyde de carbone, d'eau et d'électricité renouvelable. Avec un rendement situé entre 65 et 70 %, environ 160 litres de Blue Crude peuvent être produits chaque jour, dont 80 % peuvent ensuite être transformés en diesel synthétique. L'Audi e-diesel ne contient ni soufre ni hydrocarbures aromatiques. Il contient également un fort indice de cétane, ce qui signifie qu'il s'enflamme très rapidement.

7. Fondation Audi pour l'environnement : repousser les limites avec les greenovations

Plus. Ce petit mot est souvent utilisé pour définir ce qui caractérise le *Vorsprung* : offrir plus que ce que les clients, les employés, la société et l'environnement attendent. C'est exactement ce que propose la Fondation Audi pour l'environnement, une organisation à but non lucratif. AUDI AG l'a fondée afin d'aller plus loin que la réglementation légale, et d'associer environnement et technologie. À Barcelone, la Fondation présentera ses origines et ses objectifs. Elle bénéficie également du potentiel d'innovation unique de la marque premium, dont les concepts d'ingénierie ont évolué en de véritables greenovations qui nous aident à comprendre et à protéger le fondement même de notre existence.

7.1 Smart HOBOS – la ruche high-tech

La ruche high-tech Smart HOBOS du site de production Audi de Münchsmünster est un centre de recherche dirigé en partenariat avec l'université de Würzburg. Des technologies de pointe permettent de mieux comprendre l'écosystème des abeilles depuis n'importe où dans le monde, 24 h/24.



Les amateurs comme les scientifiques peuvent observer les 20 000 abeilles de la ruche grâce à une diffusion en continu sur www.hobos.de (HoneyBee Online Studies). Un bras articulé pivotant à 360° a également été installé à l'intérieur de la ruche. Il est équipé d'une caméra à imagerie thermique et infrarouge ainsi que d'un capteur 3D qui permettent d'enregistrer les activités à l'intérieur et aux abords de la ruche 24 heures sur 24. Des images thermographiques offrent de nouvelles perspectives sur les abeilles en tant qu'individus et sur la colonie dans son ensemble sans perturber les insectes. Une technologie dernier cri est également utilisée pour documenter les effets de facteurs extérieurs comme l'humidité de l'air, la température et l'incidence de la lumière, offrant des informations précieuses sur le comportement des abeilles.

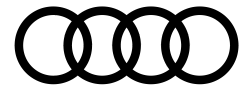
7.2 Le projet mégapoles

La Fondation Audi pour l'environnement a déjà planté plus de 100 000 arbres. Derrière cette initiative en faveur de l'environnement, il y a un contexte scientifique extrêmement important pour l'environnement comme pour la société, notamment à la lumière de l'urbanisation galopante. Un projet de recherche internationale étudie les plantations afin d'examiner l'interaction entre la densité de peuplement d'un côté et le potentiel d'absorption du CO₂ et la biodiversité de l'autre.

L'objectif est d'établir comment planter au mieux les arbres afin d'obtenir la meilleure absorption de CO₂ possible et les meilleures conditions pour le développement d'une grande biodiversité. Le chêne figure parmi les espèces d'arbres les plus appropriées puisqu'en tant qu'arbre mature, il stocke une grande quantité de carbone et offre également de bonnes conditions pour la biodiversité. Les chênes sont aussi particulièrement robustes pour résister au changement climatique. À cette fin, dans les mégapoles de différentes régions du monde aux climats variés, la croissance d'arbres plantés le long de routes allant du centre de la ville à sa périphérie est analysée. Les mégapoles en question ont été choisies parce que c'est là que les effets de l'urbanisation sont les plus évidents, et que les différences entre un centre ville très peuplé et une périphérie beaucoup moins dense sont les plus prononcées. Cela permet également de comparer la croissance des arbres sur des sites tests sous différents climats. La relation entre les conditions environnementales et la croissance des arbres permettra de comprendre de quelle façon le changement climatique est susceptible d'affecter la croissance des arbres. Cette étude s'appuie sur des analyses des cernes, des analyses structurelles, des techniques de balayage de pointe et des analyses isotopes.

Les résultats de ce projet seront particulièrement pertinents pour la science et les pratiques futures. Ils contribueront de façon significative à la recherche sur le changement climatique et la croissance des forêts et permettront de développer des stratégies d'adaptation appropriées pour les forêts face au changement climatique. Un *Vorsprung* pour l'environnement, pour ainsi dire.

La quantité d'arbres et la variété des sites étudiés au sein de ce projet le rendent unique. Dans la mesure où les sites sont répartis un peu partout dans le monde, il a été possible non seulement d'en découvrir plus sur la croissance des arbres dans les zones urbaines de



différentes zones climatiques, mais aussi d'analyser différentes conditions et facteurs de croissance qui ont influencé la croissance des arbres.

Ce projet est mené par l'Institute for Forest Growth Research de l'université technique de Munich.



Une nouvelle mobilité premium pour la réalité urbaine

Aujourd'hui, plus de 75 % des Allemands vivent en ville. La tendance mondiale est semblable. De nombreuses régions du monde voient émerger de plus en plus de mégapoles abritant plus de 10 millions d'habitants. À long terme, la mobilité individuelle ne sera une perspective viable que si nous travaillons en partenariat avec les villes dans le cadre d'un écosystème urbain.

Depuis quelque temps déjà, Audi étudie et développe des concepts pour une mobilité globale au sein du projet Smart City. Dans le cadre de l'Audi Urban Future Award, l'entreprise a déjà testé ces concepts dans plusieurs mégapoles du monde. Ainsi, à l'heure d'intégrer la mobilité premium individuelle dans un paysage urbain, Audi est capable de trouver la solution idéale, qui offre aux habitants une meilleure qualité de vie.

L'Audi Summit présente des concepts et des technologies intelligents qui, dans les Smart Cities de demain, permettront d'utiliser au mieux les ressources rares comme le temps, l'espace et l'air. Ainsi, la vie en ville sera améliorée de façon durable.

1 Application myAudi : *Vorsprung durch smartphone* au lancement de l'A8 sur le marché

L'automobile moderne est depuis longtemps considérée comme « l'appareil mobile par excellence ». Tout comme le smartphone a porté le concept original de téléphonie sans fil à un niveau révolutionnaire, la mise en réseau digitale avec l'environnement ouvre un nouveau monde de services pour les clients au sein de l'ordinateur « auto-mobile » haute performance. Et ces services se sont depuis longtemps développés bien au-delà du fonctionnement du véhicule en lui-même.

Avec myAudi, Audi travaille à un nouvel écosystème digital pour ses clients. À l'avenir, il permettra au client de passer par une interface intuitive pour réserver, gérer et utiliser l'ensemble des services digitaux proposés par Audi. À l'Audi Summit, l'entreprise présente sa nouvelle application myAudi, qui permettra aux clients d'intégrer sans heurts leur univers dans la mobilité de demain. Par ce biais, les clients du segment premium gagneront du temps, temps qu'ils pourront passer à vivre pleinement leur vie.

La nouvelle application myAudi fera ses débuts avec le lancement de la nouvelle Audi A8. Pour les utilisateurs des précédentes applications Audi « MMI connect » et « myAudi mobile assistant », une mise à jour sera disponible sur Google Playstore et iTunes. Par conséquent, tous les utilisateurs partout dans le monde auront accès au même niveau technique et pourront bénéficier de tous les services disponibles pour le modèle de leur véhicule sur leur smartphone.



Les utilisateurs des applications précédentes n'auront pas besoin de se réinscrire à myAudi. Les nouveaux clients, eux, s'inscrivent et peuvent ensuite gérer les services de connexion de leur choix, prendre rendez-vous pour un service ou obtenir des informations sur leur voiture depuis leur smartphone. Pour ce faire, le numéro d'identification du véhicule doit être enregistré dans le système. À l'avenir, le contenu sera également disponible sur PC via une interface web et sera optimisé afin que le client puisse utiliser les différentes fonctionnalités là où c'est le plus pratique pour lui ; par exemple, les fonctions directement liées au véhicule seront avant tout utilisées depuis un smartphone.

Les fonctions à distance incluent par exemple le stationnement piloté, le verrouillage et le déverrouillage du véhicule, la vérification du lieu de stationnement et l'accès à l'état du véhicule. Le rapport d'état inclut des informations que le client peut consulter sur son smartphone, par exemple si les fenêtres sont ouvertes ou fermées, les portes verrouillées ou déverrouillées, l'autonomie restante, le niveau de carburant et le niveau d'huile. L'application peut également être utilisée pour programmer la fonction de chauffage d'appoint en option.

Sur les modèles e-tron, le niveau de charge actuel et l'autonomie électrique restante peuvent également être consultés sur l'application. Le conducteur peut activer le processus de charge et la climatisation à distance, y compris à des horaires spécifiques à l'aide de minuteurs pouvant être configurés. Des informations concernant les derniers trajets ou la consommation d'énergie électrique moyenne, par exemple, peuvent être consultées par le conducteur à tout moment.

En ce qui concerne la navigation, l'application myAudi offre un large éventail de possibilités d'utilisation et, avec la nouvelle fonction de navigation myAudi, elle répond à tous les besoins de l'utilisateur en termes de navigation. Tout d'abord, tous les véhicules ajoutés par l'utilisateur sont affichés sur la carte. Une fois que l'utilisateur a sélectionné un véhicule, la fonction First Mile Navigation le guide vers son Audi. À ce stade, la fonction de guidage routier active de l'application myAudi est transférée au véhicule, d'où elle continue à fonctionner après un transfert très fluide. À la fin du voyage, lorsque l'utilisateur quitte le véhicule, la fonction Last Mile Navigation de l'application myAudi reprend le contrôle afin de guider l'utilisateur sur la fin de son itinéraire, jusqu'à sa destination finale. Le client peut également rechercher un concessionnaire directement sur l'application, afin de trouver un partenaire Audi.

L'application myAudi est désormais encore plus performante pour démystifier et simplifier l'univers complexe de la mobilité urbaine, et pour permettre au client de gagner du temps. Au cours des prochaines années, de nombreux autres services associés seront ajoutés. Ceux-ci permettront d'intégrer le monde extérieur au véhicule au sein même de l'infrastructure technique de l'Audi.

Ces nouveaux services seront également mis à la disposition des clients existants par le biais de mises à jour ou d'achats intégrés à l'application. D'ici 2025, ces services disponibles sur la plateforme digitale myAudi, ainsi que les gains envisagés en termes d'efficacité,



contribueront de façon significative aux revenus de l'entreprise. Le *Vorsprung* qui crée les moyens d'offrir encore plus de services premium dans l'univers mobile.

2 Audi à la demande : un service de mobilité premium sur 15 marchés d'ici à 2020

La fascination pour la mobilité individuelle ne diminue pas. Hier comme aujourd'hui, la voiture reste le symbole de la liberté de mouvement. Pour de nombreuses personnes, cependant, cela n'implique pas nécessairement de posséder sa propre voiture. Dans les villes à forte croissance, en particulier, de plus en plus de personnes utilisent les systèmes de transports publics mis à leur disposition en même temps que des services de transport tels qu'Uber ou le covoiturage. En permettant à un large éventail de voitures de se rendre disponibles très rapidement, la révolution digitale a contribué à ces transformations. Tout est à portée d'un seul geste du doigt sur votre smartphone.

Ces services sont déjà bien installés dans les grandes villes. La disponibilité quasi immédiate et le haut degré de flexibilité de ces services ont ouvert un segment commercial intéressant, porté par l'innovation. Associés à la tendance actuelle de l'économie du partage, de nouveaux modèles d'accès à des véhicules et les nouveaux modèles commerciaux qui en découlent se développent, avec le potentiel de croissance qui leur est associé. Audi joue un rôle de plus en plus important dans les offres de mobilité premium innovantes. À l'Audi Summit, l'entreprise présente des solutions pour ceux qui souhaitent utiliser les derniers modèles Audi de façon flexible, c'est-à-dire où et quand ils le souhaitent.

Audi souhaite attirer à la fois les clients privés et professionnels par le biais de plusieurs offres : Audi select, qui permet au client de choisir jusqu'à trois modèles différents en une année pour un tarif tout compris ; Audi at home, une solution de mobilité pour un mode de vie premium dans les très grandes villes ; Audi shared fleet, un système de gestion de véhicules d'entreprise intelligent ; et Audi on demand, un service de mobilité premium avec une facturation à l'heure et la location garantie d'un modèle spécifique.

À l'avenir, tous ces services seront rassemblés et proposés sous la marque Audi on demand. Le besoin de flexibilité et la nécessité de mettre son temps à profit du client, associés à la promesse d'une expérience de conduite premium, sont au cœur de chacun de ces services. La nouvelle identité de marque Audi on demand est présentée à l'Audi Summit, où les premiers éléments de sa stratégie de lancement sur le marché sont révélés. Audi espère pouvoir proposer sa gamme de services de mobilité sur 15 marchés du monde entier d'ici à 2020. Audi on demand est sur le point d'être lancé en Chine. En renforçant son partenariat avec Silvercar, un acteur important sur le marché américain, Audi poursuit également le développement de ces services dans cette région du monde, et d'autres marchés viendront compléter ces derniers en Europe d'ici à 2018.

En 2013, dans le cadre de sa stratégie de mobilité, AUDI AG a fondé Audi Business Innovation GmbH, une filiale en propriété exclusive. L'entreprise complète l'activité principale de la

marque avec Audi on demand et propose, entre autres, une plateforme de réservation centrale ainsi qu'une technologie intégrée au véhicule conçue pour le service. Audi Business Innovation GmbH est également l'interface pour plusieurs formes de coopération avec des partenaires extérieurs du secteur de la mobilité.

3 Audi Innovation Research : une même vision de Pékin à San Francisco

Le futur commence dans les esprits, avec une vision, des souhaits, des désirs, qui se traduisent ensuite par des décisions et des investissements. Si l'on cherche à rester au fait des désirs et des valeurs du futur, il faut investir dans le *Vorsprung* dès aujourd'hui. Le programme AIR, pour Audi Innovation Research, en est un exemple.

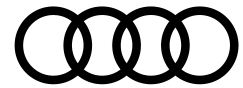
Audi est caractérisée par la curiosité. L'entreprise est toujours en quête de solutions qui font avancer le monde, et ce partout là où le futur prend forme. Au sein d'Audi, les équipes de chercheurs en innovations et tendances du programme AIR à Ingolstadt, Pékin et San Francisco étudient les moteurs d'évolutions sociales et leurs implications pour la marque Audi. Ces trois équipes font partie d'un réseau mondial d'innovation au sein d'AUDI AG. Leur mission : the Next Big Thing.

Les découvertes des équipes AIR alimentent le travail haute performance de la marque aux anneaux : elles stimulent la stratégie de marque et répondent aux questions de plusieurs départements techniques en matière de recherche, le sujet principal étant ici la digitalisation du point de vue du client. Ces résultats offrent de nouvelles informations sur les marchés stratégiques clés et des indices sur de potentielles activités jamais explorées. En même temps, ils transmettent des questions ouvertes ou les souhaits des clients au siège.

Ce partage de connaissances est enrichissant, surtout dans le cadre d'une expérience en direct. Les équipes AIR partagent leurs derniers résultats lors de SHAIR, un événement à destination des collaborateurs d'Audi. C'est un lieu de rencontre idéal pour les discussions et, en même temps, il offre un aperçu du mode de vie des citoyens en termes de mobilité sur des marchés clés à l'étranger.

Une attitude ouverte, des échanges d'opinions et d'expériences réguliers et un travail d'équipe constituent les principes de base du travail d'AIR. Dans le même temps, un réseau global de personnes créatives a été mis en place. En partenariat avec AIR, celui-ci travaille sur des concepts visionnaires, teste des prototypes ou sonde simplement de nouvelles idées. En tant que receveur de tendances, il inspire le travail d'AIR et lance les innovations.

Au sein de ce processus, chaque bureau a son propre rôle. À Pékin, l'équipe s'intéresse plus particulièrement au milieu de vie des clients. Audi est présent là-bas depuis plus de 25 ans. Au cours de cette période, le pays a énormément changé, et les besoins des clients aussi. Aujourd'hui, la Chine est un précurseur et impose le rythme dans de nombreux secteurs. Il y a là-bas une volonté très forte d'exploiter l'énorme potentiel d'innovation du pays. L'ouverture



d'esprit exceptionnelle des Chinois signifie également que de nouvelles idées, technologies et tendances sont acceptées très rapidement et se répandent comme une traînée de poudre. À l'avenir, de nombreuses tendances émergeront probablement d'abord en Chine, avant d'être adoptées par le monde occidental. Et ceux qui sont au fait de ces tendances auront une longueur d'avance : le *Vorsprung*.

Aux États-Unis, il s'agit plutôt de dénicher les innovations et les partenariats de demain. La Silicon Valley est un vivier de nouvelles idées et attire irrésistiblement les créateurs de startups visionnaires. La puissance de la digitalisation a déclenché une nouvelle ère. Avec son rythme d'innovations effréné, celle-ci remet en cause les modèles commerciaux classiques et transforme radicalement des secteurs entiers : elle réinvente les secteurs industriels et ébranle des concepts en vigueur depuis de très longues années. Elle a déjà engendré des bouleversements dans les secteurs des médias, de la vente et des services. Désormais, la digitalisation a atteint le secteur automobile et défie les plus gros acteurs du secteur. Le cri de guerre « Go big or go home » s'applique à chaque innovation susceptible de se développer ici comme modèle économique.

Toutefois, le cœur d'AIR bat à Ingolstadt. En plus de sa propre recherche utilisateur, le bureau allemand coordonne les activités d'AIR. La proximité avec le siège garantit une communication et une prise de décision rapides. Les questions peuvent obtenir des réponses très vite et les résultats sont communiqués sans attendre. Cela se produit dans les deux sens. AIR ne garde pas seulement le doigt sur le pouls des créateurs de tendance mondiaux. Il synchronise ce pouls avec la richesse des idées innovantes provenant du constructeur digital Audi lui-même.

Ainsi, il veille à ce que les produits et services de mobilité urbaine d'Audi soient déjà en phase avec les tendances de demain. D'ici à 2020, par exemple, trois projets pilotes incluant le stationnement et la conduite pilotés, les systèmes de feux de circulation, les concepts de mobilité sur mesure et la gestion du trafic intégré auront démarré dans le monde entier. Et ces projets s'appuient sur les résultats du programme Audi Innovation Research. La tendance est votre chance.

Pour en savoir plus sur les chiffres de consommation de carburant et les émissions de CO₂ spécifiques officielles des nouvelles voitures de tourisme, vous pouvez consulter le « Guide sur les économies de carburant, les émissions de CO₂ et la consommation énergétique de tous les nouveaux modèles de véhicules de tourisme » [en anglais], disponible gratuitement chez tous les concessionnaires et auprès de la DAT Deutsche Automobil Treuhand GmbH, Hellmuth-Hirth-Str. 1, 73760 Ostfildern-Scharnhausen.