

INGÉNIEURS DE L'AUTO

MAI/JUIN 2025 # 895

L'Interview

Philippe Brunet, Ampere
« ACDC permet de comprendre l'écosystème de développement des VE en Chine »

Dossier

eGMP : l'innovation sous haute tension

Focus

Matériaux stratégiques : la transition énergétique en terrain minier

Au lendemain du congrès CMF (Color Materials & Finishes) de Troyes et à l'approche des congrès SIA Powertrain en juin et NeMMo en juillet, je vous invite avec enthousiasme à explorer les matériaux critiques et leurs enjeux.

Comme vous le savez, le secteur automobile est en tension et affronte de nombreux vents contraires, dans des environnements réglementaire et géopolitique brutaux. Le monde des matériaux, qui englobe les activités d'innovation, des conceptions de qualité aux meilleures performances technico-économiques, a profondément été transformé au cours des quinze dernières années par la récurrence des stratégies ciblant les matériaux critiques.

Chaque pays dispose d'une liste de matériaux critiques et/ou stratégiques servant ses propres ambitions. Ainsi, à l'heure des transitions démographiques, environnementales et des mobilités, ces matériaux stratégiques (principalement métalliques, mais pas uniquement) sont au cœur d'une compétition mondiale féroce.

Par exemple, ces derniers mois, nous avons observé la valse mortifère des droits de douane de l'administration américaine sur les véhicules, les aciers, les aluminiums. En République Démocratique du Congo, une suspension temporaire d'exportation du cobalt et, début avril en Chine, des autorisations strictes d'exportation de terres rares et d'aimants permanents.

Cela illustre à quel point les matériaux deviennent des instruments de rétorsion géopolitiques au service de stratégies économiques, réglementaires ou d'indépendance, avec de lourdes conséquences sur la compétitivité de la filière automobile et sur les chaînes d'approvisionnement.

Dans ce contexte, l'Union européenne a publié mi-mars une première liste de 47 projets stratégiques répartis dans le cadre du Critical Raw Materials Act. Ce règlement vise d'ici 2030 à permettre que les 17 métaux stratégiques soient extraits (minimum 10%), transformés (40%) et recyclés (25%), tout en ne dépendant pas d'une seule source d'approvisionnement (moins de 65% d'un seul pays tiers). Dans cette liste, la France a démontré ses capacités à obtenir des projets structurants sur le cuivre, les terres rares, le graphite et le lithium, le cobalt, le manganèse et le nickel.

Le nickel est justement à l'honneur dans ces pages avec un article passionnant sur la start-up française Genomines, qui déploie une technologie innovante de captation par des végétaux.

Ce numéro sera aussi l'opportunité de découvrir les matériaux de demain, l'évolution des propulsions électriques et un grand entretien avec Philippe Brunet, d'Ampere, ainsi que de nombreuses autres thématiques que je vous laisse découvrir.

Gildas Bureau

Vice-Président de la Communauté
d'Experts Matériaux

Pilote du Conseil
de Recherche Automobile sur les
matériaux critiques de la PFA



Sommaire

32

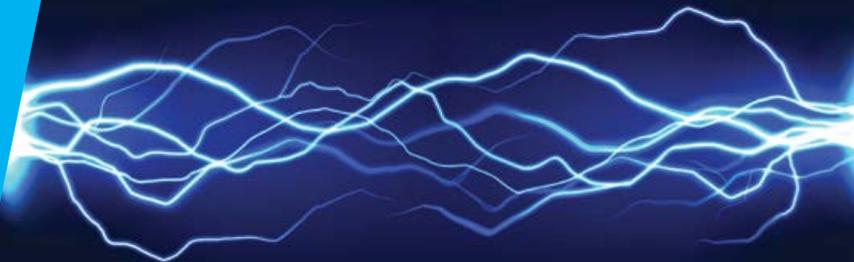
Pleins Feux

Matériaux : les composites en embuscade ?

56

Le Dossier

eGMP : l'innovation sous haute tension



18

L'Interview

Philippe Brunet, Ampere

« ACDC permet de comprendre l'écosystème de développement des véhicules électriques en Chine »



6 Baromètre

Chiffres clés

10 Focus

Matériaux critiques : une stratégie de sécurisation pour répondre aux enjeux

12 Écoles

Les élèves de La Joliverie et de Polytech Nantes préparent les voitures frugales de demain

14 Portrait

Marie-Annick Brule, ingénieure d'essai BMW

16 Nouveaux Talents

Genomines : du nickel par phyto-extraction

18 L'Interview

Philippe Brunet, Directeur Ingénierie Véhicule EV et Mécanique, Ampere

22 L'actu en brèves

32 Pleins Feux

Matériaux : les composites en embuscade ?

40 Congrès/Conférences SIA

- Moteurs à combustion d'hydrogène : des gains en maturité déjà visibles
- Évolutions réglementaires dans l'automobile : avis de tsunami
- Simulation numérique 2025

56 Le Dossier

eGMP : les percées technologiques qui façonnent la propulsion électrique de demain

75 Le cahier des entreprises

Éditeur : Société des Ingénieurs de l'Automobile. Immeuble Le Gabriel Voisin – 79 rue Jean-Jacques Rousseau – 92158 Suresnes Cedex. T. : 01.41.44.93.70 - F. : 01.41.44.93.79. ©Ingénieurs de l'Auto. **Directeur de la publication :** Frédéric Charon. **Directrice de la rédaction et coordinatrice :** Catherine Leroy. **Rédacteur en chef :** Christophe Jaussaud. **Rédacteurs :** Bertrand Gay, Yvonnick Gazeau, Vincent Gonin. **Directrice artistique et maquette :** Eve Taberna. **Secrétariat de rédaction :** Lila Mars. **Conférence de rédaction :** Christophe Aufrère, Nathalie Bouad, Thierry Bourdon, Luc Bourgeois, Jacques Graizon, Noureddine Guerrassi, Bertrand Largy, Emmanuel Lescaut, Luc Marbach, Frédéric Martin. **Crédits photos :** Ampere, Ansys, BMW, Brembo, BYD Auto, Conflux, Forvia, Genomines, Horse Powertrain, Mercedes-Benz, Microjoule, Orano, Polyjoule, Stellantis, Valeo, Valvijet, Volkswagen, AdobeStock (1005160057, 1129632397, 1307486142, 1458772941, 757758137). **Éditeur Délégué :** Syner'J Media, 9-9 bis rue Henri Martin, 92100 Boulogne-Billancourt. **Directeur commercial :** David Chatelon : 06.14.86.83.87. **Directrice de publicité et du développement commercial :** Fazia Maghissene : 06.83.77.54.38. **Directrices et directeur de publicité :** Marie-Laure André : 06.07.14.29.85. Suzanne Carvalho : 06.60.02.07.67. Bruno Renout : 06.49.54.26.33. **Contacts :** prénom.nom@journalauto.com ou regie@synerjmedia.com **Responsable administration des ventes :** Sandra Huet : 01.75.60.64.76.

Imprimeur : Imprimerie Champagne II, 52200 Langres. N°ISSN 0020-1200. Ce numéro comporte 92 pages. Origine du papier : Italie. Taux de fibres recyclées : 0 %. Certification : PEFC. Eutrophisation : Ptot 0,006 kg/t.

Diffusion service abonnement. Abonnement avec adhésion SIA : 79 rue Jean-Jacques Rousseau – 92158 Suresnes Cedex – info@sia.fr - 01.41.44.93.70. **Abonnement seul :** abo@synerjmedia.com - 01.78.16.31.29.

Tarif abonnement 1 an non adhérent : France métropolitaine 140 euros TTC. Europe 159 euros HT. Hors d'Europe et DROM COM : 170 euros HT. <https://boutique.journalauto.com> • Tarif au numéro : 27 euros TTC.





LES FORMATIONS SIA

FORMATIONS TECHNIQUES

La technologie du véhicule électrique
Composants et fonctionnement

5 nov 2025

Présentiel

8-9 déc 2025

Distanciel

Fonctions de conduite du véhicule
Des ADAS à la mobilité autonome

12-13 nov 2025

Distanciel

Cybersécurité du véhicule connecté

24 sept 2025

Présentiel

LES NORMES

L'essentiel de la norme ISO 26262

7-8 oct 2025

Présentiel

L'essentiel de la norme ISO/SAE 21434
Cybersécurité automobile

19-20 nov 2025

Présentiel

LA QUALITÉ / LA FIABILITÉ

Les outils de la sûreté de fonctionnement
Principes et enchaînements

3-4 nov 2025

Présentiel

Fiabilité des produits
De l'évaluation au plan de validation

1-2-3 déc 2025

Présentiel



NOUVELLE FORMATION

Automotive Cybersecurity Professional

L'augmentation de la surface d'attaque cyber pour les véhicules et la montée en puissance des exigences émanant des constructeurs ont fait de la cyber sécurité du produit automobile un enjeu majeur pour l'avenir de la filière.

L'entrée en vigueur de la réglementation UN R155 en Europe dès 2022 a induit une accélération des activités d'ingénierie cyber pour permettre l'homologation et la mise sur le marché des nouvelles générations de véhicules.

C'est désormais au tour de la Chine, de l'Inde et des Etats-Unis de mettre en place des réglementations de cyber sécurité pour le produit automobile. Le sujet est à présent global et représente une condition absolue pour continuer à travailler avec les entreprises du secteur automobile.

La disponibilité de ressources qualifiées et opérationnelles en cyber sécurité du produit automobile, dans un contexte de concurrence sans précédent sur les talents, fait partie des principaux sujets de préoccupation des entreprises du secteur pour répondre aux exigences croissantes et de plus en plus complexes de leurs clients.

Pour répondre à ce besoin, la SIA s'est appuyée sur des experts reconnus dans le domaine pour concevoir une nouvelle offre de formation accélérée.

Ce cycle de formation de 5 jours permet de fournir un socle de connaissances nécessaires à des ingénieurs ou à des techniciens souhaitant acquérir une compétence opérationnelle pour une mise en pratique à court terme.

Ce parcours est adapté à des professionnels en poste en ingénierie ou en bureau d'étude, à des professionnels souhaitant se reconvertir vers les métiers de la cyber sécurité ainsi qu'aux étudiants en fin de cycle ou en doctorat souhaitant se spécialiser dans les métiers de l'ingénierie de la cyber sécurité embarquée.

La formation est exclusivement dispensée en français avec quelques exemples et illustrations en anglais.



1ère session du 13 au 17 octobre 2025 en présentiel à Paris



La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :
- Actions de formation

Avec le support de :



Les élèves de La Joliverie et de Polytech Nantes préparent les voitures frugales de demain

Depuis 1985, les élèves du lycée La Joliverie conçoivent des véhicules économes en carburant. Les succès obtenus au Shell Eco Marathon ont démontré la valeur des projets, des enseignements et des différentes promotions. Pour le véhicule de la catégorie Urban Concept, Polytech Nantes a développé un groupe motopropulseur innovant avec une pile à combustible « maison ».



Les équipes de La Joliverie et de Polytech Nantes au Shell Eco Marathon 2024.

À l'initiative de Philippe Maindru, professeur en sciences du moteur depuis plus de quarante ans, le lycée La Joliverie mène des projets étudiants participant aux plus importantes courses, dont le Shell Eco Marathon, réservé à de tels prototypes. Au total, plus de 1 000 élèves ont pris part aux projets.

Deux courses énergétiques sont au programme de l'équipe de La Joliverie et de Polytech Nantes. Il existe deux catégories de véhicules : les prototypes, dans lesquels le pilote est allongé pour minimiser le maître-couple, et les Urban Concept, se rapprochant d'un véhicule plus réaliste. Il s'agit de parcourir 20 kilomètres à une vitesse moyenne de 25 km/h en consommant le moins possible. « *En fonction de l'énergie utilisée, les résultats sont exprimés en kilomètres par litre, en kilomètres par kWh pour les électriques et en kilomètres par m³ d'hydrogène pour les piles à combustible* », précise Bertrand Chrétien, enseignant en BTS MTE à La Joliverie. Les équivalences permettant de comparer les différentes énergies sont les suivantes : 1 litre d'essence pour 9 kWh et 1 m³ d'hydrogène pour 3 kWh.

Un rendement théorique de 65 % pour le moteur thermique

En 2022, le prototype MicroJoule 5 de La Joliverie, fonctionnant au biométhane, a réalisé un record de consommation avec 2 934 kilomètres par litre d'équivalent SP95. À noter que son prédécesseur, le MicroJoule 4, avait, sur un circuit plat au tracé en ovale, parcouru l'équivalent de 3 771 km pour un litre d'essence. Sur les 20 kilomètres de l'épreuve, seuls 4 à 5 cm³ d'essence sont nécessaires, ce qui pose des défis lors de la mesure. La pesée du seul réservoir ne suffit pas, il convient également de peser le système d'injection. De plus, depuis l'an dernier, le Shell Eco Marathon tient compte de l'énergie électrique utilisée par le démarreur lors de la mise en route du moteur. Une telle précision souligne l'efficacité énergétique des véhicules. Pour parcourir les 20 kilomètres avec le moins d'énergie possible, l'objectif est de vaincre les pertes aérodynamiques et celles issues du frottement des pneumatiques. Le prototype MicroJoule 5 pèse 35 kg à vide et dispose d'un Cx de 0,1 avec une surface

frontale de 0,32 m². Il est doté d'un moteur thermique d'une cylindrée de 30,5 cm³ (alésage : 32 mm, course : 38 mm), produisant 1 ch et un couple de 2 Nm avec un rapport volumétrique de 13. Son rendement théorique est de 65% grâce à l'absence de papillon évitant les pertes par pompage. L'allumage est confié à deux bougies offrant une importante vitesse de combustion. Notons également la bielle très longue, 122 mm, ce qui limite les efforts latéraux sur les parois de la chemise, avec peu de pertes à la clé.

Il convient d'exploiter ces atouts de la meilleure manière possible. Les étudiants ont déterminé que le fonctionnement du moteur à pleine charge pendant 4 secondes permettait de faire passer le véhicule de 20 à 32 km/h. La suite du tour, d'une durée de 2 minutes, est réalisée en roue libre. Pour optimiser cette phase, Jean-Charles Morin, étudiant à La Joliverie, a utilisé un banc à rouleaux permettant de caractériser chaque pneumatique en mesurant sa résistance au roulement lors d'un test de décélération. Avec un pneumatique 45/75 R16 gonflé à 6,5 bar, la décélération de 30 à 20 km/h réalisée en 247 secondes a déterminé un coefficient de résistance au roulement de 0,00165.

Polytech Nantes a développé sa propre pile à combustible

L'association Polyjoule, issue de Polytech Nantes, travaille avec La Joliverie. Lisa Bachelier, étudiante à Polytech Nantes, précise qu'outre le campus principal, l'école dispose d'un second site à Saint-Nazaire, spécialisé en génie électrique. Polyjoule a développé le véhicule CityJoule, qui répond aux caractéristiques de la catégorie Urban Concept. Il pèse 170 kg avec son conducteur, dispose d'un Cx de 0,1 avec une surface frontale de 0,9 m². Sa puissance à l'avancement à 25 km/h n'est que de 35 W. Depuis sa mise à la route en 2013, CityJoule a remporté 8 victoires à l'Eco Green, et 6 au Shell Eco Marathon en catégorie Pile à combustible. « Sa meilleure performance est de 967 kilomètres par litre d'équivalent essence », indique Lisa Bachelier. Les 311,3 kilomètres par m³ d'hydrogène ont été atteints lors du Shell Eco Marathon 2024.

La pile à combustible a été entièrement développée par Polytech Nantes avec l'objectif d'en extraire une efficacité maximale. Pour cela, la pile alimente directement un convertisseur DC/DC. L'électricité est ensuite transmise au moteur situé à proximité de la roue. Du réservoir à la roue, le rendement obtenu est de 46,2%. La pile à combustible est la source de la majorité des pertes (38,2%). « Voici pourquoi nous devons concentrer nos efforts sur l'amélioration du rendement de la pile », confie Bruno Auvity, professeur enseignant les systèmes énergétiques à Polytech Nantes.

Des solutions ingénieuses

Il y a cinq ans déjà, Polytech Nantes a remplacé le stack générique utilisé par sa propre pile. Celle-ci est à cathode ouverte avec un flux d'air traversant. Certes, la gestion des gaz est moins précise que dans le cas d'une cathode fermée, mais les avantages sont nombreux sur un véhicule léger avec de faibles besoins de puissance. Un tel système se passe d'un compresseur et d'un déshumidificateur d'air, ce qui offre des gains de poids substantiels. La pile, qui pourrait délivrer une puissance de 1 kW, se limite à 200 W, ce qui permet de travailler dans sa meilleure zone de rendement avec une



Pile à combustible développée par Polytech Nantes et utilisée dans le véhicule CityJoule.



Conférence au Cnam sur les défis des Challenges Étudiants dans le cadre du cycle sur l'utilisation rationnelle de l'énergie.

intensité de courant plus faible. Évidemment, créer et faire évoluer sa propre pile a une grande valeur sur le plan des connaissances acquises et favorise l'émergence de solutions ingénieuses. Ainsi, en l'absence de système, la nécessité de l'humidification est assurée en récupérant l'eau présente dans l'air sortant de la pile pour la réintroduire en amont. Cela apporte une humidification en continu, un système simple et efficace. En 2025, pour gagner en performance, les cellules de la pile ont été remplacées. Celles-ci sont plus fines et ont nécessité de nouveaux joints pen/silicone.

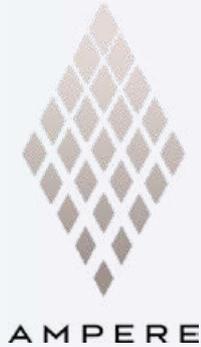
L'intégration de la nouvelle pile dans la voiture a fait appel aux connaissances des étudiants en Génie électrique de Polytech Nantes, qui ont développé les cartes électroniques pilotant la demande de puissance exprimée par le pilote en jouant sur la pile et les supercondensateurs installés.

Quarante ans après ses débuts, La Joliverie, rejointe par Polytech Nantes, offre à ses élèves des projets motivants et de grande valeur. Chaque membre de l'équipe y apporte ses connaissances pour développer des véhicules toujours plus économes en énergie. Les records sont faits pour être battus. ●

Bertrand Gay

PHILIPPE BRUNET

Directeur de l'Ingénierie
Véhicule électrique et
Mécanique, Ampere



“ ACDC permet de comprendre l'écosystème de développement des véhicules électriques en Chine ”

De retour de Shanghai, Philippe Brunet détaille les principes et l'avancement du projet Twingo et nous livre les grandes lignes de l'organisation d'ACDC, le centre de développement chinois du constructeur. Il y voit une occasion d'apprendre et de progresser pour Ampere ainsi que pour tout Renault Group. Le directeur de l'ingénierie fait également le point sur les architectures véhicules et livre son analyse de l'évolution des batteries pour véhicules électriques.

Rappelez-nous rapidement la stratégie d'Ampere, son organisation, ses domaines d'action...

Philippe Brunet : Ampere est l'entité de Renault Group dédiée aux véhicules électriques et aux logiciels. Nous développons les véhicules électriques de la marque Renault, du design jusqu'à la fabrication, et nous intégrons notre savoir-faire en technologies électriques et logicielles pour d'autres marques (Alpine, Nissan, Mitsubishi...). Ampere compte aujourd'hui 11 000 personnes présentes sur nos sites d'ingénierie et de fabrication. Pour les premiers, au Technocentre de Guyancourt, à Lardy,

à Cléon, à Villiers-Saint-Frédéric, à Toulouse et à Sophia-Antipolis. Et nous avons quatre usines, à Douai, Maubeuge, Ruitz et Cléon. Nous avons ainsi un véritable écosystème industriel dans le nord de la France qui nous a donné la possibilité d'avoir 2/3 de nos fournisseurs à moins de 3 heures de nos sites.

Quelles sont les spécificités et les points forts d'Ampere dans le domaine du développement des véhicules électriques, et quels résultats avez-vous déjà obtenus ?

P.B. : La création d'Ampere répond à la nécessité d'être réactif. À la fin des

années 2010, Renault s'est retrouvé dans une situation où il lui fallait, d'une part, développer des technologies thermiques matures avec des volumes stables, où l'objectif réside dans la gestion des coûts; et d'autre part, être en rupture dans un monde de la voiture électrique avec des technologies en constante évolution. Mettre en place Ampere permet d'être plus performant, plus agile et d'adopter une approche différente. Finalement, Ampere constitue l'éclaireur du groupe en matière de technologies et de méthodes de travail. Si nos pratiques s'avèrent être couronnées de succès, elles peuvent être dupliquées ailleurs

PHILIPPE BRUNET

Fort d'un parcours de plus de 35 ans dans le groupe Renault, Philippe Brunet a débuté sa carrière en 1988 à l'Aérospatiale, dans la conception des satellites géostationnaires. Il rejoint le constructeur au losange en 1989 en intégrant l'équipe de Formule 1 en tant qu'ingénieur motoriste. Durant dix années, il occupera de nombreux postes dans le développement, et notamment celui du V10. En 2000, il rejoint l'ingénierie de Renault Group où il devient chef de projet du moteur diesel 2.0 litres. En 2005, il est nommé chef de département prestations clients pour les groupes motopropulseurs (GMP). Puis en 2007, Philippe Brunet devient directeur en charge des softwares et de la mise au point énergétique des GMP pour toutes les motorisations de Renault Group.

En 2012, il rejoint la direction générale adjointe de Renault Group, en charge du plan produit et des programmes. Entre 2017 et 2020, Philippe Brunet continue à travailler sur les GMP thermiques, hybrides et électriques, mais au niveau de l'Alliance Renault-Nissan. En janvier 2021, il devient senior vice-président Powertrain & EV Engineering de Renault Group. Depuis le 1^{er} novembre 2023, Philippe Brunet est directeur de l'Ingénierie Véhicule électrique et Mécanique d'Ampere.

dans l'entreprise. Dans une usine mono-technologie et mono-voiture, il est possible d'expérimenter. En cas de difficultés, les risques sont maîtrisés. C'est un peu ce que nous essayons de faire en Chine avec Twingo.

Justement, qu'en est-il du développement de la Twingo en Chine, et comment Ampere y est-il organisé ?

P.B. : Avec Twingo, nous testons l'idée de développer une voiture en deux ans, dans un écosystème chinois extrêmement performant. Tout d'abord, Ampere ne peut prétendre être un acteur majeur du véhicule électrique en étant absent de l'écosystème chinois. Ce pays est aujourd'hui l'endroit où se trouve la plus forte densité de compétences et de savoir-faire dans le domaine du véhicule électrique. Il faut savoir ce qui se passe en Chine et être connecté à l'écosystème local. Nous avons créé notre centre de développement en Chine, dénommé ACDC (Advanced China Development Center), avec l'objectif d'apprendre en implantant une petite équipe. Pour démarrer, il nous fallait un projet pour être immédiatement dans le concret et l'opérationnel. Twingo, c'est cela.

En détail, comment cela se passe-t-il ?

P.B. : Nous avons mené une phase d'avant-projet, en France, au cours de laquelle nous avons défini les principales caractéristiques de la voiture, ses fonctionnalités et les performances souhaitées. Le gel du concept

a eu lieu en avril 2024, date à laquelle nous sommes arrivés en Chine pour la phase de développement. Pour cela, l'équipe ACDC gère la voiture de façon autonome en travaillant avec un certain nombre de partenaires locaux, comme CATL pour la batterie, Shanghai E-Drive pour le moteur, et nous avons un partenaire pour toute la partie caisse. La plateforme est dérivée de celle de Renault 5 avec un empattement réduit, et l'architecture électrique est également très similaire.

Comment le projet est-il organisé ?

P.B. : Lorsque nous avons lancé le projet, nous sommes allés voir les entreprises en Chine en leur disant que nous voulions développer la voiture en deux ans, du gel de concept jusqu'à l'accord de fabrication, et leur réponse

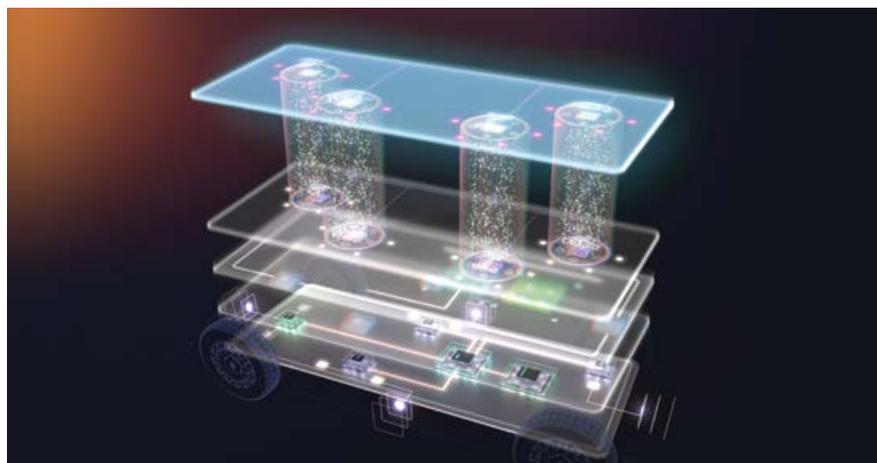
a été positive. Depuis, nous menons ce projet avec eux et nous apprenons. Le découpage en grands systèmes est maintenu : les éléments transversaux (plateforme, architecture électronique, moteur, batterie), ensuite la caisse, les habillages internes et externes. Il n'y a pas de changement pour les systèmes. La révolution se trouve dans la méthode.

Enfin, quelles sont les différences avec un développement traditionnel ?

P.B. : La vitesse est au cœur de la démarche. La rapidité d'exécution a toujours été un élément clé en Chine, et les prestations et la qualité ont progressé autour de cette notion de vitesse. Désormais, les véhicules développés en Chine sont d'un bon niveau. Il s'agit d'une question de culture qui apparaît quand nous observons comment cela se passe là-bas. C'est une affaire de discipline et d'organisation. Nous savons qu'allier vitesse et bonne exécution a de nombreuses vertus : les montants engagés sont moindres et nous répondons plus rapidement aux attentes du client. Connaître les attentes du client dans un ou deux ans est plus aisé que si l'intervalle de temps est de quatre ans. Et ce, dans un environnement où la technologie évolue très rapidement. Exprimé autrement, nous, constructeur, avons beaucoup moins de chances de nous tromper avec des prévisions à court terme qu'à cinq ans. Voilà ce qui fait la force du système.

Comment cela se traduit-il en pratique ?

P.B. : Je peux vous donner trois exemples autour de cette notion de rapidité. Au niveau managérial, la vitesse de décision



Apprendre en Chine pour développer plus rapidement, tant pour la mécanique que pour les logiciels.

offre un avantage majeur. Beaucoup de décisions se prennent à la journée, là où le système européen demande plutôt une ou plusieurs semaines. Le second point est digital. Nous voyons un recours assez intense à la simulation et à l'outil numérique. Dans le projet Twingo, nous avons été frappés de voir qu'au début du processus, la phase de convergence design a été réalisée en six semaines, pour l'ensemble de la voiture, au lieu de trois à quatre mois. Cela est rendu possible par la reprise de travaux déjà réalisés sur d'autres véhicules et qui s'appliquent à notre projet. La capitalisation des savoirs accumulés au cours du temps permet d'aller vite. Enfin, le troisième exemple que je peux vous donner intervient lors de la première vague de prototypes. En général, il faut trois mois pour les obtenir. Là, nous avons eu la première voiture en quatre semaines. Ces exemples montrent que ce que nous avons fait en quatre ans sur Megane, en trois sur la Renault 5, sera réalisable en deux ans sur Twingo.

Dans le domaine des outils digitaux, avez-vous découvert, chez vos partenaires chinois, de nouveaux moyens ou des manières innovantes de les utiliser ?

Philippe Brunet : Les outils sont les mêmes, nous n'avons pas vu de grandes différences à ce sujet. La manière de les utiliser est différente, avec un grand recours à ce qui a déjà

été développé et qui peut être repris et adapté au projet du moment. Quand nous sommes arrivés, ils ont découvert la voiture en 2D et ont réalisé un maillage 3D en assemblant des formes existantes présentes dans les bases de données. En à peine dix jours, nous avons une image de caisse en 3D. Et quand nous avons calculé la masse de la voiture, celle-ci correspondait à 5 kg près à nos calculs initiaux. Comme la vitesse est une sorte d'obsession, des méthodes ont été développées pour répondre à cet impératif, et la réutilisation d'éléments existants y contribue largement. Les bases de données sont très fournies. Launch Design, qui est le partenaire qui a réalisé l'upper-body, développe 20 projets par an. Il a développé près de 400 véhicules depuis ses débuts. Par ailleurs, nos partenaires chinois travaillent en plateau-projet. Ils sont tous ensemble dans une pièce et le soir, ils ne se quittent pas avant d'avoir réalisé ce qui avait été planifié pour la journée.

Comment envisagez-vous la phase de transfert du projet dans l'usine de Novo Mesto, en Slovénie ?

P.B. : En Chine, nous avons une organisation à trois niveaux. D'abord, les partenaires locaux en charge d'une partie de la voiture. Ensuite, l'équipe locale ACDC, composée d'ingénieurs chinois, qui est en charge de l'intégration des différentes technologies et du développement du projet. Elle

gère les différents partenaires et veille à la cohérence de l'ensemble. Enfin, nous avons une dizaine d'ingénieurs-résidents français issus du groupe. Ils définissent les objectifs du projet en accord avec la France et pilotent l'exécution au sein d'ACDC. Pour préparer la phase d'industrialisation, des équipes de Novo Mesto sont en Chine. Et quand le projet sera transféré en Slovénie, des équipes chinoises vont également suivre les choses sur place.

Qu'en est-il des fournisseurs du projet Twingo, ont-ils tous vocation à produire à proximité de Novo Mesto ?

P.B. : Nous avons à la fois des fournisseurs globaux et des fournisseurs chinois. Pour les composants majeurs, comme les batteries et des éléments du groupe motopropulseur, nous demandons une localisation à proximité de l'usine d'assemblage. Certains systèmes proviendront de Chine au lancement de la production, puis seront ensuite localisés en Europe.

Quelles sont les conséquences de cette focalisation sur la vitesse dans le domaine des coûts de développement ?

P.B. : L'abaissement du coût d'un projet est une conséquence de la vitesse d'exécution. La réduction de la durée de développement abaisse le coût, tant par la masse salariale engagée que par le temps d'utilisation des moyens de développement et les coûts de prototypes, par exemple. Le pays est organisé en grands pôles : à Pékin, le software et l'IA ; à Shanghai, l'automobile ; et à Shenzhen, l'électronique. Nous avons donc fait le choix de Shanghai, au moins dans un premier temps, pour aller vite. Nous savions que nous y trouverions ce dont nous avons besoin. Une entreprise s'implante ou travaille en Chine, dans les grands bassins industriels, parce que les équipes locales sont compétentes, et pour tout l'écosystème d'innovation qui se trouve sur place.

Finalement, quelle est la réaction des ingénieurs en France qui voient le développement de la Twingo en Chine ?

P.B. : Dans un premier temps, nous entendions que cela ne fonctionnerait pas et que tenir un tel délai n'était pas réaliste. Mais nous sommes à la moitié du développement et nous constatons



Ampere compte 11000 personnes pour le développement et la production d'organes et de véhicules.

que nous sommes pour le moment en accord avec le planning initial. Nous venons de valider les prototypes et la prochaine grande étape sera la bascule du projet à Novo Mesto. Nous avons un devoir d'adaptation, car nous sommes dans un monde de compétition. Quand on a la même idée qu'un concurrent, on ne peut accepter qu'il mette son véhicule sur le marché avant nous. Le temps de mise sur le marché est fondamental et sur ce point en particulier, les Chinois ont beaucoup à nous apprendre. Je pense que l'état d'esprit a changé en un an. La circonspection a disparu. Ce n'est pas fini, mais nous avons déjà des résultats et nous voyons que cela est possible. Nous sommes désormais dans une phase d'appropriation et d'adaptation. Quand nous aurons montré que nous savons le faire pour Twingo, les connaissances acquises seront applicables à d'autres projets véhicules et dans le groupe.

Abordons maintenant l'ingénierie du véhicule électrique.

Où se trouve aujourd'hui sa performance, dans quels systèmes ou quelles fonctions ?

P.B. : Cela dépend de ce que vous appelez performance. Je pense que le coût est le point majeur d'un véhicule électrique. Le déploiement massif du véhicule électrique passe par un prix équivalent à celui d'un véhicule thermique. Nous n'y sommes pas encore, mais nous allons y arriver. La performance économique est un sujet primordial, et faire des voitures en deux ans est un levier puissant. L'autre point concerne l'efficacité de l'ensemble du véhicule pour minimiser l'anxiété liée à l'autonomie. Cela passe par l'aérodynamique, la réduction des frottements et le rendement des systèmes et du moteur électrique. La baisse des temps de recharge est également un point important, et les différentes annonces faites au salon de Shanghai par certains constructeurs ont été spectaculaires à ce sujet. Ampere travaille également sur ce point pour répondre aux besoins des clients. Enfin, il y a en Chine, et moins en Europe actuellement, une notion d'intelligence du véhicule. Cet aspect, lié à la connectivité et aux fonctionnalités destinées à l'utilisateur, est fortement lié à la voiture électrique. L'attente semble moins développée en Europe, mais je pense que cela va finir par arriver.



Deux ans de développement entre le gel du concept et le démarrage à l'usine de Novo Mesto (Slovénie).

Au sujet des composants, quel regard portez-vous sur la performance actuelle des batteries, et quelles évolutions attendez-vous ?

P.B. : Le LFP apporte beaucoup d'avantages comme la durabilité, la stabilité, le faible risque d'emballement thermique et le coût. Mais il a un inconvénient : sa densité d'énergie plus faible qui impose un plus fort volume de batteries. À moyen terme, nous imaginons une seconde étape qui ajouterait aux avantages du LFP la densité énergétique du NMC. Nous pensons que les chimies sans cobalt sur lesquelles nous travaillons constituent une bonne voie. La troisième étape est celle de l'anode lithium-métal, avec de grands avantages en densité d'énergie. Cela permettra d'envisager des batteries solides. Mais l'industrialisation de ces technologies est encore lointaine.

Les moteurs-roues arrivent sur des véhicules en petite série, comme sur la Renault 5 Turbo 3E. Peuvent-ils constituer une solution prometteuse ?

P.B. : La solution des moteurs-roues est très séduisante pour l'avenir. Avec ou sans l'intégration de l'électronique de puissance dans le moteur, l'espace

libéré ouvre la porte à des architectures véhicule en rupture, vues du client. Cela apporte beaucoup de valeur avec la possibilité de créer de nouvelles fonctions pour le stationnement ou la dynamique. Mais les défis technologiques sont importants : loger tous les éléments dans un volume de jante assez contraint, la dissipation de la chaleur, les masses non suspendues, l'exposition aux chocs de la route et, évidemment, la question du coût. Mais d'un point de vue technologique, c'est très excitant.

Qu'en est-il des réflexions autour des plateformes chez Ampere, et tout particulièrement des architectures dites skateboard ?

P.B. : La plateforme est un élément majeur. C'est à la fois ce que le client ne voit pas mais qui coûte le plus cher. Un skateboard avec tous les composants mécaniques offre un avantage majeur, car il est indépendant de la caisse que l'on met dessus. Par son potentiel d'utilisation sur de nombreux véhicules, le skateboard offre une performance économique qui n'a pas d'égale. Flexis dispose aujourd'hui d'une telle architecture et nous travaillons déjà sur la nouvelle génération. ●

Propos recueillis par Bertrand Gay

Les événements SIA 2025

> Ouverts à tous

SIA CESA 2025

International Congress

**12-13 February 2025, Palais des Congrès,
Versailles, France**

- 40 presentations // 300 participants
- Exhibition & Advertising opportunities

SIA Powertrain 2025

International Congress

**11-12 June 2025, Les Pyramides Congrès, Port-Marly,
France**

- 60 presentations // 500 attendees
- Test-Drive Cars
- Exhibition & Advertising opportunities

SIA COLORS MATERIALS AND FINISHES 2025

SIA - SFIP International Congress

**19-20 March 2025, Centre des Congrès de
l'Aube, Troyes, France**

- 40 presentations // 300 participants
- Exhibition & Advertising opportunities

NeMMo 2025

SIA - SFIP International Congress

**2-3 July 2025, Couvent des Jacobins, Rennes,
France**

- 25 presentations // 200 attendees
- Exhibition & Advertising opportunities

SIA SIMULATION 2025

International Congress

**2-3 April 2025, Technocentre Renault,
Guyancourt, France**

- 60 presentations // 300 participants
- Exhibition & Advertising opportunities

Fiabilité

Journée d'étude

18 Septembre 2025, Valeo, Paris, France

- 10 présentations // 100 participants
- Exposition & Offres de visibilité

Hydrogen Internal Combustion Engines for Intensive Use Applications

International Conference

**15 May 2025, ESTACA, Montigny-Le-Bretonneux,
France**

- 10 presentations // 100 attendees
- Exhibition & Advertising opportunities

SIA NVH 2025

International Congress

8-9 October 2025, ENSIM, Le Mans, France

- 40 presentations // 300 attendees
- Exhibition & Advertising opportunities

Système Batterie

Journée d'étude

19 & 20 Novembre 2025, UTC Compiègne, France

- 10 présentations // 100 participants
- Exposition & Offres de visibilité

<https://www.sia.fr>



Avec le soutien de la Filière Automobile / With the support of the Automotive Industry

**JOIN
US!**

SIA POWERTRAIN 2025

➤ International Congress & Exhibition



Port-Marly - France

**11 > 12
JUNE 2025**

**➤ International Congress & Exhibition
Rennes - France**

**2 & 3
JULY
2025**

4TH EDITION

NeMMo 2025 NEW MATERIALS FOR FUTURE MOBILITY

NeMMo
New Materials for future Mobility

sfp Société Française
des Ingénieurs
des Plastiques

sia SOCIÉTÉ DES
INGÉNIEURS DE
L'AUTOMOBILE

INGÉNIEURS DE L'AUTO

LE MAGAZINE DES NOUVELLES TECHNOLOGIES AUTOMOBILES

Production, conception, ADAS, électronique, logiciels, contrôle qualité, matériaux, sécurité, simulation...



6 NUMÉROS
PAR AN

9500
EXEMPLAIRES

48 000
LECTEURS

MAGAZINE
BILINGUE (FR/EN)

**ABONNEZ-VOUS
DÈS MAINTENANT !**



Contactez la régie Ingénieurs de l'Auto :
regie@synerjmedia.com

Un titre

Syner'j
media

En partenariat avec

SIA SOCIÉTÉ DES
INGÉNIEURS DE
L'AUTOMOBILE