

Smart Production : Comment Audi conçoit la production du futur

- **L'assemblage modulaire améliore l'efficacité et la flexibilité**
- **Le contrôle numérique des modules sert d'interface entre la conception, le développement technique et la production**
- **Un chien-robot nommé Spot prend en charge le balayage 3D dans les ateliers de production**
- **La réalité virtuelle permet de planifier la production à l'échelle mondiale dans le monde virtuel**

Roissy-en-France, 26 juillet 2022 – Audi met en place une production entièrement en réseau, efficace et durable. L'objectif est de concevoir une chaîne de valeur agile et flexible pour relever les défis futurs. Il faut notamment penser à une plus grande diversité, à la transition vers l'électromobilité, à un approvisionnement de plus en plus volatile et une plus grande incertitude politique. "Nous utilisons les synergies et envisageons la production dans son ensemble", explique Gerd Walker, membre du comité de direction pour la production et la logistique. "Nous assurons une création de valeur efficace et ce qui nous permet d'utiliser les ressources et les capacités de manière flexible et efficace."

Quels sont les avantages de l'assemblage modulaire par rapport à la production à la chaîne ?

La chaîne de montage a imposé son rythme à la production automobile pendant plus d'un siècle. Aujourd'hui, elle atteint de plus en plus ses limites. Les nombreux dérivés et options de personnalisation rendent les composants de plus en plus variés. Dans un processus rigide et séquentiel, cette complexité est de plus en plus difficile à maîtriser. "L'assemblage modulaire est l'une de nos réponses aux défis futurs", déclare Gerd Walker. "Nous utilisons les technologies numériques spécifiquement à l'avantage de nos employés tout en obtenant un processus d'assemblage plus flexible et efficace." Dans l'Audi Production Lab, l'équipe de Wolfgang Kern, chef de projet, prépare l'assemblage modulaire pour la production en série.

Audi met d'abord en œuvre le concept dans le préassemblage des panneaux de porte intérieurs dans l'usine d'Ingolstadt. Dans l'opération test, le travail ne suit plus une séquence uniforme mais répond à des besoins particuliers. Des véhicules à guidage automatique (AGV – Automated guided vehicles) amènent les panneaux de porte directement à la station où les composants sont assemblés. "En réduisant le temps de production grâce à l'auto-guidage, nous pouvons augmenter la productivité jusqu'à 20 % dans certains cas", explique M. Kern. En outre, nous pouvons associer l'assemblage modulaire à des étapes de production spécifiques.

Par exemple, installer des pare-soleil nécessite désormais une seule personne. Auparavant, cela nécessitait deux ou trois personnes en raison des temps de traitement prédéfinis dans une chaîne de montage. Autre avantage majeur du système flexible : Audi peut employer des personnes qui ne peuvent plus travailler à la chaîne pour des raisons de santé. Les séries tests donnent des indications précieuses et permettent aux ingénieurs de les appliquer à la production en série. La



prochaine étape pour Kern et son équipe est d'intégrer l'assemblage modulaire à plus grande échelle dans le prémontage.

En termes de production, comment Audi utilise-t-elle la réalité virtuelle dans les processus de conception et de développement ?

La réalité virtuelle permet d'examiner rapidement et efficacement les différents designs et variantes d'équipement d'un modèle dans différents environnements et conditions d'éclairage. L'objectif principal est de faire passer le design en production avec le moins de coupes possibles. Pour cela, les experts examinent les ébauches de conception depuis la première phase de développement d'un modèle jusqu'à la sortie des outils pour voir s'ils peuvent les reproduire en série. La validation finale des éléments de la voiture intervient lors de ce que l'on appelle le « data control milestones ».

Les outils les plus importants pour se faire sont les grands écrans, appelés powerwalls, qui permettent de représenter une voiture dans sa taille réelle. Grâce au centre de visualisation, les voitures peuvent être représentées de manière réaliste avec des calculs de lumière, d'ombre et de réflexion. Outre la visualisation des powerwalls, Audi utilise de plus en plus les casques de réalité virtuelle. Le principal avantage de cette méthode est qu'elle permet aux experts d'expérimenter les modèles virtuels du point de vue du client. Étant donné que ce système de réalité virtuelle peut s'adapter sur du matériel et des logiciels classiques, il peut être installé de manière rapide et flexible. De nombreuses personnes peuvent l'utiliser, et il peut facilement être recréé sur d'autres sites dans le monde.

Cette technologie est également utilisée dans le contrôle qualité. Ainsi, Audi s'assure de pouvoir produire un modèle selon les spécificités, tant d'un point de vue logistique que qualitatif. Grâce aux simulations 3D de la carrosserie, les interstices entre chaque élément qui compose la voiture peuvent être prévus dans la visualisation du véhicule. Les résultats de la simulation sont ensuite visualisés grâce à la réalité virtuelle. De cette manière, les experts peuvent agir sur le processus de conception et de développement, quels que soient le lieu et le moment, pratiquement sans frais supplémentaires et depuis les usines de production.

Quels sont les principaux avantages de la planification virtuelle dans la smart production ?

La planification virtuelle de l'assemblage permet non seulement d'économiser des ressources matérielles, mais aussi de rendre possible une collaboration innovante et flexible entre différents sites. Elle élimine la nécessité de construire des prototypes au cours du processus de planification. Un processus de numérisation génère des nuages de points tridimensionnels qui peuvent être utilisés pour effectuer une rétroconception virtuelle des machines et des infrastructures. Le logiciel est basé sur l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique. Il permet aux employés d'Audi de naviguer virtuellement dans les chaînes de montage. Avec le Cloud de Volkswagen, ils disposent d'un outil efficace qui leur permet, par exemple, de comparer les emplacements et d'utiliser les solutions appropriées d'autres lignes de production dans leur planification.

Pour l'instant, Audi travaille avec NavVis pour tester Spot, le chien robot, afin de pouvoir effectuer les scans 3D le plus efficacement possible. Environ quatre millions de mètres carrés et 13 usines ont été scanés depuis le début de la numérisation des sites en 2017. La numérisation de 100 000 mètres carrés - par exemple pour la production de l'Audi A6 à Neckarsulm - prend environ trois semaines à une seule équipe. Les balayages ne peuvent être effectués que la nuit ou le week-end. De plus, les obstacles tels que les marches et les portes rendent le travail de balayage plus difficile.

En revanche, Spot, le chien robot, peut effectuer ce balayage en 48 heures et déterminer son itinéraire de manière autonome. Audi teste Spot de manière intensive depuis décembre 2021. "Les résultats des tests sont extrêmement prometteurs et peuvent être mis à jour régulièrement", explique le chef de projet André Bongartz. "Les données arrivent constamment et nous pouvons les utiliser dans la planification des nouveaux modèles de voitures." Toute une série de scans 3D peuvent être intégrés dans les images virtuelles, dont l'équipe d'Andrés Kohler est responsable. "La fusion de toutes les données de planification dans notre robot numérique nous a donné une vision globale de nos futurs plans de production des années à l'avance, explique Kohler.

Les séquences d'assemblage et les aspects logistiques sont en grande partie conçus et optimisés par des équipes interdisciplinaires dans ce que l'on appelle les ateliers de processus 3D. Grâce au robot numérique et à une solution de réalité virtuelle, Audi exploite les avantages de la numérisation et de la visualisation. Il s'agit notamment de données sur les composants qui sont mises à jour quotidiennement et d'une vue des différentes variantes de la voiture. "Avant tout, nous envisageons la production sous l'angle de ce à quoi elle ressemblera plus tard dans son ensemble", explique Andrés Kohler. Il souligne que la collaboration reste un élément central : "Je suis toujours fasciné au moment où nous mettons les lunettes de réalité virtuelle et rencontrons nos collègues sous forme d'avatars dans le monde virtuel. D'abord, nous y construisons notre nouvelle Audi ou nous regardons un avatar généré par ordinateur. Et si nécessaire, nous discutons et optimisons les séquences et l'environnement de travail, comme par exemple la façon de mettre en place les matériaux ou les outils nécessaires."

Comment Audi parvient-elle à économiser l'énergie dans sa production ?

L'énergie que le site d'Ingolstadt consomme en un an est équivalente à celle de toute la ville. Les données et leur analyse sont des outils essentiels pour économiser l'énergie. L'outil Energy Analytics qu'Audi a développé en interne contribue à rendre la fabrication plus durable tout en préservant les ressources. Il permet de mettre en évidence les consommations d'énergie élevées en production et en dehors des périodes de production. Tout d'abord, les experts recueillent des données de diverses sources. Par exemple, ils recueillent des données sur les véhicules et les composants, les données énergétiques des cabines de peinture ou des outils de soudage, ainsi que des informations sur la consommation de l'éclairage et de la ventilation des bâtiments. À l'étape suivante, ils communiquent la consommation d'énergie aux responsables de l'énergie, qui peuvent l'utiliser pour analyser leur consommation. Si les besoins énergétiques dépassent les limites de tolérance préalablement définies, ils peuvent en évaluer les causes et prendre des mesures pour réduire la consommation pendant la production, voire réduire la charge dans les

zones de production. En 2021, Audi a pu utiliser l'analyse énergétique et les améliorations de processus pour économiser environ 37 000 MWh sur son site d'Ingolstadt.

Où et comment Audi utilise-t-elle l'intelligence artificielle dans la production ?

L'intelligence artificielle et le machine learning sont des technologies clés dans la transformation numérique et la production moderne d'Audi. Un algorithme d'IA dans l'atelier d'Ingolstadt aide à identifier les défauts des composants. Cette procédure est permise par un logiciel basé sur l'IA. Le logiciel identifie lui-même les plus petits défauts de manière fiable. La solution est basée sur le deep learning, un type d'apprentissage qui peut travailler avec des gros volumes de données non structurés. L'équipe a utilisé plusieurs millions de modèles de test pour entraîner l'IA pendant des mois. Cette base de données comprend plusieurs téraoctets de ces images provenant des sites Audi et de plusieurs sites Volkswagen.

Dans le cadre d'un autre projet pilote, Audi utilise l'intelligence artificielle pour vérifier la qualité des soudures lors de la production en série sur son site de Neckarsulm. Il faut environ 5 300 points de soudure pour relier les composants de la carrosserie d'une Audi A6 les uns aux autres. Jusqu'à présent, le personnel de production utilisait des analyses par ultrasons pour contrôler la qualité des soudures par points de résistance (abrégié WPS en allemand). Dans le cadre du projet pilote WPS Analytics, les experts utilisent l'intelligence artificielle pour détecter automatiquement et en temps réel les anomalies. Actuellement, l'algorithme, le tableau de bord et l'application d'analyse approfondie de la qualité sont tous utilisés pour construire la carrosserie des Audi A6 et Audi A7.

Que se cache-t-il derrière le concept Edge Cloud 4 Production ?

Avec le concept Edge Cloud 4 Production, Audi amorce un changement de paradigme dans l'automatisation des usines. Après avoir été testés avec succès dans l'Audi Production Lab (P-Lab), trois serveurs locaux viendront assister les experts dans l'usine de Böllinger Höfe. Dans l'usine Böllinger Höfe, près de Neckarsulm, l'Audi e-tron GT quattro* et la R8 partagent la même chaîne de montage. Les petites séries qui y sont produites sont particulièrement bien adaptées pour tester les projets du P-Lab et faire des essais pour les plus grandes séries. Audi veut être le premier constructeur au monde à se tourner vers ce type de serveurs centralisés. Si les serveurs continuent à fonctionner de manière fiable, Audi souhaite déployer cette technologie d'automatisation - unique au monde - pour la production en série à l'ensemble du groupe Volkswagen.

Avec le Edge Cloud 4 Production, quelques serveurs centralisés et locaux prendront en charge le travail d'innombrables PC industriels coûteux. Cette solution permet de mieux répartir les pics de demande et utilisation bien plus efficace des ressources. La production gagnera du temps, notamment en ce qui concerne le déploiement de logiciels, les changements de systèmes d'exploitation et les dépenses liées à l'informatique. " Ce que nous faisons ici est une révolution ", déclare Gerd Walker, membre du conseil d'administration d'AUDI AG pour la Production et la Logistique. "Auparavant, nous devions acheter du matériel lorsque nous voulions introduire de nouvelles fonctions. Avec Edge Cloud 4 Production, nous achetons uniquement des applications sous forme de logiciels. C'est l'étape cruciale vers une production basée sur l'informatique".

*Les valeurs de consommation et d'émissions de tous les modèles cités et disponibles sur le marché allemand figurent dans la liste fournie à la fin du document.



D'où viennent les nouvelles idées relatives à la production numérique de demain ?

Audi travaille en étroite collaboration avec l'Université Technique de Munich et l'Institut Fraunhofer pour l'Ingénierie et l'Organisation Industrielle sur la numérisation du campus de Heilbronn. L'“Automotive Initiative 2025” (AI25) " d'Audi vise à établir le premier réseau mondial d'expertise pour la transformation numérique des usines et l'innovation. AI25 se considère comme un générateur d'idées et un élément important de la transition vers le numérique. Le site Audi de Neckarsulm jouera un rôle central en tant qu'usine pilote pour la transformation numérique du groupe Volkswagen. Le laboratoire pilote de Böllinger Höfe joue un rôle essentiel à cet égard. En outre, Audi utilise son laboratoire de production à Gaimersheim pour identifier les technologies nouvelles et innovantes et les intégrer de manière fiable dans les séquences de production. Les experts testent l'applicabilité des nouvelles solutions à la production en série en étroite collaboration avec les utilisateurs.

Valeurs de consommation de carburant/électricité et d'émissions du modèle nommé ci-dessus :**

Audi e-tron GT quattro

Consommation électrique combinée en kWh/100 km (62,1 mi) : 21,6-19,9 (WLTP) ; 19,6-18,8 (NEDC) ; émissions combinées de CO₂ en g/km (g/mi) : 0

***Les valeurs de consommation et d'émissions indiquées ont été déterminées selon les méthodes de mesure prévues par la loi. Depuis le 1er septembre 2017, l'homologation de certains véhicules neufs est effectuée conformément à la procédure d'essai WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure), une procédure d'essai plus réaliste pour mesurer la consommation de carburant et les émissions de CO₂. Depuis le 1er septembre 2018, le cycle WLTP a progressivement remplacé le nouveau cycle européen de conduite (NEDC). En raison des conditions de test plus réalistes, les valeurs de consommation et d'émissions de CO₂ mesurées sont dans de nombreux cas plus élevées que les valeurs mesurées selon le NEDC. Des informations supplémentaires sur les différences entre WLTP et NEDC sont disponibles sur www.audi.de/wltp.*

À l'heure actuelle, il est toujours obligatoire de communiquer les valeurs NEDC. Dans le cas des nouveaux véhicules dont l'homologation a été effectuée selon la norme WLTP, les valeurs NEDC sont dérivées des valeurs WLTP. Les valeurs WLTP peuvent être fournies volontairement jusqu'à ce que leur utilisation devienne obligatoire. Si les valeurs NEDC sont indiquées sous forme de fourchette, elles ne se rapportent pas à un véhicule spécifique et ne font pas partie intégrante de l'offre. Elles sont fournies uniquement à des fins de comparaison entre les différents types de véhicules. Les équipements et accessoires supplémentaires (pièces de fixation, taille des pneus, etc.) peuvent modifier les paramètres pertinents du véhicule, tels que le poids, la résistance au roulement et l'aérodynamisme et, comme les conditions météorologiques et de circulation ainsi que le style de conduite individuel, influencer la consommation d'électricité, les émissions de CO₂

*Les valeurs de consommation et d'émissions de tous les modèles cités et disponibles sur le marché allemand figurent dans la liste fournie à la fin du document.

et les performances du véhicule.

Vous trouverez de plus amples informations sur les chiffres officiels de la consommation de carburant et les émissions spécifiques de CO2 officielles des voitures particulières neuves dans le "Guide sur la consommation de carburant, les émissions de CO2 et la consommation électrique de tous les nouveaux modèles de voitures particulières", qui est disponible gratuitement chez tous les concessionnaires de vente et auprès de DAT Deutsche Automobil Treuhand GmbH, Hellmuth-Hirth-Str. 1, 73760 Ostfildern-Scharnhausen, Allemagne (www.dat.de).

– Fin –

Communication Presse et Relations Publiques

Grégory GOUILLARDON
Téléphone : 03.23.73.51.94
E-Mail : gregory.gouillardon@audi.fr
media.audifrance.fr



Le groupe Audi, avec ses marques Audi, Ducati et Lamborghini, est l'un des constructeurs automobiles et motos les plus performants du segment haut de gamme. L'entreprise est présente dans plus de 100 marchés à travers le monde et produit des véhicules sur 21 sites implantés dans 13 pays. Les filiales à 100 % subsidiaires d'AUDI AG comprennent Audi Sport GmbH (Neckarsulm, Allemagne), Automobili Lamborghini S.p.A. (Sant'Agata Bolognese, Italie) et Ducati Motor Holding S.p.A. (Bologne, Italie).

En 2021, le Groupe Audi a livré à ses clients environ 1 681 000 automobiles Audi, 8 405 voitures de sport Lamborghini et 59 447 motos Ducati. Au cours de l'exercice 2021, AUDI AG a réalisé un chiffre d'affaires total de 53,1 milliards d'euros et un résultat opérationnel avant éléments exceptionnels de 5,5 milliards d'euros. À l'heure actuelle, environ 89 000 personnes travaillent pour l'entreprise dans le monde, dont plus de 58 000 en Allemagne. Audi se concentre sur les produits et technologies durables pour l'avenir de la mobilité.
