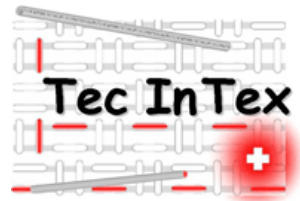


Textiles intelligents pour applications médicales e. g. la prévention d'escarres

Guy Voirin

Yverdon, 12 mars 2014



- **T**echnology **I**ntegration into **T**extiles – Empowering Health and Security
- Integration de technologies dans le textile – donner plus de poids à la santé et à la sécurité
 - De nouvelles technologies pour le textile
 - Développer les modules fondamentaux pour concevoir et fabriquer des vêtements “intelligents” vraiment portables



- Projet d’une durée de 4 ans (2009-2013)
- Budget d’environ 6.5 millions dont 3 millions de nano-tera

- **ETH Zürich Laboratoire d'Electronique (G. Tröster, G. Salvatore)**
- EMPA St Gall, Dübendorf (R.Rossi, M.Heuberger, F. Clemens)
- CSEM Neuchâtel (**G. Voirin**, J. Luprano)
- Hôpital universitaire de Zurich (M. Wolf)
- Centre Paraplégique de Nottwil (Anke Scheel)
- Industries

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Materials Science & Technology



University Hospital
Zurich



Objectifs généraux

- Les personnes paraplégiques sont sujettes aux escarres

- Prévention: un sous-vêtement



- Les personnes avec une mauvaise circulation dans les extrémités peuvent avoir des ulcères variqueux

- Prévention: une chaussette



- Pour les ulcères déjà présents

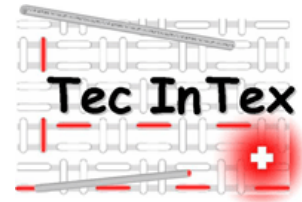
- Prévoir leur évolution: un pansement



Axes de travail

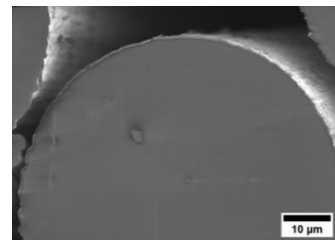
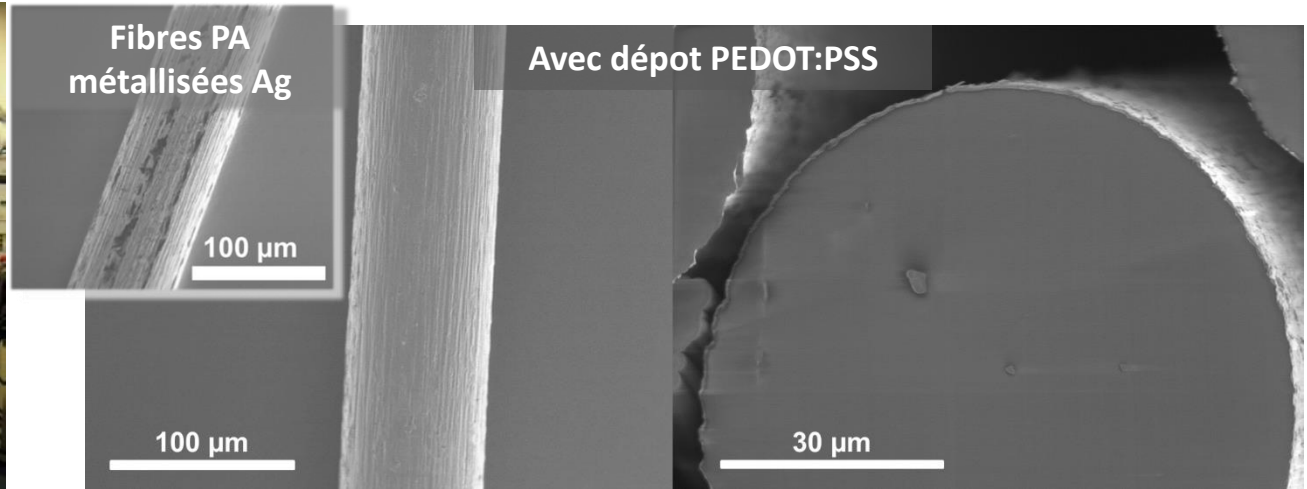
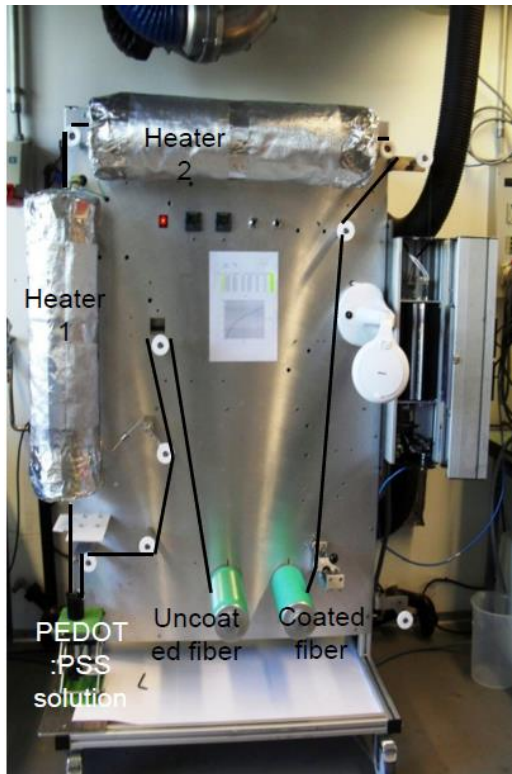
- Solutions pour des fibres et des tissus avec des propriétés de capteur
 - Fils et fibres conductrices pour interconnexions et mesures (e-fibre)
 - Fibres optiques polymères pour des applications de (bio)capteur (o-fibre)
 - Capteurs en couche mince fabriqués sur des ruban polymères flexibles pouvant être tissés avec le tissu
- Réalisation d'habits intelligents pour des applications médicales
 - Tissus fonctionnalisés avec des capteurs sous forme de fibres, fils ou rubans
 - Des démonstrateurs médicaux

PEDOT:PSS sur Fibre PA métallisées Ag



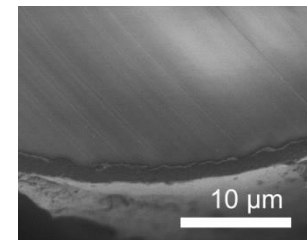
Materials Science & Technology

- E-fibre: dépôt de PEDOT:PSS sur des fibres PA métallisées avec Ag pour réaliser des capteurs de pression



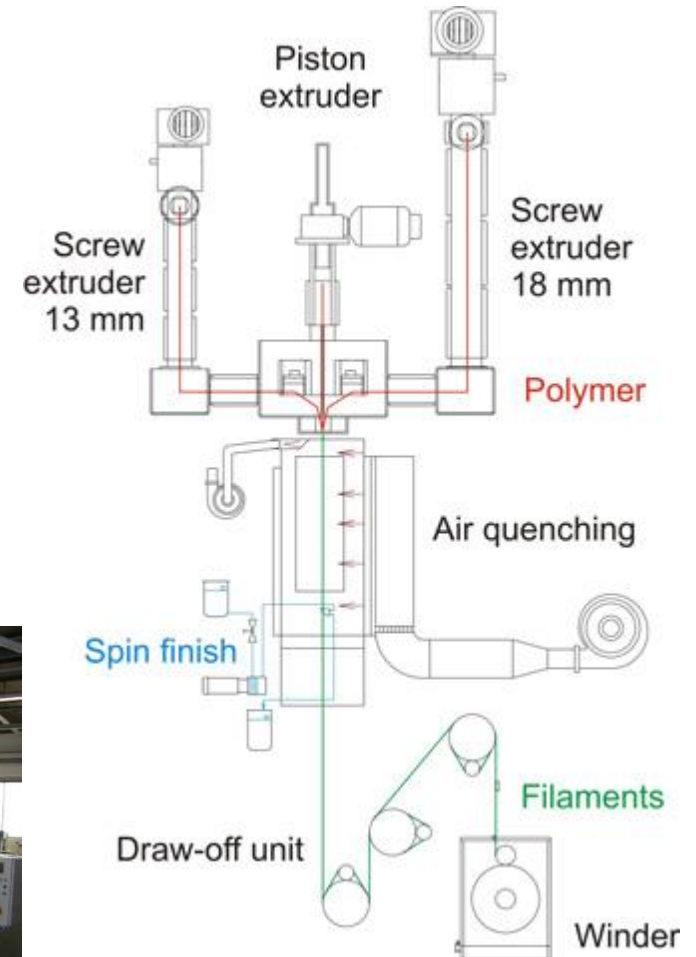
1 layer of PEDOT:PSS
300 nm coating
(more sensitive)

10 layers of PEDOT:PSS
2 µm coating
(higher force)



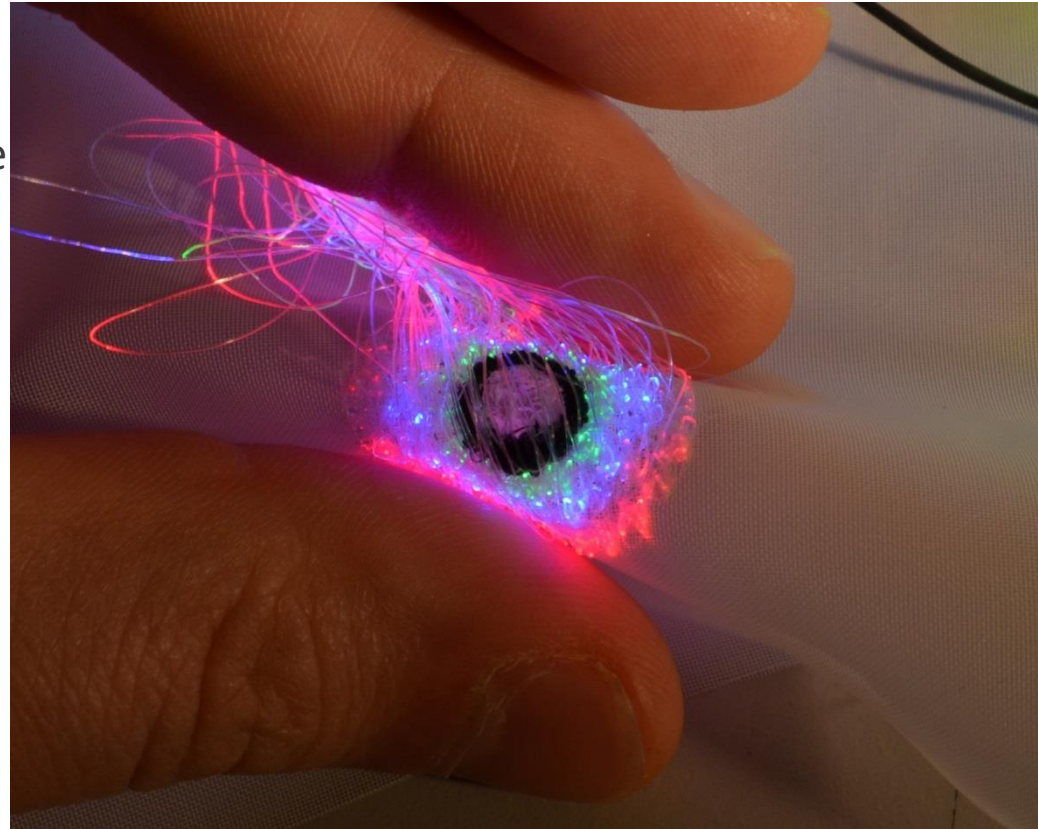
Fibre optique polymère

- O-fibre
 - Développement de la fabrication de fibres polymères
 - 3 extrudeurs = 2 manteaux possibles
 - Manteaux faciles à enlever
 - Manteaux ou cœurs fluorescents



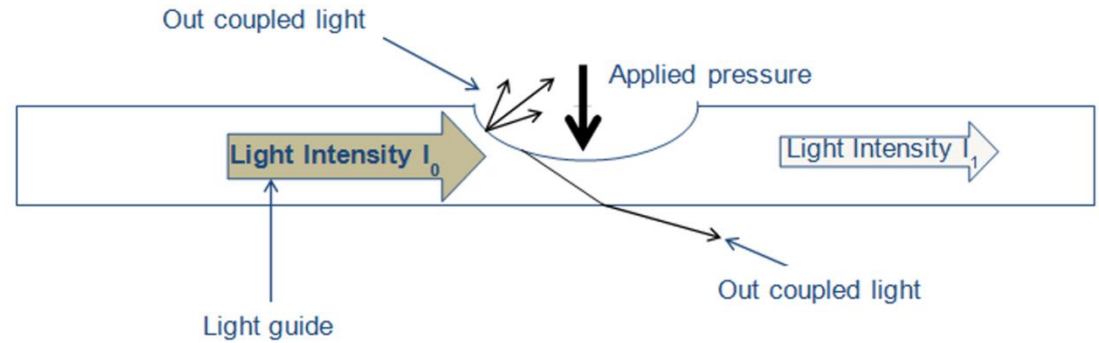
Fibre optique polymère

- O-fibre
 - Développement de la fabrication de fibre polymère
 - Perte de propagation
 - Flexibilité augmentée
 - Idéale pour intégration dans le textile par broderie
 - Illumination / couplage de lumière

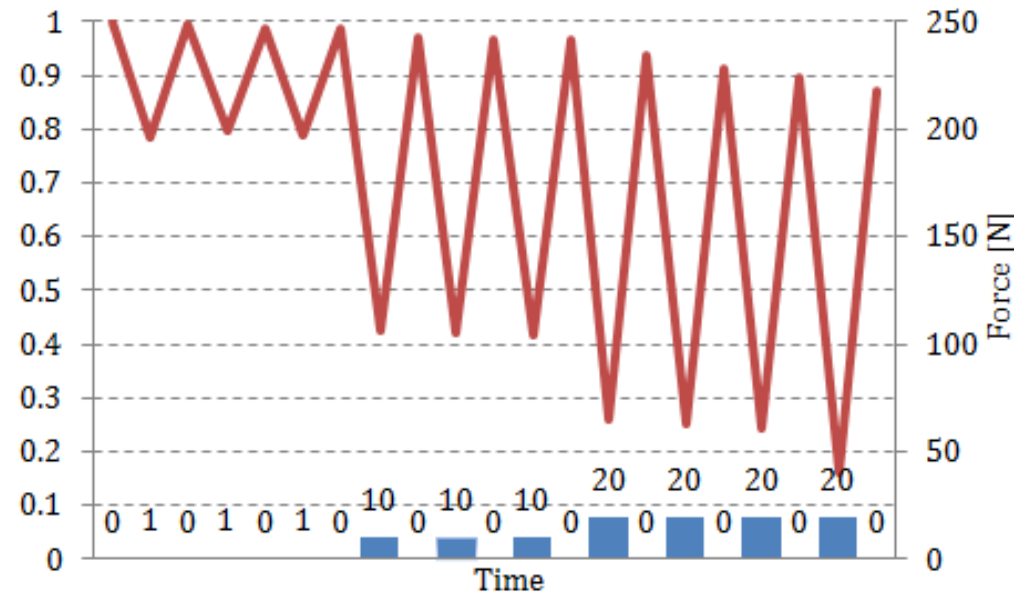


Fibre optique polymère

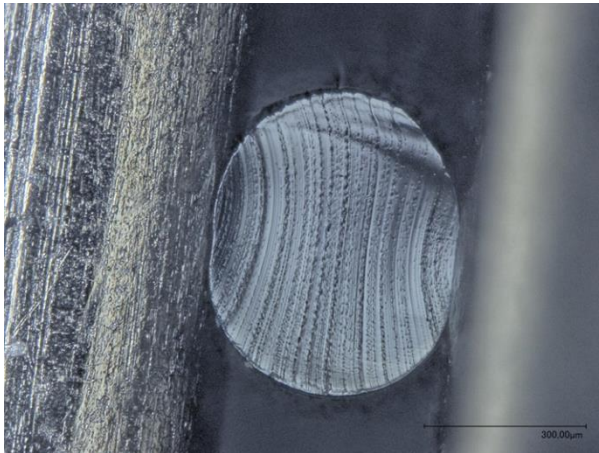
- O-fibre
 - Capteur de pression
 - Déformation



— Changement d'intensité



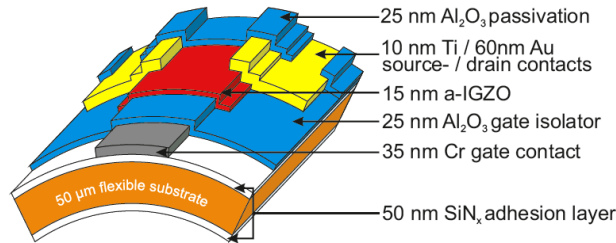
Materials Science & Technology



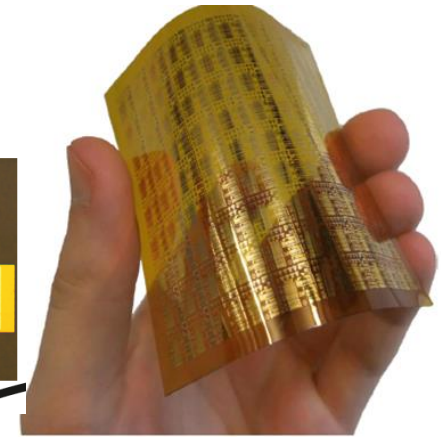
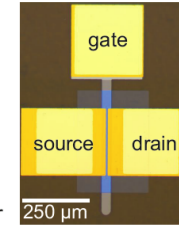
- Technologie couche mince dans le textile

- Capteurs
- Transistor
- IC

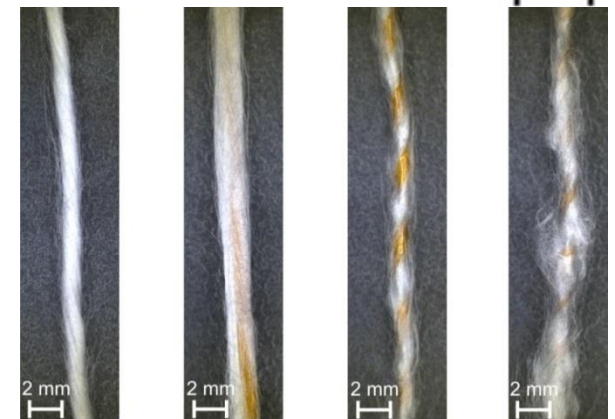
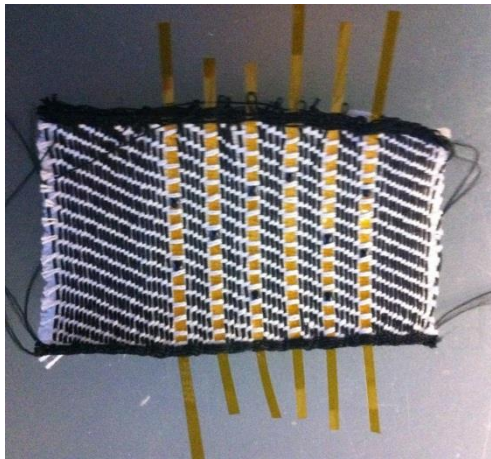
Device cross section:



Micrograph:

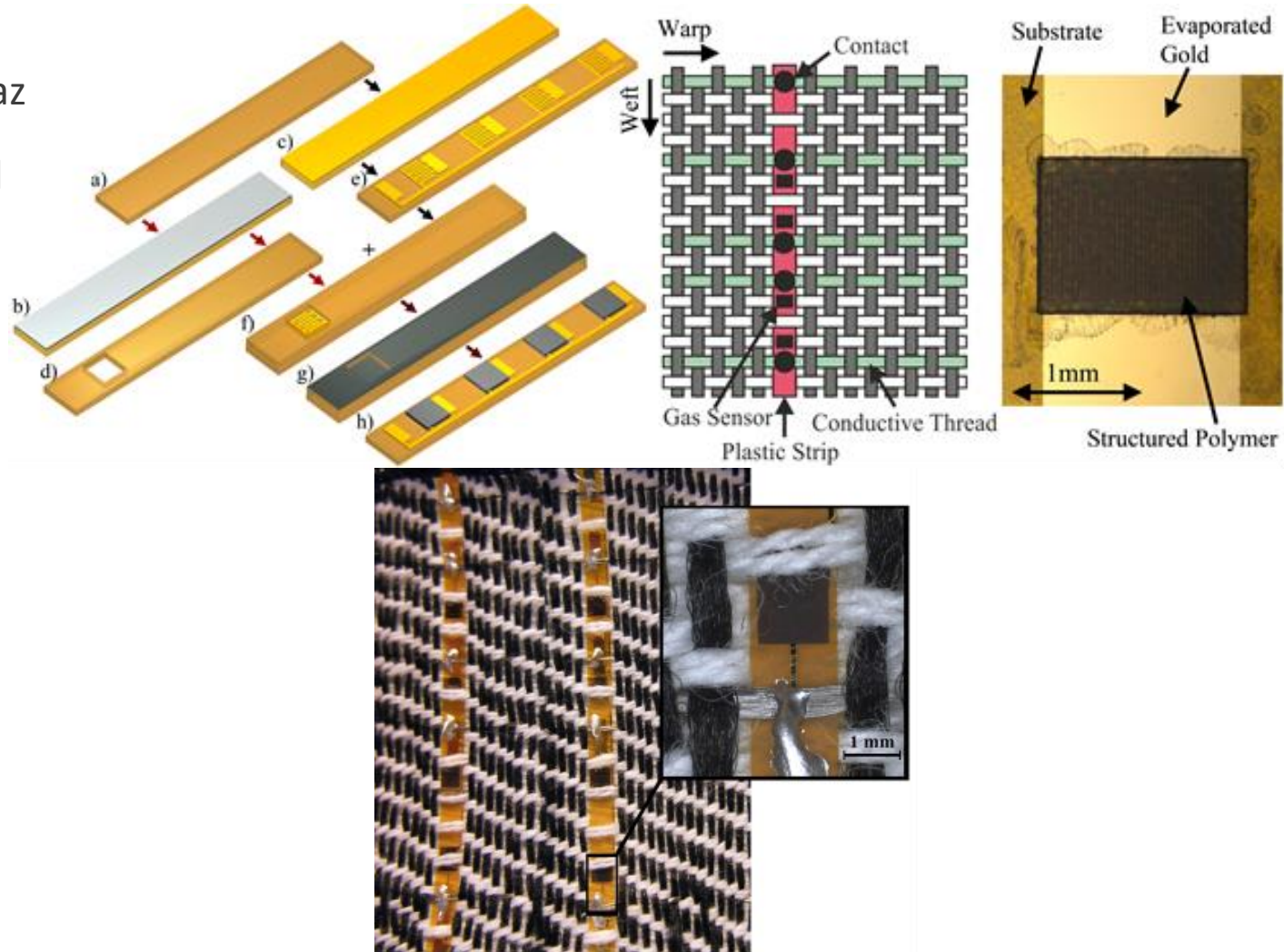


- Les rubans sont directement tissés dans le tissu



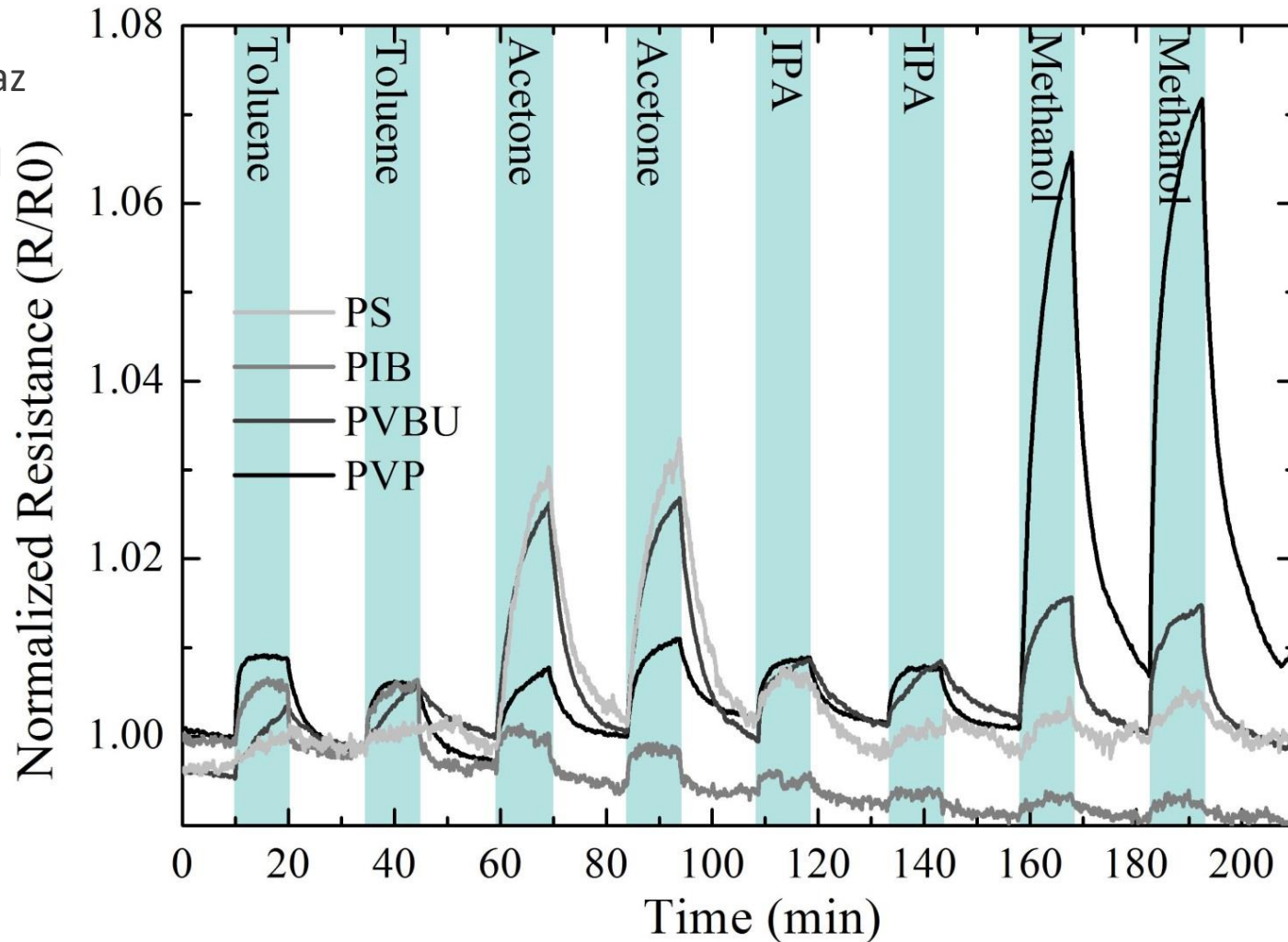
Rubans électroniques

- Capteurs de gaz
 - Methanol
 - IPA
 - Toluene
 - Acetone



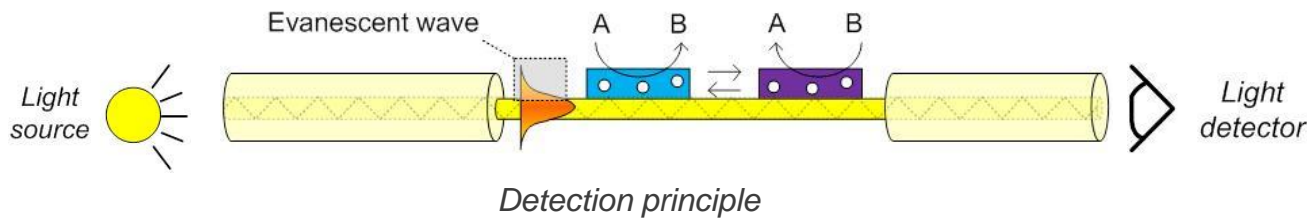
Rubans électroniques

- Capteurs de gaz
 - Methanol
 - IPA
 - Toluene
 - Acetone

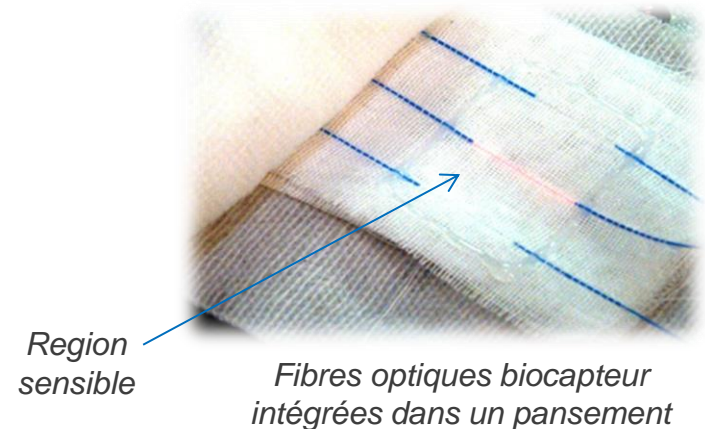


Biocapteurs à fibre optique

- Principe: remplacer le manteau d'une fibre optique par une couche sensible
 - Changement de couleur

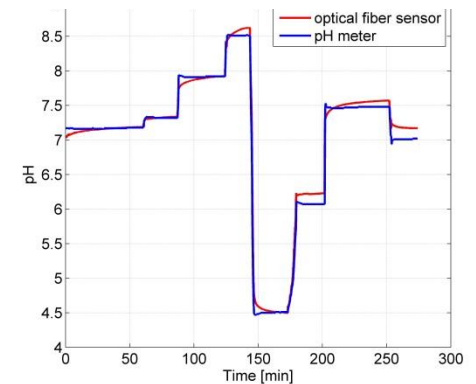
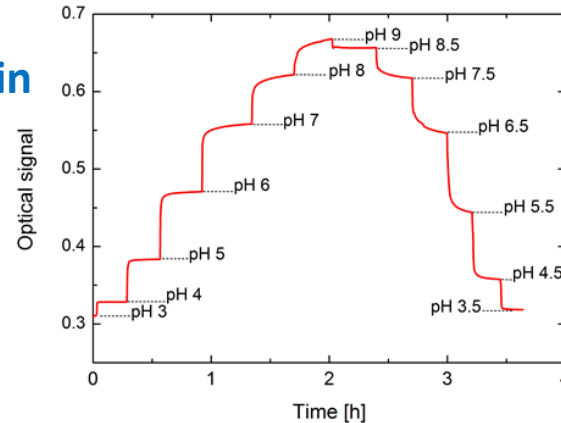
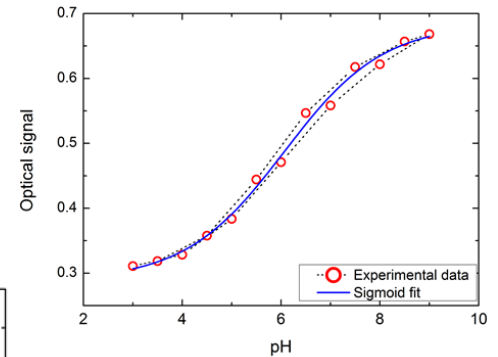
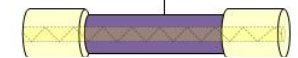
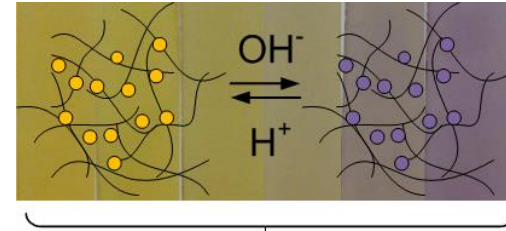


- Pansement intelligents pour escarres
 - Mesures dans l'exudat
 - pH monitoring
 - Protéase



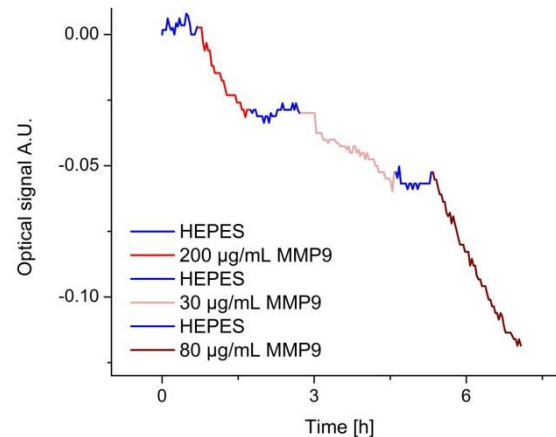
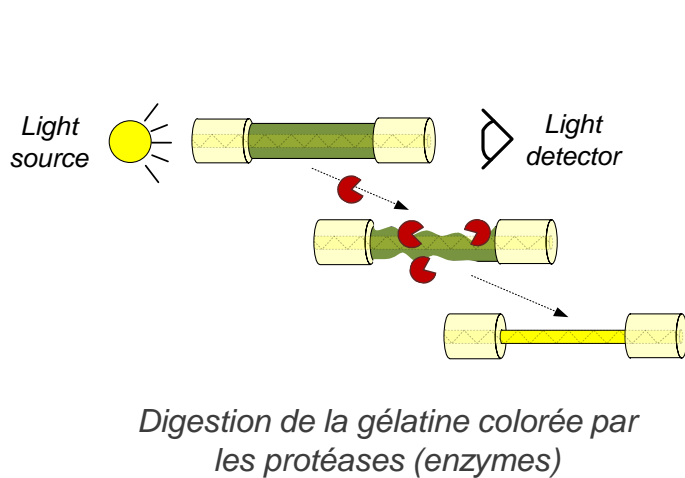
Fibre sensible au pH

- Couche sensible
 - Solgel dopé avec un colorant sensible au pH
 - Mesure du pH en temps réel dans le liquide à mesurer
- Performances
 - Domaine: **pH 3 à 9**
 - Précision: **0.1-0.2 unité pH**
 - Temps de réponse: **5-10 min**
 - Stable dans le **serum**

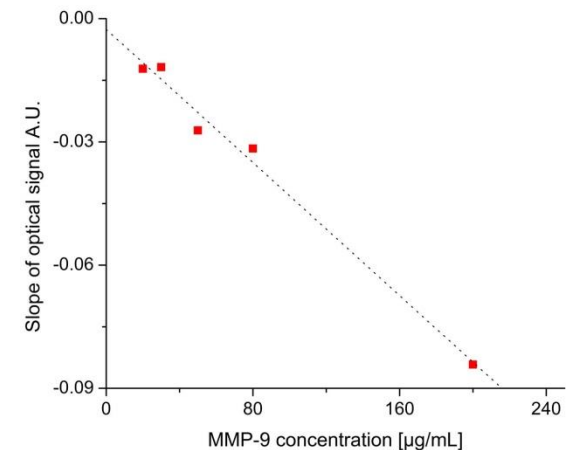


Fibres sensibles aux protéases

- Couche sensible
 - Gélatine colorée, digérable par des Métalloprotéinase matricielle MMP, qui joue un rôle important dans la cicatrisation des plaies
 - Capteur bon marché, jetable

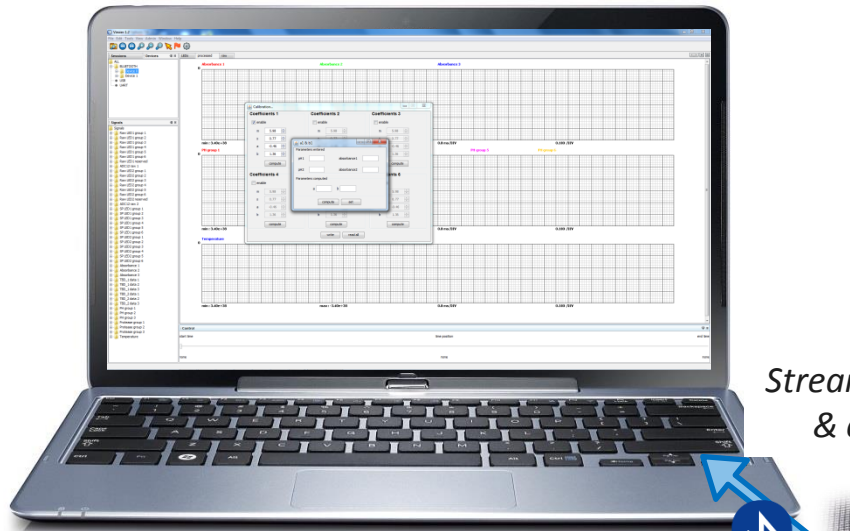


Contrôle en temps réel de l'activité de la protéase MMP-9



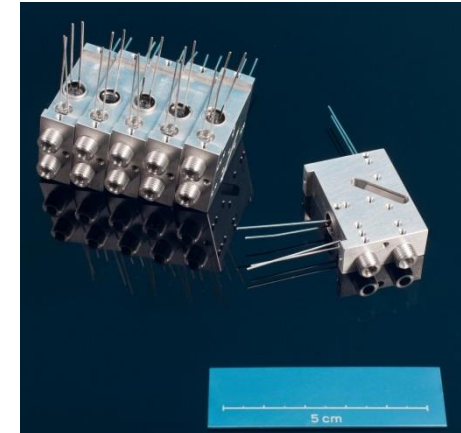
Courbe de calibration

Démonstrateur biocapteur

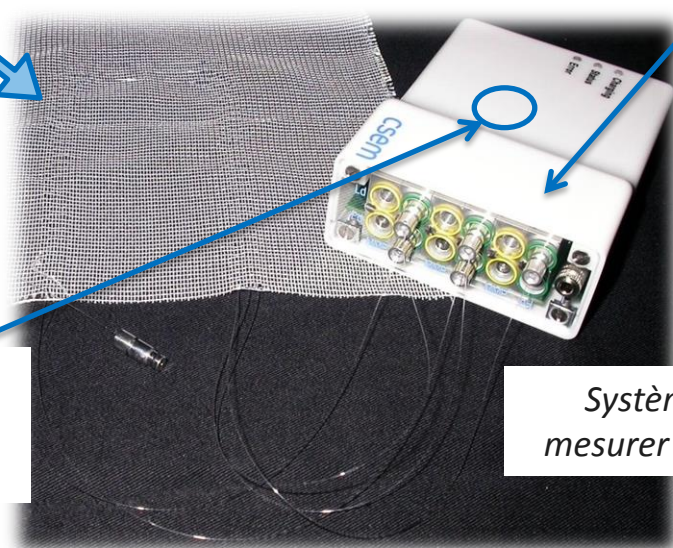


*Streaming des données
& enregistrement*

Mesure en temps réel



*Coupleur optique avec deux longueurs
d'onde*



*Carte SD
Enregistrement des données
Transfert des données*

*Système portable pour
mesurer 6 fibres en parallèle*

Démonstrateur NIRS

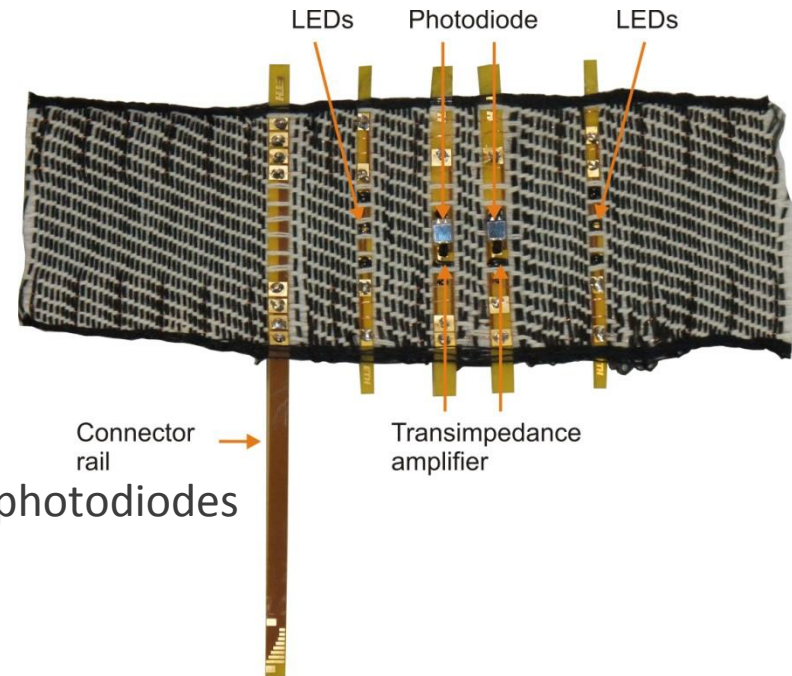
- Spectroscopie proche infrarouge dans des chaussettes
 - Détection précoce et traitement des maladies vasculaires périphériques



- Utilisation de rubans avec LEDs et photodiodes

Démonstrateur NIRS

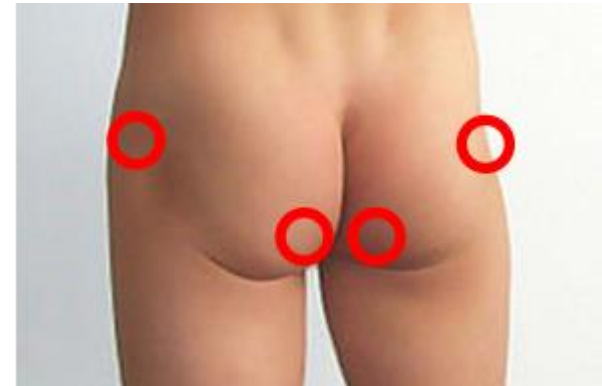
- Spectroscopie proche infrarouge dans des chaussettes
 - Détection précoce et traitement des maladies vasculaires périphériques



- Utilisation de rubans avec LEDs et photodiodes

Démonstrateur pour paraplégique

- Les personnes paraplégiques ont des risques élevés d'escarres
- Les paramètres important à contrôler pour prévenir les escarres sont:
 - Pression exercée sur la partie du corps
 - pH
 - Oxygénation
 - Pression partielle de CO_2



Démonstrateur pour paraplégique

- Développement d'un patch textile multi capteurs

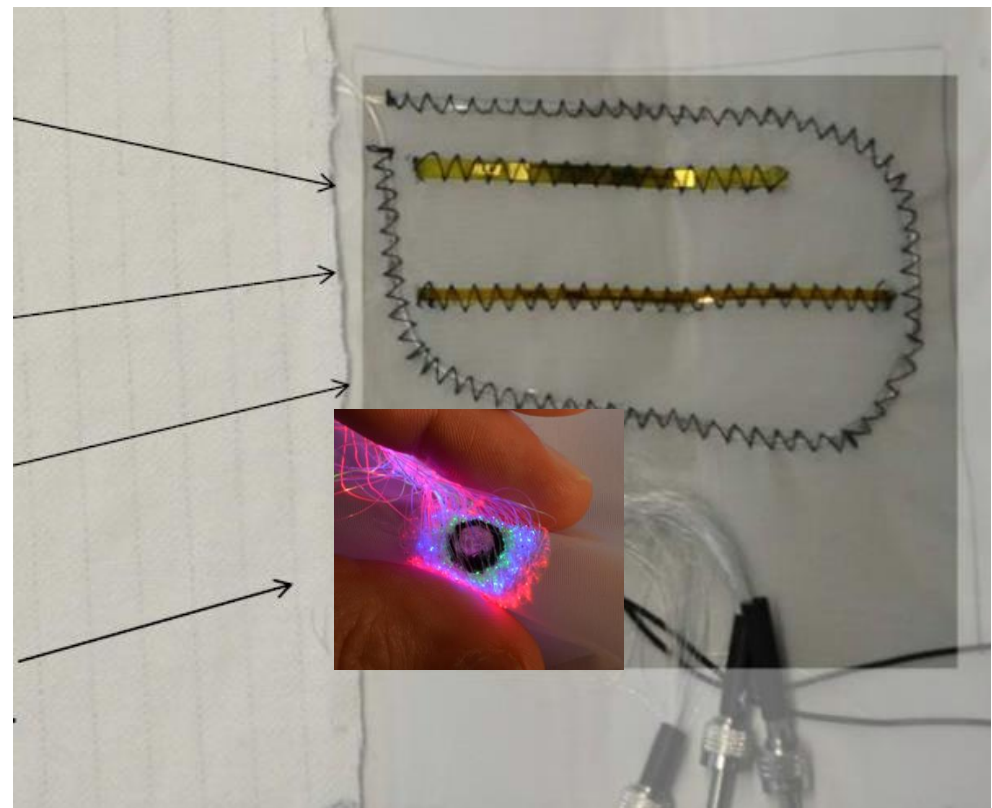


Capteur d'humidité (rubans)

Capteur de températures (rubans)

Capteur de pression (o-fibre)

Oxymétrie de pouls (o-fibre)



Démonstrateur pour paraplégique

- Développement d'un patch textile multi capteurs

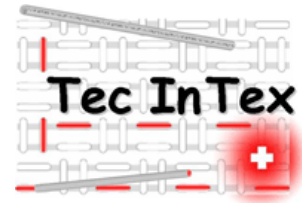


Conclusion et perspectives

- Plusieurs briques pour intégrer des capteurs dans les textiles
- Plusieurs démonstrateurs pour des applications médicales
- Des premiers tests sur des volontaires

- Pour aller plus loin quelques problèmes à résoudre
 - Biocompatibilité des matériaux utilisés
 - Ethique
 - Fiabilité des systèmes
 - Re-design pour s'adapter au mieux à la demande médicale

Remerciements



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Materials Science & Technology



University Hospital
Zurich



- Collègues du CSEM
- Bernard Wenger, Emmanuel Scolan, Réal Ischer, Jacques-André Porchet, Damien Ferrario, Jean Luprano, Bastien Schyrr*, Stéphanie Pasche**
- * aussi Adolf Merckle Institute, Fribourg
- ** maintenant avec Sensirion

Merci pour votre attention!