



# La Mobilité électrique Hydrogène dans la transition énergétique

[bertrand.chauvet@symbiofcell.com](mailto:bertrand.chauvet@symbiofcell.com)

Centrale Energie

15-05-2014

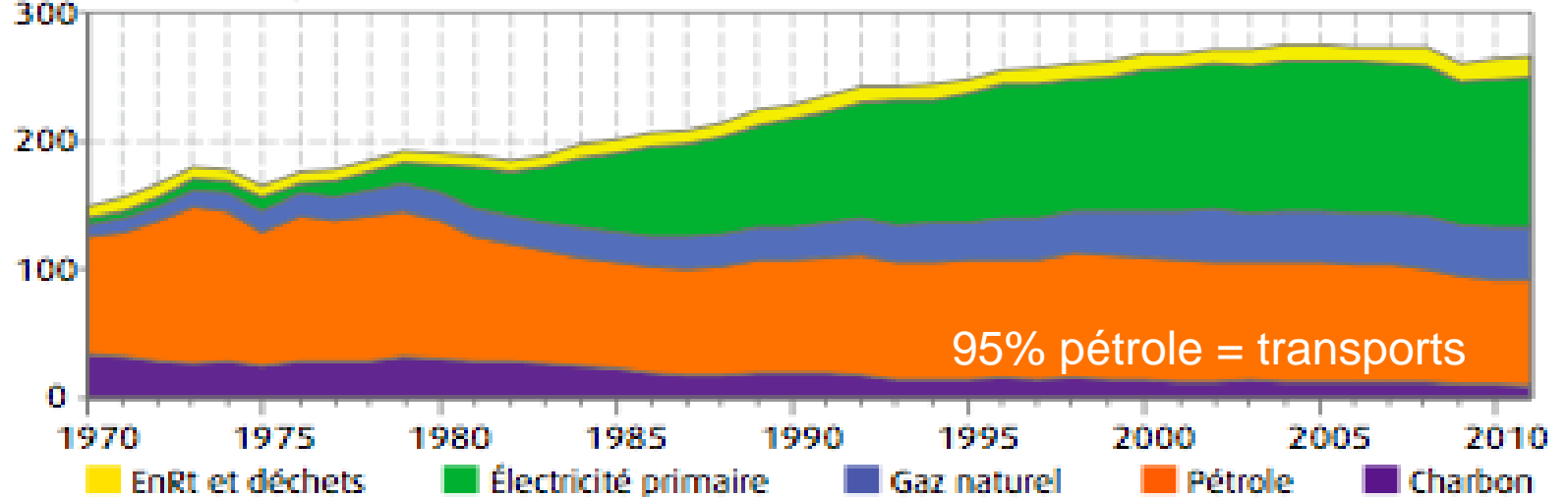




# CONSOMMATION FRANÇAISE D'ÉNERGIE

## Consommation d'énergie primaire (corrégée des variations climatiques) par énergie

En millions de tep



*Énergies fossiles : 70% de notre déficit commercial*

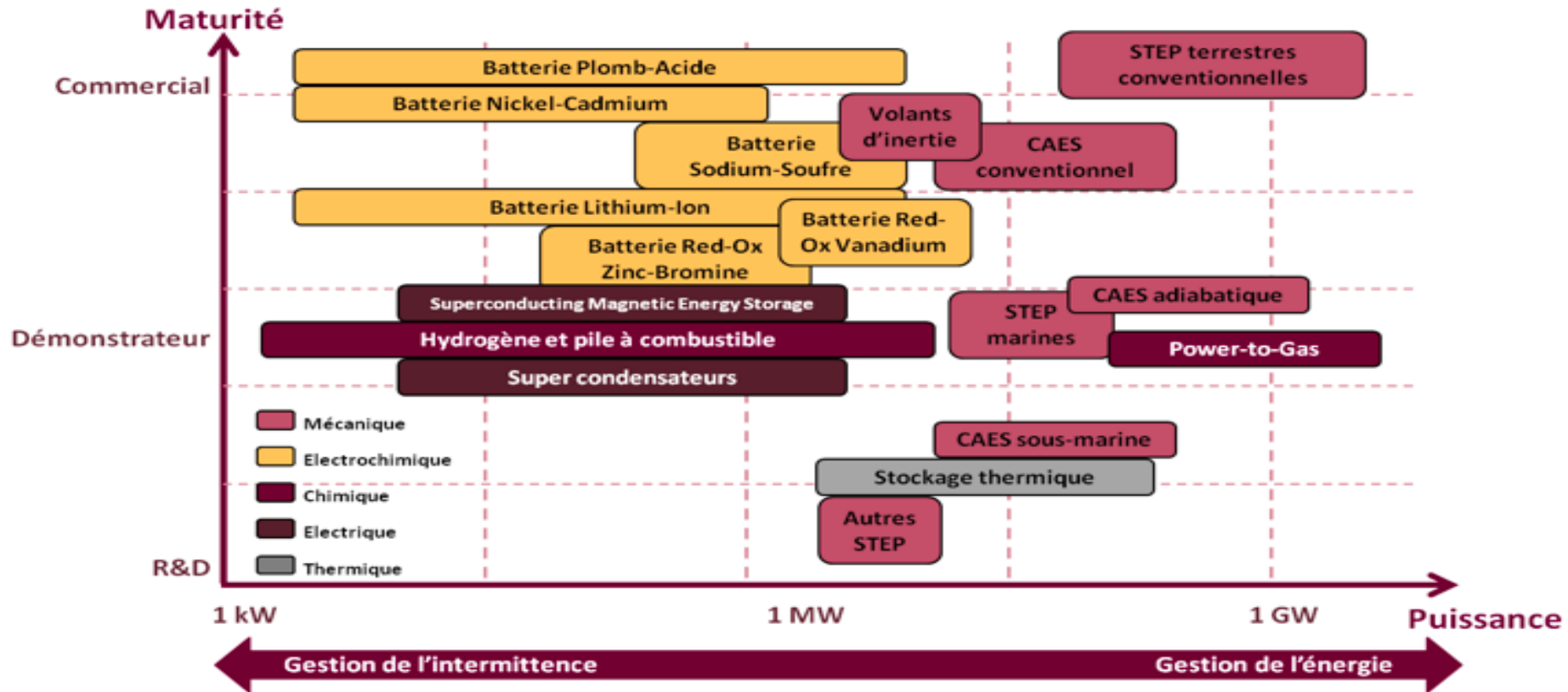
Source : [transition-energetique.gouv.fr](http://transition-energetique.gouv.fr)

*1€ de TIPP collectée = 1,6€ de déficit commercial > réduisons dépendance et pollutions*

*Mais : 50 000 VE en recharge = 2 à 4 GWh, un désastre en heures pleines, un service réseau en heures creuses (stockage = lissage)*



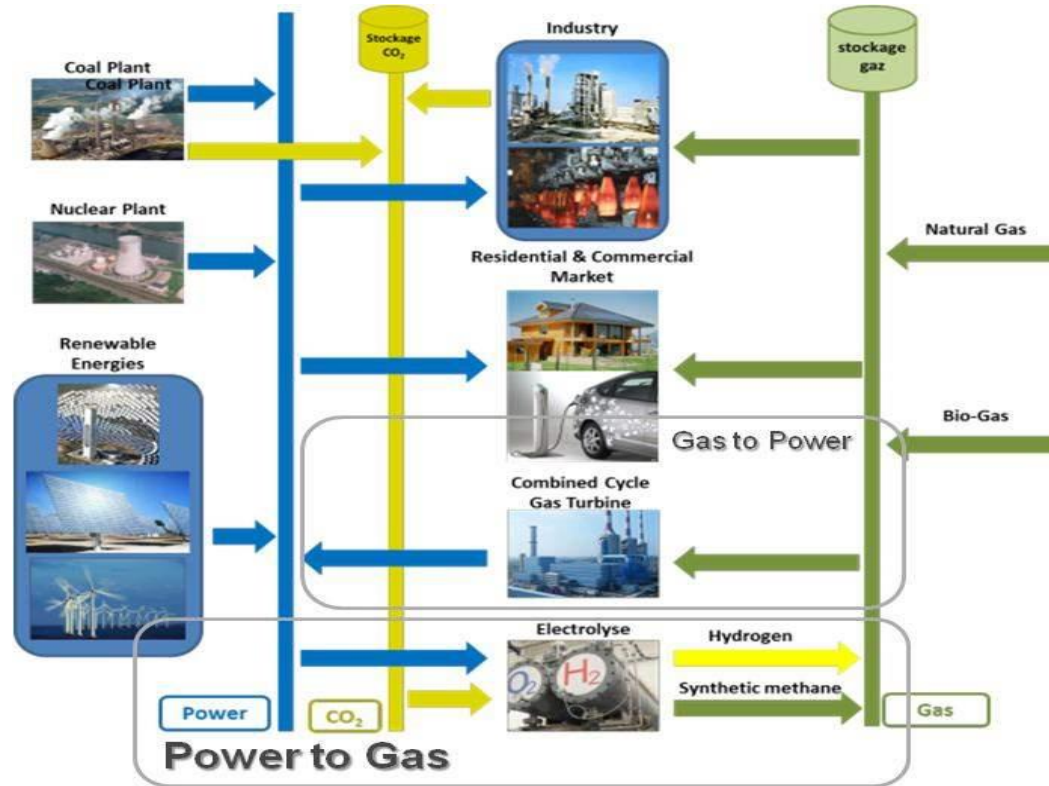
# OPTIMISER LE MIX ÉNERGÉTIQUE PAR LE STOCKAGE



Cartographie Maturité/Puissance des technologies de stockage (Source : projet Supélec/Sia Partners)



# POWER TO GAZ : VALORISER LES SURPLUS ÉLECTRIQUES



À l'horizon 2050, dans un scénario de forte pénétration des EnR intermittentes, couplé à des objectifs ambitieux d'efficacité énergétique, des modélisations du système électrique montrent que **les surplus de production pourraient approcher les 75 TWh/an soit près de 15% de la production actuelle du parc français**. Sur la base de ces modélisations, **la production d'hydrogène ou de méthane synthèse pourrait atteindre 20 TWh/an, soit près de 7% des consommations de gaz naturel en France**.

sources : planche GDF Suez, étude GRTgaz – E-Cube

1000 électrolyseurs de 10 mW à l'horizon 2050, valorisation de l'H<sub>2</sub> au prix du gaz naturel, 25€ du MW/h



# QUELQUES EXEMPLES DE PROJETS EUROPÉENS EN COURS

## ▪ **Projet GHRYD (France) (GDF Suez)**

- Projet développé par GDF SUEZ visant à tester l'injection d'hydrogène dans le réseau de gaz naturel un éco-quartier de 200 logements et l'utilisation d'Hythane dans une flotte de 50 bus à Dunkerque

## ▪ **Projets Minerve, Demeter (France) (GDF Suez)**

- Projet de co-électolyse eau-CO<sub>2</sub> à haute température porté par CEA en partenariat avec SOLVAY, GDF SUEZ, KIT, etc...

## ▪ **Projet Eon (Allemagne)**

- injection dans le réseau de distribution de gaz d'hydrogène produit par électrolyse (360 Nm<sup>3</sup>/h, 2 MW) à partir des excès de production éolienne

## ▪ **CO2RRECT(Allemagne):**

- CO<sub>2</sub>-Reaction using Regenerative Energies and Catalytic Technologies- production d'hydrogène par électrolyse (Siemens) combiné au CO<sub>2</sub> de RWE

## ▪ **Projet Audi (Allemagne)**

- production de méthane à partir d'hydrogène vert - alimentation de véhicules et d'habitations

## ▪ **Lolland Project (Danemark):**

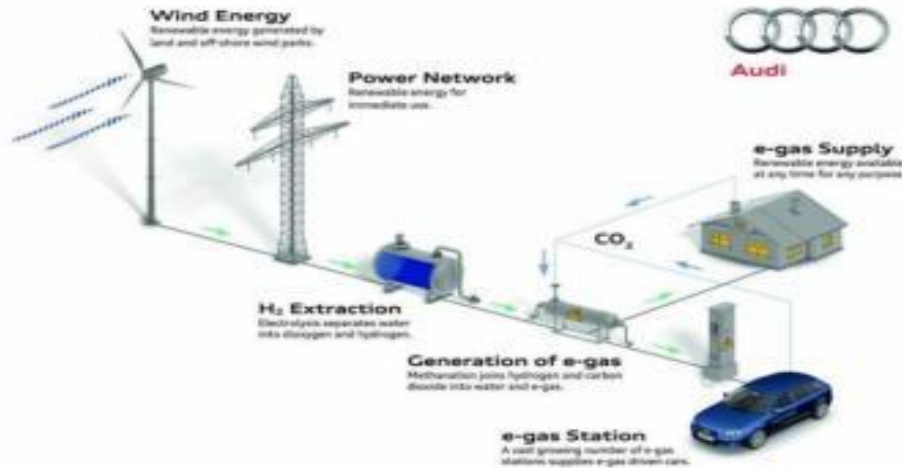
- 3 éoliennes de 3 MW qui alimentent un électrolyseur de 20 Nm<sup>3</sup>/h et un réseau d'habitations équipées de CHP via pipeline - 3ème phase du projet

## ▪ **Projet RH2-KWA (Allemagne)**

- 28 éoliennes (140 MW) qui alimentent 3 villages et un système hydrogène avec un électrolyseur de 1 MW + cogénération (250 kW)

## ▪ **Projet Enertrag (France)**

- Production d'H<sub>2</sub> par électrolyse couplée à une ferme PV de 40 MW dans la région de Cambrai





# MYRTE : PLATEFORME DE R&D SOLAIRE ET STOCKAGE DE L'ENERGIE (VIGNOLA - AJACCIO)



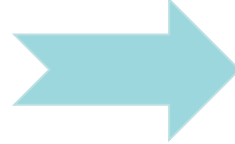
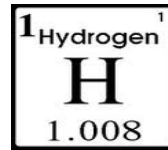
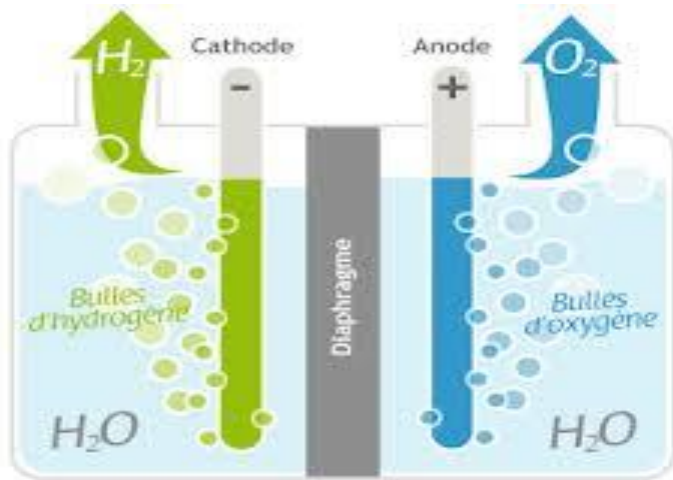
Centrale photovoltaïque 560 kWc, 3,5 MW/h d'énergie stockée (H<sub>2</sub> et chaleur)  
Connecté en service réseau pour ERDF



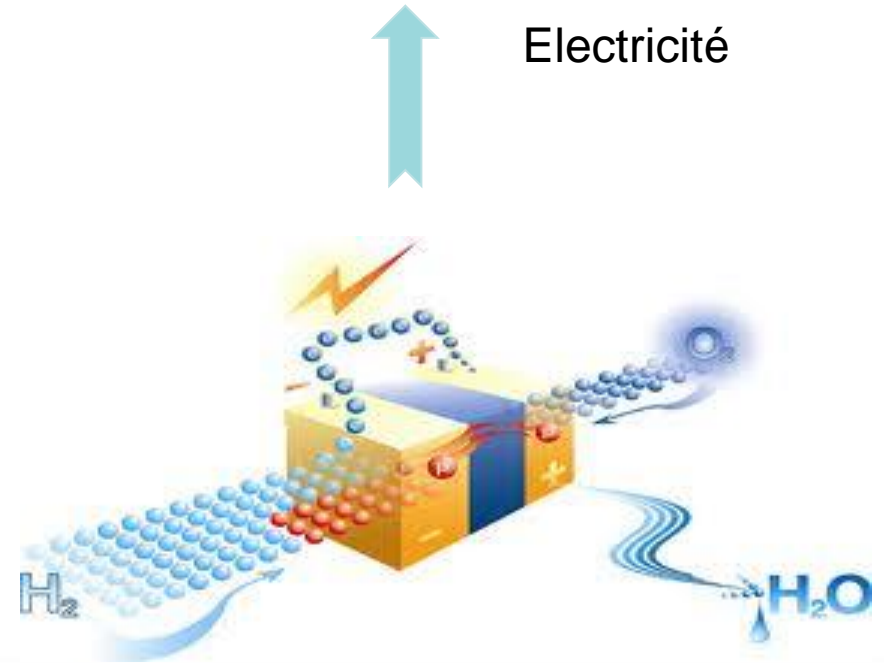
# DE L'ÉLECTRICITÉ À L'HYDROGÈNE ET VICE VERSA

Le bilan carbone de l'opération dépend de la source d'énergie utilisée.

Electricité



**H2**  
**Ga**  
**Z**

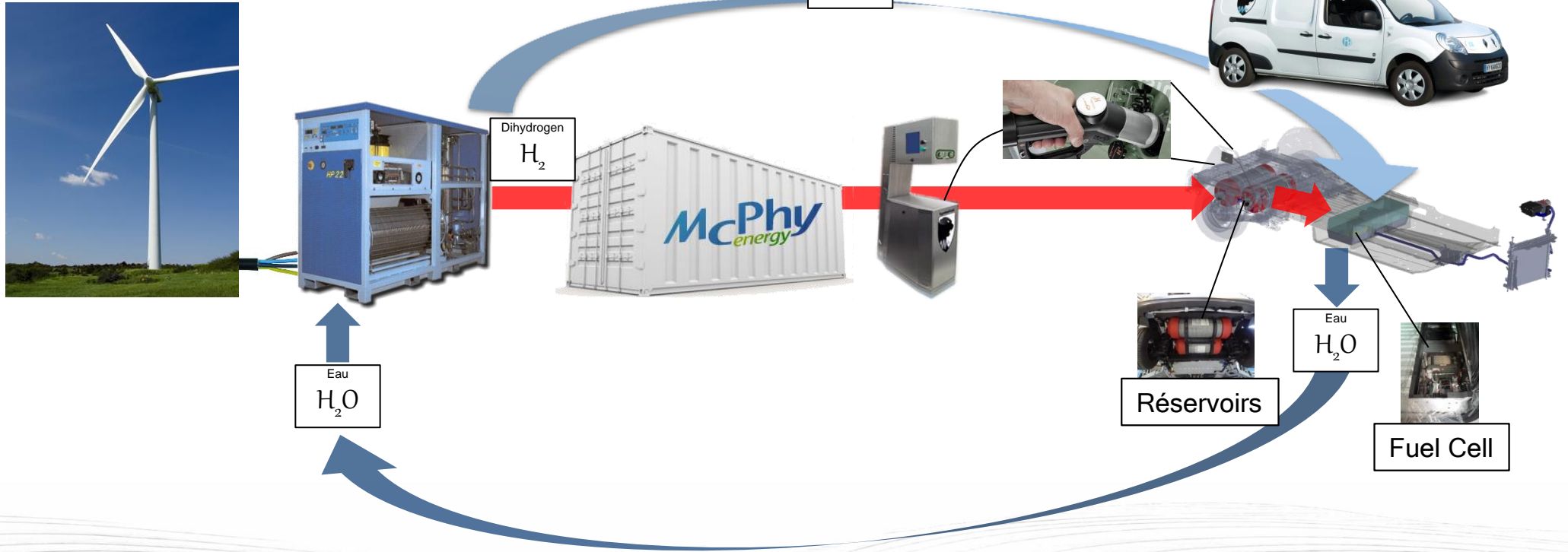


Electricité





# L'HYDROGÈNE STOCKE L'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE







# LES APPLICATIONS DE L'HYDROGÈNE

## Stationnaire

Génération d'électricité et de chaleur pour des applications domestiques et industrielles

Alimentations de secours ou principales

Relais télécoms



## Mobilité

Vélos, scooters, voitures, bus

Infrastructure de recharge à développer

Le véhicule fabrique son électricité à bord

Temps de recharge 3 mn



## Nomade

Recharges pour ordinateurs et téléphones portables, outils, etc...





# LIVRAISON URBAINE PROPRE ET VÉHICULES PARTICULIERS : 2 ROADMAPS

L'hybride est difficilement acceptable en livraison :  
→ Batteries + H<sub>2</sub> Range Extender



Aujourd'hui:



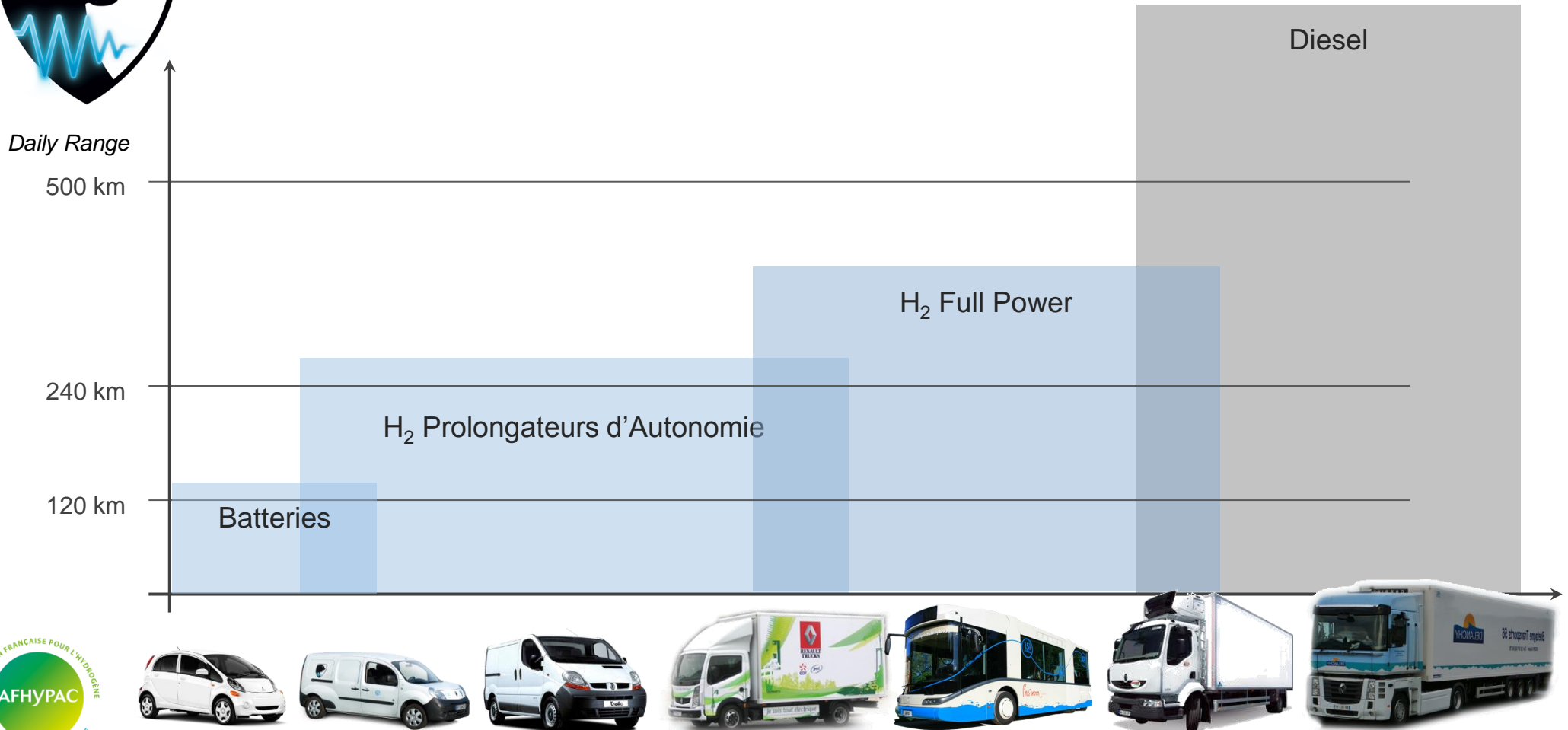
2020-2025 ?  
Full power H<sub>2</sub>  
& des stations sur  
tout le territoire



Le Grand Public n'achètera pas de véhicule H<sub>2</sub> s'il n'y a pas d'infrastructure suffisante  
→ PHEV (Electric + Fossile)

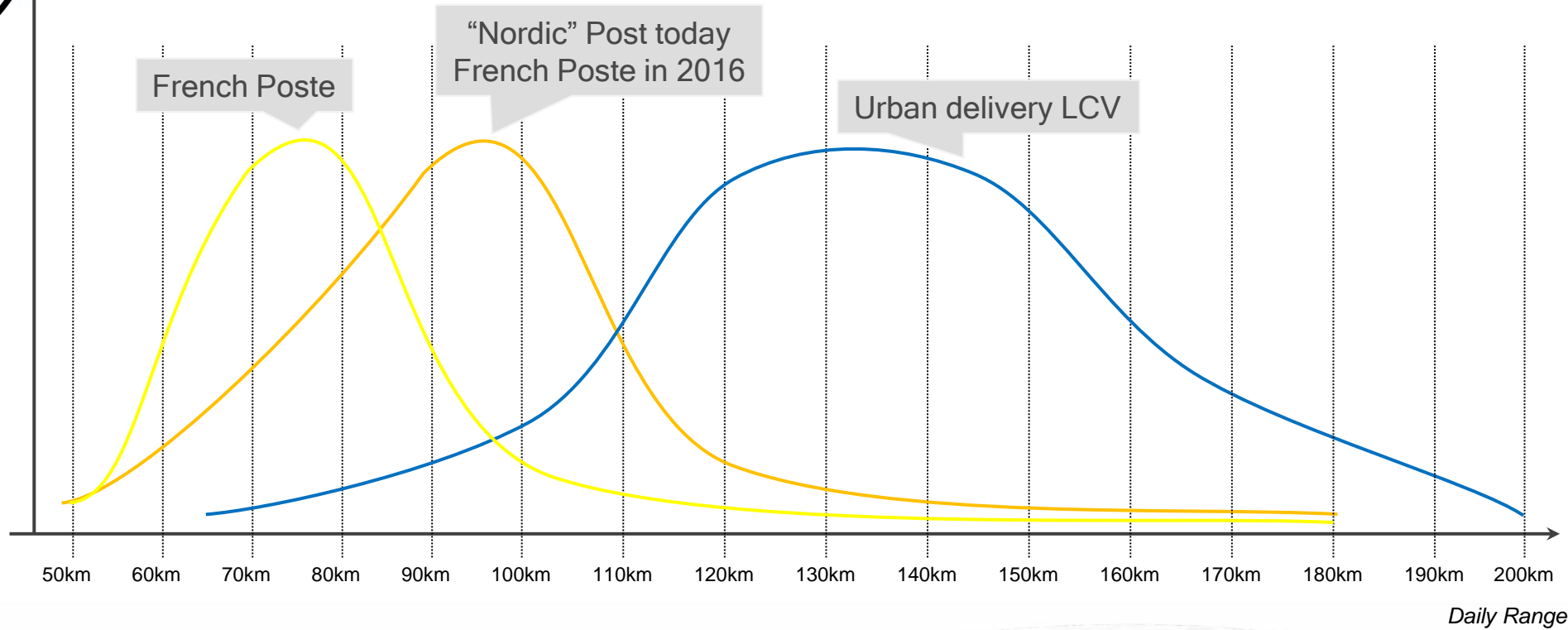


# VERS UN MIX DE SOLUTIONS : BATTERIES, HYDROGÈNE, DIESEL, HYBRIDES





# LES CYCLES D'USAGES DES VÉHICULES UTILITAIRES (1)





## QUELQUES CHIFFRES SUR LA LIVRAISON URBAINE



Une agglomération de 100.000 habitants

Près de 50 tonnes par jour de fret alimentaire entrant, habillement...

- Alimentaire, habillement... etc.
- Hors BTP

50% du fret livré par véhicules <3,5 tonnes :

- 9 000 établissements, dont le tiers dans le centre ville, génèrent des livraisons et/ou enlèvements de marchandises, flux annexes non compris (déménagements, déchets, BTP).
- 2 400 opérations par jour effectuées dans le centre ville
  - 1 700 livraisons + 700 enlèvements
  - dont 1 250 pour le commerce de détail (1 000 livraisons et 250 enlèvements)
- Nombre de véhicules effectuant des livraisons et/ou enlèvements observés en simultané à l'heure de pointe (10 / 11 heures) : 40 à 50 véhicules



## LES CYCLES D'USAGES DES VÉHICULES UTILITAIRES (2)



### Des courbes de Gauss pour les taux d'usage des véhicules

- Correspondant à des profils métiers
- Correspondant à des points de rentabilité par métier
  - Ex dans le domaine postal : lettres/km
  - Ou de la livraison de colis

### Des consommations :

- Plus fortes que le véhicule particulier
- Plus fortes en fonction de l'intensité de la livraison
  - Cycle Poste jusqu'à 11,5 litres/100 km de diesel
  - Livraison centre ville 8 litres/100 km de diesel

### Les véhicules utilitaires

- 7 à 8 heures pour les véhicules de livraison urbaine
- Exclut les véhicules de service entreprise qui ont un usage épisodique et faussent la courbe de Gauss kilométrique



# LE FACTEUR DE SUCCÈS DU VE UTILITAIRE

---

## Rester Zéro Emission

- Et bénéficier des avantages qui sont liés au ZE

## Autonomie

- Jusqu'à 200 km par jour
- Continuité opérationnelle Hivers/Eté

## La disponibilité

- Sur une longue période de la journée
- Recharger rapidement, n'importe quand, avec le minimum de contraintes
- Et autant de fois par mois que nécessaire

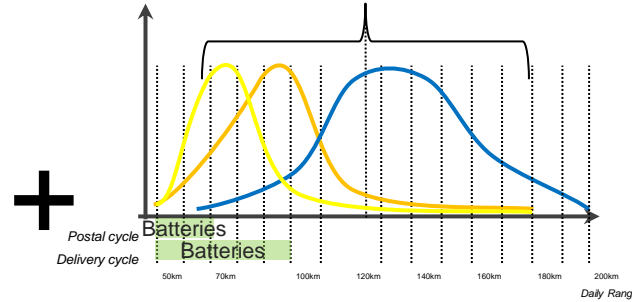


# LA SOLUTION VÉHICULE UTILITAIRE ÉLECTRIQUE

## L'équation du véhicule utilitaire électrique



VE



+

Cycle de livraison Urbain/peri-urbain

(8 à 11,5 l de diesel) x 11,7 kWh  
avec 30% de rendement =

+

Besoin de 28 kWh à 40 kWh pour 100 km

=



+



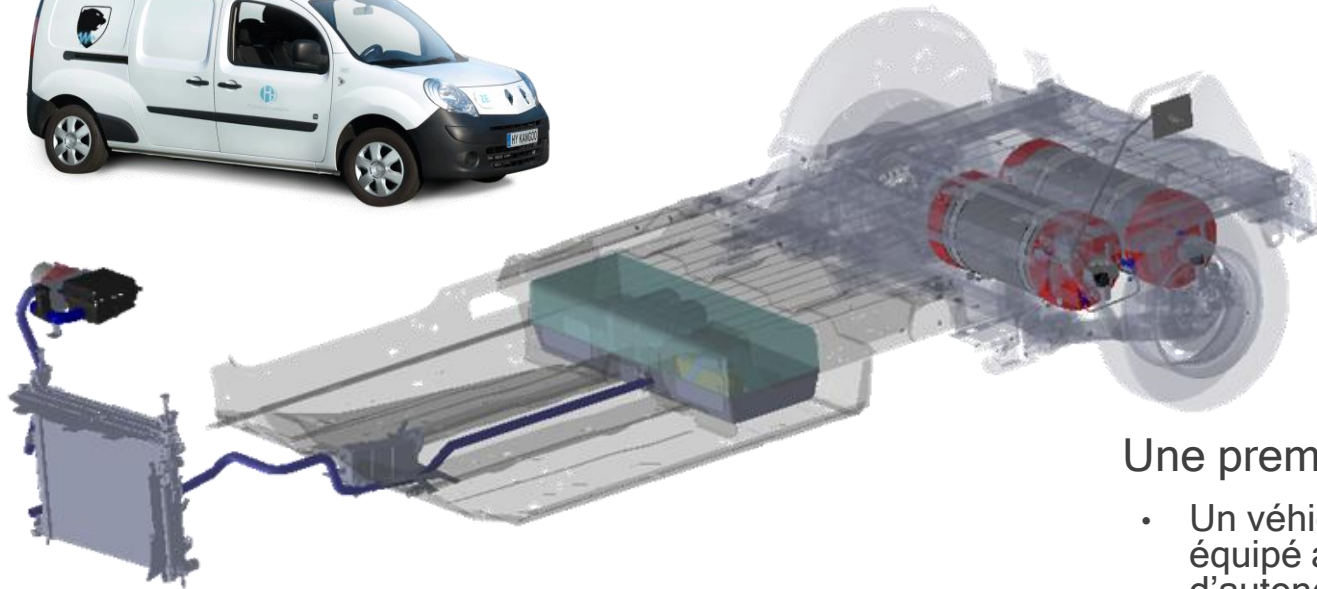
+







# HYKANGOO : L'HYBRIDATION BATTERIES/PAC H<sub>2</sub>



Inside



## Une première mondiale

- Un véhicule électrique de série équipé avec un prolongateur d'autonomie H<sub>2</sub>
- Présenté au Mondial de l'Auto Paris 2012
- Premiers déploiements en France (Solvay Group, La Poste)
- Immatriculé en Avril 2014



## H<sub>2</sub> RANGE-EXTENDED BEV IN PRACTICE...



*“The fuel cell solution improves winter working conditions for postal workers by providing better heating and defogging without impacting battery performance. In addition, it makes replacing the diesel vehicles that are used today for longer routes possible. This will significantly improve our level of global CO<sub>2</sub> emissions”.*  
Jean-François Courtoy, Industrial Director at La Poste in Franche Comté



# ET DES APPLICATIONS DE FORTE PUISSANCE DANS TOUS LES CONTEXTES TRANSPORTS...

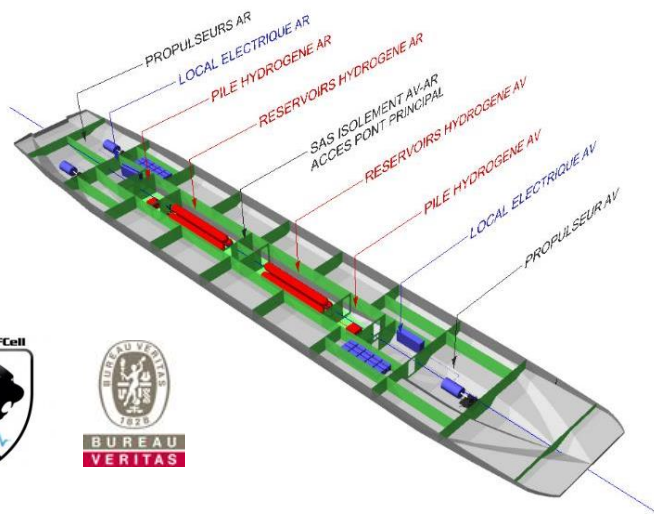
365 jours par an, 2,5 M de clients

> Plus de 1 M de litres de gasoil

Projet Airéo : Le premier bateau PAC-H<sub>2</sub> à 1000 passagers



A.M.O Facili



- 1000 passagers assis
- 500 kW avec 3 moteurs électriques (PAC H<sub>2</sub> de Symbio FCell)
- 180 kg H<sub>2</sub> pour 3 x 8 heures d'utilisation
- 60 mètres de long, 10 mètres de large
- Poids total 350 tonnes
- Vitesse de croisière 12 Km/h



# SOLUTION DE STOCKAGE SOUS PRESSION

20, 35, 50, 70 MPa

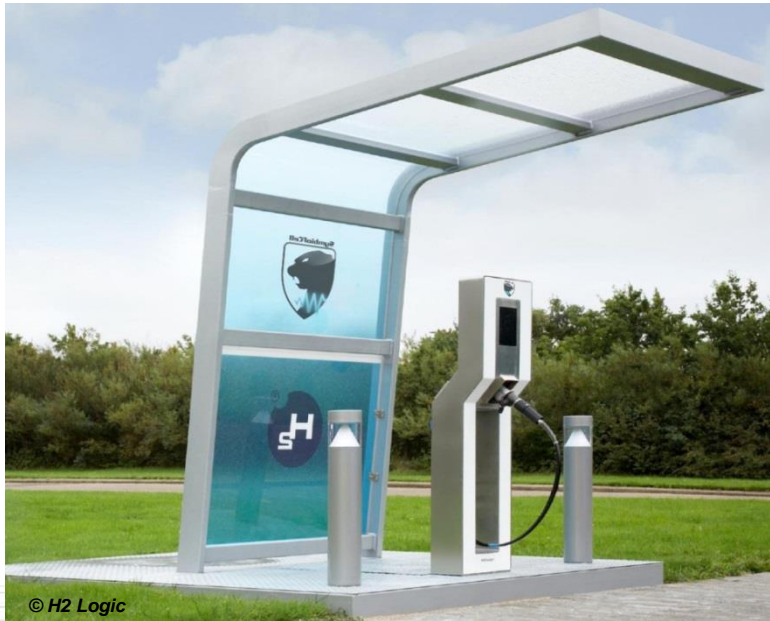
De à 1 plusieurs centaines  
de kg H<sub>2</sub>





# PETITES OU GRANDES STATIONS, RECHARGE EN 4-6 MN

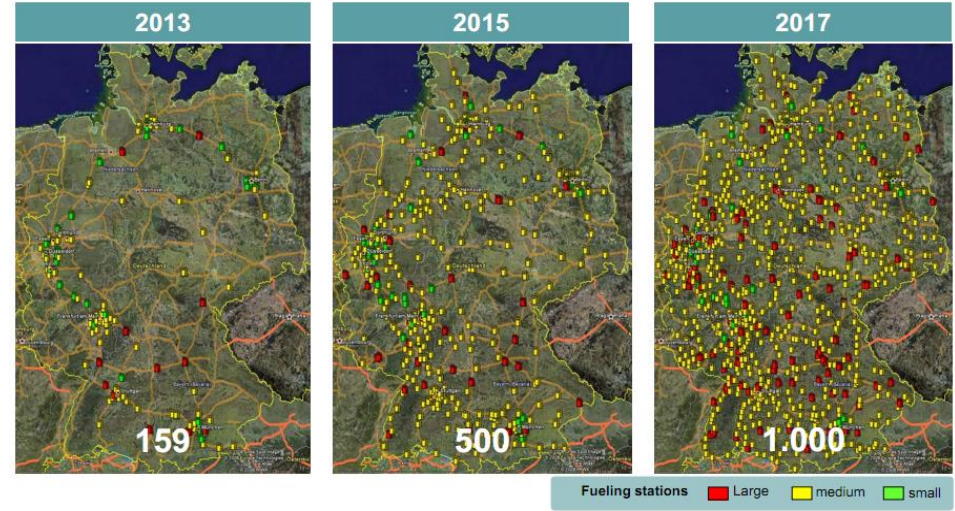
Des technologies éprouvées héritées du Gaz naturel



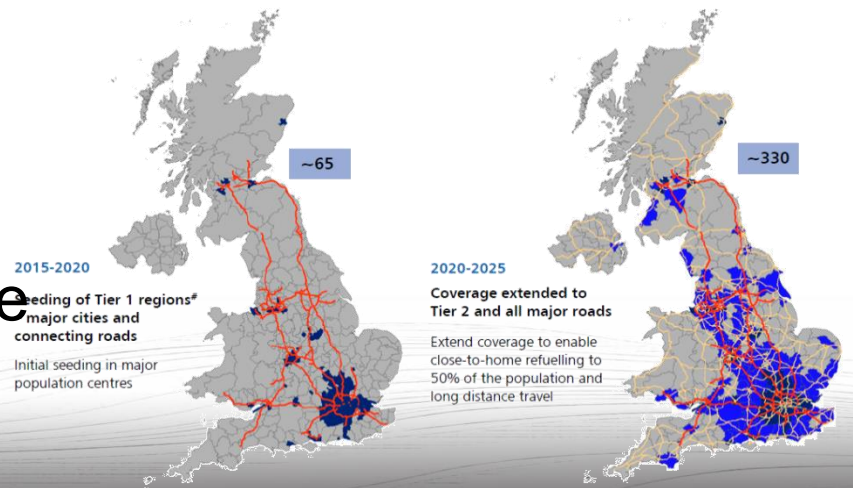


# DES PROGRAMMES DE DÉPLOIEMENT DES STATIONS

## H2 Mobility Allemagne



## H2 Mobility UK



Denmark, Switzerland, Norway... France



# HYUNDAI IX35 FUEL CELL

US-Californie : Location  
499\$/mois

H<sub>2</sub> illimité INCLUS



**Symbio FCell**



---

# THANK YOU

© 2013 SymbioFCell. All rights reserved. SymbioFCell Proprietary Information. The information contained in this document is protected by international laws relating to intellectual property. This document and the information contained herein may not be summarized, translated, modified, copied or otherwise adapted to a third party's needs without the written permission of SymbioFCell. All information is subject to change without notice and SymbioFCell does not warrant the information's accuracy or correctness. SymbioFCell and the SymbioFCell logo are trademarks, service marks or registered trademarks or service marks of SymbioFCell