

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :

2 874 848

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national :

04 09350

51) Int Cl⁸ : B 23 K 9/025 (2006.01), B 23 K 35/28 // B 23 K 101:18

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 03.09.04.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 10.03.06 Bulletin 06/10.

56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71) Demandeur(s) : COMPAGNIE FRANCAISE EIFFEL
CONSTRUCTION METALLIQUES Société par actions
simplifiée — FR.

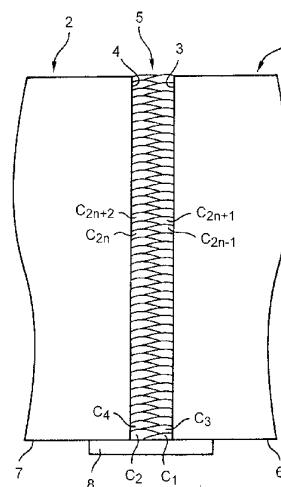
72) Inventeur(s) : BUONOMO MARC, HESSEMAN
FREDERIC, LEPERS PASCAL et SCHMITT SYLVAIN.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET NETTER.

54) PROCÉDE ET METAL D'APPORT POUR SOUDER DES PIÉCES EN ACIER.

57) Un fil de métal d'apport à base de fer contenant en
masse 0,8 à 1,3 % de Mn, 0,08 à 0,3 % de Mo et 2,0 à 3,0
% de Ni est fondu est déposé en passes successives (C₁,
C₂, C₃, C₄, ... C_{2n+1}, C_{2n+2}) alternativement en contact avec
les faces respectives en vis-à-vis (3, 4) des deux pièces à
souder (1, 2).



FR 2 874 848 - A1



Procédé et métal d'apport pour souder des pièces en acier

5 L'invention concerne un procédé pour souder bout à bout deux
pièces en acier dans lequel on fait fondre un fil de métal
d'apport à base de fer pour remplir un intervalle entre des
faces d'extrémités respectives des deux pièces et former
après solidification du métal d'apport une soudure entre
10 lesdites faces d'extrémités.

Le but de l'invention est de fournir un tel procédé permet-
tant d'obtenir pour le joint soudé une limite d'élasticité et
une résistance à la rupture en traction élevée, une rési-
15 lience élevée, l'absence de décarburation dans la zone de
liaison et une compacité conforme aux normes internationales.

L'invention vise notamment un procédé du genre défini en
introduction, et prévoit que le fil de métal d'apport
20 contient en masse 0,8 à 1,3 % de Mn, 0,08 à 0,3 % de Mo et
2,0 à 3,0 % de Ni,

et est mis en oeuvre selon les étapes suivantes:

a) dépôt d'un premier cordon fondu en contact avec une
première desdites faces d'extrémités à la base dudit inter-
25 valle, sur une largeur inférieure à celle de l'intervalle et
supérieure à la moitié de celle-ci,

b) dépôt d'un second cordon fondu en contact avec la
seconde desdites faces d'extrémités, recouvrant partiellement
le premier cordon dans une région médiane de la largeur de
30 l'intervalle et s'étendant également sur une largeur supé-
rieure à la moitié de celle de l'intervalle,

c) dépôt de paires successives de cordons fondus jusqu'à
remplissage complet de l'intervalle, le premier cordon de
chaque paire s'étendant à partir de la première face d'extré-
35 mité, achevant de recouvrir le premier cordon de la paire
précédente et recouvrant en partie le second cordon de la
paire précédente, et le second cordon de chaque paire s'éten-
dant à partir de la seconde face d'extrémité, achevant de

recouvrir le second cordon de la paire précédente et recouvrant en partie le premier cordon de la même paire.

Des caractéristiques optionnelles de l'invention, complémentaires ou de substitution, sont énoncées ci-après:

- Le fil de métal d'apport a la composition suivante en % en masse:

	C	0,03	à	0,06
10	Si	0,2	à	0,5
	Mn	0,8	à	1,3
	P		≤	0,015
	S		≤	0,01
	Cr		≤	0,1
15	Mo	0,08	à	0,3
	Ni	2,0	à	3,0
	V		≤	0,01
	Al		≤	0,1
	Cu		≤	0,06

20 Fe et impuretés éventuelles: complément à 100.

- Le fil de métal d'apport a sensiblement la composition suivante en % en masse:

	C	0,04
25	Si	0,22
	Mn	1,19
	P	0,012
	S	0,004
	Cr	0,04
30	Mo	0,13
	Ni	2,65
	V	0,005
	Al	0,003
	Cu	0,049

35 Fe et impuretés éventuelles: complément à 100.

- On fait fondre le fil de métal d'apport par un arc électrique.

- Le soudage est effectué sous flux pulvérulent.

- On dépose les cordons fondus successifs sur une hauteur comprise entre 10 et 350 mm.

5

- On dépose les premier et second cordons sur une surface de support sensiblement plane et horizontale située immédiatement au-dessous dudit intervalle

10 L'invention a également pour objet un métal d'apport à base de fer, notamment sous forme de fil, pour la mise en oeuvre du procédé tel que défini ci-dessus, contenant en masse 0,8 à 1,3 % de Mn, 0,08 à 0,3 % de Mo et 2,0 à 3,0 % de Ni.

15 Les caractéristiques et avantages de l'invention sont exposés plus en détail dans la description ci-après, avec référence aux dessins annexés.

20 La figure 1 est une vue en perspective d'un assemblage soudé par le procédé selon l'invention.

La figure 2 est une vue de côté de l'assemblage de la figure 1, montrant les cordons formés successivement lors du soudage.

25

La figure 3 est un schéma montrant la disposition d'éprouvettes d'essais prélevées sur l'assemblage soudé.

30 Une application particulière a nécessité le soudage bout à bout de pièces en acier ASTM A508 Gr4N Cl.3, en obtenant pour la soudure les caractéristiques suivantes:

- limite d'élasticité en traction à 0,2 % de déformation au moins égale à 430 N/mm²,

35

- résistance à la rupture en traction au moins égale à 520 N/mm²,

- résilience KCV supérieure à 140 joules à -40 °C,

- absence de décarburation dans les zones de liaison,
- compacité contrôlée par ultrasons ou radiographie conforme aux normes ASME et EUROCODE.

5

L'acier A508 Gr4N Cl.3 est défini par la norme ASTM A508 comme ayant la composition suivante en % en masse:

	C	≤	0,23
10	Mn	0,20 à	0,40
	Cr	1,5 à	2,0
	P	≤	0,02
	S	≤	0,02
	Si	0,15 à	0,4
15	Ni	2,8 à	3,9
	Mo	0,4 à	0,6
	V	≤	0,08
	Fe: complément à 100.		

- 20 Les procédés de soudage généralement connus ne permettaient pas d'obtenir les caractéristiques souhaitées, ce qui a amené à la mise au point de la présente invention.

25 Les figures 1 et 2 représentent deux pièces à souder 1 et 2 en acier A508 Gr4N Cl.3 présentant des faces d'extrémités respectives 3, 4 en vis-à-vis, séparées l'une de l'autre par un intervalle 5 d'une épaisseur (ou largeur) d'environ 20 mm. Les faces inférieures 6, 7 des pièces 1 et 2 sont situées dans un même plan horizontal, et une latte support 8, qui
30 limite vers le bas l'intervalle 5, vient en appui sur les faces 6 et 7 de part et d'autre de celui-ci.

Pour réaliser la soudure, on utilise un fil de métal d'apport qu'on fait fondre par un arc électrique sous un flux pulvéru-
35 lent tel que défini sous la désignation SAW par la norme ASME IX ou sous la désignation 121 par la norme européenne EN 288-3.

Selon l'invention, le fil de métal d'apport a la composition suivante en % en masse:

	C	0,04
	Si	0,22
5	Mn	1,19
	P	0,02
	S	0,004
	Cr	0,04
	Mo	0,13
10	Ni	2,65
	V	0,005
	Al	0,003
	Cu	0,049

Fe et impuretés éventuelles: complément à 100.

15

Par ailleurs, selon l'invention, le métal d'apport est tout d'abord appliqué en une première passe sous forme d'un cordon C_1 s'étendant le long de la face d'extrémité de l'une des pièces à souder, dans l'exemple illustré la face 3 de la

20 pièce 1, déposé sur la plaque 8 sur une fraction majoritaire de l'épaisseur de l'intervalle 5. Dans une seconde passe, un cordon C_2 est déposé sur la partie restée libre de la surface de la plaque 8, le long de la face 4 de la pièce 2. Le cordon C_2 s'étend sur une largeur sensiblement égale à celle du

25 cordon C_2 , et recouvre donc en partie celui-ci. Dans une troisième passe, un cordon C_3 , s'étendant de nouveau le long de la face 3, est déposé au voisinage de celle-ci sur le cordon C_1 , et dans la région médiane de l'intervalle 5 sur le cordon C_2 . Une quatrième passe forme un cordon C_4 adjacent à

30 la face 4, déposé sur les cordons C_2 et C_3 . Ainsi de suite, des passes alternées forment successivement des cordons C_{2n+1} adjacents à la face 3 et des cordons C_{2n+2} adjacents à la face 4, deux cordons successifs adjacents à la même face d'extrémité étant directement superposés au voisinage de celle-ci,

35 et deux cordons successifs adjacents respectivement aux deux faces d'extrémités étant directement superposés dans la région médiane de l'intervalle. L'ensemble des cordons remplit ainsi la totalité de l'intervalle 5, dans l'exemple illustré d'une hauteur de 180 mm.

Des éprouvettes d'essais ont été découpées dans l'assemblage soudé des figures 1 et 2, selon le schéma de la figure 3, sur laquelle la référence 9 désigne la soudure qui a comblé l'intervalle 5. Une éprouvette 10 destinée aux examens macrographiques et micrographiques s'étend transversalement sur toute l'épaisseur de la soudure en débordant sur les pièces 1 et 2, de même que des éprouvettes 11 destinées aux essais de résilience. Une éprouvette cylindrique 12 destinée aux essais de traction s'étend longitudinalement à l'intérieur de la soudure. Toutes ces éprouvettes ont été découpées à 2 mm sous la surface supérieure de la soudure.

L'essai de traction, effectué à température ambiante après traitement thermique à 600 °C pendant huit heures, a donné les résultats suivants: limite d'élasticité à 0,2 % de déformation: 531 N/mm²; résistance à la rupture: 606 N/mm².

Trois essais de résilience à -40 °C ont donné les résultats suivants pour une section de 80 mm²: 158, 150 et 158 joules, soit une moyenne de 194 J/cm².

Des examens visuels de micrographies ont montré l'absence de décarburation en zone de liaison et l'absence de microfissures dans le métal de base.

Enfin, les contrôles de compacité par ultrasons et par magnétoscopie ont montré la conformité des échantillons aux normes de référence.

Bien que l'invention ait été décrite en relation avec le soudage d'une nuance particulière d'acier, elle est en principe utilisable pour le soudage de n'importe quel type d'acier. Par ailleurs la latte support décrite peut n'être pas nécessaire en fonction de la forme des pièces à souder. Le cas échéant le support recevant les deux premiers cordons peut être constitué par une soudure préexistante.

Revendications

1. Procédé pour souder bout à bout deux pièces en acier (1, 2) dans lequel on fait fondre un fil de métal d'apport à base de fer pour remplir un intervalle (5) entre des faces d'extrémités respectives (3, 4) des deux pièces et former après solidification du métal d'apport une soudure (9) entre lesdites faces d'extrémités, caractérisé en ce que le fil de métal d'apport contient en masse 0,8 à 1,3 % de Mn, 0,08 à 0,3 % de Mo et 2,0 à 3,0 % de Ni,

et est mis en oeuvre selon les étapes suivantes:

a) dépôt d'un premier cordon fondu (C_1) en contact avec une première (3) desdites faces d'extrémités à la base dudit intervalle, sur une largeur inférieure à celle de l'intervalle et supérieure à la moitié de celle-ci,

b) dépôt d'un second cordon fondu (C_2) en contact avec la seconde (4) desdites faces d'extrémités, recouvrant partiellement le premier cordon (C_1) dans une région médiane de la largeur de l'intervalle et s'étendant également sur une largeur supérieure à la moitié de celle de l'intervalle,

c) dépôt de paires successives de cordons fondus (C_{2n+1} , C_{2n+2}) jusqu'à remplissage complet de l'intervalle (5), le premier cordon (C_{2n+1}) de chaque paire s'étendant à partir de la première face d'extrémité (3), achevant de recouvrir le premier cordon (C_{2n-1}) de la paire précédente et recouvrant en partie le second cordon (C_{2n}) de la paire précédente, et le second cordon (C_{2n+2}) de chaque paire s'étendant à partir de la seconde face d'extrémité (4), achevant de recouvrir le second cordon (C_{2n}) de la paire précédente et recouvrant en partie le premier cordon (C_{2n+1}) de la même paire.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le fil de métal d'apport a la composition suivante en % en masse:

C	0,03	à	0,06
Si	0,2	à	0,5
Mn	0,8	à	1,3
P		≤	0,015
S		≤	0,01
Cr		≤	0,1

	Mo	0,08	à	0,3
	Ni	2,0	à	3,0
	V		≤	0,01
	Al		≤	0,1
5	Cu		≤	0,06

Fe et impuretés éventuelles: complément à 100.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel le fil de métal d'apport a sensiblement la composition suivante en % en masse:

10	C	0,04
	Si	0,22
	Mn	1,19
	P	0,02
15	S	0,004
	Cr	0,04
	Mo	0,13
	Ni	2,65
	V	0,005
20	Al	0,003
	Cu	0,049

Fe et impuretés éventuelles: complément à 100.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on fait fondre le fil de métal d'apport par un arc électrique.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le soudage est effectué sous flux pulvérulent.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on dépose les cordons fondus successifs sur une hauteur comprise entre 10 et 350 mm.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on dépose les premier et second cordons (C_1 , C_2) sur une surface de support (8) sensiblement plane et horizontale située immédiatement au-dessous dudit intervalle

8. Métal d'apport à base de fer, notamment sous forme de fil, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, contenant en masse 0,8 à 1,3 % de Mn, 0,08 à 0,3 % de Mo et 2,0 à 3,0 % de Ni.

1/1

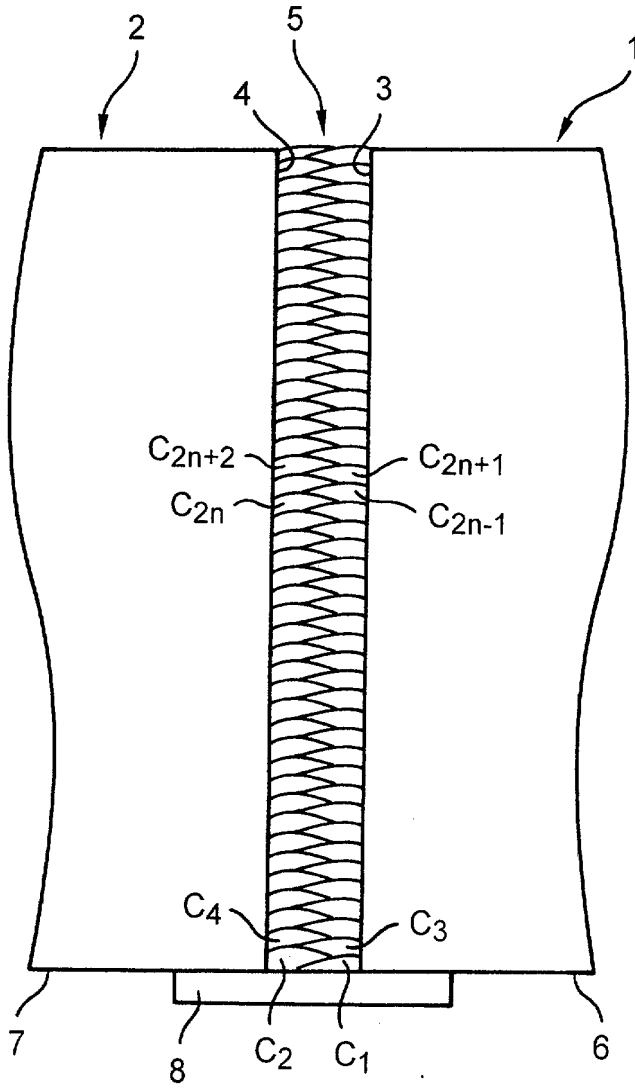
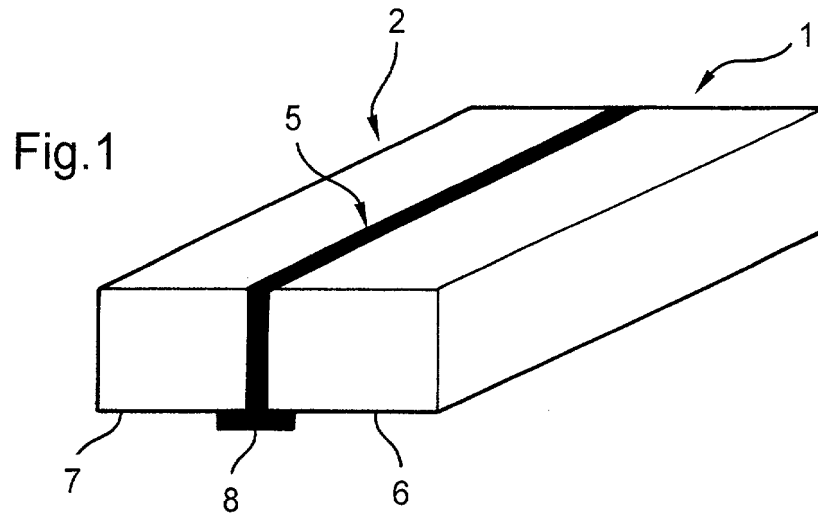
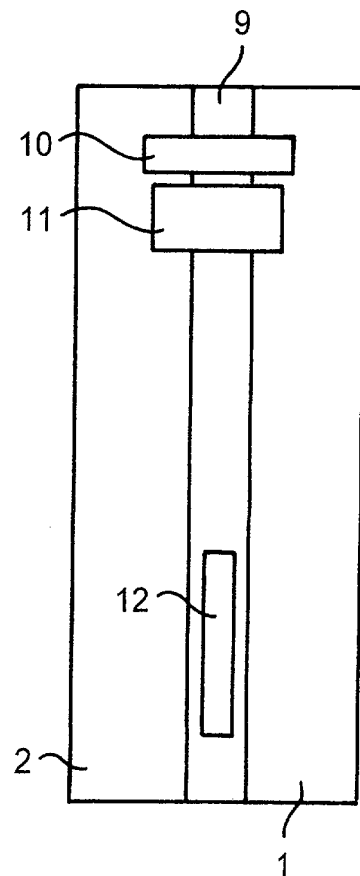


Fig.2

Fig.3





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 653649
FR 0409350

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 131 (M-584), 24 avril 1987 (1987-04-24) -& JP 61 273297 A (KAWASAKI STEEL CORP), 3 décembre 1986 (1986-12-03) * abrégé *	8	B23K35/28 B23K9/025
Y	----- * abrégé *	1,2,4-7	
Y	US 2004/020912 A1 (N. HARA ET AL) 5 février 2004 (2004-02-05) * alinéas [0002], [0010], [0064]; figure 1 *	1,2,4-7	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 326 (M-441), 21 décembre 1985 (1985-12-21) -& JP 60 158995 A (KOBE STEEL LTD), 20 août 1985 (1985-08-20) * abrégé *	8	
Y	----- * abrégé *	1,2,4,6, 7	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 066 (M-461), 15 mars 1986 (1986-03-15) -& JP 60 210368 A (HITACHI ZOSEN ENG KK), 22 octobre 1985 (1985-10-22) * abrégé *	1,2,4,6, 7	
X	----- DATABASE WPI Section Ch, Week 199215 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M23, AN 1992-121440 XP002323815 -& SU 1 646 757 A (POKHODNYA I K) 7 mai 1991 (1991-05-07) * abrégé *	8	B23K C22C
A	----- -/--	1,2,4,6	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 avril 2005		Jeggy, T	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 653649
FR 0409350

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 885 727 A (AIR REDUCTION COMPANY) 28 décembre 1961 (1961-12-28)	8	
A	* page 1, colonnes 48-58; revendication 1 * -----	1,2,4,6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		8 avril 2005	Jeggy, T
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0409350 FA 653649**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 08-04-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 61273297 A	03-12-1986	AUCUN	
US 2004020912 A1	05-02-2004	JP 2004058086 A CA 2435061 A1 CN 1476953 A	26-02-2004 26-01-2004 25-02-2004
JP 60158995 A	20-08-1985	AUCUN	
JP 60210368 A	22-10-1985	AUCUN	
SU 1646757 A	07-05-1991	SU 1646757 A1	07-05-1991
GB 885727 A	28-12-1961	AUCUN	