



Câblage pour détecteur

Armand Hattat
03 26 81 72 82
a.hattat@axon-cable.fr

www.axon-cable.com

Suivez-nous



28 mars 2023

1. Contraintes particulières
2. Fils d'instrumentation
3. Connecteurs pour fils d'instrumentation
4. Traversées hermétiques
5. Liaisons coaxiales
6. Exemples de réalisations

Environnement vide

- Dégazage
- Herméticité

Rayonnements

- Durée de vie, activation
- Caractéristiques mécaniques

Cryogénie/haute T°C

- Dilatation, vieillissement
- Fragilisation

Encombrement limité

- Souplesse
- Miniaturisation

→ Matériaux

→ Construction

Les conducteurs

Conducteur cuivre

- Nu : le moins cher
- Etamé : facile à braser, limité à 155°C
- Argenté : facile à braser, jusque 200°C (attention à l'activation)
- Nickelé : dur à braser, jusque 300°C+

Conducteur alliage de cuivre

- Haute tenue mécanique (SCA, CuBe etc.)
- Basse conductivité thermique (Manganin, CuNi, constantan etc)

Conducteur autre

- Aluminium : basse densité
- Inox : haute tenue mécanique et basse conductivité thermique

Supraconducteur

- NbTi

Isolants polyoléfine

PE

Avantages :

- Faible coût
- Bonnes caractéristiques électriques
- Tenue aux rayonnements (jusque 1MGy)

Inconvénients :

- Température de service limitée (-20°C à 70°C)
- Risque sécurité (tenue au feu)

Isolants fluorés

PTFE, FEP, PFA, ETFE

Avantages :

- Très bonnes caractéristiques électriques
- Très bonne tenue aux T°C extrêmes (mK à 300°C)
- Très bonne tenue au feu, chimique etc.
- Faible dégazage

Inconvénients :

- Contiennent du fluor (halogène)
- Faible tenue aux rayonnements (kGy)



Isolants Kapton

Ruban encollé, ruban + laque

Avantages :

- Très bonne tenue aux T°C extrêmes (mK à 250°C)
- Très bonne tenue au feu, chimique etc.
- Faible dégazage
- Bonne tenue aux rayonnements (20 MGy)

Inconvénients :

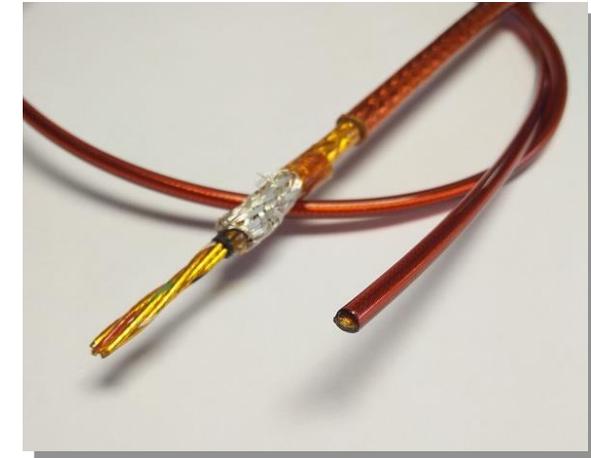
- Prix
- Rigidité



Isolants « innovants »

Polyimide thermoplastique (TPI) :

- Similaire au Kapton, mais gamme d'application plus large
- Dégazage UHV extrêmement faible
- Très bonne tenue aux rayonnements (70 MGy)
- Très bonne tenue au froid (mK)
- Très rigide



Poliax :

- Bonne tenue aux rayonnements (6 MGy)
- Sans halogène
- Faible dégazage
- Tenue au froid (mK)
- Très souple



Connectique circulaire



Connectique rectangulaire



Et beaucoup
d'autres !

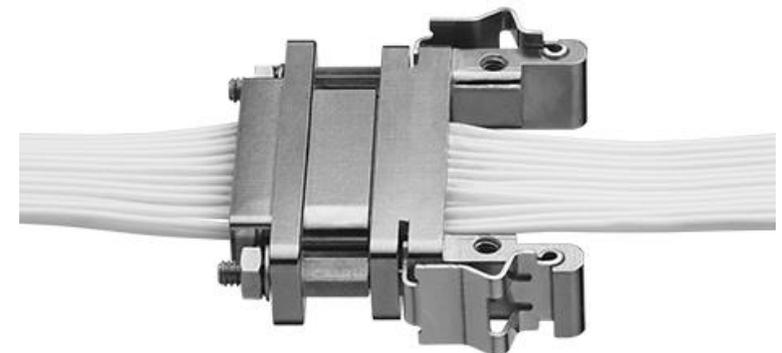
Connecteurs Combo : signaux, puissance, RF, optique etc.



Connecteurs modulaires



Connecteurs à verrouillage rapide



Technos RF classiques ($F < 1$ GHz)

Isolants en PE ou fluorés

Avantages :

- Economique
- Très bonnes performances électriques
- Gamme de connecteurs très vastes

Inconvénients :

- Limité en terme d'environnement
- Risque sécurité (feu)

Technos Hyperfréquence (1 GHz < F < 50 GHz)

Isolants fluorés

Avantages :

- Excellentes bonnes performances électriques (sous réserve de montage dans les règles de l'art)

Inconvénients :

- Limité en terme d'environnement
- Risque sécurité (feu)
- Connecteurs spécifiquement adaptés au câbles



Technos RF environnement sévère

Isolants en polyimide, PEEK etc.

Avantages :

- Tenue en température, rayonnement
- Tenue au feu

Inconvénients :

- Très rigide
- Performances limitées

Technos RF environnement sévère

Isolant Flexorad

Avantages :

- Tenue en température 2K – 135°C
- Tenue au rayonnement 3MGy
- Tenue au feu
- Très souple
- Compatible connecteurs standards

Inconvénients :

- Performances très légèrement inférieures



Technos miniatures : jusque AWG 50

Isolant fluorés

Avantages :

- Tenue en température 2K – 200°C
- Très souple
- Très grande densité de câble

Inconvénients :

- Connexion très délicate
- Fragilité

Connecteurs résinés

Montage vissé + joint

Avantages :

- Economique
- Réalisable sur une vaste gamme de connecteurs
- Tous types de terminaisons (filaire, PCB etc.)

Inconvénients :

- Encombrement important
- Taux de fuite relativement élevé (10^{-7} mbar.l.s⁻¹)
- Limité par les performances de la résine et du joint



Scellement verre-metal

Montage soudé

Avantages :

- Taux de fuite très faible (10^{-10} mbar.l.s⁻¹)
- Large gamme de température
- Résistant aux rayonnements
- Bonne compacité

Inconvénients :

- Coûteux
- Mise en œuvre plus complexe (soudure)



Céramique brasée

Montage soudé

Avantages :

- Taux de fuite faible (10^{-9} mbar.l.s⁻¹)
- Compatible très haute température
- Adapté aux fortes puissances

Inconvénients :

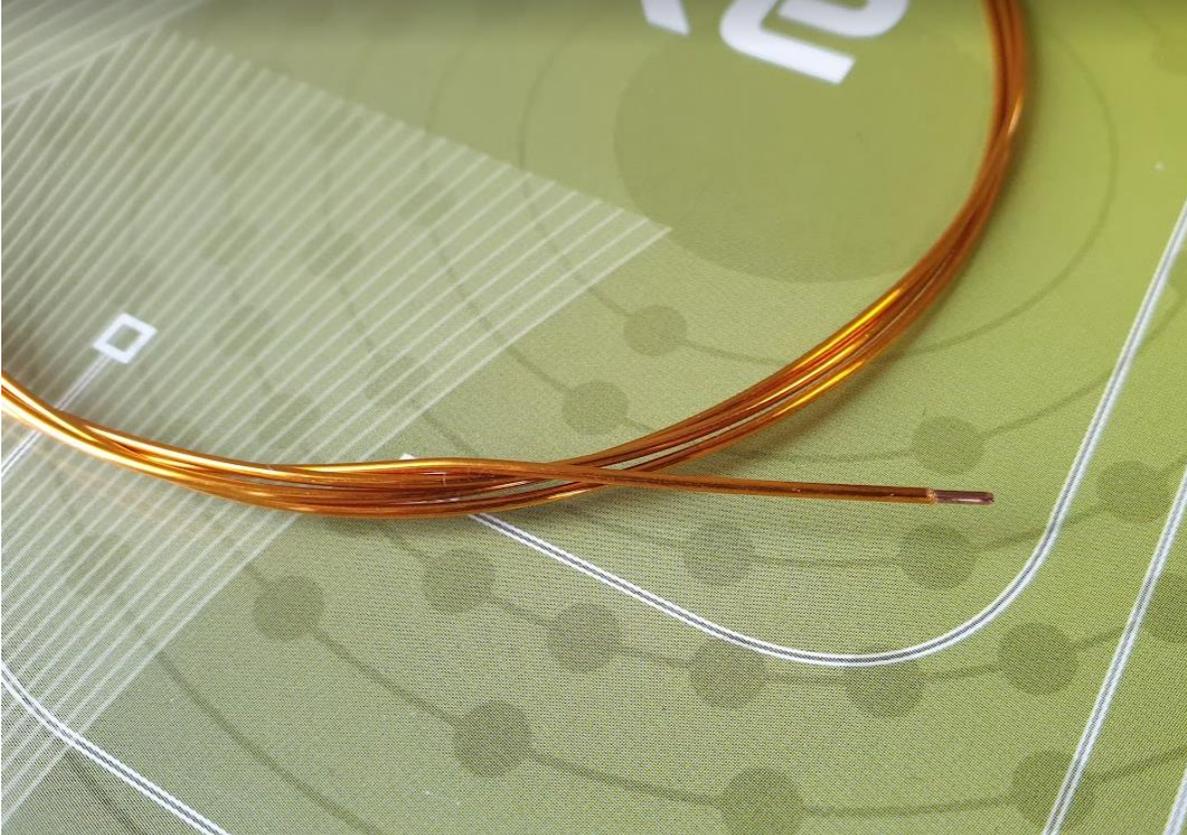
- Coûteux
- Mise en œuvre plus complexe (soudure)
- Mal adapté aux hautes densités

En général, technologie coûteuse et fragile

Une défaillance peut être lourde de conséquences

→ L'utilisation de savers est recommandée :

- Evite les connexions/deconnexions lors des tests
- Maintient la fiabilité du contact



Conducteur en NbTi diamètre 0.8mm
Isolant TPI, épaisseur 80 μ m
Tension de service 5 kV DC

Cordons RF type Flexorad-RF135

Instru dans les cryomodules du LINAC
SARAF en Israel

Évalué et validé par le CEA



EXEMPLE : LIAISON MULTI-COAX



Micro-D vers 2 connecteurs Fischer
2 torons diamètre 5mm
50 voies coaxiales AWG 38
Température : 10mK



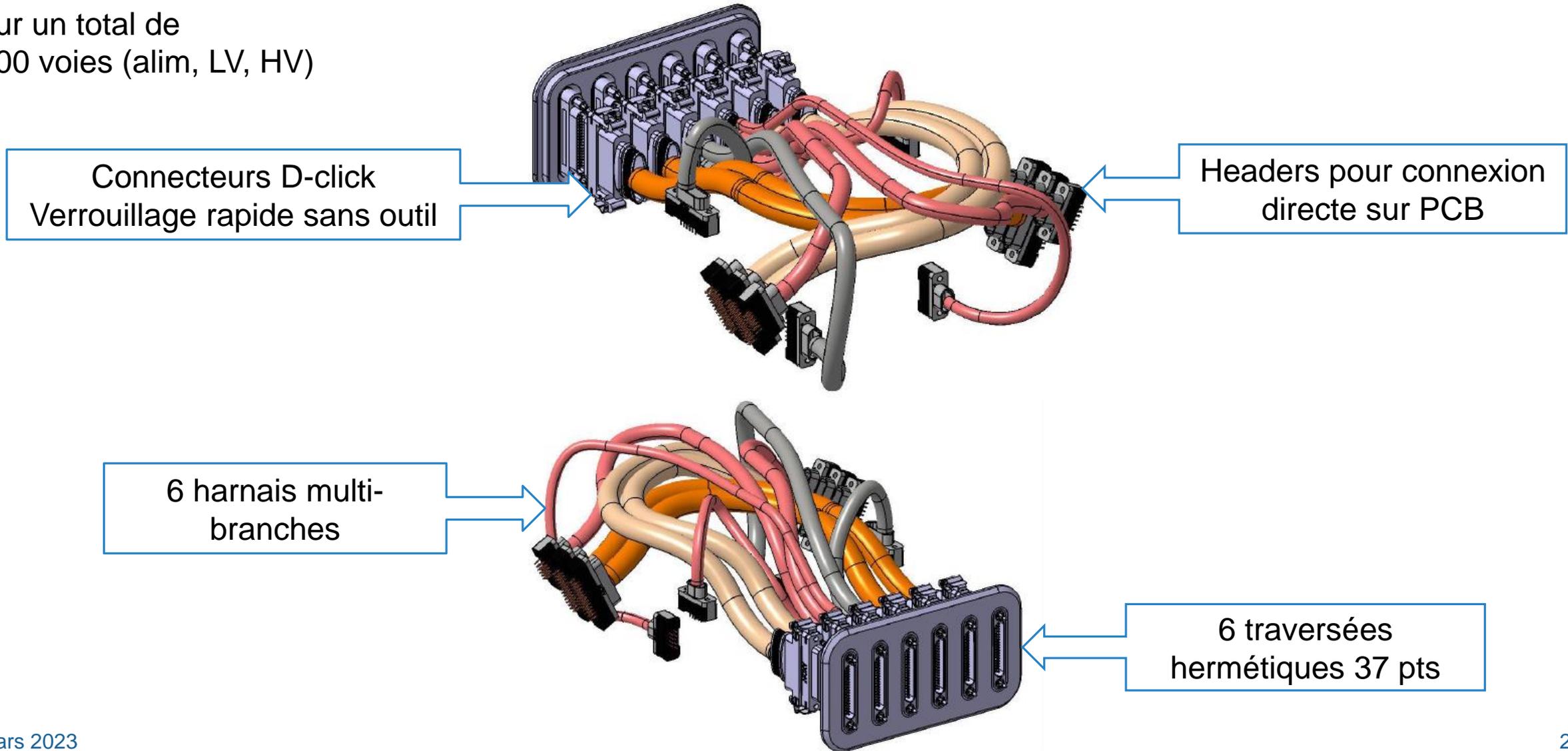
Empreinte 46 x 8 mm



Diamètre 23 mm

EXEMPLE : PROJET STRASSE

6 sous-ensembles câblés
pour un total de
1300 voies (alim, LV, HV)



Beaucoup de technos existantes

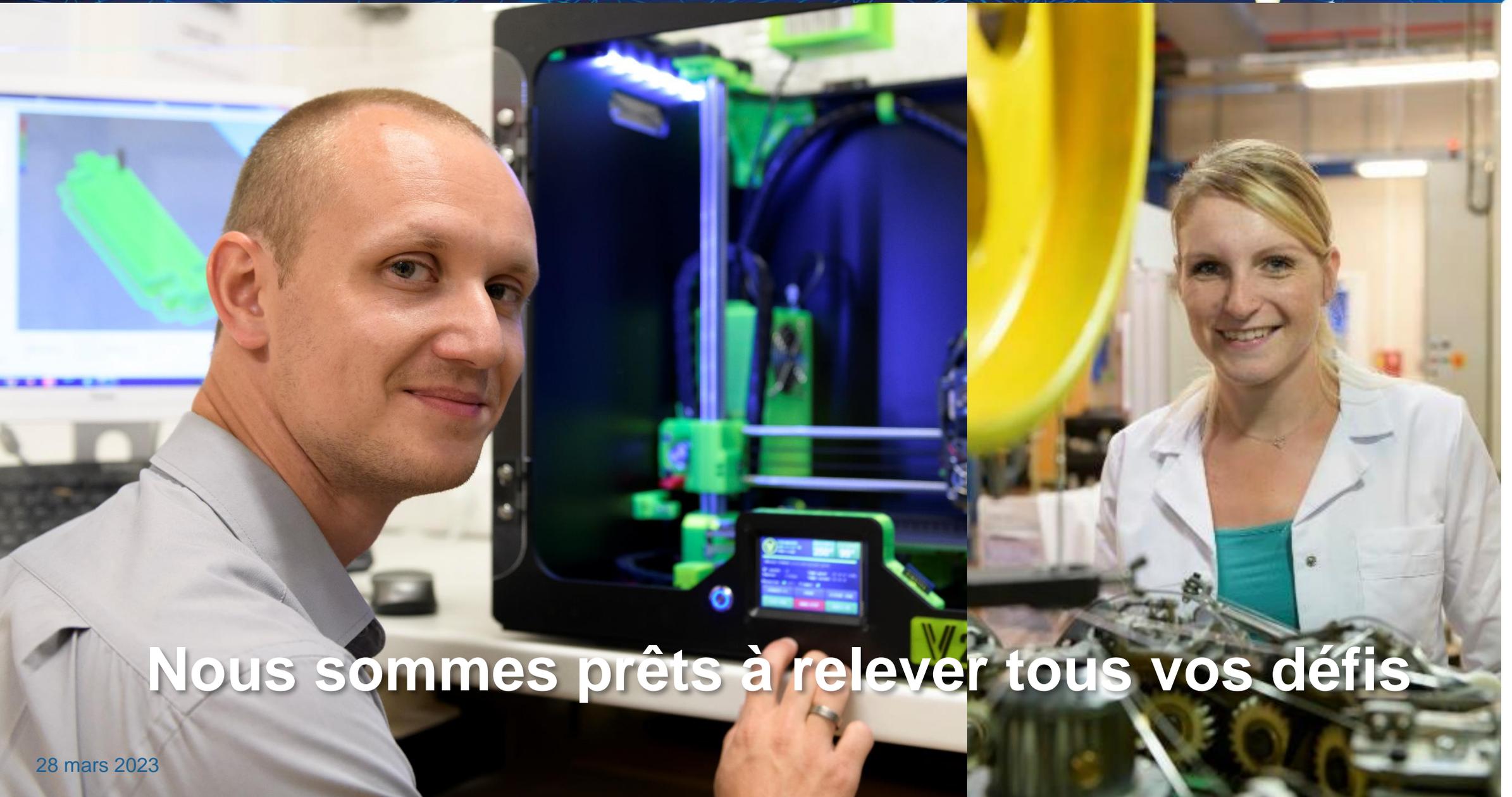
Développements réguliers

- Miniaturisation
- Nouveaux matériaux
- Augmentation des performances

Une solution sur mesure est souvent avantageuse

Le meilleur compromis est souvent... un compromis

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Nous sommes prêts à relever tous vos défis