

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour diagnostiquer en temps réel l'état de fonctionnement d'un système électrochimique (1, 30) comprenant un empilement de cellules, ce procédé comprenant des étapes pour réaliser des mesures de tension aux bornes desdites cellules, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :
- un traitement des mesures de tension ainsi réalisées en temps réel pour en extraire des formes d'onde spécifiques (40),
 - une transformation (62) desdites formes d'onde spécifiques (40) pour en générer des points (65) spécifiques du fonctionnement temps-réel dudit système électrochimique (1, 30), et
 - une comparaison desdits points (65) spécifiques du fonctionnement temps-réel et de points (75) spécifiques d'un fonctionnement hors-ligne dudit système électrochimique (1, 30) qui sont issus d'une transformation (73) de formes d'onde spécifiques (74) extraites de mesures de tension (78) effectuées hors ligne alors que ledit système électrochimique (1, 30) est placé dans des états de fonctionnement connus incluant des états de défaut, de façon à produire des informations (69) sur l'état de fonctionnement temps-réel dudit système électrochimique (1, 30).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les étapes de mesure de tension de cellule sont effectuées périodiquement.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les formes d'onde spécifiques (40, 74) extraites des mesures de tension effectuées hors-ligne et/ou en temps réel sont soumises à une transformation mathématique (62, 73) - appelée « Shapelet Transform » - pour créer des points spécifiques (65, 75).
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les points spécifiques sont identifiés dans un espace bidimensionnel (2D) puis classés dans un espace tridimensionnel (3D).

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que des points spécifiques sont classés au moyen d'une fonction (63, 76) de type SSM-SVM (pour « Sphere Shaped Multi-Class – Support Vector Machine »).
- 5 6. Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que des points spécifiques sont classés au moyen d'une fonction de type kNN (pour « K Nearest Neighbor »).
7. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que des points
10 spécifiques sont classés au moyen d'une fonction de type GMM (pour « Gaussian Mixture Model »).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une constitution initiale d'une
15 base de données par apprentissage (71) sur des états de fonctionnement connus du système électrochimique (1, 30), qui sont testés hors ligne.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, mis en œuvre pour diagnostiquer l'état de fonctionnement d'une pile à
20 combustible (30), caractérisé en ce que les états de fonctionnement connus testés hors ligne comprennent tout ou partie des états suivants : Fonctionnement Normal, Pression basse hydrogène, Stœchiométrie basse du côté Air, Assèchement, Noyage, Pression élevée.
- 25 10. Système pour diagnostiquer l'état de fonctionnement en temps réel d'un système électrochimique (1, 30) comprenant un empilement de cellules, mettant en œuvre le procédé de diagnostic selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant des moyens pour mesurer les tensions aux bornes desdites cellules, caractérisé en ce qu'il comprend en
30 outre :
- des moyens pour traiter les tensions ainsi mesurées pour en extraire des formes d'onde spécifiques,
 - des moyens pour transformer lesdites formes d'onde spécifiques pour en générer des points spécifiques du fonctionnement temps-réel dudit
35 système électrochimique, et

- des moyens pour comparer lesdits points spécifiques du fonctionnement temps-réel et des points spécifiques d'un fonctionnement hors-ligne dudit système électrochimique qui sont issus d'une transformation de formes d'onde spécifiques extraites de mesures de tension effectuées hors ligne alors que ledit système électrochimique est placé dans des états de fonctionnement connus incluant des états de défaut, de façon à extraire des informations sur l'état de fonctionnement temps-réel dudit système électrochimique.
- 10 11. Système de diagnostic selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens pour transformer les formes d'onde spécifiques extraites des mesures de tension effectuées hors-ligne et/ou en temps réel, de façon à créer des points spécifiques.
- 15 12. Système de diagnostic selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens pour identifier les points spécifiques dans un espace bidimensionnel (2D) et des moyens pour classer lesdits points spécifiques ainsi identifiés dans un espace tridimensionnel (3D).
- 20 13. Système de diagnostic selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une base de données par apprentissage sur des états de fonctionnement connus dudit système électrochimique.
- 25 14. Système électrochimique comportant un empilement de cellules, intégrant un système de diagnostic selon l'une quelconque des revendications 10 à 13.
- 30 15. Système électrochimique selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte une pile à combustible.