

**E.N.S.S.I.B**

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE  
DES SCIENCES DE L'INFORMATION  
ET DES BIBLIOTHÈQUES**

**U.C.B.L**

**UNIVERSITÉ  
CLAUDE BERNARD  
LYON I**

**DESS en INFORMATIQUE DOCUMENTAIRE****Rapport de recherche bibliographique****Les alliages à mémoire de forme  
appliqués à la lunetterie****Nathalie Raymond**

Sous la direction des

**Professeurs Guenin, G. et Morin, M.****Institut National des Sciences Appliquées de Lyon**

BIBLIOTHEQUE DE L'ENSSIB



8114961

**Année 1996-1997**

**E.N.S.S.I.B**

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE  
DES SCIENCES DE L'INFORMATION  
ET DES BIBLIOTHÈQUES**

**U.C.B.L**

**UNIVERSITÉ  
CLAUDE BERNARD  
LYON I**

**DESS en INFORMATIQUE DOCUMENTAIRE**

## **Rapport de recherche bibliographique**

# **Les alliages à mémoire de forme appliqués à la lunetterie**

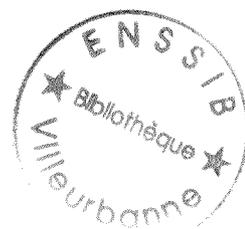
**Nathalie Raymond**

Sous la direction des

**Professeurs Guenin, G. et Morin, M.**

**Institut National des Sciences Appliquées de Lyon**

**Année 1996-1997**



1997  
11) 23

# Les alliages à mémoire de forme appliqués à la lunetterie

Nathalie Raymond

## RESUME

---

Les Alliages à Mémoire de Forme (AMF) présentent des propriétés thermomécaniques pouvant s'appliquer à la lunetterie. Ainsi, des lunettes dont certaines parties (branches, ponts, barres du cadre) sont en alliage à mémoire superélastique, sont déjà commercialisées. Dans ce rapport, une première partie est consacrée à la bibliographie spécifique à ce type d'applications, puis l'étude est menée plus précisément sur les éléments de connexion mémorisant la forme (visserie, rivetage, liaison charnière) utilisés en lunetterie. Cette recherche répertorie des ouvrages généraux, des articles de périodiques, des thèses, des congrès, des projets de recherche et surtout des brevets. Elle a pour objectif de permettre à l'équipe de recherche du laboratoire de Génie Physique des Matériaux de l'INSA, la comparaison des solutions répertoriées dans la littérature avec leur propre prototype.

## DESCRIPTEURS

---

Bibliographie, mémoire de forme, superélasticité, lunetterie, éléments de connexion.

---

---

## ABSTRACT

---

Shape-memory alloys have thermomechanical properties which can be applied to spectacle trade. There are for instance superelastic shape-memory side and bridge of spectacles.

In the present rapport, a first step was carried out on bibliography relating to such an application. Then, our study was focused on connecting pieces used for attaching components of an eyeglass frame together. References describing general book, conferences papers, research projects and mainly patents were downloaded. Our objective consists in allowing the INSA Physics and Materials Science research team to compare few possibilities remained from the literature with their own prototype .

## DESCRIPTORS

---

Bibliography, shape-memory, superelasticity, spectacle trade, connecting pieces.

# SOMMAIRE

	Page
<b>① METHODOLOGIE</b>	
<b>I Présentation de la recherche et de ses commanditaires</b>	<b>1</b>
<b>II Recherche manuelle</b>	<b>1</b>
Stratégie de recherche	1
Elaboration de la liste des mots-clés, résultats	2
<b>III Recherche informatisée</b>	<b>3</b>
Recherche sur l'Internet	3
<i>Avec les moteurs de recherche</i>	3
<i>Avec des serveurs de brevets et les News-groups</i>	4
<i>Conclusion</i>	4
Recherche dans les Bases de Données sur Dialog	5
<i>Stratégie d'interrogation (Dialindex, Onesearch, par base spécifique)</i>	5
<i>Analyse des résultats</i>	7
Recherche de brevets à l'INPI	9
<i>La Classification Internationale des Brevets (CIB)</i>	9
<i>Session sur le serveur Questel</i>	10
<i>Consultation des CD-Roms Brevets</i>	11
Recherche de brevets supplémentaires sur le serveur Dialog	13
<i>Caractéristiques des Bases Brevets choisies</i>	13
<i>Interrogation de ces Bases avec la CIB</i>	14
<i>Analyse des résultats (taux de pertinence)</i>	15
Bilan de l'ensemble des sessions réalisées en ligne	16
<b>IV Conclusion sur la recherche documentaire</b>	<b>17</b>
<b>② SYNTHESE</b>	
<b>I L'effet mémoire de forme</b>	<b>18</b>
Transformation martensitique	18
Principales propriétés thermomécaniques	18
<b>II Applications des Alliages à Mémoire de Forme</b>	<b>19</b>
<b>III Applications des AMF en lunetterie</b>	<b>19</b>
Montures de lunettes superélastiques	20
Systèmes de fixation de lunettes en AMF	22
<b>③ BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>I Introduction</b>	<b>24</b>
<b>II Bibliographie thématique</b>	<b>24</b>
Les Alliages à Mémoire de Forme : généralités	24
Leurs principales applications	26
Applications spécifiques à la lunetterie	28
<i>Montures de lunettes superélastiques</i>	28
<i>Systèmes de fixation de lunettes en AMF</i>	30
<b>④ ANNEXES</b>	
<i>Annexe 1 : Caractéristiques des B. D. interrogées sur Dialog</i>	
<i>Annexe 2 : Brève histoire de la vie d'un brevet</i>	
<i>Annexe 3 : Dépôt d'un brevet, schéma simplifié</i>	
<i>Annexe 4 : Adresses utiles</i>	

## ① METHODOLOGIE

### I PRESENTATION DE LA RECHERCHE ET SES COMMANDITAIRES

---

Cette recherche a été effectuée pour Messieurs G. Guenin et M. Morin, enseignants chercheurs du laboratoire de Génie Physique des Matériaux à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. En tant que spécialistes des Alliages à Mémoire de Forme (AMF), il leur a été proposé d'effectuer une recherche technologique sur un nouveau système de fixation qui comprendrait des éléments mémorisant la forme. Pour cela, la société Alutec (Morez) a élaboré un cahier des charges où sont décrites les contraintes fonctionnelles auxquelles devra répondre un assemblage démontable en AMF. Cette recherche a été menée afin de fournir à mes commanditaires, une bibliographie des procédés existants. Dans l'optique de créer leur propre prototype, ils pourront ainsi comparer leurs solutions avec celles qui figurent déjà dans la littérature scientifique, afin de s'assurer que leurs idées n'ont pas été exploitées jusqu'à présent.

### II RECHERCHE MANUELLE

---

#### **① Stratégie de recherche et résultats obtenus**

##### 1.1 Centre de Documentation Scientifique et Technique de l'Insa de Lyon

Je me suis d'abord documentée sur les alliages à mémoire de forme en général à Doc'Insa (Centre de Documentation Scientifique et Technique de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon). J'ai pu consulter leur catalogue en ligne. En réponse au concept très général de "*mémoire de forme*", j'ai eu accès à six références d'ouvrages de la littérature grise (thèses, compte-rendus de congrès, rapports scientifiques) et de livres sur les propriétés et les applications des alliages à mémoire de forme en général. La plupart des documents ont pu être empruntés très rapidement.

##### 1.2 Bibliothèque Universitaire de Lyon I

La recherche dans le catalogue informatisé de la salle "chercheur" m'a donné deux références supplémentaires intéressantes. Dans les rayonnages de cette même salle, j'ai repéré l'ensemble des Index papier de Chemical Abstracts qui servent par la suite, à compléter les références de documents trouvés dans la Base de Données Chemical Abstract sur le serveur Dialog. Cette recherche manuelle a constitué une première approche sur le sujet et m'a permis d'affiner les concepts en vue d'une recherche informatisée efficace. Les trois concepts principaux qui ont été déterminés, en accord avec mes commanditaires, sont les suivants :

- ① Mémoire de forme,
- ② Lunetterie : les matériaux et leurs propriétés,
- ③ Systèmes d'assemblage.

**② Liste des Mots-clés**

Lors de cette première étape, une liste des mots-clés associés à chacun de ces trois concepts a donc pu être élaborée. Elle est présentée dans le tableau suivant.

<b>Concepts</b> mots-clés associés en français	<b>Concepts</b> mots-clés associés en anglais
<b>1 Mémoire de forme</b>	<b>1 Shape-memory</b>
<b>1.1 Matériaux</b>	<b>1.1 Materials</b>
Alliages à Mémoire de Forme (AMF)	Shape Memory Alloys (SMA)
Matériaux intelligents	Smart materials
Nitinol	Nitinol
<b>1.2. Propriétés thermoélastiques</b>	<b>1.2 Thermoelastic properties</b>
Effet Mémoire de Forme (EMF)	Shape Memory Effect (SME)
Superélasticité	Superelasticity
Transformation martensitique	Martensitic transformation
<b>2 Lunetterie</b> <b>(éléments non-optiques)</b>	<b>2 Spectacles trade</b> <b>(without glasses)</b>
<b>2.1 Montures de lunettes</b>	<b>2.1 spectacles or eyeglasses</b>
cadre, cercles	frame, rims
branches	temples
ponts	nosebridge
<b>2.2 Eléments d'attache</b>	<b>2.2 Connecting pieces</b>
rivetage, rivet	riveting, rivet ( or clinching, clinch)
visserie, vis, écrou	fasteners, screw, bolt
charnière	hinge
attaches	fastenings
goupille	pin
axe de rotation	rotation axis
<b>3 Systèmes d'assemblage</b>	<b>3 Assembling systems</b>
fixation	fixing
connexion	connecting
jointage, serrage	joining, clamping
couplage, raccordement	coupling

Tableau n°1

### III RECHERCHE INFORMATISEE

#### ① Recherche sur l'Internet

##### 1.1 Interrogations et résultats obtenus avec les moteurs de recherche

Pour construire ma stratégie de recherche, mes questions ont été élaborées en employant les mots-clés présentés dans le tableau n°1. Dans un premier temps, avec les moteurs multi-recherches, Metacrawler et Navysearch, j'ai pu explorer un grand nombre de sites.

En réponse à la requête,  $R1 = \text{« Shape-memory »}^*$ , j'ai obtenu un très grand nombre de réponses (entre 40 et 100 selon le moteur de recherche).

Puis, j'ai réinterrogé à part les moteurs de recherche qui me paraissaient être les plus efficaces : Excite, Altavista, Lycos, ainsi que Infoseek.

Mon équation de recherche a alors été précisée :

$R2 = \text{« Shape memory AND (spectacles or eyeglasses) »}^*$ .

Le nombre de citations de documents obtenus (avec 5 doublons) sont présentés dans le tableau n°2.

Moteurs de recherche:	Lycos	Altavista	Excite	Infoseek
Nombre total de références	3	3	5	5
Références pertinentes	3	2	3	3
Taux de pertinence	1	0.7	0.6	0.6

Tableau n°2

Enfin, la requête précédente a été affinée avec le troisième concept de *systèmes d'assemblage* :

$R3 = \text{« R2 AND connecting »}^*$ .

\* Notons bien que, pour chaque requête, les possibilités de troncature proposées par le moteur de recherche utilisé ont été exploitées ; des requêtes équivalentes à  $R2$  et  $R3$  ont été formulées, en employant les synonymes présentés dans le tableau n°1, pour chacun des trois principaux concepts.

## 1.2 Consultation de serveurs de brevets et utilisation des listes de discussions des News.

Pour le concept plus pointu d'"*assemblages utilisant des éléments mémorisant la forme*", j'ai également consulté le serveur de brevet d'IBM, le site de la base IAC Prompt (pour ses informations technologiques) et les news-groups spécialisés ci dessous :

<b>Newsgroups</b>	<b>Description</b>
sci.chem	Chimie
sci.engr.chem	Ingénierie de la chimie
sci.eng.metallurgy	Métallurgie
sci.materials	Ingénierie des matériaux

Ces news-groups ont été visités assez régulièrement. Mais comme chacun d'eux comporte environ 150 messages par jour, il est difficile de vérifier si l'un d'eux traitait de mon sujet . J'ai donc plutôt tenté d'envoyer quelques messages à l'ensemble des groupes de discussion mais je n'ai pas reçu de réponses intéressantes.

Par ailleurs, en interrogeant le serveur d'IBM (comportant un total de 2058845 brevets du monde entier), sur 50 brevets ayant trait aux diverses applications des alliages à mémoire de forme, un seul concernait les montures de lunettes incluant des éléments mémorisant la forme [77].

## 1.3 Conclusion

Les citations de documents trouvés sur l'Internet concernant les Alliages à Mémoire de Forme et/ou leurs applications en général se sont révélées être très nombreuses. Aussi, je n' ai sélectionné pour la bibliographie que celles qui m' ont paru présenter les explications les plus claires (7 documents traitant des AMF et leurs propriétés et 9 documents concernant leurs diverses applications). Par contre, toutes les citations de documents sur l'application spécifique à la lunetterie (uniquement 5) ont pu être mentionnées dans la bibliographie. Enfin, comme un seul document a été trouvé sur les éléments de fixation de lunettes mémorisant la forme, on voit donc tout l'intérêt d'explorer également des bases de données spécialisées accessibles en ligne.

## ② Recherche dans les Bases de Données sur le serveur Dialog

### 2.1 Stratégie d'interrogation

J'ai repris la liste des mots-clés établie lors de la recherche manuelle en associant à chacun des termes, sa forme appropriée pour l'interrogation sur le serveur Dialog (tableau n°3).

#### 2.1.1 Liste des mots-clés

Concepts français	Anglais	Interrogation par
<b>1 )Mémoire de forme (alliages à, effet)</b>	<b>Shape-memory (alloys, effect)</b>	<b>Shape(w)memor?</b>
Nitinol	Nitinol	Nitinol
matériaux intelligents	smart materials	smart(w)material? ?
superelasticité	superelasticity	superelastic?
<b>2) Lunettes</b>	<b>Spectacles, eyeglasses</b>	<b>Spectacles or eyeglass?</b>
Montures :	rims	rim? ?
- cadre	frame	frame? ?
- branches	temples	temple? ?
Eléments d'attache :		
- rivetage, rivet	riveting, rivet	rivet?
- vis, écrou	screw, bolt	screw? ?, bolt? ?
- visserie, attaches	fasteners, fastenings	fasten?
- charnière	hinge	hinge? ?
- goupille	pin	pin? ?
<b>3) (systèmes de) connexion</b>	<b>connecting</b>	<b>connect?</b>
fixation	fixing (fixed)	fix?
assemblage	assembling (assembled)	assembl?
jointage	joining (joined, joint)	join?
serrage	clamping (clamped)	clamp?
couplage, raccordement	coupling (coupled)	coupl?

? : désigne la troncature.

Tableau n° 3

### 2.1.2 Choix des bases à interroger

Le serveur Dialog, crée en 1972, donne accès à environ 450 Bases de Données en ligne qui peuvent être consultées automatiquement dans DIALINDEX. J'ai donc commencé la recherche automatisée en mode DIALINDEX (fichier 411 sur Dialog) afin de repérer quelles étaient les bases qui correspondaient le mieux à la demande. Dans la rubrique ALLSCIENCE comprenant 147 fichiers, 17 fichiers ont répondu à la question : **shape()memor? and (spectacles or eyeglass?)**

Grâce à la commande RF (Rank Files), ces fichiers ont pu être classés par ordre décroissant du nombre de références trouvées (tableau n°4).

Nombre de références	Fichier n°
22	654 : US Pat. Full 1990-97 *
15	347 : JAPIO 1976 -96 *
14	94 : JICST - Eplus 1985-97
6	6 : NTIS 1964-97
5	16 : IAC PROMT 1972-97
5	636 : IAC Newsletter 1987-97
5	653 : US Pat.Fulltext 1980-89 *
4	148 : IAC Trade & Industry Database 1976-97
4	348 : European Patents 1978-97 *
2	18 : IAC F&S Index 1980-97
Total: 82 références	

Tableau n° 4

### 2.1.3 Interrogations réalisées en mode OneSearch

Puis, j'ai effectué une recherche multi-fichiers en mode OneSearch .

Cette interrogation multi-bases a d'abord été privilégiée afin:

- de gagner du temps
- d'écarter les doublons (dédoublonnage effectué par la commande RD)
- de pouvoir comparer le nombre de références obtenues et leur pertinence selon les bases, pour une même requête formulée.

Pour compléter ma recherche, j'ai aussi sélectionné 7 bases spécialisées dans les domaines relatifs au sujet très précis de cette étude :

- la métallurgie avec Metadex (32),
- la chimie - métallurgie avec Chemical Abstract (399),
- l'ingénierie et les techniques avec Ei Compendex plus (8), Scisearch (434), et Engineered Materials Abstracts (293).

Deux bases plus généralistes, Inspec (2) et Pascal (144), ont également été choisies.

\* Remarque : Les bases de données de brevets figurant dans le tableau n° 4 ont été interrogées dans un second temps, car il a d'abord été nécessaire de prendre connaissance de la Classification Internationale des Brevets (CIB) à l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI).

L'ensemble des interrogations réalisées en OneSearch est récapitulé dans le tableau ci-dessous.

**Tableau récapitulatif des interrogations réalisées en mode OneSearch**

Bases interrogées	Nombre total de références	taux de pertinence	Remarques
<b>1<sup>ère</sup> session</b>			
JICST-EPlus	14	0.8	Documents en japonais
IACPrompt	5	0.6	2 documents en allemand
IAC trade & Industry	4	0.5	
IACNewsletter	5	0	Applications biomédicales
NTIS	6	0	Applications biomédicales
Total = 30 (4 doublons)			
<b>2<sup>ème</sup> session</b>			
Chemical Abstracts	20	0.95	
Metadex	10	0.9	
Ei Compendex Plus	3	1	
Inspec	1	0	
Pascal	1	0	
Scisearch	0	0	
Eng. Materials Abstracts	0	0	
Total = 32 (3 doublons)			

Tableau n° 5

Après analyse des réponses obtenues (tableau n°5), plusieurs constatations m'ont fait opter pour une interrogation base par base:

- le faible nombre de doublons,
- l'absence de références avec les bases Engineered Material Abstracts et Scisearch, ou le mauvais taux de pertinence obtenu avec les bases Pascal et Inspec, apparemment trop générales pour mon sujet d'étude.

### 2.1.4 Interrogations réalisées base par base

Les quatre bases qui ont été finalement retenues pour la pertinence de leurs références sont : Metadex, Chemical Abstracts, IAC Prompt et, dans une moindre mesure, Ei Compendex. La base JICST-E Plus, bien qu'étant elle-aussi intéressante, n'a pas pu être vraiment exploitée car la majorité de ses documents est rédigée en japonais ; seuls de brefs résumés anglais ont pu être consultés. Les caractéristiques des bases de données sélectionnées sont présentées en Annexe 1.

## 2.2 Analyse des résultats

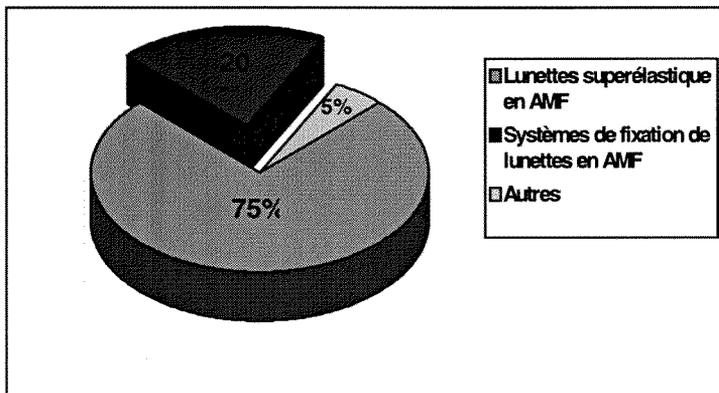
### 2.2.1 Nombre de références obtenues par type de support

Bases retenues	Articles	Brevets	Livres	Rapports de recherche
Metadex	7	1	2	0
CA	0	19	0	0
Ei Compendex Plus	1	0	0	0
IAC Prompt	3	0	0	2

### 2.2.2 Analyse des brevets obtenus sur Chemical Abstract

A partir des premiers brevets recueillis presque exclusivement sur Chemical Abstract, il m'a paru intéressant d'évaluer la proportion de brevets traitant des assemblages de lunettes en alliages à mémoire de forme par rapport aux autres applications en lunetterie.

Parmi les 20 brevets obtenus,



20 % concernent des éléments de fixation en Alliages à Mémoire de Forme (AMF),  
75 % traitent des techniques de soudage, des revêtements, des traitements thermiques et de la superélasticité d'éléments en AMF,  
5 % concernent d'autres applications.

Les brevets relatifs aux systèmes de fixation mémorisant la forme répondent parfaitement à la demande de mes commanditaires, à en juger par leurs intitulés et leurs résumés en anglais obtenus dans les Index papier de Chemical Abstract, disponibles à la Bibliothèque Universitaire de Lyon I. Mais, il n'a pas été possible d'exploiter davantage ceux qui étaient uniquement rédigés en japonais.

L'importance du nombre de brevets japonais est d'ailleurs à souligner :

**16 brevets contre deux brevets américains et un brevet européen.**

### III. 3 Recherche de brevets à l'Institut National de La Propriété Industrielle

#### **❶ La Classification Internationale des Brevets (CIB)**

Pour obtenir des références de brevets très ciblées se rapportant aux systèmes de fixation en AMF utilisés en lunetterie, je me suis alors adressée à l'Institut National de la Propriété Industrielle de Lyon (INPI). De façon à pouvoir effectuer une interrogation en ligne rapide et efficace, sur Questel, avec l'aide d'un ingénieur expert, les classes correspondants aux principaux concepts du sujet de recherche ont été choisies en utilisant la Classification Internationale des Brevets (CIB). Celle-ci recouvre l'ensemble des connaissances que l'on peut considérer comme relevant du domaine des brevets d'invention et se divise en huit sections. Chaque section est symbolisée par une lettre majuscule et caractérisée par son titre qui doit être considérée comme une indication générale du contenu de cette section.

Ainsi, les trois classes qui ont été sélectionnées pour l'interrogation sont :

- C : Chimie - métallurgie
- G : Physique
- F : Mécanique

Chaque section se subdivise alors elle même en plusieurs branches :  
**une classe** indiquée par deux chiffres placés après la lettre majuscule de la section,  
**une sous -classe** indiquée par une lettre,  
**un groupe** indiqué par un ou deux chiffres  
et **un sous-groupe** qui constitue la fin de l'arborescence.

Les différentes classes rencontrées pour notre recherche de brevets sont récapitulées dans le tableau suivant.

Codes de la CIB	Classes	Sous-classes	Sous-groupes	Signification
C 22 C	Chimie-Métallurgie	Alliages	19/00	à base de Nickel, Cobalt, Cuivre
C 22 K	Physique	Relatif à la modification de la structure physique des alliages	01/00	entraînant un effet mémoire de forme
G 02 C	Physique	Lunettes (généralités)	1/00 et 9/00	Fixation de pièces optiques aux pièces non-optiques (principales et auxiliaires)
			5/00	Structures de pièces non-optiques
			5/02	Pontets, arcades
			5/10	barres intermédiaires, ou entre le pontets et les branches
			5/12	Patins reposant sur le nez
			5/14	Branches
			5/22	Charnières (voir aussi F 16 B, F 16 C)
F 16 B	Mécanique	Accouplement pour la transmission des mouvements de rotation	21/00, 21/18, 35/00	
F 16 C	Mécanique	Liaisons à pivots en général	11/00	Pivots, liaisons pivotantes

Tableau n° 7

Les codes ci-dessus ont servi d'une part pour les interrogations en ligne des bases de données Brevets c'est à dire à l'INPI sur le serveur Questel et d'autre part, pour la consultation de bases de données de brevets sur le serveur Dialog.

## ② Interrogation des Bases de Données en ligne sur le serveur Questel, à l'INPI

Les trois bases interrogées sur Questel sont PCTPAT (brevets US), EPAT (brevets européens) et FPAT (brevets français).

Nombres de brevets obtenus par base			
Questions	PCTPAT	EPAT	FPAT
? ALLIAGE? ET MEMOIRE? ET FORME?	103	133	96
G02C-005+	107	237	213
G02C-005/00	16	57	
G02C-005/06		3	9
G02C-009+	24	20	27
G02C-013/00		158	

Le signe + est l'opérateur de troncature permettant de prendre en compte tous les sous-groupes d'un groupe CIB.

Tableau n°8

Après élimination des doublons, parmi l'ensemble de ces brevets, une quinzaine concernent les montures de lunettes en AMF et seulement **5 brevets** concernent les éléments de fixation mémorisant la forme utilisés en lunetterie.

A partir des références des brevets obtenues par l'interrogation en ligne, j'ai pu avoir accès aux brevets eux-même, consultables :

- soit sous forme papier, si la date de publication est antérieure à 1987.
- soit par microfiches,
- soit sous forme de CD-Rom.

## ③ Consultation des CD-Roms Brevet de l' INPI

Une collection complète des textes intégraux des brevets européens sont également proposées sous forme de disque optique. Dans le système (ESPACE CD-Rom), la recherche et la collecte ont pu ainsi être couplées grâce à un logiciel spécialement développé à cet effet par l'Office Européen des Brevets (OEB) ; mais la présence de schémas et figures dans les brevets les rend assez « encombrants » sur disque optique : ESPACE comporte 65 CD-Roms par an (pour un prix de 5000 DM environ). Des versions allégées sont consultables sur place à l'INPI : FIRST CD-Roms et BREF CD-Roms, dont les principales caractéristiques sont présentées ci-après.

### ➤ FIRST

**Producteur** : Office Européen des Brevets (O.E.B)

**Domaines** : Brevets

**Nature** : Références bibliographiques

**Données** : Fac-similés des premières pages des brevets européens et quelques brevets PCT

**Langue** : Français, anglais et allemand

**Début** : 1989

**Support** : CD-Rom (7 disques par an)

**ou Accès serveur** : Questel (mise à jour bimestrielle).

## ➤ BREF

**Producteur** : Institut National de la Propriété Industrielle (I.N.P.I.)

**Domaines** : Brevets

**Nature** : Plus de 700 00 demandes françaises, européennes et internationales de brevets interrogeables (CIB)

**Données** : Abrégés en français avec son dessin

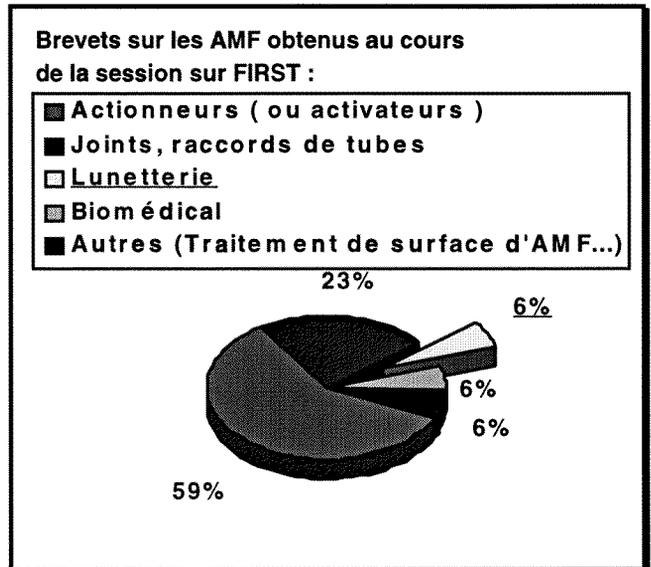
**Langue** : Français et anglais

**Début** : 1991

**Support** : CD-Rom (mise à jour trimestrielle)

Pour les CD-Roms FIRST (disponibles également à Doc'Insa, depuis 1994), sur 17 références répondant au concept « *Mémoire de Forme* » posé en anglais et en français, **une seule référence brevet** concerne l'application en lunetterie [62].

La proportion représentée par les applications en lunetterie par rapport aux autres applications a été évaluée lors de cette session (graphe ci-contre).



Les CD-Roms BREF ont pu, quant à eux, être interrogés en mode expert en utilisant le Code de Classement des Brevets de la CIB. Ils permettent d'accéder à une synthèse des brevets, recherchés depuis 1989, qui comprend un titre, un résumé en français, et des schémas explicatifs. L'interrogation par la classe G02C (Lunettes en général), couplée au concept d'"*alliage à mémoire de forme*", m'a permis de recueillir des brevets dont les **2/3** traitaient bien des AMF appliqués à la lunetterie. L'amélioration considérable du taux de pertinence met en évidence tout l'intérêt d'utiliser les codes de la CIB, pour mieux cibler la recherche. Toutefois aucun nouveau dispositif comportant des éléments mémorisant la forme n'a été découvert.

### III.4 Recherche de brevets dans les Bases de Données Brevets sur Dialog

Grâce aux codes de la CIB déterminés à l'INPI, j'ai pu interroger des Bases de Données Brevets, à nouveau sur le serveur Dialog.

#### **❶ Caractéristiques des Bases de Données Brevets choisies**

##### 1.1 Bases de Données de brevets en texte intégral

###### **European Patents Full Text**

**Producteur** : Office Européen des Brevets (O.E.B)

**Domaines** : BREVETS de l'O.E. depuis 1978, y compris les demandes issues du Traité de Coopération des Brevets (PCT)

**Nature** : Texte intégral

**Données** : Informations bibliographiques et administratives, statut légal, rapport de recherche avec ses références, texte intégral des spécifications dans la langue de publication

**Langue** : Anglais, français, allemand

**Début** : 1978

**Volume** : 600 000 brevets

**Mise à jour** : Hebdomadaire

**Accès serveur** : Dialog (348)

###### **US Patents Full Text**

**Producteur** : US Patent and Trademark Office (USPTO)

**Domaines** : Brevet, Etats-Unis

**Nature** : Texte intégral

Accès au texte intégral des brevets de l'USPTO depuis 1974, et pour certaines technologies depuis 1971.

**Données** : Les figures ne font pas partie de la banque mais sont décrites.

**Langue** : Anglais

**Début** : 1971

**Volume** : 1.9 millions de brevets + 2200 / semaine

**Mise à jour** : Hebdomadaire

**Aide**: US patent office manual of classification

**Accès serveur** : Dialog (654), STN (USPatfull)

**Fichier 654**: depuis 1990,

vient en complément du fichier 123 de Dialog (claims reassignment and reexamination).

Pour interroger l'ensemble des fichiers, on peut utiliser DIALINDEX / Onesearch, PATFULL.

## 1.2 Bases de Données de références de brevets

### **JAPIO**

**Producteur** : Japan Patent Information Organization (JAPIO)

**Domaines** : Brevet, Japon

Toutes disciplines brevetables.

**Nature** : Références bibliographiques

**Données** : Informations bibliographiques et traduction anglaise des résumés des applications des brevets japonais (KOKAI)

**Langue** : Japonais, anglais

**Début** : 1976

**Volume** : 4.5 millions de références + 250 000 / an

**Mise à jour** : Mensuelle

**Publications** : Published unexamined patent application, Patent abstract of Japon, Japonese patent indexes

**Accès serveur** : Dialog (347), Questel (Japio), Orbit (JPAT), STN (JAPIO)

### **WPI (World Patent Index)**

**Producteur** : Derwent Information Ltd.

**Domaine** : Mutidisciplinaire (pharmacie, agriculture, matériaux, chimie...)

**Nature** : Références bibliographiques, images de BREVETS.

**Données** : Couverture complète des brevets issus des 28 principaux pays industrialisés, des brevets européens, des brevets PCT.

**Langue** : Anglais

**Début** : 1963

**Mise à jour** : Hebdomadaire

**Publication** : Research disclosure et International technology disclosure

**Accès serveur** : Dialog (351 : pour les utilisateurs du monde entier, excepté au Japon), Questel (WPI, WPIL), STN , Orbit

## **② Stratégie d'interrogation pour les Bases de Données Brevets sur Dialog**

Cette stratégie d'interrogation est très proche de celle qui a été élaborée pour les Bases de Données de l'INPI ; elle s'appuie également sur les mots-clés qui avaient été définis pour les premières interrogations en ligne réalisées sur Dialog (tableau n° 3).

Plusieurs requêtes ciblées ont été formulées pour obtenir des brevets relatifs aux éléments de fixation en AMF utilisés en lunetterie :

**S1** IC =G02C?

**S2** IC = F16B? OR IC = F16C?

**S3** shape()memor?

**S4** spectacles OR eyeglass?

**S5** connect? OR clamp? OR join? OR fix? OR assembl? OR attach?

**S6** rivet? OR clinch? OR screw? OR pin? ? OR hinge? OR fasten?

**S7** = C22K?

S8 = S1 and S3

S9 = S1 and S3 and S5

S10 = S1 and S3 and S6

S11 = S2 and S3 and S4

S12 = S3 and S4 and S7

### ③ Analyse des références obtenues

Nombre de références pour les questions Si						
Nom de la base Brevet	S8	S9	S10	S11	S12	Tx*
Japio (347)	52	27	18	5	1	0.9
European FT Patent (348)	10	7	5	0	1	0.85
US FT Patent (654)	16	16	14	3	0	0.85
WPI de Derwent (351) accès payant	37	14	9			0.7

\*Tx = Taux de pertinence, c'est à dire le nombre de références sur les lunettes comportant des éléments en AMF, par rapport aux nombre total de références

Tableau n°9.

C'est la base Japio qui contient le plus de brevets sur les assemblages démontables de lunettes, incluant des éléments mémorisant la forme. Toutefois, la plupart de ces brevets sont rédigés en langue japonaise et donc seuls leurs résumés en anglais inclus dans les références de cette base ont pu être exploités. La base Derwent, quant à elle, contient beaucoup de brevets relatifs aux méthodes de soudage des composants de lunettes en AMF entre-eux et des procédés de revêtement des montures. C'est pourquoi le taux de pertinence de cette base est inférieur à celui des autres bases de brevets.

## III.5 Bilan de l'ensemble des sessions réalisées en ligne

Interrogation sur Dialog	Date	Coût de la base / heure (en \$)	Temps de connexion (en min)	Coût / Type × nombre de types (de format 9, en \$)	Coût total de la session (en Francs)
--------------------------	------	------------------------------------	--------------------------------	---	---

Dialindex	20/02/97		15.96		32,03
One Search (6 Files)	20/02/97		9.36		17,92
One Search (7 Files)	12/03/96 19/02/97		10.92		20,97
<b>Sous-total</b>			<b>36.24</b>		<b>70,92</b>

Metadex	19/01/97	60	13.20	1.40 × 1	15,23
CA Search	19/01/97	90	12.18	1.75 × 20	298,31
Ei Compendex +	19/01/97	90	4.26	1.45 × 3	60,14
IAC Prompt	19/01/97	90	7.08	2.20 × 5	121,07
<b>Sous-total</b>			<b>36.72</b>		<b>494,75</b>

US Pat. Fulltext	21/01/97	120	14.46	5 × 16	609,95
European Patents Fulltext	10/01/97	120	8.82	5.50 × 10	406,78
Japio	21/01/97	120	9.96	1.20 × 27	292,99
WPI de Derwent	10/01/97	130	9.30	0.85 × 37	288,96
<b>Sous-total</b>			<b>42.54</b>		<b>1598,68</b>

Session sur le serveur QUESTEL, le 05-12-96	Coût de la base (en Francs)	Temps de connexion (en min)	Coût estimé de la session avec les impressions (en Francs)
PCTPAT	150	4.92	3421,50
EPAT	150	4.20	4018,50
FPAT	150	5.70	5946,50
<b>Sous-total</b>	<b>450</b>	<b>14.82</b>	<b>13386,50</b> (non facturé !)

<b>TOTAL</b>		<b>130.32</b>	<b>2614,35</b>
--------------	--	---------------	----------------

La durée totale des sessions réalisées en ligne (toutes bases confondues) est de 2 heures et 10 minutes et le coût total s'élève à 2614 Francs.

Pour les sessions Dialog, il s'agit du coût réel, calculé à partir des tarifs 1996 du catalogue de Dialog. Mais l'ENSSIB bénéficie de tarifs bien plus avantageux.

Pour les sessions Questel, seul le coût des bases interrogées a été facturé par l'INPI soit 450 Francs . Mais le coût réel des sessions a atteint une somme tout à fait impressionnante. Ceci souligne le fait que la recherche d'informations techniques, essentiellement réalisée dans des Bases de Données Brevets dont l'accès est payant, nécessite d'avoir un budget approprié !

#### IV CONCLUSION

---

Toute stratégie d'interrogation de bases de données sur les serveurs en ligne utilisés, Dialog et Questel, doit être considérée comme évolutive. Ainsi, au cours de cette investigation, j'ai rencontré un certain nombre de termes susceptibles d'enrichir le « dictionnaire » relatif au concept de "*Mémoire de Forme*" et de "*Lunetterie*". En outre, pour les bases de données Brevets, j'ai pu utiliser la Classification Internationale des Brevets (CIB) qui m'a permis de mieux cibler mes requêtes, à en juger par le taux de pertinence des références plus élevé que ceux obtenus pour l'interrogation réalisée uniquement par mots libres. Ma stratégie a ainsi pu être affinée selon le domaine plus pointu vers lequel ma recherche était orientée : les systèmes de fixation en lunetterie, incluant des éléments mémorisant la forme.

Dans cette partie méthodologique, le temps passé à la recherche d'information a pu être précisément évalué, surtout dans le cas des recherches sur Bases de Données en ligne. L'étape de transformation et de restitution de l'information a été, quant à elle, beaucoup plus difficile à jalonner de balises temporaires. Le travail de synthèse s'est révélé être relativement long car il a fallu restituer le plus fidèlement possible le sens de documents très techniques et qui étaient pour la plupart rédigés en anglais.

### ③ SYNTHÈSE

## I Introduction

---

Habituellement, quand un métal ou un alliage est soumis à une contrainte mécanique supérieure à sa limite d'élasticité, il subit une déformation plastique qui subsiste après cessation de la contrainte. Cette déformation n'évolue ensuite pas ou très peu lors de traitements thermiques ultérieurs. Les Alliages à Mémoire de Forme (AMF) semblent échapper à ce comportement familier aux métallurgistes et aux mécaniciens : un échantillon d'un tel alliage, déformé de façon apparemment plastique à une température donnée, peut récupérer intégralement sa forme initiale par simple chauffage. Cette déformation peut atteindre 8 % en traction [10]. Ce phénomène est appelé "*mémoire de forme*", il est associé à une transformation structurale qui se produit entre la température à laquelle on a déformé l'échantillon et celle à laquelle on l'a réchauffé pour qu'il retrouve sa forme. Dans ce qui suit, nous nous intéressons à ce type de transformation, aux propriétés thermoélastiques qui en découlent ainsi qu'à leurs applications ; en particulier dans le domaine de la lunetterie, nous abordons plus précisément les systèmes de fixation comprenant des éléments mémorisant la forme.

### ❶ Effet mémoire de forme

L'**effet de mémoire de forme** montré par certains alliages a été reconnu depuis quelques 35 ans, et ce n'est que récemment que cette propriété tout à fait unique a suscité un regain d'intérêt au niveau de son exploitation commerciale. La propriété distinctive de ses alliages peut être résumée comme suit : « Un alliage métallique possède une mémoire de forme si, après déformation permanente à « basse » température, il retrouve sa forme initiale par simple chauffage » [43].

#### 1.1 Transformation martensitique

Ce comportement particulier est la traduction macroscopique d'un phénomène physique intervenant au niveau de l'organisation atomique de la matière : la **transformation martensitique réversible** qui se produit entre une phase mère haute-température, appelée **austénite** et une phase basse température, appelée **martensite**. A la base, il s'agissait du passage de l'austénite à la martensite, suite à la trempe des aciers : l'austénite, formée à haute-température, se transforme en martensite par refroidissement rapide pour éviter la diffusion. Par extension, le terme a été généralisé à toutes les transitions analogues. Dans le cas des alliages à mémoire de forme, il s'agit d'une **transformation thermoélastique** qui, contrairement à celle rencontrée dans les aciers classiques, s'effectue sans changement de volume. C'est donc cette transformation particulière qui est à l'origine de l'effet mémoire de forme et des autres propriétés thermomécaniques, spécifiques aux alliages à mémoire de forme [3].

## 1.2 Principales propriétés thermomécaniques

Parmi les principales propriétés thermomécaniques des AMF on doit citer :

➤ **L'effet mémoire simple sens** grâce auquel un objet déformé de façon apparemment plastique en phase martensitique peut retrouver sa forme initiale au chauffage. En effet, si on applique une contrainte à l'état martensitique, des variantes de martensite vont être favorisées. On a alors une déformation pseudo-élastique. Si on élève la température jusqu'à la disparition complète de la martensite (c'est à dire jusqu'à la fin de croissance de la phase austénitique), on retourne ainsi à la forme initiale.

➤ **L'effet superélastique** grâce auquel l'alliage peut stocker de grandes quantités d'énergie élastique, comparativement aux métaux traditionnels. Les alliages superélastiques admettent ainsi des déformations beaucoup plus importantes que les alliages élastiques traditionnels, sous contrainte relativement faible. Cet effet est provoqué en appliquant une contrainte en phase mère, juste au dessus de la température de transformation martensitique, jusqu'à obtention de la transformation.

On obtient donc une déformation relativement importante (du fait que l'on privilégie une variante de martensite) qui disparaît dès qu'on retire la contrainte. La superélasticité peut donc être définie comme étant "une déformation réversible, élastique, non- linéaire" [2].

➤ **L'effet mémoire double sens** dans lequel l'alliage revêt une forme lorsqu'il est chauffé au delà de la température de transformation martensitique pour revenir à une autre forme lorsqu'on le refroidit en deçà de la zone de transformation. Cet effet est caractéristique d'un matériau dit « éduqué ». Pour réaliser son éducation, on procède en pratique comme suit : dans un premier temps, on applique une contrainte en phase mère insuffisante pour provoquer la transformation au refroidissement. On obtient alors une martensite avec une déformation significative car une variante de martensite a été privilégiée. Lors du chauffage, cette déformation disparaît. C'est alors en répétant plusieurs fois cet effet « double sens assisté » que l'éducation du matériau est réalisée [17].

## ② Les principaux alliages à mémoire de forme et leurs applications

Actuellement, il y a encore peu d'alliages développés industriellement ; d'autres sont à peine introduits sur la marché. On distingue trois grandes familles d'AMF: les alliages à base de cuivre, les alliages à base de fer et les alliages à base de nickel-titane.

Ces derniers, connus sous le nom générique de Nitinol, sont les plus anciens et les mieux explorés des AMF. Leur propriété mémoire de forme a été découverte en 1961, grâce à un fil de Nitinol accidentellement chauffé par un, lors d'une conférence. Mais, le Nitinol reste beaucoup plus cher que les AMF à base de cuivre. Toutefois, il présente de meilleures propriétés mécaniques. Du fait de sa structure à petits grains, il permet de réaliser notamment des fils très fins. Il est aussi recommandé pour l'assemblage de tubes hermétiques car il permet de garder une bonne rigidité de contact. Il est aussi caractérisé par une meilleure résistance à la

corrosion et au vieillissement, et surtout, par d'excellentes propriétés de mémoire de forme et de superélasticité. On se heurte cependant au faible nombre d'alliages susceptibles de présenter les propriétés recherchées. C'est pourquoi les applications industrielles n'ont été jusqu'à présent développées qu'à partir des Nickel-Titane (Ni-Ti), des Cuivre-Zinc-Aluminium (Cu-Zn-Ni) et des Cuivre-Aluminium-Nickel (Cu-Al-Ni). Ce choix s'est effectué en fonction des propriétés mécaniques, thermiques et électriques de ces matériaux, de leur aptitude à la mise en forme, de leur élaboration, de leur coût et de l'existence d'une industrie élaboratrice [8].

La première application commerciale des alliages Ni-Ti, mise au point par Raychem, le meneur dans cette technologie, était dans le domaine d'un manchon de connexion pour tuyau hydraulique à effet de rétreinte. Les connexions conservent une place importante dans les applications qui mettent à profit les AMF dans le rôle d'éléments d'attache, d'actionneurs ou d'interrupteurs thermiques et électriques.

De nombreuses applications sont maintenant soit établies, soit à un stade avancé de mise au point [41]. On peut citer à titre d'exemples :

- des connecteurs électriques ou pour fibres optiques,
- des actionneurs thermiques mis au point pour des systèmes anti-incendie : vannes et têtes d'aspersion,
- des vannes en AMF pour automobile, permettant de réduire le flux d'air traversant le radiateur, lorsque le moteur est encore froid, et donc de diminuer la consommation de carburant et l'émission de gaz d'échappement,
- des systèmes de manipulation robotique,
- des appareils biomédicaux, etc...

Dans beaucoup d'applications médicales, c'est en fait un mélange d'effet mémoire de forme et de superélasticité qui est utilisé. Des fils en Nitinol sont ainsi utilisés pour le redressement des dents ou comme fils guides pour cathéter car ils permettent des rayons de courbures faibles avec un effort modéré. Cette même superélasticité est utilisée pour la confection de soutien-gorges dont les armatures très souples en Nitinol améliorent le confort [10].

## II Applications des AMF en lunetterie

### ① Montures de lunettes superélastiques

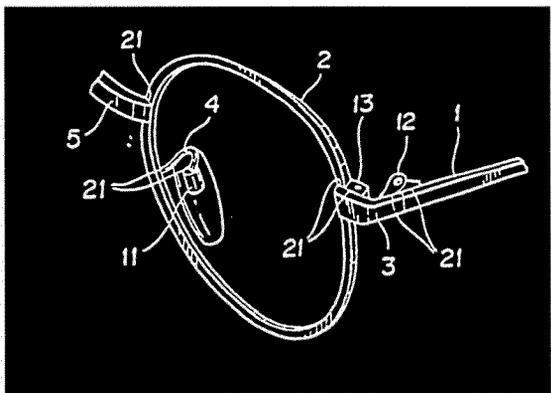


Schéma n°1

Bien que ce soit d'abord pour des applications biomédicales que la propriété de la superélasticité ait été développée, il semble naître, aujourd'hui un certain intérêt, notamment aux Etats-Unis, dans le domaine de la lunetterie. Ainsi Furukawa (licencié Raychem) a mis au point et commercialisé des montures de lunettes à mémoire de forme, qui présentent de multiples avantages.

Lors de la fabrication des montures, l'alliage superélastique Ni-Ti permet d'ajuster la forme des pièces du cadre (schéma n°1 : branches (1), cercles (2), pont (5)), à des températures généralement supérieures à 40°C [63].

Au niveau des branches, la superélasticité permet à la monture de s'adapter à la forme du visage sans que l'on ait à les déformer plastiquement. Cette propriété augmente le confort du porteur et présente un avantage esthétique évident. D'autre part, si une monture est déformée accidentellement (il arrive que l'on s'assoit ou que l'on marche sur une paire de lunettes !), l'utilisateur peut, par simple réchauffement (eau chaude par exemple), lui redonner sa forme originale. Les autres avantages de ces matériaux ne sont pas directement liés à leurs propriétés de mémoire. Tout d'abord, le Nickel-Titane est moins dense que les alliages métalliques utilisés classiquement pour la fabrication de montures. Ensuite il ne provoque pas d'allergie lorsqu'il est mis de façon prolongée au contact de la peau [8]. Ces derniers aspects ne sont pas vrais pour les alliages cuivreux et ces matériaux sont d'ailleurs très rarement cités pour des applications superélastiques en lunetterie. Cependant, pour les systèmes de fixation en AMF abordés dans ce qui suit, ces aspects ne sont pas à prendre en considération : un alliage à base cuivre pourra alors être choisi car ce sont uniquement les propriétés mémoire de forme de cet alliage qui seront exploitées.

Un des problèmes majeurs liés aux alliages superélastiques est l'obtention d'une finition "bijou". La possibilité d'une métallisation (plaquage) est possible mais peu de garantie est donnée sur sa tenue dans le temps. Enfin, la difficulté de recouvrir les alliages à mémoire de forme par une couche polymère limite le développement pour les montures fantaisies et interdit l'utilisation des cuivreux. Toutefois, il est possible de recouvrir certaines pièces de la lunette en AMF, telles que les branches ou le pont d'un matériau polymère thermiquement isolant qui permet à l'alliage de subir des températures supérieures à sa température de fin de transformation austénitique, au moins pendant la durée de son comportement pseudoélastique [62].

Une seconde application développée notamment par la société japonaise, Furukawa concerne la monture de verres organiques. Les polymères ayant un coefficient de dilatation thermique important, ils ont tendance à sortir de leur logement lorsque la paire de lunettes subit des variations de température importantes. Une monture en AMF permet d'accommoder ces changements de dimensions et de limiter ainsi les pertes de verre.

Un des handicaps important pour le développement des matériaux à mémoire de forme dans la lunetterie reste toutefois encore son prix trop élevé. Ainsi, leur utilisation n'est envisageable que pour des produits haut de gamme ou des domaines particuliers (lunettes de sport ou de sécurité par exemple).

## ② Éléments mémorisant la forme utilisés pour les fixations de lunettes

Les assemblages démontables sont le plus souvent réalisés au moyen d'un système fileté tel qu'une vis en acier Inox. Ils concernent la liaison entre la branche et la face et l'ouverture-fermeture de celle-ci autour d'un pivot. Mais ces fixations classiques présentent plusieurs inconvénients.

D'une part, elles ne sont pas suffisamment rigides pour résister à la plupart des "agressions" liées directement ou indirectement au port d'une monture de lunettes. La perte des vis survient toujours au bout d'un certain temps ! De plus, la monture sera à nouveau manipulée par l'opticien lorsqu'il fixe les verres et adapte les branches au visage de son client. Les fixations réalisées en AMF sont conçues au contraire pour être démontées et se remonter sans endommagement ; elles restent rigides même après un emploi prolongé des lunettes. Ainsi, alors que la durée de vie de la liaison assurée par un assemblage classique est estimée à environ 3 ans (taux de renouvellement moyen des montures en France), celles de l'assemblage en AMF peut être étendue à 5 ans, quelque soit le nombre de cycles de montage/démontage. En outre, le démontage et le montage de la liaison est réalisable aisément (avec l'aide d'outils courants) et brefs (de l'ordre de la minute). Notons que la température martensitique des éléments mémorisant la forme est toujours inférieure à la température d'utilisation des lunettes pour éviter que la fixation ne se démonte accidentellement !

D'autre part, les systèmes d'assemblages, incluant des éléments mémorisant la forme, réagissent également mieux aux contraintes physiques et chimiques. Ceci peut présenter un intérêt, notamment pour des lunettes de sécurité. La plage du domaine de stabilité thermique (couramment établie entre  $-10^{\circ}\text{C}$  et  $50^{\circ}\text{C}$ ) peut être étendue de  $-40^{\circ}\text{C}$  à  $+80^{\circ}\text{C}$ . Ces assemblages conservent aussi une meilleure stabilité face à la corrosion naturelle et chimique.

Seulement quelques dispositifs incluant des éléments mémorisant la forme ont déjà été proposés. Ils ont tous pour fonction d'assurer à la fois la connexion des branches et leur rotation par rapport au cadre. Ces quelques assemblages pivotants mettent en jeu l'un des couples d'éléments suivants :

- Une goupille en acier Inox, de dimensions identiques à une vis standard, couplée à une bride élastique de serrage en Nitinol, SE 508 NiTi, qui peut avoir la forme :
  - soit d'une bague de retenue [65],
  - soit d'une rondelle "Belleville", de forme conique (élément n° 3 du schéma n° 2) [66].

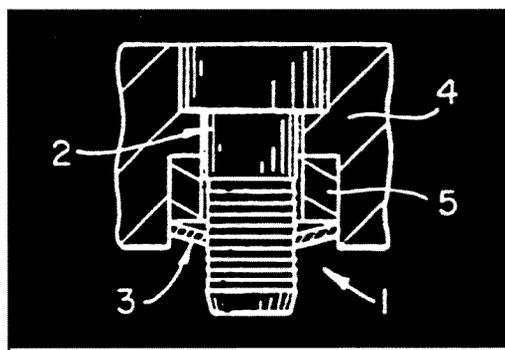


Schéma n° 2

- Un couple vis / écrou, tous deux mémorisant la forme. Les effets mémoire de la vis et du boulon sont antagonistes de telle sorte que, lors de leur recouvrance à la température ambiante, l'ajustement serré est réalisé par la dilatation de la vis conjuguée à la contraction de l'écrou [77],

➤ Une tige en AMF, ayant la forme d'un clou particulier : elle comporte non seulement une tête mais aussi deux pieds latéraux qui s'écartent à la température ambiante, pour serrer la fixation en prenant appui sur la partie de la charnière liée au cadre [77].

Au démontage, il suffit d'abaisser la température de l'assemblage (par exemple avec de l'azote liquide) pour déformer les éléments de connexion en AMF et ainsi désolidariser les branches du reste des lunettes. Puis le montage pourra être réalisé à la température ambiante, température à laquelle les éléments mémorisant la forme retrouveront leur position initiale.

### III Conclusion

---

On voit donc qu'il existe pour l'instant très peu de solutions de fixations utilisant les alliages à mémoire de forme. De plus, pour pouvoir appliquer ces moyens, il est nécessaire de quantifier les déformations et les contraintes mises en jeu lors des différents assemblages, en tenant compte des déformations permises à l'état martensitique, des contraintes tolérées par le matériau et de la force de maintien nécessaire de l'assemblage. Ainsi, dans le domaine très précis des alliages à mémoire de forme appliqués aux fixations de lunettes, le champ des investigations demeure encore très vaste.

## ③ BIBLIOGRAPHIE

### I INTRODUCTION

---

En accord avec mes commanditaires, il a été décidé que seuls les documents les plus intéressants seraient exploités mais que les autres seraient toutefois cités.

Cette bibliographie est présentée thématiquement. A l'intérieur de chaque partie thématique, les références sont regroupées par type de documents puis organisées chronologiquement.

Les documents répertoriés couvrent les années 1980 à 1996. Pour les brevets, nous nous sommes limités aux dix dernières années, avec une extension notable pour les brevets n° EP 146317 A2, 1984-12-06 [77] et n° JP 55048725, 1980-04-8 [78].

Pour la rédaction des notices, la norme française (qui elle-même reproduit la norme internationale ISO 690-1987) a été appliquée en consultant le document suivant : Norme Z44-005 : *Documentation : références bibliographiques : contenu, forme et structure* / Association Française de Normalisation - Paris : AFNOR, 1987 - 13 p. - ISSN 0335-3931.

Pour les brevets, la convention AFNOR est la suivante :

➤ **DEPOSANT** - *Titre du brevet* - Pays de dépôt - N° de publication - Date de publication (année-mois-jour).

Pour les citations de documents trouvés sur l'Internet, la convention de présentation qui a été adoptée est la suivante :

➤ **AUTEUR** - « *Titre* » - Date de dernière mise à jour - < Adresse URL > (Date de visite du site).

### II BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE

---

#### ① Les alliages à mémoire de forme : généralités

*Citations de documents trouvés sur l'Internet*

1. **Special metals Corporation** - « Shape Memory » - 3 janv. 1997 - <<http://www.specialmetals.com:80/shape.html>> (25 fev.1997).

2. **Special metals Corporation** - « Superelasticity » - 3 janv. 1997 - <<http://www.specialmetals.com:80/super.html>> (25 fev.1997).

3. **Special metals Corporation** - « Physicals and mechanical properties » - 3 janv.1997 - <<http://www.specialmetals.com:80/physical.html>> (25 fev.1997).

4. **Professor DUNNE, D., Dr WEXLER, D., Dr CHEN, Z.** - « Structures and properties of Shape Memory Alloys » - 3 janv. 1997 - <<http://www.uow.edu/Feng14423.html>> (25 fev. 1997).

5. **HUMBEECK, Van J., DELAEY, L., FROYEN, L., « et al »** - « Shape Memory Alloys » - 3 mai 1996- <<http://www.mtm.kuleuven.ac.be/Reports/ScientificReport92-94/Chap1Sec3.html>> (29 janv. 1997).

6. **SMST-97** - « The International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies » - Pacific Grove, California, USA, 2-6 mars 1997 - 1997 - <<http://www.sma-inc.com:80/SMST97.html>> (24 fev. 1997).

7. **Netherlands Society for Materials Science** - « 4 th European symposium on martensitic transformations, ESOMAT 97 » - Enschede, Netherlands, 1-5 Juillet 1997 - 1996 - <<http://www.wb.utwente.nl/vakgroep/mk/conference.htm>> (24 fev. 1997).

Ouvrages ou monographies

8. **PATOOR, E. et BELLEVEILLER, M. (coordinateurs)** - *Technologies des alliages à mémoire de forme* - Hermès, 1994 - 286 p.

9. **PATOOR, E. et BELLEVEILLER, M.** - *Les alliages à mémoire de forme* - Hermès, 1990 - 65 p.

10. **GUENIN, G.** - *Alliages à mémoire de forme* - Techniques de l'Ingénieur, M530, Oct. 1986, 14 p.

Chapitre d'ouvrage

11. **PROFT, J.L., DUERIG, T. W.** - *Engineering aspects of shape-memory alloys* - Northants : Butterworth-Heinemann Ltd., 1990 - The mechanical aspect of constrained recovery, p. 115.

Articles de périodiques

12. **CRAIG, R.** - Intelligent material - *Scientific American*, Sept. 1995, p. 154-157.

13. **KAUFFMAN, G. and MAYO, I.** - Memory metal - *Chem Matters*, Oct. 1993, p. 4-7.

14. **FALCIONI, J.** - Shape memory alloys - *Mechanical Engineering*, Apr. 1992, p. 114.

15. **OSHIDA, Y. and MIYAZAKI, S.** - Corrosion and biocompatibility of shape memory alloys - *Corrosion Engineering*, 1991, vol.40, p.1009-1025.

16. **GUENIN, G., GOBIN, P.F.** - Les alliages à mémoire de forme - *Matériaux et Techniques*, Oct. nov 1980 - p. 350.

Publication en série

17. **GUENIN, G.** - *Martensitic transformation and thermomechanical properties* - Edited by Key Engineering Materials - Vols. 101-102 - Switerland : Trans Publications, 1995, p. 339-392.

Compte-rendus de congrès

18. **HUMBEECK, J.V., CEDERSTROM, J.** - The present state of shape memory materials and barriers still to come - In : *The first international conference on Shape Memory and Superelastic Technologies (SMST-94)* - Ed. Pelton, Alan R., Hodgson, D. and Duerig, T. - Pacific grove, California : Asilomar Conference Center, 1994.

19. Proceedings of the III European symposium on martensitic transformations - Barcelone Espagne, 1994 - J. Phys. C2 , Fév. 95 - Ed. Planes, J., Ortin, J. , Manösa, L. - 551 p.

20. Proceedings of the international conference on martensitic transformations (ICOMAT 92) - Monterey Institute of Advanced Studied USA - Ed. Wayman, C.M , Perkins, J., 1993 - 1347 p.

21. Proceedings of European symposium on martensitic transformations and shape memory properties - Aussois France, 1991 - J. Phys. C4, vol. 1, Nov. 91 - Ed. Guenin, G. - 475 p.

### **2 Diverses applications des alliages à mémoire de forme**

#### Citations de documents trouvés sur l'Internet

22. **CARON, M. and DAHL, S.**- « Magnetron sputtering of TiNi Shape Memory Alloys for microactuators » - 6 janv. 1997 - <<http://lisa.polymtl.ca/LISA-Brochure/TiNi-Mario.html>> (25 fev. 1997).

23. **COHEN, J.**, *TiNi Alloy Company* - «Shape Memory Alloy applications » - 1997 - <<http://www.newspace.com/Industry/TiNi/home.html>> (25 fev.1997).

24. **TiNi Alloy Company** - «Thin film Shape Memory Alloy technology to fully activate MEMS devices» - 1997 - <<http://www.sma.mems.com/> > (25 fev.1997).

25. **Guelph Wire Products, Inc.** - « Shape Memory Engineering Products » - 6 janv. 1997 - <<http://www3.sympatico.ca:80/alanv...harrison/#prod>> (29 janv. 1997).

26. **Shape Memory Applications, Inc.** - « Applications of Shape Memory and Superelastic Alloys » - *NiTi Materials, Components and Development Services* - 3 janv. 1997 - <<http://www.sma-inc.com:80/Applications.html>> (24 fev. 1997).

27. **Shape Memory Applications, Inc.** - « Industry and university news » - *NiTi Materials, Components and Development Services* - 3 janv.1997 - <<http://www.sma-inc.com:80/IndustryNews.html>> (24 fev. 1997).

28. **Shape Memory Applications, Inc.** - « Academic and professional conferences of interest » - *NiTi Materials, Components and Development Services* - 20 sept. 1996 - <<http://www.sma-inc.com:80/Conferences.html>> (29 janv. 1997).

29. **Shape Memory Applications, Inc.** - « Woven NiTi wires » - *NiTi Materials, Components and Development Services* - 3 dec. 1997 - <<http://www.sma-inc.com/WovenWire.html>>(24 fev. 1997).

30. **Shape Memory Applications, Inc.** - « Shape Memory Alloy references » - *NiTi Materials, Components and Development Services* - 20 sept. 1996 - <<http://www.sma-inc.com:80/References.html>> (29 janv. 1997).

#### Chapitres d' ouvrage

31. **KAPGAN, M., MELTON, K.N.** - *Engineering aspects of shape-memory alloys* - Northants : Butterworth-Heinemann Ltd., 1990 - Shape memory alloys. Tube and pipe couplings, p. 130.

**32. BORDEN, T.** - *Engineering aspects of shape-memory alloys* - Northants : Butterworth-Heinemann Ltd., 1990 - Shape memory alloys. Fastener rings, p. 158.

**33. SCHETKY, L. Mc Donald** - *Engineering aspects of shape-memory alloys* - Northants : Butterworth-Heinemann Ltd., 1990 - Shape memory alloys. Application in space system, p. 170.

Articles de périodiques

**34. HALTER K.** - SMA household applications from superelastic tooth brush to fully automated cat's toilet - *Journal de Physique IV (Colloque)*, 1995, vol. 5, n°8, p. 1235-1239.

**35. HORIKAWA, H., OOTSUKA K.** - NiTi shape memory and superelastic alloys : new applications - *Metals and Technology*, 1995, vol. 65, n°1, p. 31-38.

**36. TURNER, J.D.** - Memory -metal actuators for automotive applications - *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineerings*, 1994, vol. 28, p. 299-302.

**37. BORDEN, T.** - Shape-memory alloys : forming a tight fit - *Mechanical Engineering*, Oct. 1991, p. 67-72.

**38. TAUTZENBERGER, P., RAU, G.** - The superelastic behavior of shape-memory alloys - *Blech Rohre Profile*, Oct. 1991, vol. 38, n°10, p. 782-7863.

**39. DUERIG, T.W., MELTON, K.N.** - Designing with the shape memory effect - *MRS International Meeting on Advanced Materials*, 1989, vol. 9, p. 581-597.

**40. WAYMAN, C.M.** - Some applications of shape memory alloys - *Journal of Metals*, juln 1980, p. 18-23.

Publication en série

**41.** *Metals that memorize a Shape Memory : metals that retain their shape find increased use in industry and consumer goods* - New-York Times, 1991, p. F7 - ISSN : 0362-4331.

Thèses

**42. LECLERQ, S.** - *De la modélisation thermomécanique et de l'utilisation des alliages à mémoire de forme* - Thèse : Sciences et Techniques : Matériaux , rhéologie: Université Besançon, 1995.

**43. GAUDEZ, P.** - *Etude et réalisation de dispositifs actionneurs utilisant un élément en alliage à mémoire de forme* - Thèse : Sciences et Techniques : Métallurgie: INSA Lyon, 1993.

Compte-rendus de congrès

**44. SCHETKY, L. Mc Donald** - The application of constrained recovery shape memory devices for connectors, sealing and clamping - In : *The first international conference on Shape Memory and Superelastic Technologies (SMST-94)* - Pacific grove, California : Asilomar Conference Center, 1994 - Ed. Pelton, Alan R., Hodgson, Darel and Duerig, Tom.

**45. BENSON, R.W., FLOT, R.F. and SANDBURY, C.L.** - The Use of Shape Memory Effect Alloys as an Engineering Material - In : *15 th National SAMPE technical Conference*, Oct. 1983.

### ③ Applications spécifiques à la lunetterie

#### 3.1 Montures de lunettes comprenant des parties superélastiques

##### Citations de documents trouvés sur l'Internet

**46. Special metals Corporation** - « Applications » - 6 janv.1997 - <<http://www.specialmetals.com:80/apps.html>> (25 fev.1997).

**47. Senri International Information Institute** - « The Japan Optical Center, Sabae: small buisnesses have advantages in the age of individualism » -6 janv. 1997 - <<http://www.senri-i.or.jp/kansai/index/views/sabae.html> > - (25 fev. 1997).

**48. RICHARD, Lin** - « Shape Memory Alloys and their applications » - 4 dec. 1996 - <<http://www.uni.uiuc.edu/~richlin/chem.html>> (29 janv. 1997).

**49. Wah Chang Corporation** - « Products and Applications » - 10 sept.1996 - <<http://www.twa.com/products/produnet.htm>> (29 janv. 1997).

**50. Shape Memory Applications, Inc.** - « Eyeglasses Frames » - *NiTi Materials, Components and Development Services* - 20 mai 1996 - <<http://www.sma-inc.com:80/Sunglasses.html>> - (29 dec. 1996).

##### Chapitre d'un ouvrage

**51. CHUTE, J.D., HODGSON, D.E** - *Engineering aspects of shape-memory alloys* - Northants : Butterworth-Heinemann Ltd., 1990 - Eyeglass frames and Shape Memory Alloys : the challenge and the product, p. 420-425.

##### Articles de périodiques

**52. STOCKEL, D.** - Superelastic nickel-titanium alloys, properties and application - *Metall.*, 1993, Vol. 47, n°8, p. 728-733.

**53. DUERIG, T.W.** - Applications of shape memory - *Materials Science Forum*, 1990, vols n° 56-58, p. 679-692.

**54. MELTON, K. N., SIMPSON, J. et DUERIG, T.W.** - a new wide hysteresis NiTi based shape memory alloy and its applications - *Proceedings of the International Conference on Martensitic Transformation*, 1986, p. 1053-1058.

**55. IKESHIMA, T.** - Recent Development in Industrial Uses of Titanium in Japan - *Titanium Zirconium (Jpn.)*, 1984, Vol. 32, N° 3, p. 139-152.

**56.** New Type of Spectacle Frame Using Super Elastic Alloy - *Jpn. Ind. Technol. Bull*, 1981, vol. 8, n°11.

##### Publication en série

**57.** *Spectacles that bounce back : Beta Phase has developed glasses frames of shape memory metal* - *New Scientist*, 1987, p. 31 - ISSN : 0028-6664.

Rapports Scientifiques

58. **SUZUKI, Y., TAMURA, H.** - *Recent applications of the Shape-Memory TiNi Alloys in Japon* - Ohio : Titanium Development Association, 1987, p.446-465.

59. **Beta Phase, Universal Optical** - *Univeral Optical buying Beta Phase's eyeglass frame technology* - MDDI reports gray sheet, 1987, p. 8-9.

Brevets

60. **FERGAFLEX INC.[CA]** - *Metal frame for spectacles* - Brevet international - Brevet n° WO 96/24086, 1996-08-08.

61. **THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.** - *Eyeglass frame and fabrication method* - Brevet européen (DE, FR, IT) - Brevet n° EP 648856 A1, 1995-04-19.

62. **CVI/BETA VENTURES INC [US]** - *An eyeglass frame with polymeric encapsulated shape-memory alloy components* - Brevet international - Brevet n° WO 94/20876, 1994-09-15.

63. **NAKANISHI OPTICAL CO. LTD [JP]** - *Spectacle frame members*- Brevet européen (CH, DE, FR, GB, IT, LI) - Brevet n° EP 450224 A2, 1991-10-09.

64. **NAKANISHI OPTICAL CO. LTD [JP]** - *Spectacle rims* - Brevet européen (CH, DE, FR, GB, IT, LI) - Brevet n° JP 3591290, 1990-04-03.

**3.2 Assemblages démontables pour lunettes, comprenant des éléments mémorisant la forme**

Brevets

65. **THE BETA GROUP [US]** - *Optimized fastener useful in eyeglass frames* - Brevet européen patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) - Brevet n° WO 96/27744, 1996-09-12.

66. **CVI/BETA VENTURES, INC. [US]**, *Optimized elastic Belleville fastener useful in eyeglass frames* - CA, JP, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) - Brevet n° WO 94/21929, 1994-09-29.

67. **TAKEUCHI KOGAKU KOGYO Kk [JP]** - *Eyeglasses frame with shape-memory alloy connectors between clicks and temples* - Brevet japonais n° JP 94109477, 1994-05-25.

68. **TAKEUCHI KOGAKU KOGYO Kk [JP]** - *Eyeglasses with shape-memory alloy clicks* - Brevet japonais n° JP 94109490, 1994-05-25.

69. **TOKIN CORP [JP]** - *Shape-memory alloy parts and eyeglasses therewith* - Brevet japonais n° JP 92264480, 1992-10-02.

70. **SIGUMA CO. LTD.[JP]** - *Spectacle frame* - Brevet européen (DE, FR, GB, IT) - Brevet n° EP 377065 A1, 1990-07-11.

**71. CVI/BETA VENTURES, INC. [US]** - *Eyeglass frame including shape memory elements* - European patent (DE, FR, GB, IT) - Brevet n° EP 310628 A1, 1990-07-11.

**72. MURAI [JP]** - *Structure and method for coupling component for spectacles* - Brevet japonais n° JP 89177179, 1989-07-11.

**73. FURUKAWA ELECTRIC CO LTD [JP]** - *Spectacle frame* - Brevet japonais n° JP 87168415, 1989-05-02.

**74. NIKON CORP.[JP]** - *Screw difficult to loosened* -Brevet japonais n° JP 63202715, 1988-08-22.

**75. SIGUMA IND.[JP]** - *Spectacle frame* - Brevet japonais n° JP 87167825, 1987-07-08.

**76. NIKON CORP.[JP]** - *Shape-memory alloy screws for eyeglassses frames* - Brevet japonais n° JP 87116178, 1987-05-13.

**77. KRUME, John F, ZIDER, Robert B.[US]** - *Eyeglass frame including shape memory elements* - Brevet européen (AT, BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE) - Brevet n° EP 146317 A2, 1984-12-06.

**78. TOSHIBA CORP.[JP]** - *Spectacle parts* - Brevet japonais n° JP 55048725, 1980-04-8.

# **ANNEXES**

Nom de la base	Metadex	Chemical Abstracts (CA)	Ei Compendex	IAC Promt
<b>Producteur</b>	American Society for metal (ASM). Institute of materials	Chemical Abstracts Service (CAS)	Engineering Information	Information access company (IAC)
<b>Domaine</b>	METALLURGIE	CHIMIE	INGENIERIE, TECHNIQUE	INGENIERIE, TECHNIQUE
<b>Nature</b>	Références bibliographies	Références bibliographies	Références bibliographies	Références bibliographies
<b>Données</b>	Articles de 2000 périodiques, communications à des congrès	Articles extraits de 14 000 périodiques brevets, livres, compte-rendus de congrès, thèses, rapports techniques.	Articles de 2500 périodiques et publications (61 %), actes de congrès (21 %), monographies et rapports (9 %)	1500 périodiques, journaux et études du monde entier (dont 1000 sources en texte ntégral)
<b>Langue</b>	Anglais	Anglais	Anglais	Anglais
<b>Début</b>	1966, 1972 sur Cedocar.	1967	1970	1971
<b>Mise à jour</b>	Mensuelle, bimestrielle sur Dialog et Cedocar	Hebdomadaire	Mensuelle, hebdomadaire sur Dialog et OCLC, bimestrielle sur Cedocar.	Quotidienne, hebdomadaire sur Genios et Questel.
<b>Publication</b>	Metals Abstracts (depuis 1968), Steels Supplement (1983-84), Steels Alert (1985)	Chemical Abstract Weekly Issues, Chemical Abstract Service Index (CASSI), CA selects (profils standards)	Engineering index monthly, Engineering index annual, cumulative index	Prompt directory
<b>Accès serveur</b>	Dialog (32), Questel, ESA-IRS, Cedocar, STN, Data-Star, Fiz Technik.	Dialog (308, 312,313, 399), Questel , ESA-IRS , STN, Data-Star, Orbit, Ovid, CAN/OLE	Dialog (8), Questel, ESA-IRS, Cedocar, STN, Data-Star, Fiz Technik, Orbit, OCLC, CAN/OLE, Compuserve,	Dialog (16), Data-star, Questel, FT profile, Genios.
<b>Accès Internet</b>				<a href="http://www.infosage.ibm.com">http://www.infosage.ibm.com</a>

**Annexe 1 : Caractéristiques des principales bases de données interrogées sur Dialog.**

## **Annexe 2 : Brève histoire de la vie d'un brevet**

Après avoir fait l'objet d'une rédaction soignée et codifiée, la **demande de brevet** est déposée auprès d'une office de brevet, accompagnée d'un certain nombre de documents relatifs à la procédure d'enregistrement. Une **date de dépôt** est attribuée, qui correspond à la date à laquelle le dossier de dépôt est complet. Un **numéro de dépôt** est également attribué. La date de premier dépôt sera considéré comme la **date de priorité** (faisant foi pour les antériorités) dans le cas où ce brevet sera déposé dans d'autres pays dans le courant de l'année suivant le premier dépôt. Ce délai d'un an constitue ce que l'on appelle le **délaï de priorité**.

L'invention reste secrète pendant **18 mois** après le dépôt. Puis la demande du brevet est publiée dans le bulletin officiel de propriété industrielle, pour être portée à la connaissance du public. A ce moment un **numéro de publication** est attribué au brevet ainsi qu'une **date de publication**. Ce numéro est l'identifiant univoque pour chaque brevet.

Pendant la période de secret, un examen de la validité du brevet a été effectuée dans le **rapport de recherche** des antériorités. Ce rapport citera les documents (brevets, publications ...) qui peuvent le cas échéant, antérioriser l'invention, et indiquera un code de pertinence pour chacun de ces documents.

Un examen approfondi de la validité du brevet pourra, selon le pays, ou selon les types de dépôts groupés (européen ou PCT) être conduit. **Les tiers** peuvent aussi formuler des remarques, s'ils ne sont pas d'accord sur l'innovation, l'inventivité.

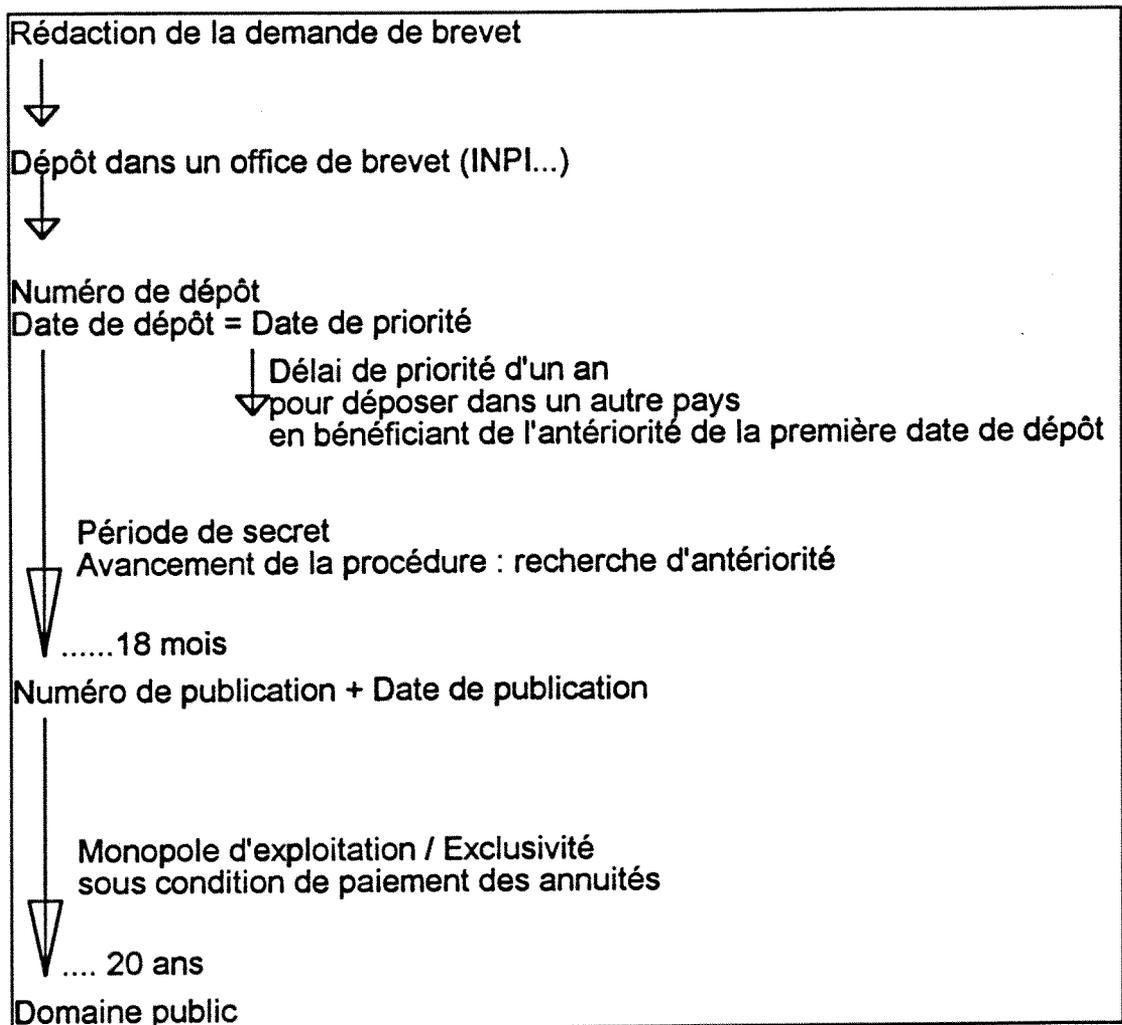
A la suite des différents examens et si ceux-ci sont positifs, la demande est accordée : le brevet est délivré et sa valeur d'outil juridique de protection. Un brevet confère un **monopole d'exploitation** de l'invention pour une durée de **20 ans** à partir de la date de dépôt (ou la date de priorité).

La pérennité de ce monopole est tributaire du paiement régulier de taxes (**annuités**) dont le montant est progressif.

Au delà de 20 ans, le brevet tombe dans le domaine public et devient donc libre d'exploitation. Une **liberté d'exploitation** peut intervenir avant, notamment si le déposant ne paie plus les taxes.

**Note :** Ce résumé permet de définir certains termes techniques utilisés dans le rapport ; il ne prend pas en compte tous les détails des procédures de dépôt, d'examen.

## Dépôt d'un brevet Schéma simplifié



## ***Annexe 4 : Adresses utiles***

### **Organismes**

➤ **O.E.B. : Office Européen des Brevets**

Direction D 80298, München, Deutschland.

➤ **i.N.P.I. : Institut National de la Propriété Industrielle.**

➤ **Agence de Paris:** 26 bis, rue Saint-Pétersbourg, 75800 Paris cédex 08.  
Tél.: 01 42 94 52 52, télécopie: 01 42 93 59 30.

➤ **Agence de Lyon :** 43 rue Raullin, 69364 Lyon cedex 07  
Tél: 04 78 72 59 42, télécopie: 04 78 61 77 21.

➤ **Doc' Insa : Centre de Documentation Scientifique et Technique de l'INSA,**

20 avenue Albert Einstein , 69623 Villeurbanne,  
Tél : 04 72 43 85 64

➤ **ADMM : Association du Développement des Matériaux à Mémoire de Forme,**

84 Grande-Rue, 92310 Sèvres,  
Tél.: 01 46 26 54 64.

➤ **AFNOR: Normalisation,**

Tour Europe, Cedex 7, 92080 La Défense,  
Tél.: 01 42 91 55 27.

### **Quelques utilisateurs en France**

➤ **A.LU.TEC : Association Lunetière Technologique, Lunetiers du Jura,**

Télécopie : 04 84 33 14 04

➤ **IMAGO, Athélia 1, voie Ariane, Bat. Delta, 13600 La Ciotat,**

Tél.: 04 42 71 40 60.

➤ **CIMULEC, Z.I. Les Jonquières, 57640 Ennery,**

Tél.: 03 87 73 86 73.

➤ **SOURIAU, 9/13 rue Galliéni, BP 410, 92103 Boulogne-Billancourt Cedex,**

Tél.: 01 46 09 92 00.

➤ **TEN (Société anonyme de découpage et d'emboutissage nantais),**

BP 29, 44801 Saint-Herblain Cedex,  
Tél.: 03 40 43 73 00.