COREE DU SUD
LES PROGRAMMES « HYDROGENE ET PILES A COMBUSTIBLE »

Sommaire

1. ***Historique***
2. ***Les acteurs publics***
3. ***Les applications stationnaires et routières***
4. ***Normes et réglementation***
5. ***La formation***
6. ***Bibliographie***

1. Historique

C'est en 1987 qu'apparurent les premières informations concernant le développement des technologies hydrogène et piles à combustible en Corée du Sud. En 2003, le gouvernement coréen lance un programme pluriannuel et en 2008 est lancé le *'3rd Basic Plan for the Development of New and Renewable Technology'* concentré sur six grandes technologies dont l'hydrogène et les piles à combustible. En 2014 est annoncé le *4ième Basic Plan for NRE* (New and Renewable Energies) qui inclut des propositions pour atteindre 11% de le fourniture totale d'énergie grâce aux renouvelables d'ici 2035.

2. Les acteurs publics

Le tableau de la figure 1, publié par le KETEP (*Korea Energy, Technology Evaluation and Planning Agency*), en 2010, était l'illustration de la feuille de route de la Corée à l'époque.

En janvier 2019, la volonté de publier une feuille de route « *Hydrogen Economy* » est officiellement affichée. Sa mise en œuvre sera menée par les entités publiques suivantes :

- MOITE (*Ministry of Trade, Industry and Energy*)
- MOEF (*Ministry of Economy and Finance*)
- MSIT (*Ministry of Science, Technology and ICT*)
- MOE (*Ministry of Environment*)
- MOLIT (*Ministry of Land, Infrastructure and Trade*)
- MOF (*Ministry of Oceans and Fisheries*)

Ces six ministères ont divisé le domaine de la technologie hydrogène en cinq parties:

- Production,
- Stockage et transport,
- Production d'énergie et utilisation industrielle,
- Mobilité et sûreté,
- Applications environnementales et infrastructures.

La référence bibliographique (1) fournit les objectifs 2050 des véhicules à pile à combustible (FCEV) et stations-service (HRS – Hydrogen Refueling Stations) (cf. Fig. 2) tels qu'ils étaient vus en décembre 2015.

En mars 2019, a été inauguré le *Hydrogen Energy Research Center* à Gwangju en compagnie du *Korea Institute of Energy Research (KIEP),* du *Korea Institute of Machinery and Materials et* du *Korea Automotive Technology Institute* qui en assurera le fonctionnement.

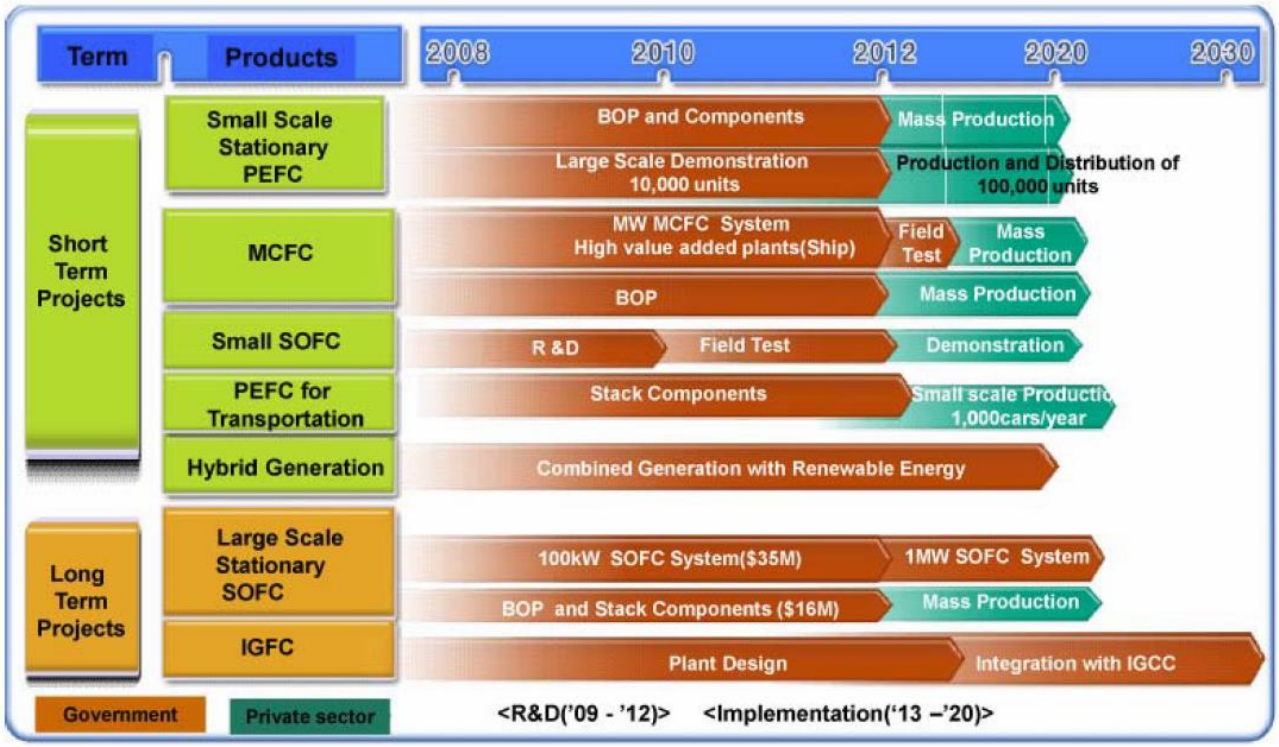


Figure 1 - Feuille de route 2010 du KETEP

	2015	2020	2025	2030	2050
No. of FCEV	71	10,000	100,000	630,000	7,000,000
Price (10,000 won)	8,500	5,000	4,000 (?)		
Capacity (kg/day) (Max No. of FCEV/unit)		250 (500/unit)	500 (1,000/unit)	1,000 (2,000/unit)	1,500 (3,000/unit)
Total No. of HRS	12	100	210	520	1,500
Type of HRS	**Off-site**	**Off-site** On-site	**Off-site** **On-site**	Off-site **On-site**	

※ Type of HRS depending on H_2 supply methods
- **Off-site**: Supply hydrogen produced away from a H_2-demand site
- **On-site**: Supply hydrogen produced from a H_2-demand site (need a fuel for H_2 production)

4

Figure 2 – Objectifs 2050 pour les FCEV et HRS (1)

Le MOITE a annoncé en mai 2019 qu'il a l'intention de mettre en place 18 sites de production d'hydrogène d'ici 2022. Les trois premiers sont à Seoul, Changwon et Samcheok. Ils utilisent du LPG et du LNG. Ils produisent entre 1 et 1,3 t/jour pour alimenter 30 à 40 bus.

Par ailleurs, les prévisions suivantes jusqu'à 2040 ont aussi été fournies :
- Bus à hydrogène : de 35 unités en 2019 à 2 000 en 2022 et 41 000 en 2040,
- Piles à combustible : de 307,6 MW en 2018 à 1,5 GW en 2022 et 15 GW en 2040,
- Générateurs à pile à combustible pour l'habitat particulier et collectif: objectifs 2040 : 2,1 GW
- Hydrogène : de 130 kt en 2018, à 470 kt et 5 260 kt en 2040 à 2,2€/kg.

Aspects financiers

La référence bibliographique (1) fournit l'évolution des financements publics depuis l'année 2000 jusqu'à fin 2018. Elle est représentée sur la figure 3.

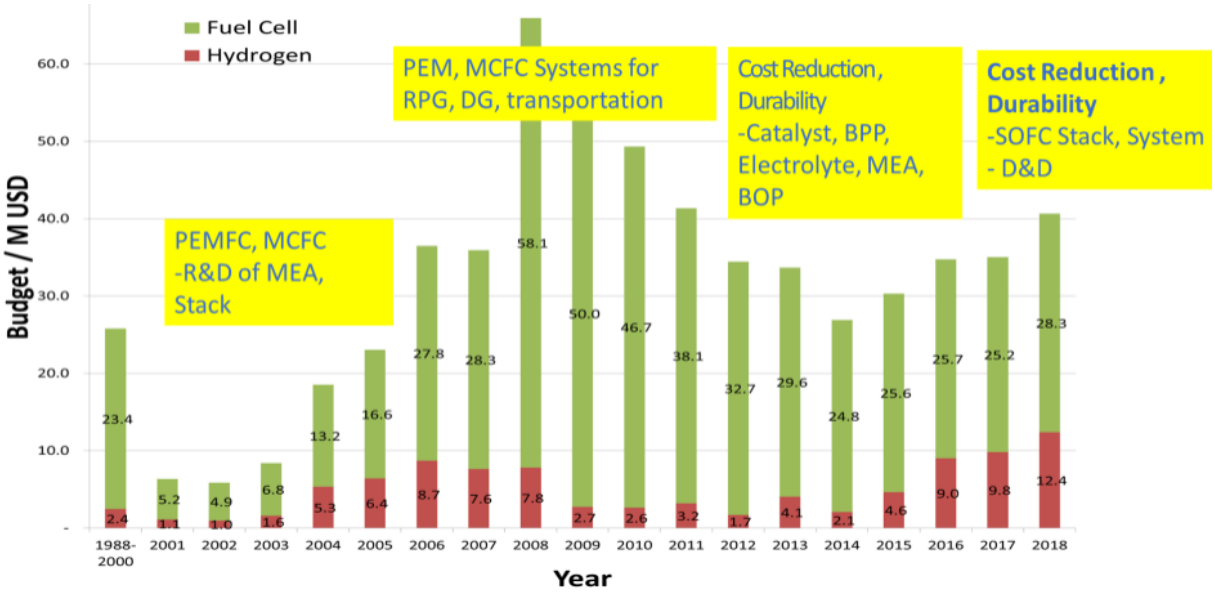


Figure 3 – Evolution des financements publics depuis 2000.

Association

Il a été créé en 2014 une association des industriels concernés par le sujet: il s'agit du KHIA[1] *(Korean Hydrogen Industry Association*). Ses missions sont les suivantes:
- suivre les bilans des fournitures et des demandes
- supporter la R&D et conseiller les politiques
- planifier la fabrication et la distribution d'hydrogène.

3 - Les applications

L'essentiel des applications qui intéressent les coréens est concentré sur deux domaines : les applications stationnaires et les applications routières, même si la Corée est aussi présente dans les secteurs du portable (en technologie DMFC) et des APU (en technologie SOFC).

3.1 - Les applications stationnaires

Ce domaine d'applications a été divisé en 3 secteurs :
- Le résidentiel de puissance 1 kWe, avec une cogénération thermique valorisée,
- L'industriel dans la gamme 5-100 kWe,
- La production décentralisée dans la gamme 100 kWe – 3 MWe.

3.1.1 – Les applications résidentielles

Les premiers développements ont débuté en 1996 avec le KIER (*Korea Institute of Energy Research*) et les premières démonstrations sur site réel ont débuté en 2006. La puissance électrique adoptée est de 1 kWe (+ 1,3 kWth) pour une unité fonctionnant en cogénération alimentée en gaz naturel. La seconde phase du programme de démonstration a débuté en 2010. Le KETEP avait initialement

[1] http://ckbc.ca/wp-content/uploads/2016/01/Hydrogen-Industry-Korea.pdf

prévu l'installation de 300 unités en 2011 et 500 en 2012; néanmoins l'état de la mise en place, dans le cadre du *Green Home Distribution Plan* en 2015, était de 400 installations réalisées. Ce plan en prévoit 100 000 en 2020.
Les industriels actifs sont les suivants : *Doosan* avec 4 produits dans la gamme 600 W – 10 kW et *S-Fuel Cell*[2] dans la gamme 1 – 10 kW …. Mais il semble que ce secteur soit délaissé en 2020 au profit des grosses installations…

3.1.2 – Les applications industrielles

Des modules et des systèmes de 5 à 180 kW en technologie SOFC sont développés par le KEPRI (*Korea Electric Power Research Institute*), *Samsung SDI* (en technologie tubulaire) et *POSCO Power*.

3.1.3 – La production décentralisée

Ce sont les technologies PAFC et MCFC qui prévalent actuellement en Corée.

a) - La technologie PAFC (cf. Fiche 5.2.4).

Elle a été initialement développée par l'américain *UTC Power*, puis par *ClearEdge* qui l'a ensuite cédée au coréen *Doosan Heavy Industries* en juillet 2014. C'est sa filiale américaine *Doosan Fuel Cell America, Inc*.[3] qui commercialise le produit PureCell® Model 400 (cf. Fig. 4). Fin 2018 Doosan avait installé 327 unités (dont 238 en Corée) fournissant 144 MWe et avait enregistré des commandes pour 383 unités fournissant 169 MWe.

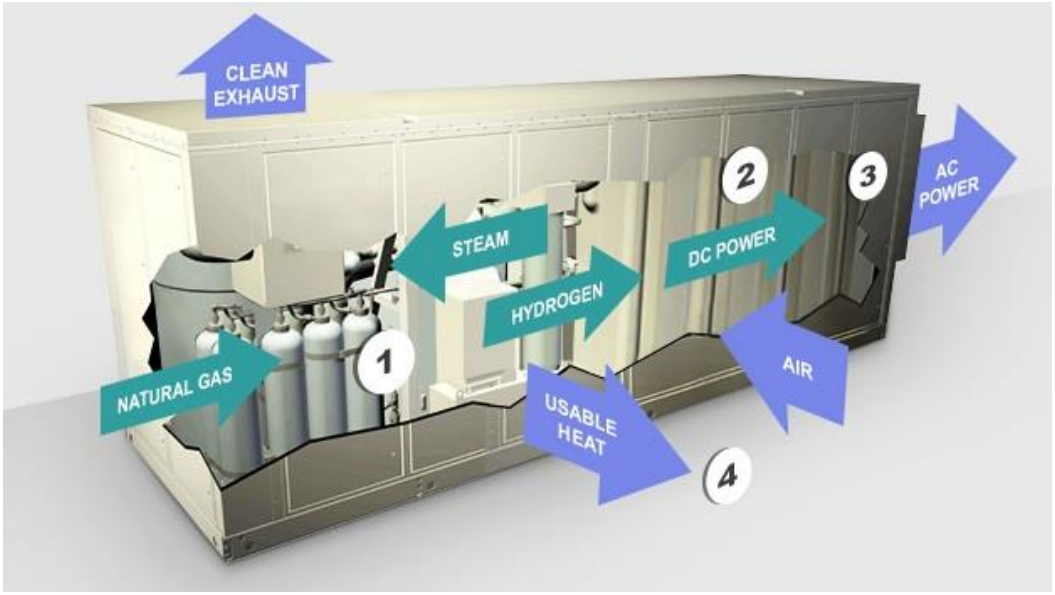


Figure 4 - Schéma de principe du système **PureCell** (400 kWe)

b) - La technologie MCFC (cf. Fiche 5.2.5).

Elle est portée en *Corée par POSCO Energy*[4] qui commercialise, sous licence, un produit conçu par l'américain *FuelCell Energy (FCE)*. Elle commercialise des unités (baptisées *Direct FuelCell*®) de 300 kWe, 1,4 et 2,8 MWe.

[2] https://fuelcellsworks.com/news/korea-s-fuel-cell-exports-hydrogen-fuel-cells-for-buildings-to-china/

[3] http://www.doosanfuelcell.com/en/main.do

[4] http://eng.poscoenergy.com/eng/renew/_service/main.asp

Les premières unités de 300 kWe ont été installées par *POSCO Energy* entre 2004 et 2007 (3 modules DFC300 à Pohang, Kwangju et Séoul, les deux premiers alimentés en gaz naturel et le 3ème en biogaz.
POSCO Energy a achevé, en avril 2011, une usine d'assemblage de modules et systèmes (figure 5) d'une capacité de production de 100 MWe par an, elle-même équipée d'une unité de 2,4 MWe. En mai 2011, FCE a annoncé que POSCO lui avait passé commande pour une puissance de 70 MWe. Cet accord a été étendu, en mars 2012, à 120 MWe.
Quelques réalisations:

- Une unité de 5,6 MWe à Busan,
- Une unité de 60 MWe à Hwaseong alimentée en gaz naturel et biogaz,
- Une unité de 11,2 MWe (4 modules DSFC 3000) mise en service en mars 2012 (la plus grosse du monde en service début 2012) à Daegu City, fonctionnant en cogénération.

Figure 5 – L'usine de POSCO Energy achevée en avril 2011

En 2018, la capacité installée en Corée par POSCO était de 172 MW.

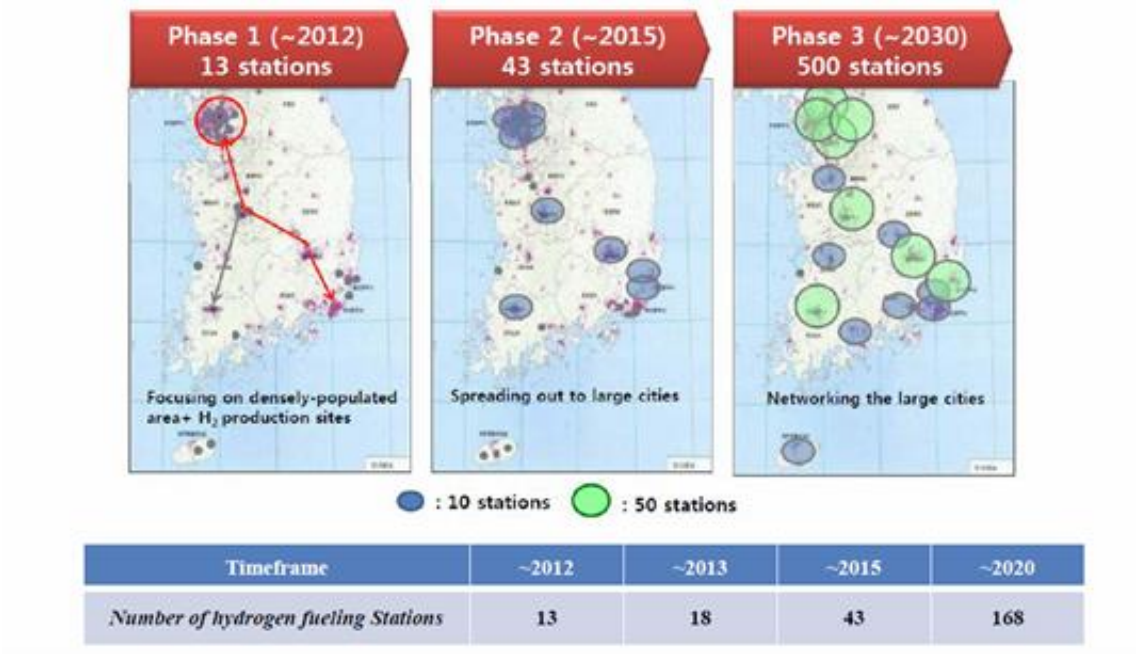
Par ailleurs, des développements sont en cours en technologie SOFC.

3.2 - Les applications routières

Ces applications sont détaillées dans la fiche 9.1.9 ; s'y rapporter.
En juin 2018 la Corée a clairement affiché sa volonté de devenir le leader mondial dans le domaine des véhicules légers

3.3 - Les stations-service

La Corée (Ministère de l'Environnement) s'est donné un plan ambitieux d'équipement en stations-service à hydrogène qui est illustré sur la figure 6.



Timeframe	~2012	~2013	~2015	~2020
Number of hydrogen fueling Stations	13	18	43	168

Figure 6 - Le plan d'implantation des stations-service hydrogène - Source IPHE 2014

4. Normes et réglementation

Le tableau de la figure 7, édité par la Corée (KIST) en 2004, donne une idée de l'organisation sur le sujet.

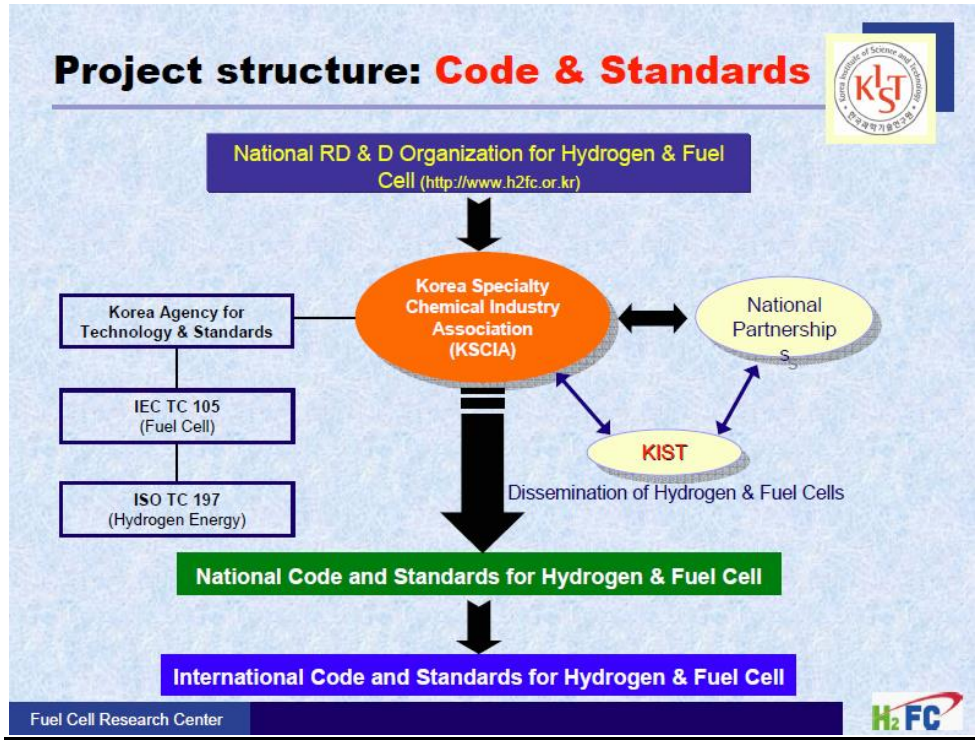


Figure 7 – Normes et règlements en Corée (2004)

5. La formation

La Corée a inscrit la thématique « hydrogène et piles à combustible » dans certains cycles universitaires :

- Deux universités (*Chonbuk National University* et *Yonsei University*) l'ont intégrée depuis 2006 à ses cycles de formation supérieure (Master et PhD)
- En 2009, une troisième université l'a intégrée à son tour.

6. Bibliographie

(1) Fuel cells activities in Korea (novembre 2018):
https://www.energyagency.at/fileadmin/dam/image/projekte/energie_klimapolitik/Hylaw_ExCo_Nov18/Praesentationen/181106_KIST_Presentation__Doosan_Added_.pdf

(2) South Korean Fuel Cell Industry Developments (Février 2019)
http://www.fchea.org/in-transition/2019/2/19/south-korean-fuel-cell-industry-developments

(3) South Korea's Hydrogen Strategy and Industrial Perspectives (Mars 2020)
https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/sichao_kan_hydrogen_korea_2020_1.pdf

(4) Hydrogen Economy Plan in Korea (Janvier 2019)
https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/03/Hydrogen-economy-plan-in-Korea.pdf