

VISITE TECHNIQUE DU LABORATOIRE DE FUSION FROIDE DE L'ENEA À FRASCATI

COMPTE RENDU DE LA MISSION EFFECTUÉE LE 20 OCTOBRE 2003

Participants :

- ENEA, Unità Tecnico Scientifica Fusione, Centro Ricerche Frascati, Roma (Italy) :
Antonella DE NINNO, Antonio FRATTOLILLO, Antonetta RIZZO
- INFN Sezione Milano, Via Celoria 16, 20133 Milan (Italy) :
Emilio DEL GIUDICE
- CEA Bruyères-le-Châtel :
Jean-Luc FLAMENT (DAM/DPTA), Éric LEDUC (DAM/DASE)
- CEA Saclay :
Gérard SANTARINI (DEN/DPC)

1) CONTEXTE

Le 4 mars a eu lieu au Siège du CEA une réunion, organisée par le Chef de Cabinet du Haut Commissaire, où EDF a présenté des résultats de "fusion froide" et manifesté son souhait que le CEA s'implique (à nouveau) dans ce type de recherche. Le 16 juillet, toujours dans le même contexte, Emilio DEL GIUDICE, théoricien de l' INFN Sezione Milano (Milan, Italie), Antonella DE NINNO et Antonio FRATTOLILLO, chercheurs à l'ENEA (Centre de Recherche de Frascati, Rome, Italie), ont présenté au Siège du CEA, devant plusieurs experts du CEA, leurs travaux relatifs à des expériences de fusion froide. Un document qui détaille le principe et les résultats de ces expériences a été distribué à cette occasion [1]. Ce document est joint en annexe 1 ; il a été complété par des copies des publications faites récemment par cette équipe [2,3]. La théorie de fusion froide développée par Emilio DEL GIUDICE pour expliquer les phénomènes observés, ainsi que les interprétations qui sont faites des résultats, a soulevé plusieurs critiques mais les résultats expérimentaux méritent une investigation approfondie. Le Haut Commissaire a donc souhaité qu'un petit groupe d'experts du CEA puisse donner un avis sur ces expériences effectuées à l'ENEA et une visite technique du laboratoire a été organisée par le Cabinet du Haut Commissaire. Les experts choisis étaient Jean-Luc FLAMENT, Éric LEDUC et Gérard SANTARINI et la visite a eu lieu le 20 octobre 2003.

Notre visite a été préparée par des échanges, quelques jours avant, de questions et réponses (voir l'annexe 3). Elle s'est déroulée en trois temps : la matinée a été consacrée à des échanges scientifiques approfondis. En début d'après-midi, l'installation nous a été présentée et de nombreuses explications nous ont été données. Une expérience avec de l'eau lourde a été commencée devant nous, ce qui nous a permis de bien nous rendre compte de l'ensemble du protocole expérimental. La discussion scientifique a continué en fin d'après-midi. Le présent compte rendu présente tout d'abord les faits observés (§ 2). Il expose ensuite l'ensemble de la discussion, rassemblée, par souci de continuité, dans un même paragraphe (§ 3) puis les commentaires relatifs à la visite de l'installation (§ 4) et enfin quelques remarques conclusives. Plusieurs annexes y sont jointes : le document d'origine (annexe 1), un rappel sur l'état des connaissances concernant l'hydrure de palladium (annexe 2), la liste des questions et réponses

Si la mesure de la résistance se fait correctement, la correspondance entre résistance électrique et taux d'hydruration est plus délicate, car la résistance électrique dépend d'un grand nombre de paramètres :

- La résistance initiale de l'électrode en palladium ne correspond pas exactement à la valeur théorique : on mesure environ 3 k Ω contre 1 k Ω calculé. Cela est probablement dû à des défauts de structure de l'électrode introduits au moment de sa fabrication.
- Les courbes d'étalonnage sont assez dispersées [9]. Ces variations ont été attribuées aux contraintes induites par l'hydruration, qui peuvent générer une microfissuration perturbant l'écoulement du courant électrique.
- Lorsque l'on fait plusieurs cycles sur la même électrode, la variation de la résistance au cours de l'expérience n'est pas la même : au cours du premier cycle, la résistance passe par un maximum lorsque la concentration atteint le taux de 0,7, en accord avec la courbe d'étalonnage : un tel comportement est observé en particulier sur la figure 8 page 15 du document de référence [1] ou la figure 2 de la présentation ICCF9 [2]. Au contraire, lors des cycles suivants, le maximum de résistance disparaît, comme on peut le voir sur la figure 3 du même document [2]. Cela indique que l'électrode a été modifiée, soit mécaniquement avec des fissures, soit chimiquement avec un dépôt plus ou moins important de lithium [10,11]. Si la mesure de la résistance électrique reste un paramètre essentiel pour suivre l'évolution de l'expérience, elle ne permet donc pas une détermination précise et fiable du taux d'hydruration dans un contexte aussi perturbé que celui de l'expérience présente.

5) REMARQUES CONCLUSIVES

Les commentaires suivants pourront servir de conclusion.

- Les phénomènes observés restent très faibles, toujours à la limite du détectable et ne peuvent être mis en évidence qu'avec des moyens de mesure très élaborés. Cela peut expliquer la difficulté à reproduire ce genre d'expérience, et le nombre de résultats négatifs publiés. Les interprétations restent hasardeuses, et il convient de balayer toutes les possibilités d'explication « classiques » avant d'en avancer d'autres.
- L'observation de fusion partielle de l'électrode demande à être reproduite avant de pouvoir être retenue ; les mesures d'excès de production de chaleur restent difficiles à interpréter compte tenu du nombre important de sources d'énergie possibles ; la mesure la plus déterminante est celle de dégagement d'hélium. Ce dégazage, bien que très faible, est incontestable et n'a pas d'explication "classique" évidente.
- Il apparaît clairement que, face à ces difficultés, seuls des essais comparatifs (en eau lourde et en eau légère dans des conditions strictement identiques) pourraient établir ou non la réalité du phénomène.
- Pour éviter les phénomènes de recombinaison, il est hautement souhaitable que les compartiments anodique et cathodique soient séparés.
- Par rapport aux indications des différentes publications, un apport important de notre visite est que les phénomènes observés, s'ils nécessitent un taux d'hydruration important, ne se

limitent pas forcément au courant et au taux d'hydruration maximum. Cette observation reste pour le moment qualitative, elle nécessiterait d'être quantifiée, ce qui demande un nombre important d'expériences. Elle peut être rapprochée du fait que ces phénomènes sont observés alors même que la densité de courant, et donc probablement le taux d'hydruration, est ici très inférieur à ce qu'il était dans d'autres expériences.

- La valeur réelle du taux d'hydruration reste mal connue ici, mais les phénomènes reportés ne semblent pas impliquer que ce taux soit anormalement élevé ; aucun indice dans l'expérience ni les publications ne permet de supposer que ce taux dépasse la limite théorique $H/M=1$, comme cela a été évoqué dans les interprétations.

REFERENCES

1. A. De Ninno, A. Frattolillo, A. Rizzo, E. Del Giudice, G. Preparata Rapport RT2002/41/FUS, Novembre 2002
2. E. del Giudice, A. De Ninno, A. Frattolillo, M. Porcu, A. Rizzo Proc. of ICCF9, Beijing (chine) 19-24 Mai 2002, p. 82
3. E. del Giudice, A. De Ninno, M. Fleischmann, A. Frattolillo, G. Mengoli Proc. of ICCF9, Beijing (chine) 19-24 Mai 2002, p. 87
4. T. A. Green, T. I. Quickenden, J. of Electroanal. Chem. 368 (1994) 121
5. O. Yamazaki, H. Yoshitake, N. Kamiya, K.-I. Ota, J. of Electroanal. Chem. 390 (1995) 127
6. T.A. Green, T.I. Quickenden, J. of Electroanal. Chem. 389 (1995) 91
7. J. P. Burger, S. Senoussi, B. Soufaché, J. of less common metals, 49 (1976) 213
8. G. Bambadikis, R.J. Smith, D.A. Otterson, Phys. Rev. 177 (1968) 1044
9. A.K.M. Fazle Kibria, T. Tanaka, Y. Sakamoto, Int. J. Hydrogen Energy, 23 (1998) 891
10. A. Czerwinski, Electrchim. Acta 39 (1994) 431
11. O. Yamazaki, H. Yoshitake, N. Kamiya, K.-I. Ota, J. of Electroanal. Chem. 390 (1995) 127