

DREV TN-2062/73
PROJ: 97-01-19

NON CLASSIFIÉ
UNCLASSIFIED

FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRÉLIMINAIRES

C. Desmeules* et J.-P. Drolet



CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DEFENSE

DEFENCE RESEARCH ESTABLISHMENT

VALCARTIER

DEFENCE RESEARCH BOARD

CONSEIL DE RECHERCHES POUR LA DÉFENSE

Québec, Canada

November novembre 1973

100 4
100 11
100 17

100 100 100
100 100 100

DREV TN-2062/73
PROJ 97-01-19

NON CLASSIFIE
UNCLASSIFIED

FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES

par

C. Desmeules* et J.-P. Drolet,

09/13
10/15
07/11

*Adjoint aux recherches, étudiant au Département de
métallurgie de l'Université du Québec à Chicoutimi, P.Q.

CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DEFENSE
02040 DEFENCE RESEARCH ESTABLISHMENT

VALCARTIER,

Tel: (418) 844-4271

100 100 100 100 100 100 100 100 100 100

RESUME

On étudie le frittage de la poudre d'uranium dans différentes conditions en vue de fabriquer des revêtements pour les charges creuses en utilisant les techniques de la métallurgie des poudres. On montre que la densité absolue atteinte lors du frittage de la poudre non comprimée ne dépasse pas 11.4 Mg/m^3 , soit 60% de la valeur théorique, que celle obtenue sous pression isostatique à froid variant entre 276 et 1656 MPa est comprise entre 12 et 16 Mg/m^3 , et qu'une densité absolue de 17.5 Mg/m^3 peut être réalisée par frittage sous charge. Ces essais de frittage sous charge effectués sous pression ou à température variable soulignent également l'influence de la granulométrie et l'accroissement subit du retrait à 983°K . La majorité des expériences furent réalisées avec une poudre de $200 \mu\text{m}$, mais quelques-unes avec une poudre fine obtenue par décomposition de l'hydrure d'uranium. (NC)

ABSTRACT

50/ The sintering of uranium powder has been studied under different conditions with the main objective of making shaped charge liners by powder metallurgy. It is shown that pressureless sintering of uranium powder yields a density below 11.4 Mg/m^3 , 60% of the theoretical density, that the density obtained by isostatic cold pressing varies between 12 and 16 Mg/m^3 for pressure between 276 and 1656 MPa, and that a density of 17.5 Mg/m^3 can be obtained by hot pressing. Hot pressing experiments at different pressures and temperatures also show the influence of the particle size on the shrinkage of uranium powder and a sudden increase in shrinkage at 983°K . All the experiments were performed either with a commercial uranium powder or with a very fine powder obtained by decomposition of uranium hydride. (U) //

TABLE DES MATIERES

RESUME/ABSTRACT	i
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 TECHNIQUES EXPERIMENTALES	1
2.1 Préparation de la poudre	1
2.2 Conditions de frittage et de compactage	3
3.0 RESULTATS ET DISCUSSIONS	3
3.1 Frittage de la poudre non comprimée	3
3.2 Compactage isostatique à la température ambiante	5
3.3 Frittage sous charge	7
4.0 CONCLUSIONS	7
REMERCIEMENTS	8
REFERENCES	9
DISTRIBUTION	10
TABLEAU I	
FIGURES 1 à 3	

1.0 INTRODUCTION

En raison de certaines de ses propriétés (densité, disponibilité et coût peu élevé comparativement à d'autres métaux de haute densité), l'uranium peut être avantageusement utilisé pour certaines applications industrielles et militaires. Dans le domaine militaire, les applications sont nombreuses: l'uranium peut servir de contrepoids dans les avions et les hélicoptères, d'écran protecteur contre les radiations pour les véhicules utilisés dans des régions récemment soumises à des attaques à la bombe atomique et aussi comme arme offensive. Cette dernière application a fait l'objet de recherches intensives (1) au CRDV pendant la dernière décennie. On croit qu'il serait également avantageux d'utiliser ce métal comme revêtement pour les charges creuses, étant donné que leur pouvoir de pénétration dans les cibles augmente avec la densité du métal utilisé comme revêtement (2). L'uranium conviendrait à ce genre d'application à condition, toutefois, qu'il soit assez ductile pour supporter de fortes déformations.

Un des moyens d'augmenter la ductilité de l'uranium consiste à réduire la taille moyenne des grains. Afin d'obtenir une structure à grains fins, on élimine, en général, la structure de solidification en faisant recristalliser des échantillons en phase α , préalablement déformés à chaud ou à froid. Lorsqu'il s'agit ensuite de fabriquer des revêtements de forme conique, il suffit de déformer un disque d'uranium de ductilité maximale dans un moule approprié.

Comme ce procédé est fastidieux et lent, nous avons pensé qu'il serait plus rapide, et économiquement plus rentable, de fabriquer ces cônes en une seule opération à partir des techniques de la métallurgie des poudres. Le principe fondamental de cette technique consiste en une opération, appelée frittage, effectuée pour réaliser une agglomération de poudre et ainsi former des corps de rigidité suffisante par diffusion à l'état solide. Cette technique offre l'avantage de pouvoir mouler un métal sans que l'on soit obligé de le fondre, ce qui évite les problèmes de solidification et permet un meilleur contrôle de la microstructure et des propriétés mécaniques. Comme le frittage est essentiellement un processus gouverné par la diffusion, la granulométrie, la surface spécifique, la contamination de la surface des particules, la température, l'atmosphère du four, etc... contrôlent la vitesse de densification, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle les poudres s'agglomèrent. Le but principal de ce travail est donc de déterminer l'influence de la granulométrie, de la température et de la pression sur la densification des poudres d'uranium frittées dans différentes conditions. Les résultats préliminaires de nos essais sont présentés dans ce document.

2.0 TECHNIQUES EXPERIMENTALES

2.1 Préparation de la poudre

Au cours des essais, nous avons utilisé deux types de poudre

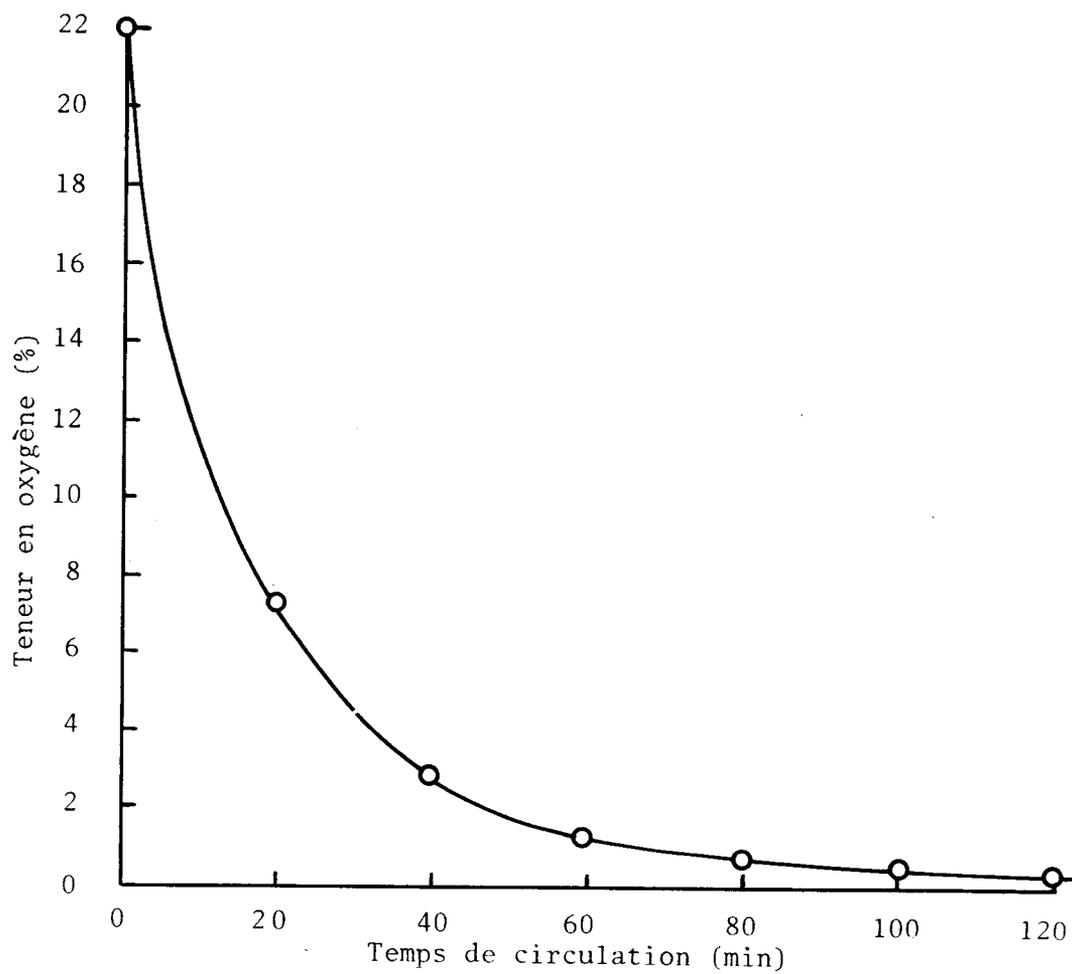


FIGURE 1 - Concentration d'oxygène dans la boîte à gants en fonction du temps de circulation de l'argon

d'uranium, l'un à grains relativement gros (200 μm), de fabrication industrielle, et l'autre à grains fins (1 à 10 μm), fabriqué dans nos laboratoires à partir des rebuts d'uranium solide. Dans la méthode de fabrication (3), on fait réagir l'uranium solide avec de l'hydrogène à 498°K pour former l'hydrure d'uranium (UH_3), poudre noire et pyrophorique que l'on décompose ensuite sous vide, à 573°K, en uranium pulvérent. Cette poudre, de couleur grisâtre, tend à fritter légèrement même à ces très basses températures; de plus, elle est très pyrophorique; à l'air libre, elle brûle instantanément et peut atteindre 1000°K. En raison de sa pyrophoricité, on doit la manipuler sous une atmosphère d'argon contenant moins de 0.5% d'oxygène. On obtient cette faible concentration d'oxygène en faisant circuler de l'argon de haute pureté pendant environ deux heures dans une boîte à gants à un débit de 0.63 dm^3/s . La Figure 1 montre la variation de la concentration mesurée par chromatographie en fonction du temps de circulation de l'argon.

2.2 Conditions de frittage et de compactage

On effectua les essais de frittage et de compactage suivants:

- 1) La poudre industrielle non comprimée fut frittée sous vide et sous argon à 921 et 1273 °K.
- 2) Dans une autre série d'essais, elle fut isostatiquement comprimée à la température ambiante à des pressions respectives de 276, 451, 552, 690, 1030, 1380 et 1656 MPa. Pour effectuer cette opération, il fallait placer la poudre dans un tube flexible à parois minces, fermé aux deux extrémités par des bouchons de caoutchouc, l'insérer dans un autoclave en acier rempli d'huile, et appliquer la pression sur l'huile au moyen d'un piston actionné par une presse hydraulique.
- 3) Enfin, on a réalisé des essais de frittage sous charge. Dans un cas, on a maintenu la température à 941°K et fait varier la charge; dans l'autre, on a fixé la charge à 69 MPa et augmenté graduellement la température de 300 à 1000°K. Après chaque essai, on a mesuré la densité d'après la méthode d'Archimède, et déterminé le retrait des échantillons frittés sous charge uniaxiale dans un moule rigide en mesurant leur réduction d'épaisseur suivant l'axe d'application de la charge, les deux autres dimensions demeurant constantes.

3.0 RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Frittage de la poudre non comprimée

Les résultats obtenus lors du frittage de la poudre industrielle sont indiqués au Tableau I. On constate que les densités sont très faibles. En phase α , il n'y a aucune densification et ce n'est qu'aux environs de 1273°K que la poudre s'agglomère mais encore là, on n'obtient aucune valeur supérieure à 60% de la densité théorique, même après un traitement thermique excédant 24 heures.

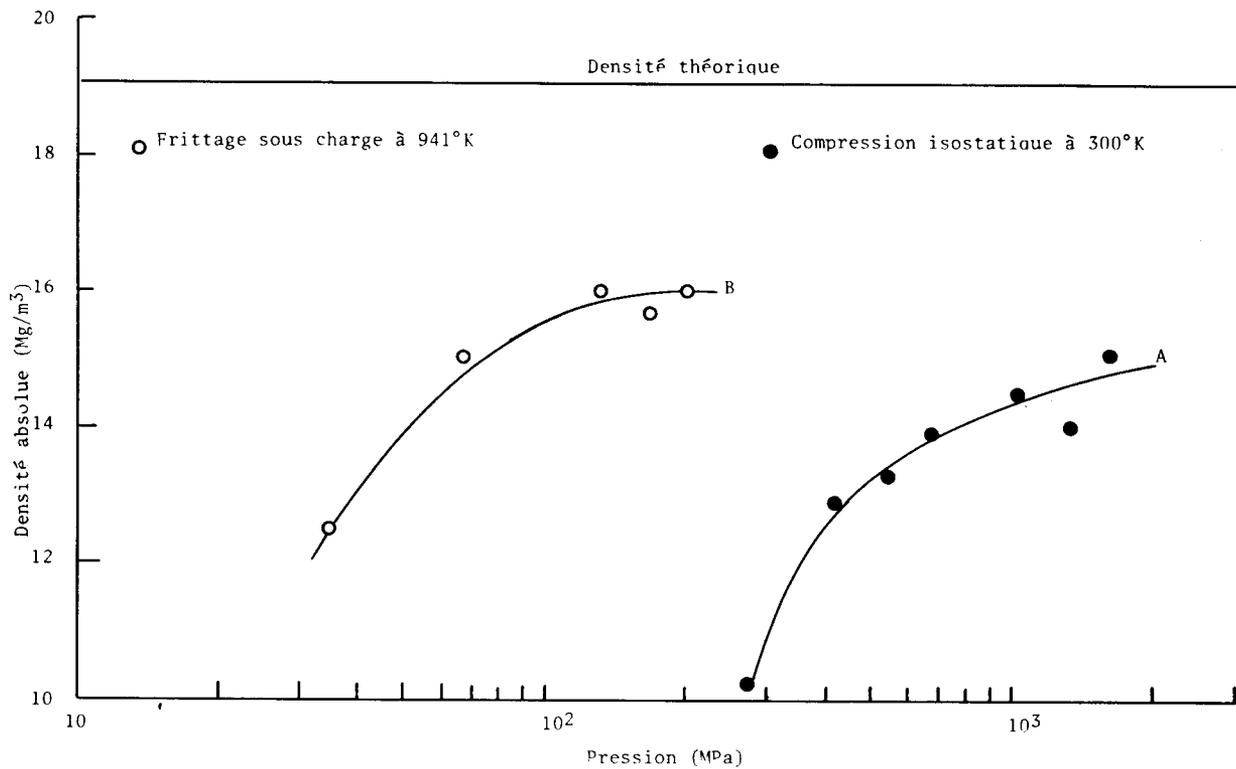


FIGURE 2 - Densité absolue de la poudre d'uranium industrielle (200µm) comprimée à différentes pressions. La courbe A correspond à la densité obtenue après compactage isostatique à la température ambiante, et la courbe B, au frittage sous charge à 941°K.

TABLEAU I

Densité de la poudre d'uranium industrielle non comprimée obtenue
dans différentes conditions

Densité théorique %	Température °K	Temps min	Atmosphère
-	921	20	argon
-	"	50	"
-	"	120	"
-	1173	20	"
48.0	1273	1080	"
49.5	"	1560	"
60.0	"	120	vide
51.0	"	240	"
56.7	"	1440	"
51.5	"	1080	"

On remarque également que la densité des échantillons frittés sous vide à 1273°K oscille au lieu d'augmenter avec le temps de frittage, démontrant ainsi l'existence d'un plateau après un temps relativement court. Il semblerait toutefois, que l'uranium fritte plus rapidement sous vide que sous argon. En comparant ces résultats avec ceux de Hampe (4) qui a obtenu de plus hautes densités dans le même domaine de température, mais en utilisant une poudre plus fine, on peut supposer que ces différences de densité sont directement reliées à la différence de granulométrie. On ne doit pas cependant écarter l'hypothèse de l'existence d'une couche d'oxyde en surface; cette couche diminuerait, en effet, la vitesse de diffusion des atomes qui contribue normalement à la densification de l'uranium dans les régions avoisinantes des pores.

3.2 Compactage isostatique à la température ambiante

Dans une autre série d'essais, nous avons comprimé à froid la poudre de 200 µm. Les résultats apparaissant à la Figure 2 (courbe A) montrent la variation de la densité absolue en fonction de la pression appliquée. La densité croît rapidement, de 10.2 Mg/m³ à 276 MPa à 14 Mg/m³ à 690 MPa, mais lentement à des pressions plus élevées. Il n'y a donc aucun avantage à utiliser des pressions supérieures à 690 MPa.

La porosité de l'uranium étant encore considérablement élevée, si l'on considère que sa masse spécifique théorique est 19.06 Mg/m³, les pores sont interconnectés et forment des réseaux complexes, appelés canaux, dont les extrémités sont en contact avec la surface extérieure. En raison de la grande affinité de l'uranium pour l'oxygène, il y a inévitablement oxydation interne lors de la manipulation des échantillons à l'air libre, et c'est probablement la raison pour laquelle aucune augmentation de densité n'a été mesurée sur les échantillons préalablement comprimés après un traitement thermique à 1270°K.

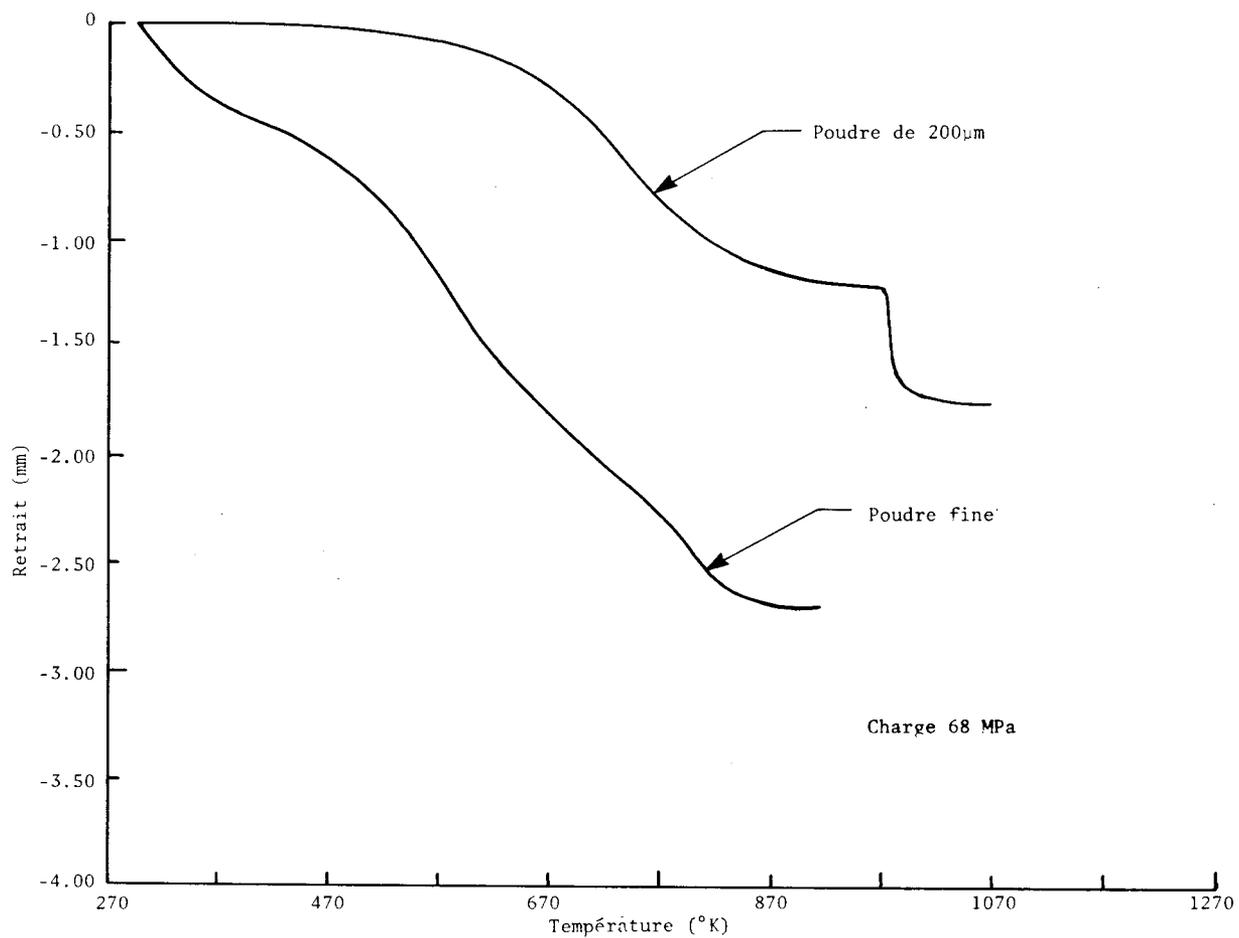


FIGURE 3 - Variation du retrait en fonction de la température pour les deux types de poudre d'uranium soumis à une charge de 69 MPa. La poudre fine provient de la décomposition de l'hydrure d'uranium.

3.3 Frittage sous charge

Le frittage sous charge consiste dans l'application simultanée d'une pression pendant le frittage de la poudre à haute température. On a effectué les essais en phase α , afin d'éviter, autant que possible, la croissance des grains et de minimiser l'éventuel coût de production.

Les premiers essais furent réalisés à température constante et à pression variable avec la poudre industrielle de 200 μm . Les résultats présentés à la Figure 2 (courbe B) montrent la densité absolue pour des pressions de 35, 68, 135, 170 et 205 MPa appliquées sous vide, pendant 30 minutes, à 941°K. L'influence de la température et l'absence d'une atmosphère oxydante sont visibles; alors qu'une pression de 690 MPa, appliquée à la température ambiante, était requise pour obtenir une densité de 14 Mg/m^3 , une pression aussi faible que 50 MPa donne le même résultat à 941°K. On note également que la densité maximale atteinte est 16 Mg/m^3 , soit 84% de la valeur théorique.

En vue de déterminer les conditions optimales de densification et d'évaluer l'influence de la température et de la granulométrie, on a mesuré le retrait de la poudre de 200 μm et celui de la poudre fine obtenue par déshydrogénation en fonction de la température à pression constante (69 MPa). Les résultats sont présentés à la Figure 3. La poudre provenant de la décomposition de l'hydrure se comprime très rapidement en phase α et, contrairement à la poudre de 200 μm , elle commence à s'agglomérer à des températures inférieures à 473°K. On atteint une densité de 17.5 Mg/m^3 , soit 92% de la valeur théorique, à 873°K. La dureté de ce matériau, évaluée à 345 sur l'échelle Vickers, est environ deux fois plus élevée que celle de l'uranium coulé mais non traité.

Quant à la poudre industrielle, son retrait est beaucoup moins important. A 983°K, on note cependant un accroissement du retrait. Cet accroissement ne peut pas être produit par un changement de volume de phase (si l'on suppose que la transition $\alpha \rightarrow \beta$ s'effectue à cette température) car nous devrions observer un effet contraire étant donné que l'uranium β est moins dense que l'uranium α ; il est toutefois probable que cet accroissement soit relié à l'augmentation du coefficient d'auto-diffusion en volume car ce dernier augmente d'un facteur 5 à la température de transition. Il faudra effectuer d'autres expériences afin d'élucider ce point. Mentionnons finalement que si la température de transition se situe à 983°K, elle serait de 42°K plus élevée que celle rapportée sur les diagrammes d'équilibre. Un phénomène analogue fut observé dans le fer fritté autour du point de transformation $\alpha \rightarrow \gamma$ (5).

4.0 CONCLUSIONS

De ces travaux préliminaires, nous pouvons tirer les conclusions suivantes:

- 1) Le frittage de la poudre d'uranium non comprimée ne permet pas d'obtenir des densités supérieures à 60% de la valeur théorique.

- 2) La vitesse de densification est plus rapide sous vide que sous argon.
- 3) La densité des échantillons comprimés isostatiquement varie entre 10 et 15 Mg/m³ et n'augmente pas lors d'un traitement thermique subséquent à 1273°K.
- 4) La densité des échantillons frittés sous des charges variant entre 35 et 200 MPa se situe entre 12 et 16 Mg/m³.
- 5) La poudre provenant de la décomposition de l'hydruure d'uranium se densifie plus rapidement que celle de 200 µm; elle commence à s'agglomérer à basses températures et atteint, à 923°K, une densité de 17.5 Mg/m³, soit 92% de la valeur théorique.
- 6) On observe un accroissement subit du retrait à 983°K avec la poudre de 200 µm. Des expériences complémentaires sont requises afin de mieux comprendre la nature de cette discontinuité.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les techniciens de la Section des matériaux de même que messieurs L. Bernier et J. Lévesque ainsi que le professeur R. Angers de l'Université Laval qui ont facilité l'accomplissement de ce travail.

REFERENCES

1. Tardif, H.P. "The DREV Uranium Development Programme", DREV R-619/70, Août 1970, NON CLASSIFIE.
2. Rinehard, J.S. et Pearson, J. "Behavior of Metals Under Impulsive Load", The American Society for Metals, p.226, 1954.
3. Wilkinson, W.D. "Uranium Metallurgy, Volume 1: Uranium Process Metallurgy", Interscience Publishers, p. 419, 1962.
4. Hampe, E. "Zum Sinterverhalten des Urans", Kernenergie, Vol.8, No 5, pp. 291-297, 1965.
5. Tremblay, R. "Compressibilité à chaud des poudres de fer", Thèse de maîtrise, Université Laval, Qué., 1971.

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

CRDV, C.P. 880, Courcelette, Qué. GOA IRO - Conseil de Recherches pour
la Défense

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

On étudie le frittage de la poudre d'uranium dans différentes conditions en vue de fabriquer des revêtements pour les charges creuses en utilisant les techniques de la métallurgie des poudres. On montre que la densité absolue atteinte lors du frittage de la poudre non comprimée ne dépasse pas 11.4 Mg/m^3 , soit 60% de la valeur théorique, que celle obtenue sous pression isostatique à froid variant entre 276 et 1656 MPa est comprise entre 12 et 16 Mg/m^3 , et qu'une densité absolue de 17.5 Mg/m^3 peut être réalisée par frittage sous charge. Ces essais de frittage sous charge effectués sous pression ou à température variable soulignent également l'influence de la granulométrie et l'accroissement subit du retrait à 983°K . La majorité des expériences furent réalisées avec une poudre de $200 \mu\text{m}$, mais quelques-unes avec une poudre fine obtenue par décomposition de l'hydrure d'uranium. (NC)

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

CRDV, C.P. 880, Courcelette, Qué. GOA IRO - Conseil de Recherches pour
la Défense

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

On étudie le frittage de la poudre d'uranium dans différentes conditions en vue de fabriquer des revêtements pour les charges creuses en utilisant les techniques de la métallurgie des poudres. On montre que la densité absolue atteinte lors du frittage de la poudre non comprimée ne dépasse pas 11.4 Mg/m^3 , soit 60% de la valeur théorique, que celle obtenue sous pression isostatique à froid variant entre 276 et 1656 MPa est comprise entre 12 et 16 Mg/m^3 , et qu'une densité absolue de 17.5 Mg/m^3 peut être réalisée par frittage sous charge. Ces essais de frittage sous charge effectués sous pression ou à température variable soulignent également l'influence de la granulométrie et l'accroissement subit du retrait à 983°K . La majorité des expériences furent réalisées avec une poudre de $200 \mu\text{m}$, mais quelques-unes avec une poudre fine obtenue par décomposition de l'hydrure d'uranium. (NC)

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

CRDV, C.P. 880, Courcelette, Qué. GOA IRO - Conseil de Recherches pour
la Défense

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

On étudie le frittage de la poudre d'uranium dans différentes conditions en vue de fabriquer des revêtements pour les charges creuses en utilisant les techniques de la métallurgie des poudres. On montre que la densité absolue atteinte lors du frittage de la poudre non comprimée ne dépasse pas 11.4 Mg/m^3 , soit 60% de la valeur théorique, que celle obtenue sous pression isostatique à froid variant entre 276 et 1656 MPa est comprise entre 12 et 16 Mg/m^3 , et qu'une densité absolue de 17.5 Mg/m^3 peut être réalisée par frittage sous charge. Ces essais de frittage sous charge effectués sous pression ou à température variable soulignent également l'influence de la granulométrie et l'accroissement subit du retrait à 983°K . La majorité des expériences furent réalisées avec une poudre de $200 \mu\text{m}$, mais quelques-unes avec une poudre fine obtenue par décomposition de l'hydrure d'uranium. (NC)

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

CRDV, C.P. 880, Courcelette, Qué. GOA IRO - Conseil de Recherches pour
la Défense

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

On étudie le frittage de la poudre d'uranium dans différentes conditions en vue de fabriquer des revêtements pour les charges creuses en utilisant les techniques de la métallurgie des poudres. On montre que la densité absolue atteinte lors du frittage de la poudre non comprimée ne dépasse pas 11.4 Mg/m^3 , soit 60% de la valeur théorique, que celle obtenue sous pression isostatique à froid variant entre 276 et 1656 MPa est comprise entre 12 et 16 Mg/m^3 , et qu'une densité absolue de 17.5 Mg/m^3 peut être réalisée par frittage sous charge. Ces essais de frittage sous charge effectués sous pression ou à température variable soulignent également l'influence de la granulométrie et l'accroissement subit du retrait à 983°K . La majorité des expériences furent réalisées avec une poudre de $200 \mu\text{m}$, mais quelques-unes avec une poudre fine obtenue par décomposition de l'hydrure d'uranium. (NC)

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

DREV, P.O. Box 880, Courcellette, Que. GOA 1R0 - Defence Research Board
of Canada

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

The sintering of uranium powder has been studied under different conditions with the main objective of making shaped charge liners by powder metallurgy. It is shown that pressureless sintering of uranium powder yields a density below 11.4 Mg/m^3 , 60% of the theoretical density, that the density obtained by isostatic cold pressing varies between 12 and 16 Mg/m^3 for pressure between 276 and 1656 MPa, and that a density of 17.5 Mg/m^3 can be obtained by hot pressing. Hot pressing experiments at different pressures and temperatures also show the influence of the particle size on the shrinkage of uranium powder and a sudden increase in shrinkage at 983°K . All the experiments were performed either with a commercial uranium powder or with a very fine powder obtained by decomposition of uranium Hydride. (U)

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

DREV, P.O. Box 880, Courcellette, Que. GOA 1R0 - Defence Research Board
of Canada

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

The sintering of uranium powder has been studied under different conditions with the main objective of making shaped charge liners by powder metallurgy. It is shown that pressureless sintering of uranium powder yields a density below 11.4 Mg/m^3 , 60% of the theoretical density, that the density obtained by isostatic cold pressing varies between 12 and 16 Mg/m^3 for pressure between 276 and 1656 MPa, and that a density of 17.5 Mg/m^3 can be obtained by hot pressing. Hot pressing experiments at different pressures and temperatures also show the influence of the particle size on the shrinkage of uranium powder and a sudden increase in shrinkage at 983°K . All the experiments were performed either with a commercial uranium powder or with a very fine powder obtained by decomposition of uranium Hydride. (U)

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

DREV, P.O. Box 880, Courcellette, Que. GOA 1R0 - Defence Research Board
of Canada

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

The sintering of uranium powder has been studied under different conditions with the main objective of making shaped charge liners by powder metallurgy. It is shown that pressureless sintering of uranium powder yields a density below 11.4 Mg/m^3 , 60% of the theoretical density, that the density obtained by isostatic cold pressing varies between 12 and 16 Mg/m^3 for pressure between 276 and 1656 MPa, and that a density of 17.5 Mg/m^3 can be obtained by hot pressing. Hot pressing experiments at different pressures and temperatures also show the influence of the particle size on the shrinkage of uranium powder and a sudden increase in shrinkage at 983°K . All the experiments were performed either with a commercial uranium powder or with a very fine powder obtained by decomposition of uranium Hydride. (U)

DREV TECHNICAL NOTE 2062/73 (NON CLASSIFIE)

DREV, P.O. Box 880, Courcellette, Que. GOA 1R0 - Defence Research Board
of Canada

"FRITTAGE DE LA POUDRE D'URANIUM: ESSAIS PRELIMINAIRES"
par C. Desmeules et J.-P. Drolet

The sintering of uranium powder has been studied under different conditions with the main objective of making shaped charge liners by powder metallurgy. It is shown that pressureless sintering of uranium powder yields a density below 11.4 Mg/m^3 , 60% of the theoretical density, that the density obtained by isostatic cold pressing varies between 12 and 16 Mg/m^3 for pressure between 276 and 1656 MPa, and that a density of 17.5 Mg/m^3 can be obtained by hot pressing. Hot pressing experiments at different pressures and temperatures also show the influence of the particle size on the shrinkage of uranium powder and a sudden increase in shrinkage at 983°K . All the experiments were performed either with a commercial uranium powder or with a very fine powder obtained by decomposition of uranium Hydride. (U)