



Le train à Hydrogène

Yannick LEGAY,
Directeur Technico-commercial
Alstom France

Contexte de la décarbonation du Transport Ferroviaire en France

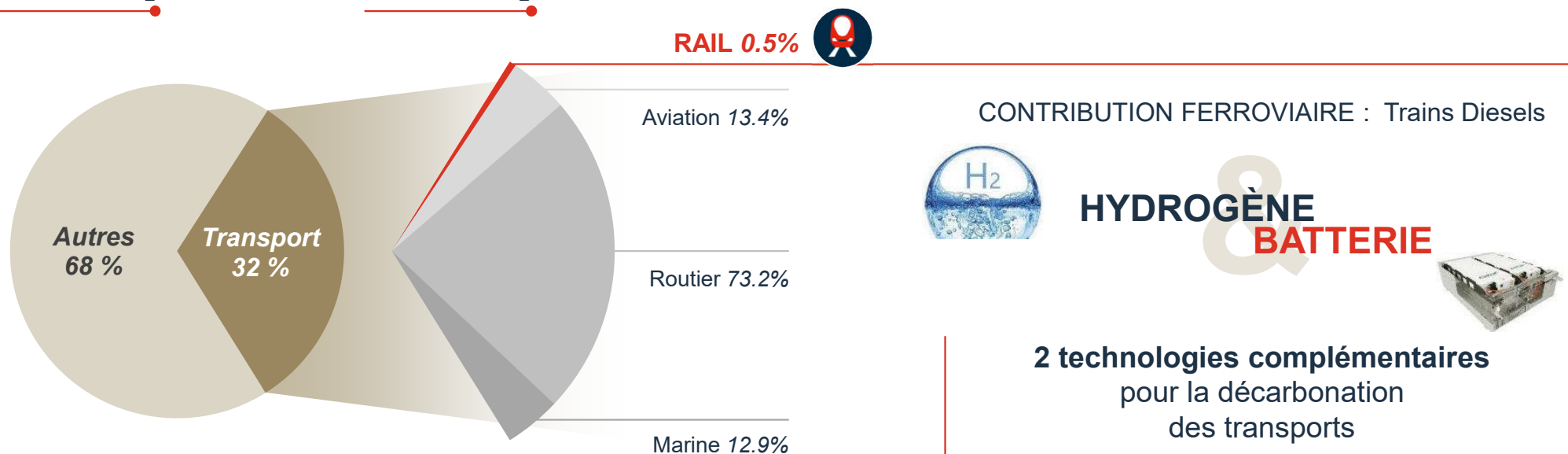
- **Un contexte politique volontariste vis-à-vis de la décarbonation du transport :**
 - Engagement de l'Etat sur la **réduction des émissions de GES** (COP21)
 - Une dotation de **7 Md€** pour un Plan hydrogène
 - Commande par **4 Régions françaises** (Auvergne/Rhône-Alpes, Bourgogne/Franche-Comté, Occitanie, Grand Est) de **12 Régiolis Bi-mode Hydrogène** (avec le support de l'Etat, de SNCF et d'Alstom)
 - Commande par **5 Régions françaises** (Auvergne/Rhône-Alpes, Hauts-de-France, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Sud PACA) des **AGC Batteries** (avec le support de SNCF et d'Alstom)

**Des engagements forts de l'Etat et des Régions pour
de la décarbonation de la mobilité**

Le transport ferroviaire et les émissions de CO₂ (Données Europe 2015)

EU-28 Co₂ émissions
±3.64GtCO₂

Transport Co₂ émissions
±1.17GtCO₂



Même peu contributeur, le transport ferroviaire peut et doit agir pour la réduction des émissions de CO₂ et de particules

Un besoin réel pour les Lignes de Dessertes Fines du Territoire (LDFT)

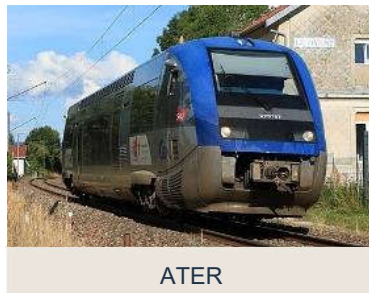


- Plus de **40 % du réseau ferré** français n'est pas électrifié
- Coût d'électrification entre **1 et 3 M€ du km**.
- COI recommande d'arrêter les électrifications en France et de chercher des **solutions sur les trains non polluants** (Nov. 2017)
- En France, 1 200 TER fonctionnent aujourd'hui au diesel

MONO-MODE DIESEL



XTER



ATER

Solutions en cours
de verdissement
(H2 – Batteries)

BI-MODE DIESEL - CATÉNAIRE



REGIOLIS

(→ Hydrogène)



AGC

(→ Batteries)

Grâce au support des Régions volontaristes et de la SNCF, des technologies de verdissement des trains émergent en France



Le iLint

**Histoire d'un train
diesel devenu le
premier train à
hydrogène au monde**

CORADIA Lint – base de départ du iLint

Un concept largement éprouvé pour les petites lignes en Allemagne

LINT 27: 47 trains



LINT 41: 639 trains



LINT 54: 161 trains



LINT 81: 72 trains



Une gamme de trains mono-mode Diesels qu'Alstom a souhaité verdir

Présentation et historique du train iLint



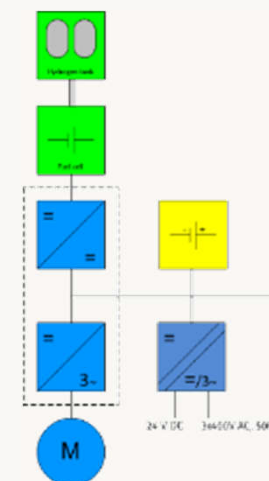
Coradia iLint – le renouveau de la gamme Coradia Lint



RETRAIT COMPLET
de la traction **diesel**
à **entraînement mécanique**



- Réservoirs H2
- Pile à combustible
- Pack Batterie
- Convertisseur
- Onduleur de traction
- Moteur Asynchrone



**Une technologie pilotée depuis le centre
d'excellence Traction verte de Tarbes**

Coradia iLint

Coradia iLint – Train Régional conforme STI 2019

- Basé sur la version **Coradia Lint 54 Diesel**
- Accessibilité **PMR** (Hauteur d'accès 620)
- V. Max : **140 km/h**
- Performances similaires à celle d'un **ATER**
- **120 à 150** sièges
- **1 WC - PMR** (conforme STI)
- **Zone flexible** pour accueil de vélos
- **Zéro émission**
- Niveau de **bruit réduit** (équivalent à un train électrique)



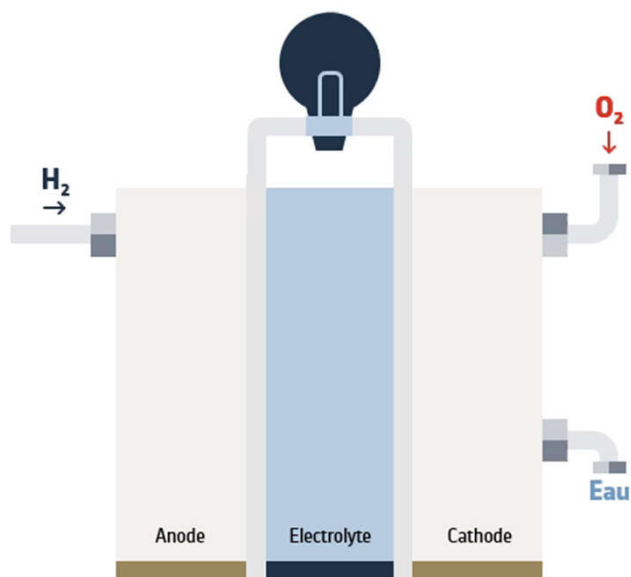


Le train à hydrogène

**Quelques basiques de
la technologie**

Technologie de la pile à combustible à hydrogène

Comment ça marche ?



- Un train à hydrogène est propulsé par un moteur électrique dont l'alimentation est assurée par une pile à combustible.
- La source d'énergie primaire est l'hydrogène stocké à bord du train (ici sous forme gazeuse 350 bars).
- L'oxygène présent dans l'air ambiant est combiné à l'hydrogène à l'intérieur de la pile à combustible ce qui produit de l'électricité (au travers de la PEM - cf. schéma).
- Une batterie de traction est utilisée pour apporter de la dynamique à la propulsion et une capacité de stockage de l'énergie pendant les phases de freinage.
- Le système nécessite une installation de distribution d'hydrogène pour remplir les réservoirs du train.

Un train hydrogène est un train électrique produisant sa propre électricité à bord

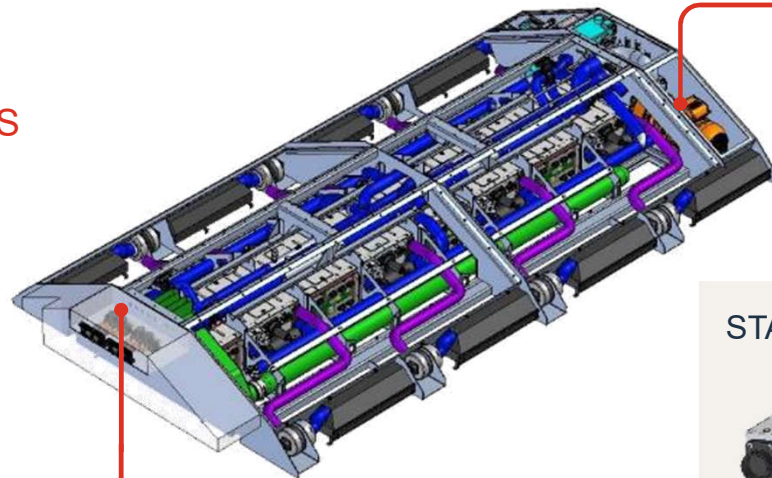
Coradia iLint – La Pile A Combustible (PAC)

FUEL CELL POWER-PACK

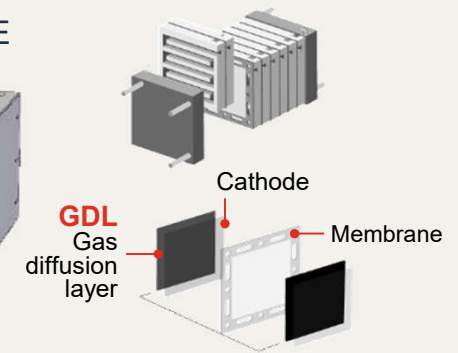
DE NOMBREUX CIRCUITS

- Hydrogène
- Air admission
- Air refroidissement
- Eau
- Elect. Basse Tension
- Elect. Moyenne tension

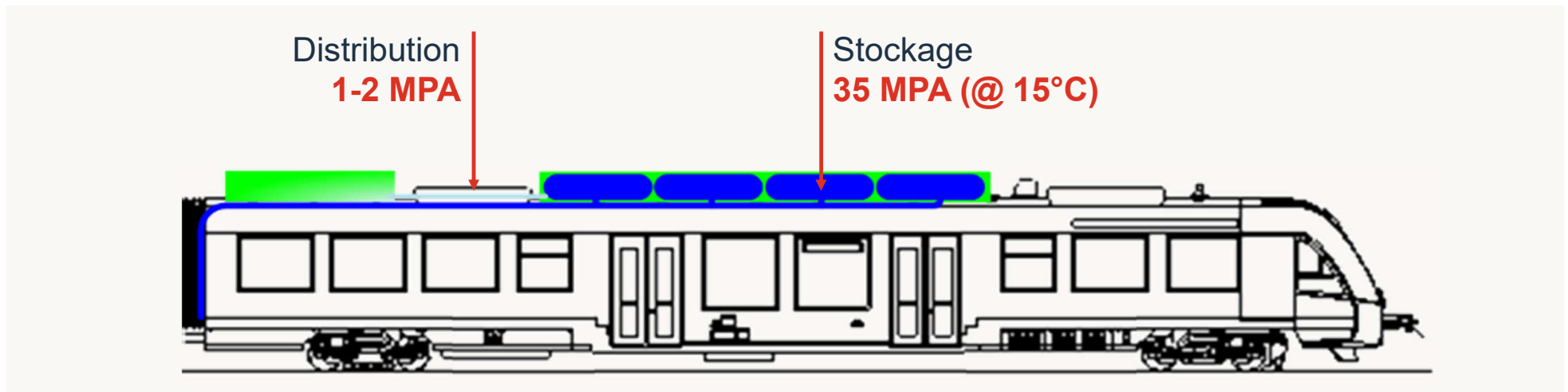
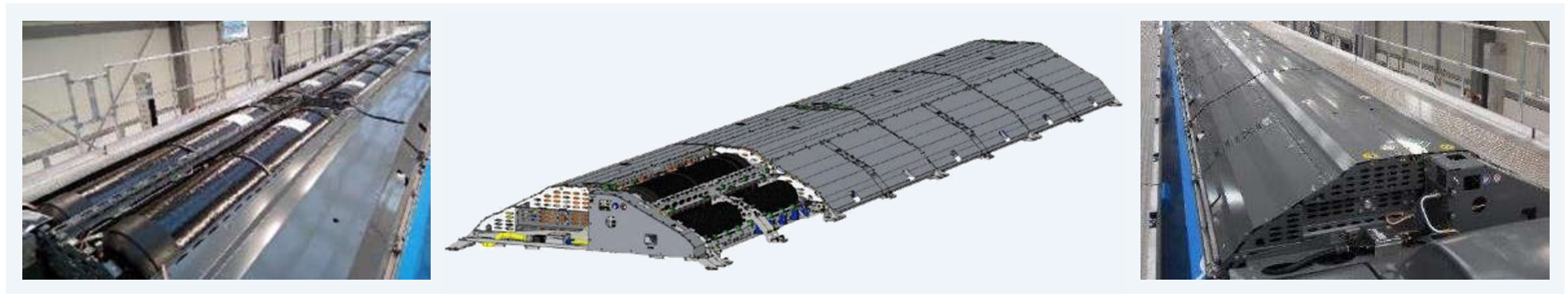
Avec tous les contrôles de sécurité et fiabilité associés



STACK HYDROGÈNE



Coradia iLint – Les réservoirs d'hydrogène



Quelques chiffres

IMPACT D'UN CORADIA ILINT



700t CO₂
EN MOINS PAR AN



ÉMISSION DE
400
VOITURES



IMPACT D'UNE FLOTTE DE 15 CORADIA ILINT



11 000t CO₂
EN MOINS PAR AN



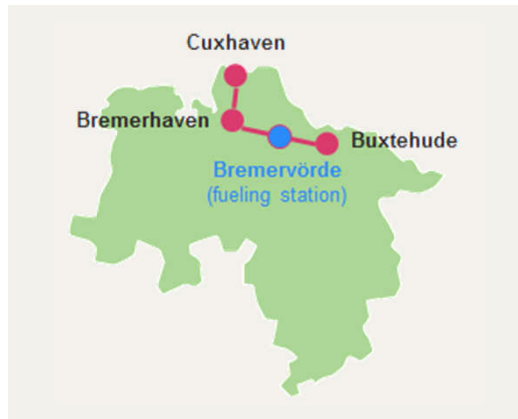
ÉMISSION DE
6 000
VOITURES





Les trains à hydrogène d'Alstom dans le monde

2018 - CORADIA iLint : Le service commercial avec passagers



Coradia iLint – Bilan des campagnes d'essais

Homologué :

Allemagne

Juillet 2018 par EBA



Serv. Pass.

Allemagne

Sept 2018 - Fév. 2020



Essais

Pays-Bas

Fév.- Mars 2020



Serv. Pass.

Autriche

Sept. - Nov. 2020



Livraison :

Trains de série

Fév. 2022



- Ces différents essais ont permis :
 - L'**amélioration continue des composants** pendant toute la phase de tests (réservoirs d'hydrogène, fuel cell et système de management de l'énergie)
 - La **fiabilisation du système de remplissage d'hydrogène** par station mobile
- D'autres évènements de présentation ont eu lieu (Black forest, Franken, Oldenburg, Ludwigshafen, Rottenbach, Berlin, Kiel, Mainz...) et d'autres essais sont planifiés en Europe et dans le monde avec ces rames.



En France

REGIOLIS Bi-Mode Caténaire-Hydrogène

Une étape majeure dans la decarbonation du transport ferroviaire en France

- En Mars 2021 SNCF a notifié à Alstom la commande de 12 trains Coradia Polyvalent bi-mode Caténaire-Hydrogène.
- 4 Régions partenaires avec le support de SNCF et de l'Etat
- Le résultat de 3 années de travail de convergence.



L'Europe s'invente chez nous

Commande de 12 trains (+2 trains en option)

En France

REGIOLIS Bi-Mode Caténaire-Hydrogène

Principales caractéristiques:

- Le Regiolis Bi-Mode Caténaire –Hydrogène circule
 - avec captation pantographe sur lignes **électrifiées**
 - avec de l'hydrogène sur lignes **Non-électrifiées**
- Vitesse maximale : 160 km/h
- Autonomie en mode traction Hydrogène: 400 à 600 km (dépend du profil de la mission)
- 76 mètres de long - 4 caisses – 218 passagers
- Couplable avec d'autres Regiolis déjà en service dans les Régions



Déclinaison de la technologie Hydrogène du iLint sur un train français: le Regiolis

Dans le monde



iLint dans le monde

D'autres événements de présentation ont eu lieu (Black forest, Franken, Oldenburg, Ludwigshafen, Rottenbach, Berlin, Kiel, Mainz...) et d'autres essais sont planifiés en Europe (Suède, Danemark, Pologne...) et dans le monde avec ces rames.

ROYAUME UNI

« Breeze », le futur train d'Eversholt Rail sera une version mise à niveau des rames Class 321, un des matériels roulants les plus fiables du Royaume-Uni reconfiguré pour créer un train propre adapté aux nouveaux besoins.



ITALIE

Alstom fournira six trains à pile à hydrogène, avec une option pour huit autres, à FNM (Ferrovie Nord Milano), le principal groupe de transport et de mobilité de la région italienne de Lombardie. La livraison du premier train est prévue dans les 36 mois suivant la date de la commande.

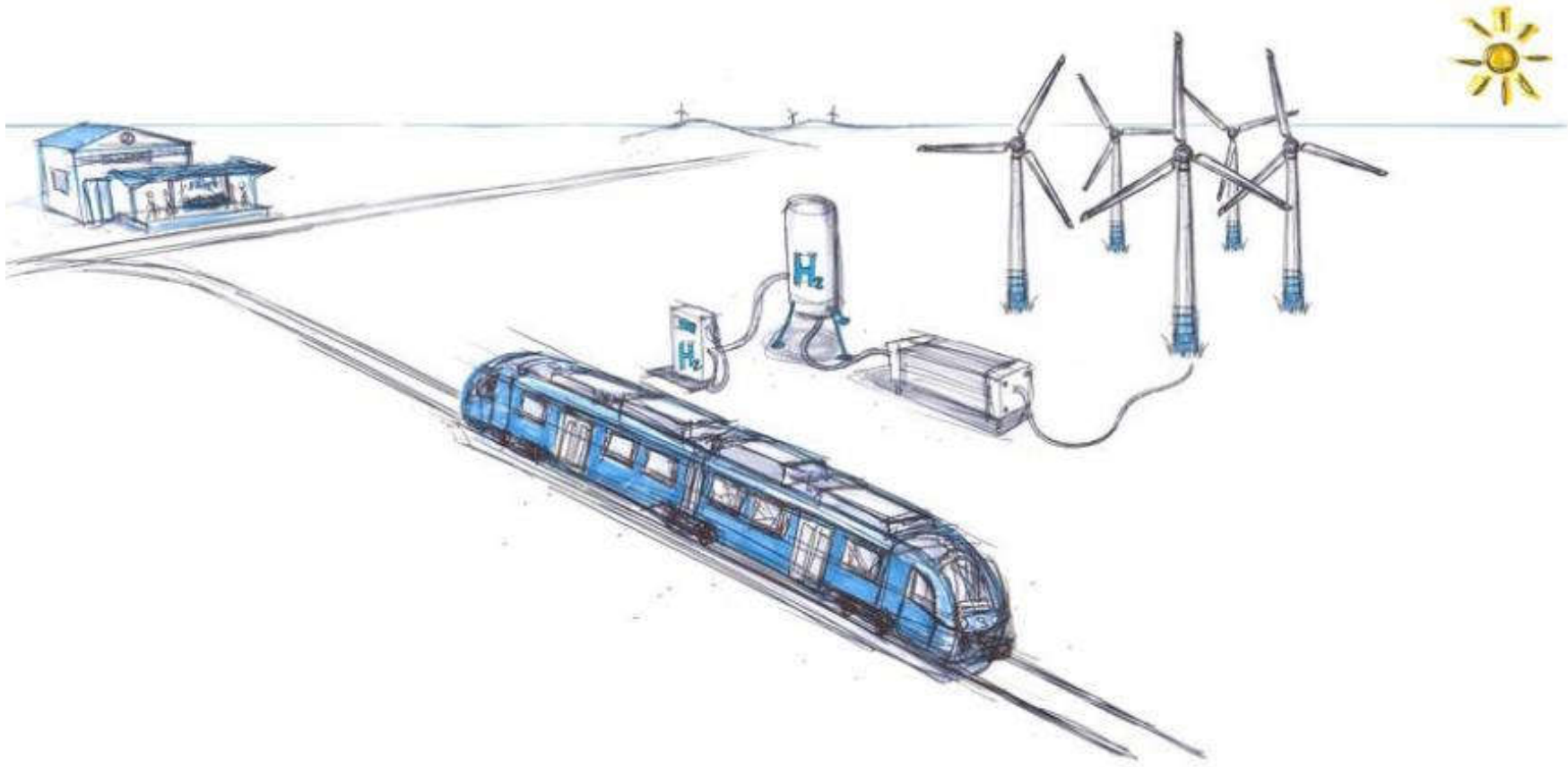


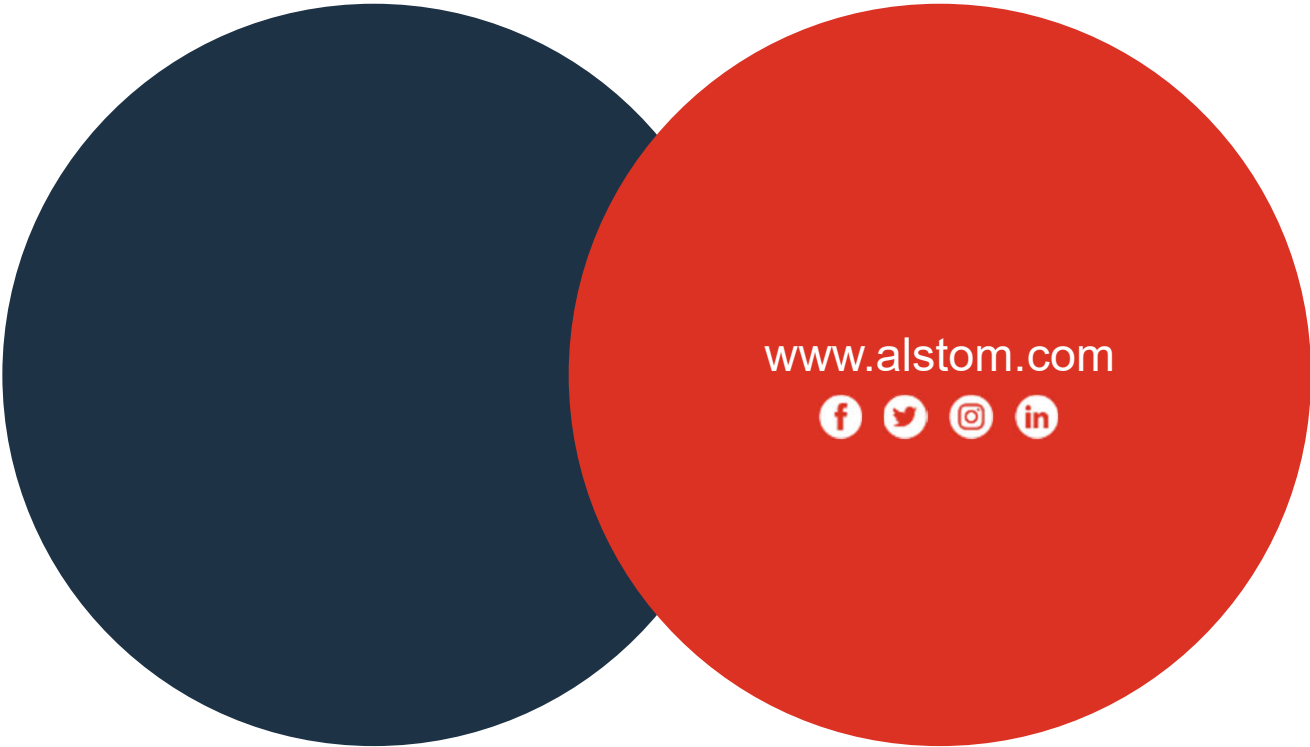
iLint – 1^{er} train à Hydrogène a ouvert la voie à d'autres développements adaptés à différents clients

Mobilité hydrogène ferroviaire ... un écosystème à construire



La filière Hydrogène en support du développement des Energies Renouvelables





www.alstom.com



ALSTOM
• mobility by nature •