

Microsystem Technologies

Sébastien Brun

Assemblages Verre-Métal par ICB

Impulse Current Bonding



Le verre est omniprésent...

Horlogerie



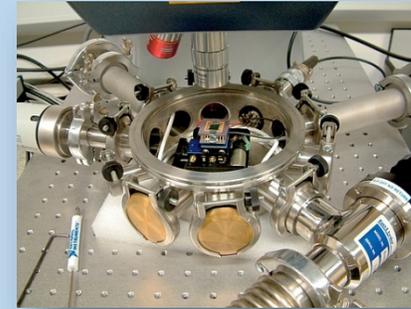
Medtech



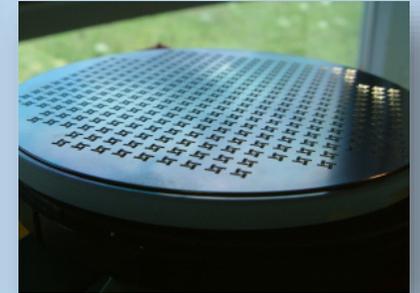
Photonique



Aérospatial

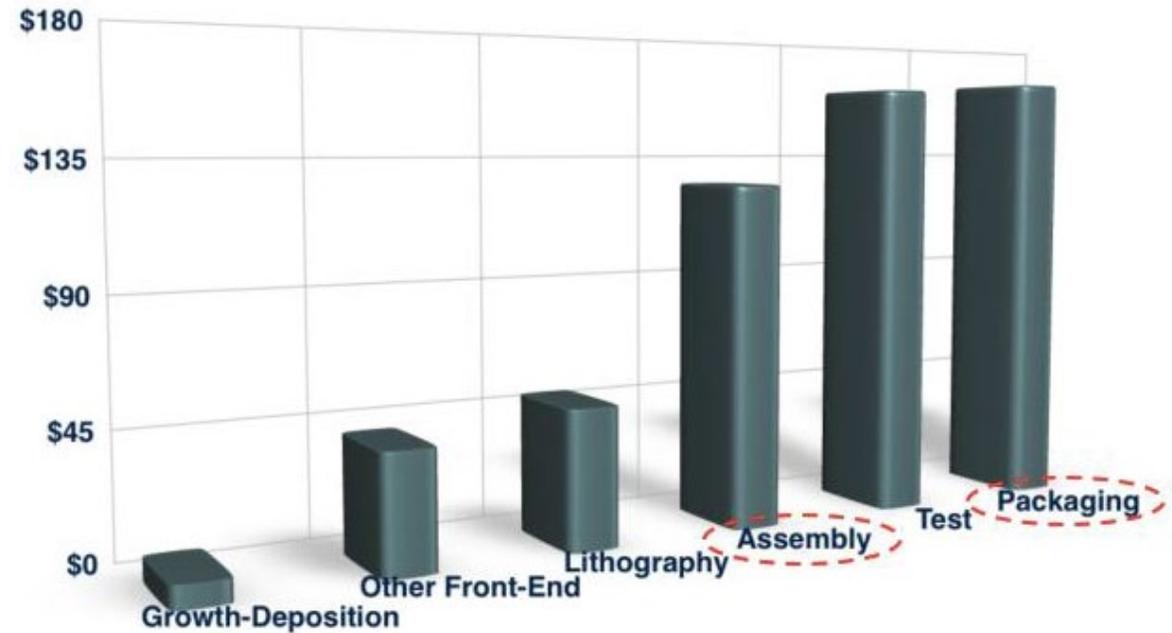
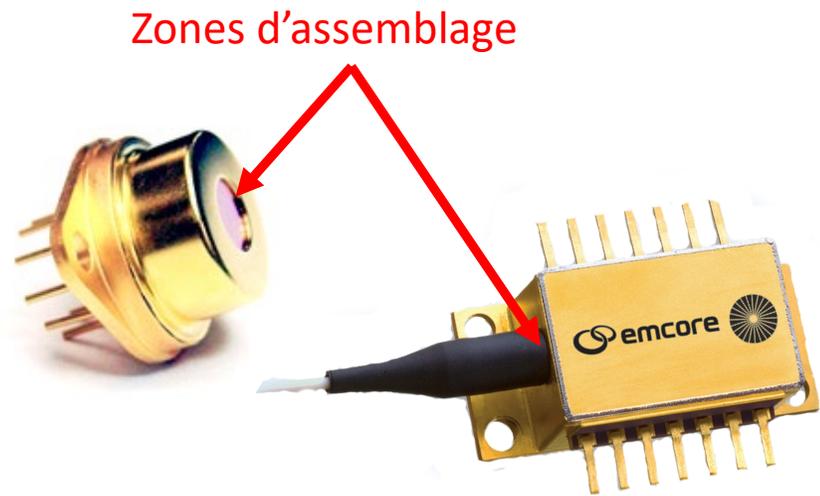


Micro-
technologies



... Une haute qualité d'assemblage est nécessaire !

Importance de l'assemblage



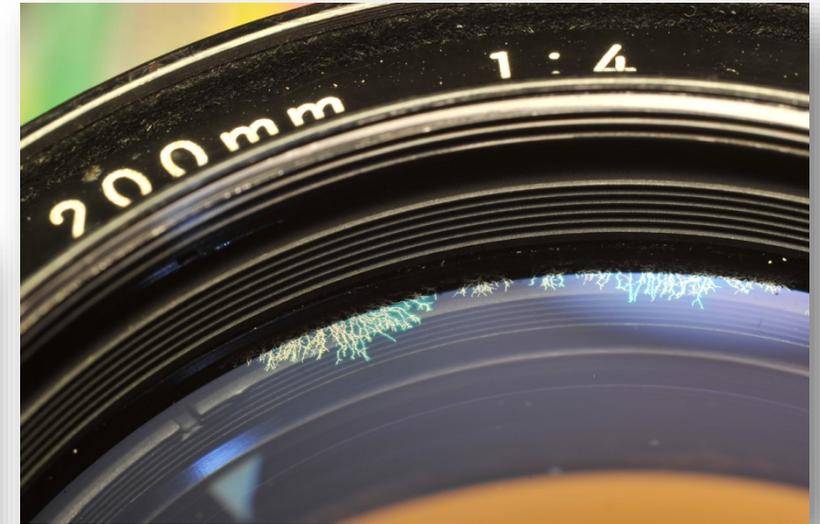
laser DFB 1550nm and modulator on InP.
Source: Ficontec.com (2017)

La dégradation des polymères



Horlogerie

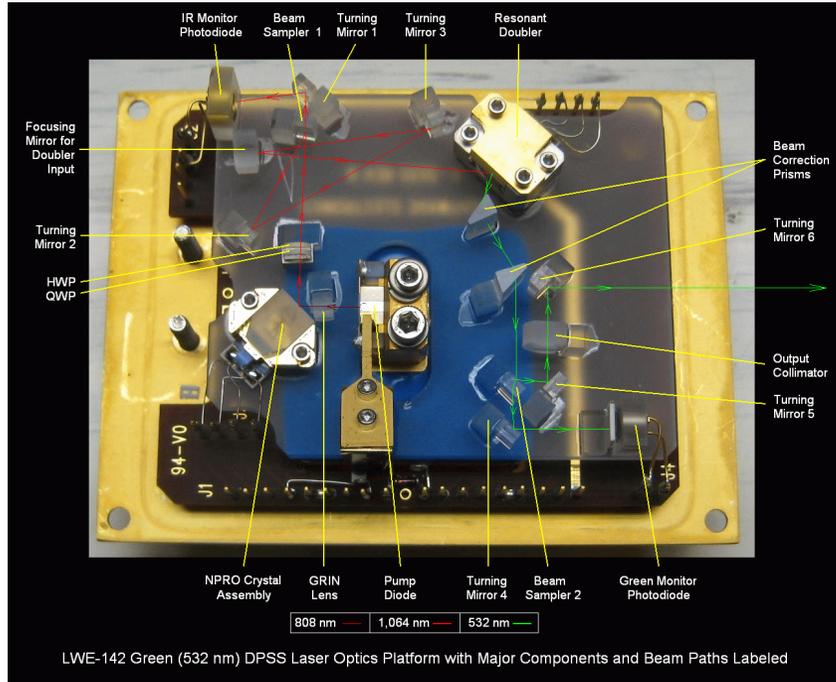
Médical



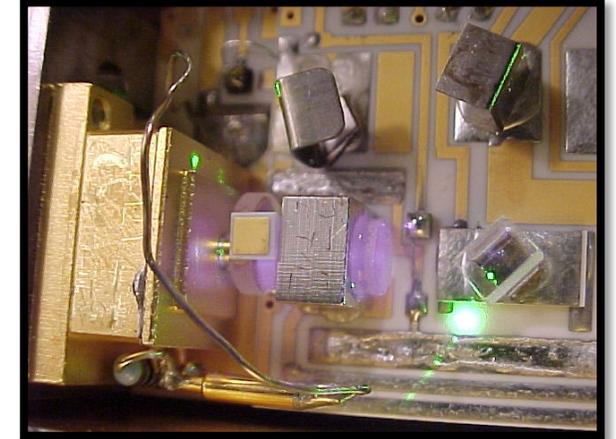
Optique

.. La technologie ICB est la solution!

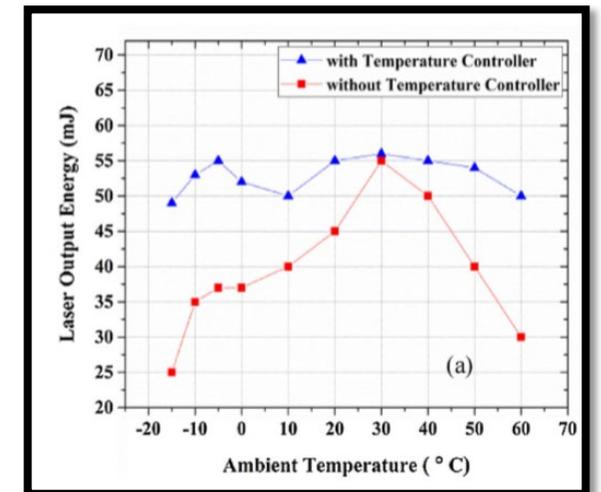
Transferts thermiques



Coherent, Inc. Compass 315M Green DPSS Laser



Importance de la gestion thermique dans les systèmes optiques de hautes technologies



Source : H. Ebadian et al.

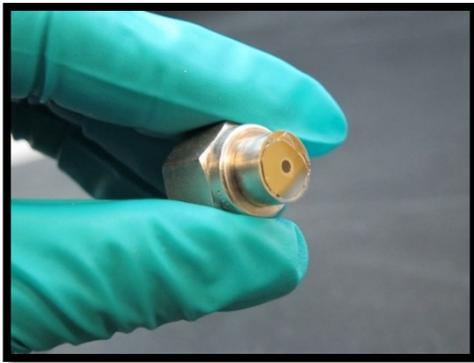
Tableau comparatif des technologies d'assemblage

Hermétique, durable, biocompatible, reproductible ...

	Étanchéité	Résistance mécanique	Durabilité	Biocompatibilité	Température (°C)	Coûts de production	Production
Colle	●	●●	1-10 ans	●	Ambiante	\$	●●
Soudure	●●	●●●	> 50 ans	●●	900-1500	\$\$	●●
Soudure laser	●●	●●	> 50 ans	●●●	Ambiante (local 900-1500)	\$\$	●●
Eutectique	●●	●●	> 10 ans	●●	250-900	\$	●●
Anodic Bonding	●●●	●●●	> 50 ans	●●●	400	\$\$	●●
ICB	●●●	●●●	> 50 ans	●●●	150	\$	●●●

Qu'est-ce que la technologie ICB?

- **Création d'une liaison interatomique entre deux substrats**
- Une nouvelle technologie d'assemblage permanent du verre
- Sans apports de matériels organiques, brasure, soudure...



Feedthrough Titane - Verre



Stack Metal – Verre - Céramique

Technologie ICB : breveté aux EU, US



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICATION NUMBER	FILING or 371(c) DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D
15/741,085	12/29/2017		810

EU: EP20160734046

US: 15/741,085

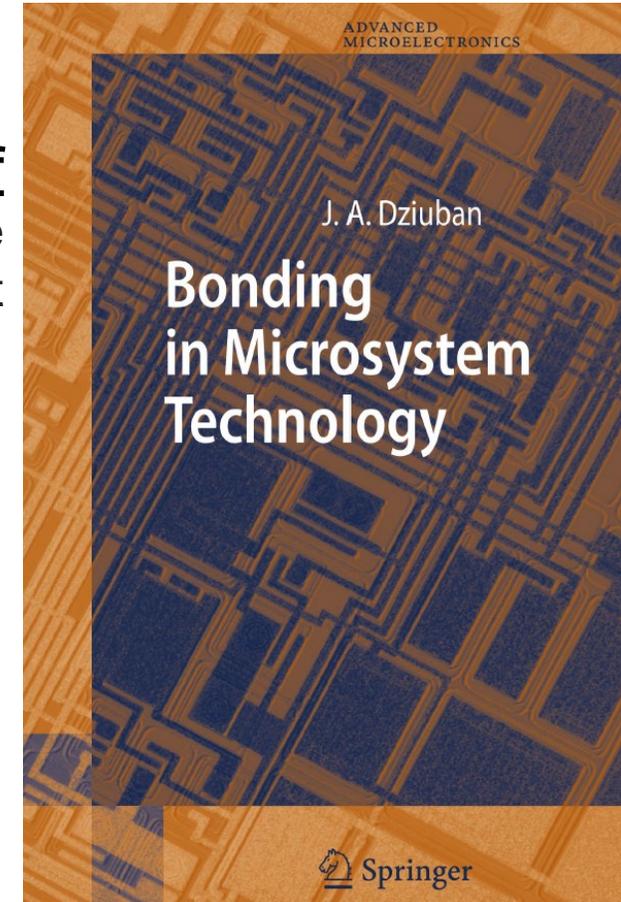
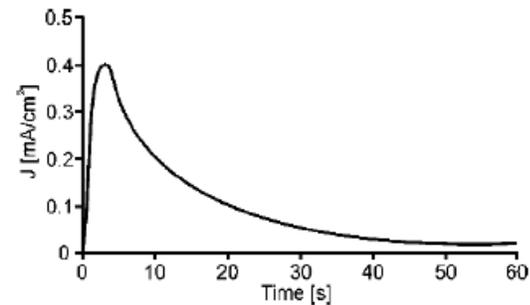
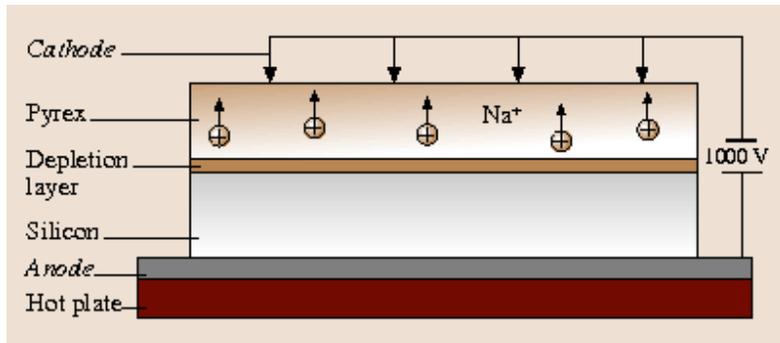


Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

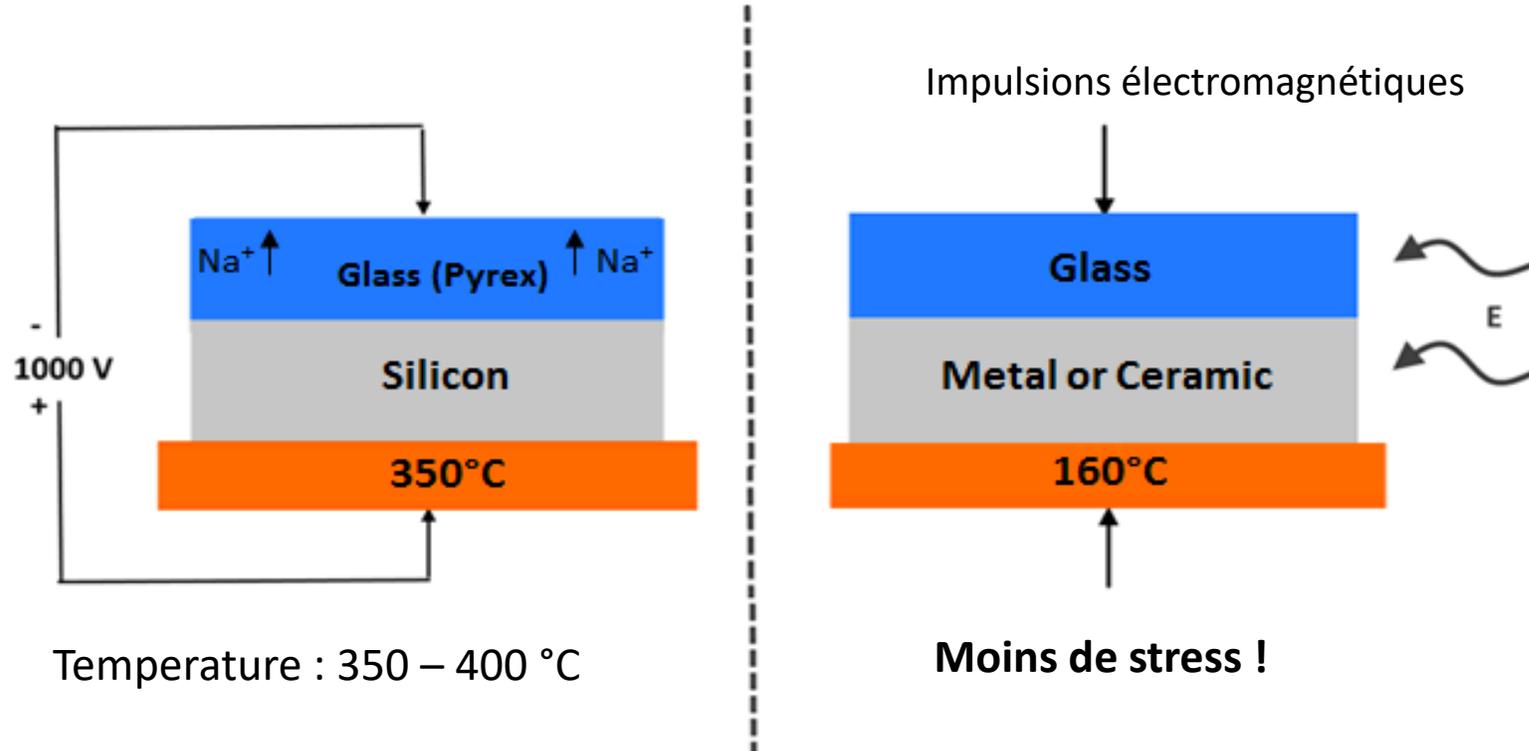
“Although anodic bonding was invented many years ago, and at present silicon to glass anodic bonding is, besides wet etching of silicon, **one of the most important processes in silicon microsystem technology, the nature of this process has not yet been fully understood and explained.** The literature of this subject provides dispersed, often contradictory information, without the crucial know-how.»



Comment marche la technologie ICB?

AB (1968) Vs. ICB (2016)

Procédé : Diffusion des ions pour former une liaison ionique – covalente



Anodic Bonding

- Matériaux limités
- Forte temperature
- Rugosité atomique

Temperature : 350 – 400 °C

Moins de stress !

Découverte de la technologie

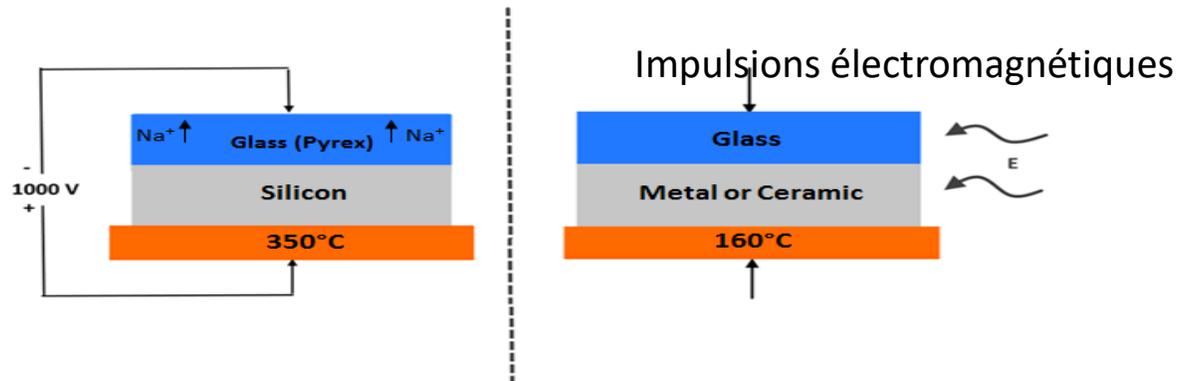
Technologie développée lors d'un projet CTI pour un partenaire industriel.

Durée : 2.5 années

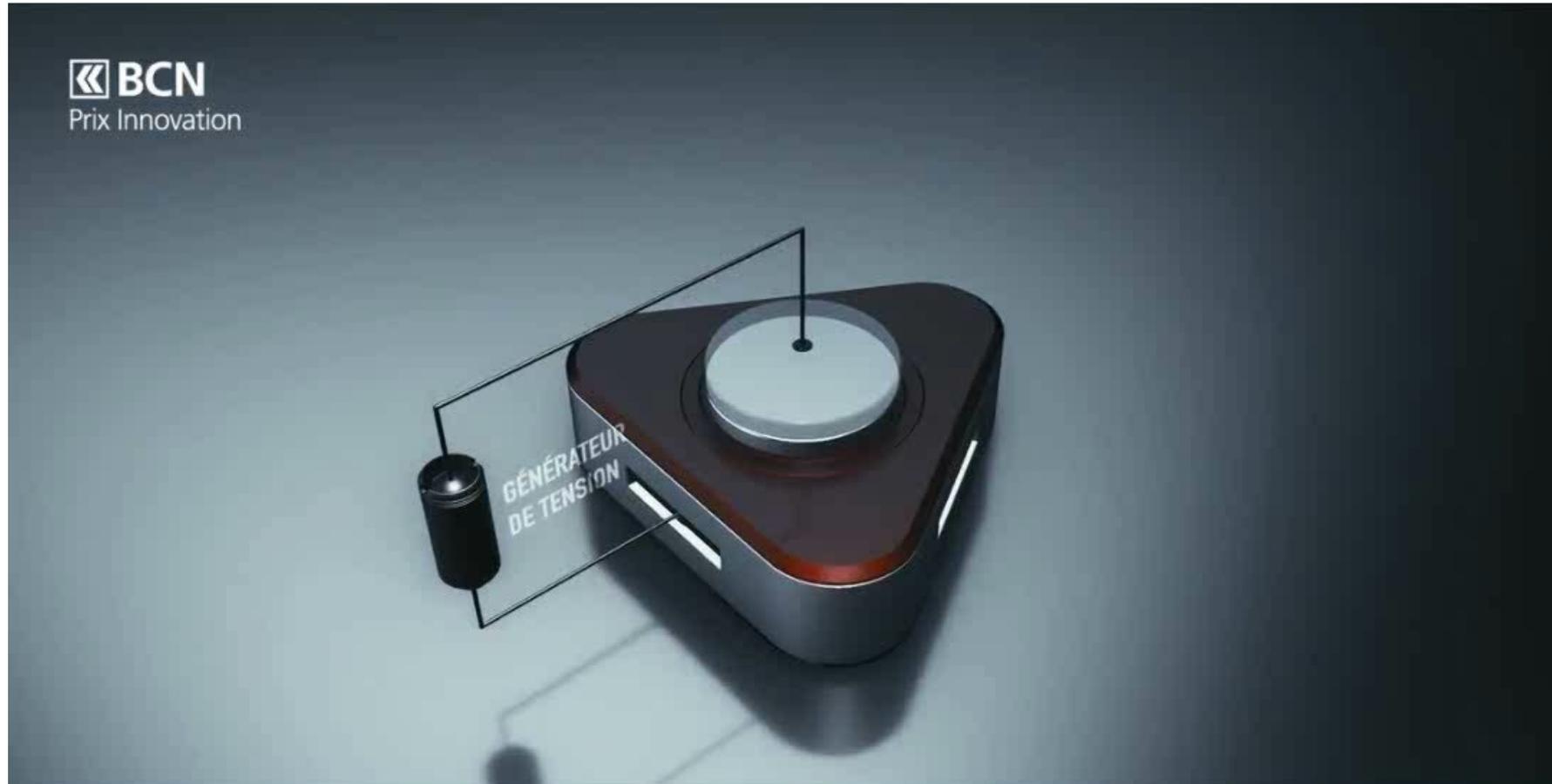
Coût : 1.2 M CHF

Scientifiques: 25

Acteurs: He-Arc (Ch), Insa (Fr), EPFL (CH)




 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederazione Svizzera
 Confederaziun svizra
 Swiss Confederation
Innosuisse – Swiss Innovation Agency



Une liaison hermétique... ... avec une forte résistance mécanique !

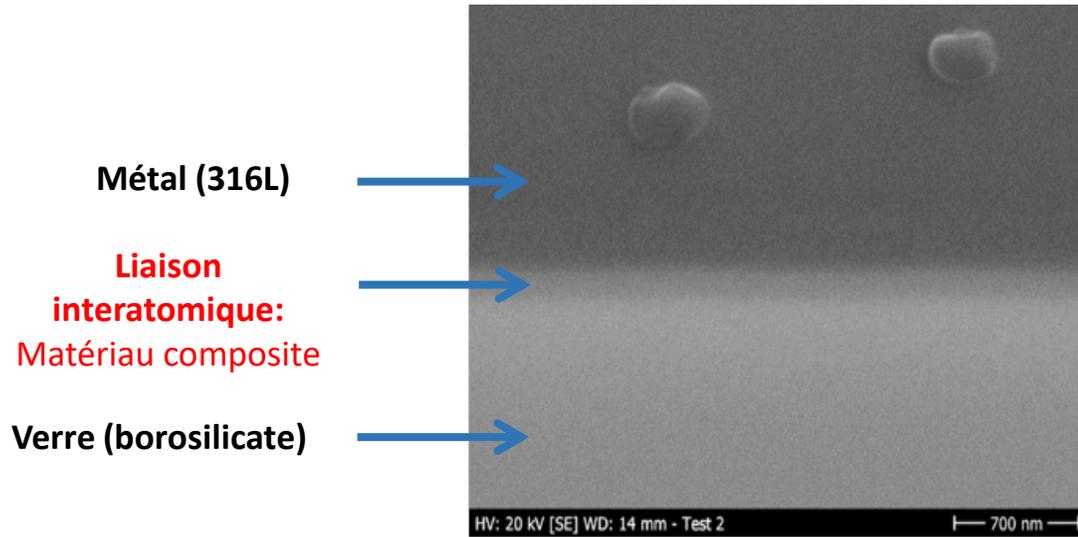


Fig. 1: SEM picture of ceramic on metal bond

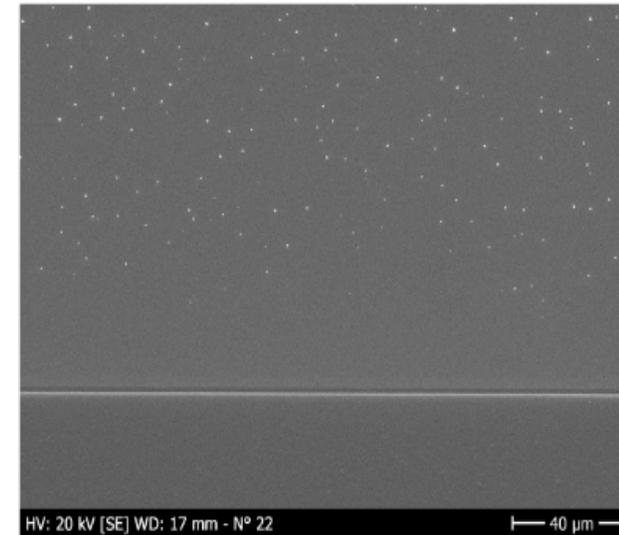


Fig. 2: SEM picture of large scale bonding between ceramics

Coupe métallographique
Liaison verre – metal (acier inox)

Coupe métallographique
Liaison verre – céramique (saphir)

Largeur de mesure

4 µm

250 µm

Exemple de matériaux composites

Propriété de
flexion



Propriété de
traction



Procédé de liaison du métal et de la céramique au verre

Principaux avantages

- Température basse : entre 150 à 180°C
- Rugosité de surface (<500nm Ra)
- Liaison ionique – covalente

Résultats préliminaires

- Liaison étanche ($5 \cdot 10^{-12}$ atm cc/s à l'He)
- Vitesse de liaison $\sim 1 \text{ cm}^2/\text{minute}$
- Environnement industriel (98% de rendement, en dehors des salles blanches)



Résumé des avantages ICB



Assemblage hermétique et durable

Grâce à la liaison interatomique
Stable et transparent



Procédé basse température

Peu de contrainte
Pas de dégradation des partenaires



Procédé économique

Fort rendement, technique rapide.
Parallélisation du procédé



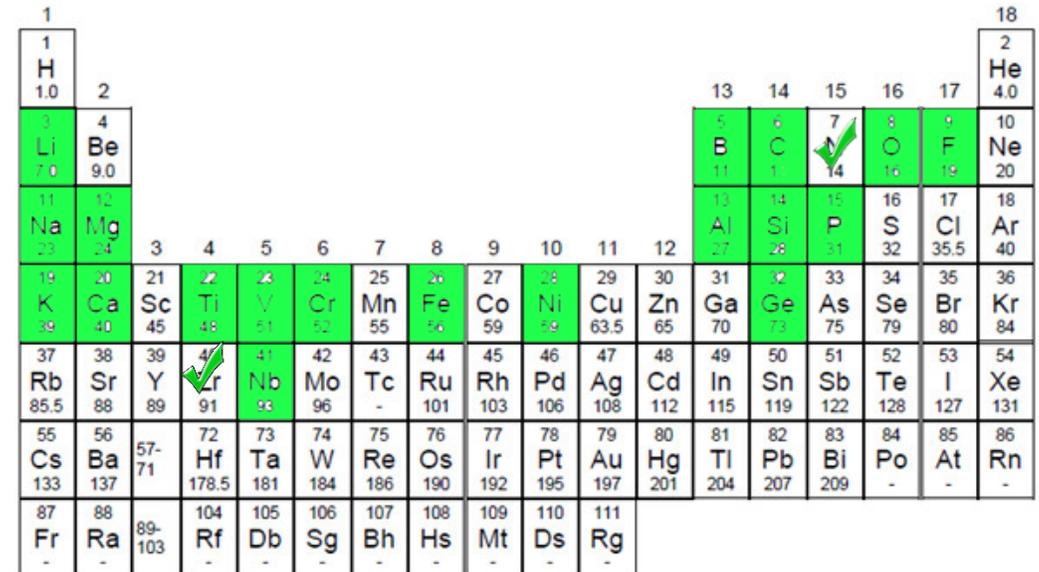
En moins d'une année, plus d'une vingtaine de matériaux différents assemblés !

Sans traitement de surface

- Alliages de titane (Ti Grad 5, Supraconductive)
- Acier inoxydable (304, 316L)
- Silicium
- Zircon et ses oxydes
- Alliages d'aluminium
- ...

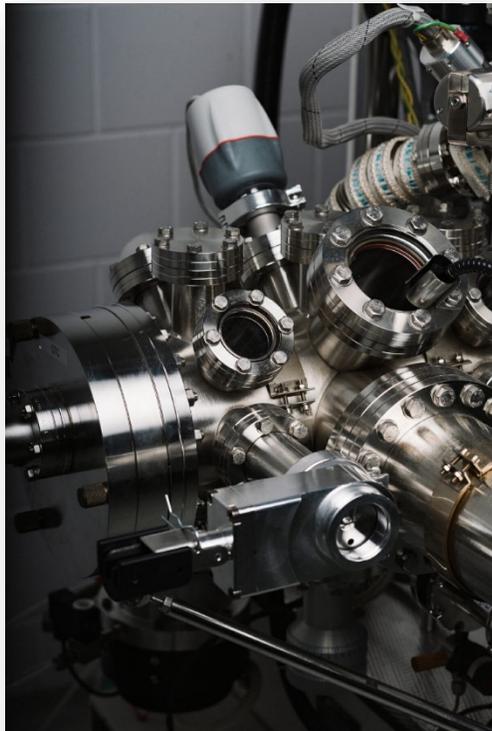
Avec traitement de surface

- Céramique (AlN, saphir (Al₂O₃...))
- Autres métaux

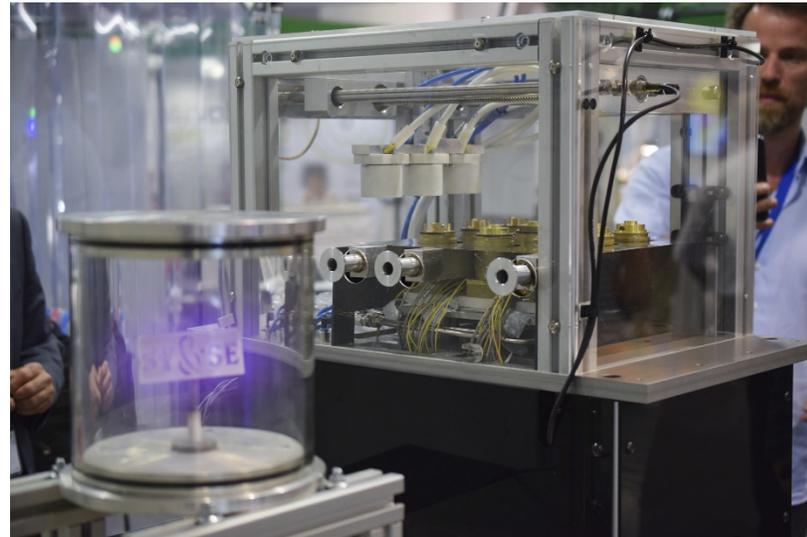


1																	18
1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 7.0	4 Be 9.0											13 B 11	14 C 12	15 N 14	16 O 16	17 F 19	18 Ne 20
11 Na 23	12 Mg 24											13 Al 27	14 Si 28	15 P 31	16 S 32	17 Cl 35.5	18 Ar 40
19 K 39	20 Ca 40	21 Sc 45	22 Ti 48	23 V 51	24 Cr 52	25 Mn 55	26 Fe 56	27 Co 59	28 Ni 59	29 Cu 63.5	30 Zn 65	31 Ga 70	32 Ge 72	33 As 75	34 Se 79	35 Br 80	36 Kr 84
37 Rb 85.5	38 Sr 88	39 Y 89	40 Zr 91	41 Nb 93	42 Mo 96	43 Tc -	44 Ru 101	45 Rh 103	46 Pd 106	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128	53 I 127	54 Xe 131
55 Cs 133	56 Ba 137	57-71 La	72 Hf 178.5	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 195	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103 Ac	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

De la caractérisation à la production...



Spectromètre de
photoélectrons X
(XPS)



Machine ICB pré-
industrielle



Robot TX90 6 axes

Sy&Se en quelques chiffres...



2 brevets déposés



3 prix en 2018: BCN innovation, EPHJ et Inartis



1 équipe solide de 5 personnes

...en seulement 9 mois d'activités !



12/12/2018



Sébastien Brun, CEO et fondateur

- ❖ Inventeur de l'ICB
- ❖ Ingénieur en microtechnique et technologie de surface (HE-Arc, CH)
- ❖ Resp. de projets de recherches et d'analyses physico-chimiques



Florian Telmont, CTO and co-founder

- ❖ Ingénieur en Sciences et Génie des Matériaux (INSA Rennes, Fr)
- ❖ Expertise dans les domaines des technologies d'assemblages et technologie du vide



Sylvie Maître, CFO and co-founder

- ❖ Diplômée en économie (Bienne, CH)
- ❖ Enseignante dans la gestion des entreprises à l'ESTER, CH

Advisory Board



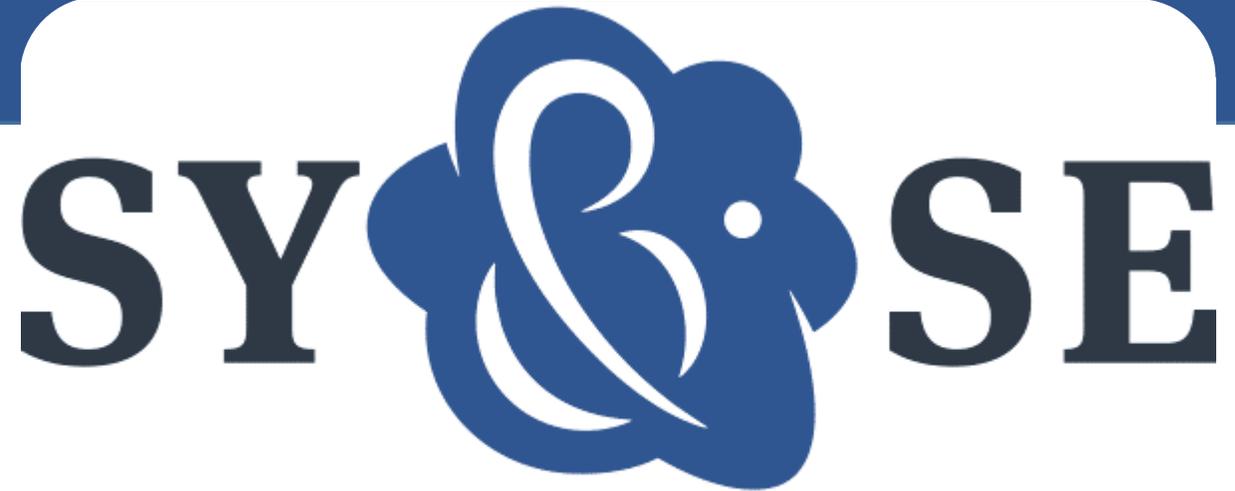
Herbert Keppner

- ❖ Docteur es sciences dans le domaine de la physique du solide et des technologies du plasma (Konstanz, DE)
- ❖ Prof. HE-Arc
- ❖ 130 publications internationales ainsi que 14 brevets



Thierry Aellen

- ❖ Docteur en physique (Neuchâtel, CH)
- ❖ Expert dans les lasers à cascades quantiques. pionnier dans la découverte de la technologie ICB



Microsystem Technologies

Contacts

Sébastien Brun

Fondateur & CEO

s.brun@syandse.ch

+41 (0)76 675 36 00



Eplatures-Grise 17, 2300 La Chaux-de-Fonds , Suisse
www.syandse.ch