

## Journée thématique « Vêtement et Santé »

*Eric Campo*

LAAS-CNRS, 11 octobre 2010 - Toulouse

1

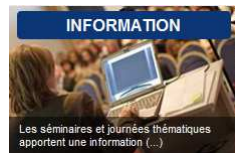
### Programme de la journée

Matin (09h30) « Analyse des pratiques courantes : Vue en Midi-Pyrénées »		
<input type="checkbox"/>	Daniel Estève LAAS, Toulouse	Accueil
<input type="checkbox"/>	Eric Campo LAAS, Toulouse	Introduction de la journée ( <i>« des compétences transversales »</i> )
<input type="checkbox"/>	Marie Chan LAAS/INSERM, Toulouse	Analyse documentaire sur le vêtement intelligent et problématique
<input type="checkbox"/>	Olivier Quénard ICAM, Toulouse	Innovations dans le domaine des EPI en région Midi-Pyrénées (ICAM-GIH)
11h	Discussion - Table ronde	
Déjeuner (12h30)		
Après-Midi (14h00) « Pistes technologiques innovantes pour le vêtement intelligent et applications »		
<input type="checkbox"/>	Coralie Gallis, CEA- Léti Grenoble	Utilisation de capteurs intégrés dans le textile pour le monitoring physiologique
<input type="checkbox"/>	Eric Devaux, GEMTEX, Roubaix	Capteurs textiles à base de nanotubes de carbone pour la détection chimique, thermique et mécanique
<input type="checkbox"/>	André Dittmar, Claudine Géhin, INL-MMB, Lyon	Projet Proetex : Vêtement instrumenté pour pompier
<input type="checkbox"/>	Dr Jean-Luc Weber TAM Télésanté, Aix en Provence	- VTAMN : Vêtement de téléassistance médicale nomade - BBA System : Chausson de surveillance de signes vitaux
<input type="checkbox"/>	Josep Domingo Salvany NEXTER Electronics, Toulouse	Management de l'énergie des capteurs autonomes. Application aux vêtements intelligents dans les secteurs défense et médical
16h30	Discussion – Table ronde	

2

## CAP'TRONIC

Le programme CAP'TRONIC est financé par le ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi.



### Les actions



<http://www.captronic.fr/>

3

## Le GdR Stic-Santé

- Le GdR STIC-Santé, créé en 2003, est soutenu à la fois par le CNRS (ST2I) et par l'INSERM.  
Rôle : d'animation, sert de point de communication entre les différentes communautés impliquées dans le domaine des développements technologiques et méthodologiques pour la médecine.
- Thèmes : interdisciplinarité académique et applicative et établir des passerelles avec d'autres communautés.
- Actions : concerner une problématique ciblée, afficher des objectifs évaluable, être portées par un petit nombre d'équipes identifiées en Stic et en Santé, avoir une durée de vie a priori limitée (typiquement 12 à 18 mois), fournir un 'produit' en fin d'Action.
- <http://stic-sante.org/>

4

## Les thèmes

- Thème A - Physiome, Modélisation (Mathématique, Thérapeutique)
- Thème B - Signaux et image en Santé
- Thème C - Systèmes d'information médicaux et bases de données
- **Thème D - Capteurs, Vêtements, Habitats et Réseaux Intelligents en Santé**
- Thème E - Analyse, modèles et outils pour les handicaps : Approche pluridisciplinaire
- Thème F - Apprentissage et assistance aux gestes médico-chirurgicaux

5

### Thème D - Capteurs, Vêtements, Habitats et Réseaux Intelligents en Santé

- **Axe de l'habitat intelligent** : Pluridisciplinaire, il s'étend des besoins de l'utilisateur à la proposition et la réalisation de solutions adaptées à la maladie pour une surveillance continue, en passant par la prise en compte de la satisfaction de l'utilisateur final.  
Les environnements sont divers : hôpitaux, institutions spécialisées, domicile.  
Aujourd'hui, un effort particulier se porte sur les malades Alzheimer.
- **Axe de l'instrumentation embarquée** : Focalisé sur l'individu et sa pathologie, les travaux portent sur la réalisation de microcentrales ambulatoires et la proposition de techniques permettant de recueillir des indicateurs permettant de remonter à des informations pertinentes sur l'état de santé d'un individu.
- **Axe du vêtement intelligent** : Cet axe vise à traiter l'intégration de fonctions de surveillance électroniques sur les vêtements et les objets portés par des patients : personnes âgées et convalescents.  
Les fonctions intéressantes dans ce domaine sont de différentes natures.

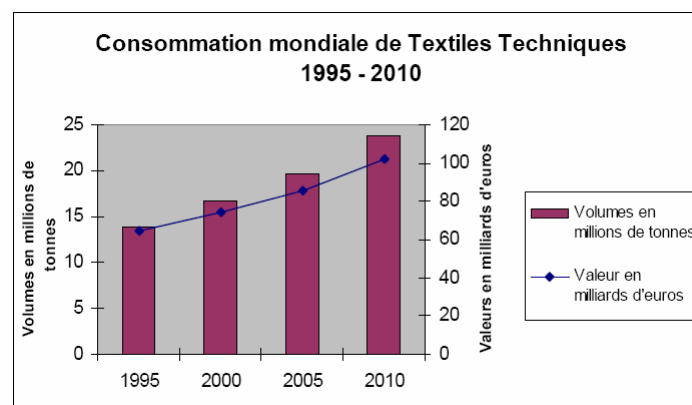
Ces trois axes sont complémentaires et apportent chacun des informations riches, signes de l'activité et du profil de santé de l'individu. Chacun opère dans un environnement différent (habit porté par l'individu, corps de l'individu, environnement de vie de l'individu).

6

## Introduction

- Le terme 'textiles intelligents' désigne un domaine qui n'en est encore qu'à ses débuts. À l'origine, la recherche était motivée par la nécessité de protéger les personnes qui travaillent dans des conditions extrêmes, comme les militaires en campagne ou les astronautes dans l'espace.
- Aujourd'hui des chercheurs du monde entier contribuent à l'innovation en employant les nouvelles technologies pour développer des tissus qui peuvent capter les changements du milieu environnant et y réagir.
  - À l'hôpital par exemple, des vêtements intelligents peuvent donner de l'autonomie aux patients grâce à la télésurveillance de leurs données vitales.
  - Pour les pompiers, les tenues de protection peuvent transmettre des données sur les températures et la fumée.
- Les propriétés des textiles = flexibilité, compressibilité, stabilité de forme et mécanique, production à faible coût, sont des atouts pour aller vers des applications techniques dans lesquelles le rôle et la nature des fibres sont reconsidérés.
- Tout un champ d'investigations existe dans la manière de combiner les techniques de fabrication du textile avec celles de l'électronique permettant d'apporter des solutions avantageuses.

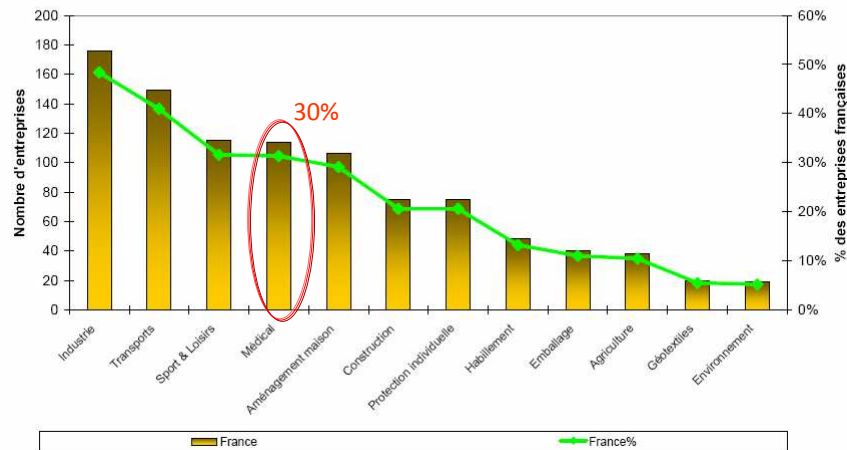
7



Consommation mondiale de textile technique - Source: David Rigby Associates

8

Répartition des segments d'application actuellement abordés par les entreprises françaises du Textile Technique



## Le contexte

- Les systèmes multi sensoriels de surveillance sont une composante essentielle de la conception et du développement du concept d' « ambiance intelligente ».
- Le développement d'un « Habitat Intelligent » est une perspective aujourd'hui clairement identifiée sur au moins trois axes complémentaires : le confort, la sécurité et **la surveillance des personnes**.

La surveillance à domicile, par des moyens techniques e-Santé, des personnes âgées, convalescentes, handicapées ou simplement fragiles, des enfants, implique un effort de développement pour le textile et le vêtement technique.

### Les arguments pour de tels dispositifs :

- 1- la surveillance temps réel des personnes ou des environnements « à risque ».
- 2- la maîtrise des installations complexes et de leur procédure de maintenance dans une vision « systèmes de systèmes » et gestion des catastrophes.
- 3- La réduction globale des coûts si l'on considère possible de mettre en place ces réseaux de surveillance avec des capteurs, instruments et systèmes de transmissions simples et performants...

## Les fonctions possibles

- Les fonctions, a priori, intéressantes proposées par un vêtement intelligent communicant «wearable computing» sont diverses :
  - l'identification et la localisation des personnes,
  - la mesure de l'activité en continu, les visées thérapeutiques,
  - la mesure de paramètres physiologiques en situations courantes,
  - l'analyse comportementale d'un individu et le diagnostic (détection d'une situation anormale),
  - la création automatique de bases de données et donc de « dossiers techniques à usage médical » : suivi de convalescences, diagnostics, effets médicamenteux, les alertes automatiques, en cas de situation anormale.
- **La problématique : l'acceptabilité par les utilisateurs** de porter l'instrumentation.
  - Cela suppose que les systèmes embarqués soient miniaturisés et largement autonomes ne nécessitant d'intervention trop fréquentes.
  - Des contraintes importantes selon les utilisateurs : enfants, personnes âgées, personnes malades...

11

***Quelles solutions technologiques pour le suivi et  
l'assistance de personnes âgées ?  
Exemples de projets au LAAS***

LAAS-CNRS, 11 octobre 2010 - Toulouse

12

**Besoin** : la surveillance des personnes fragilisées (domicile, institutions...) :  
personnes âgées et handicapées, famille, organisation, société

**Le maintien à domicile est devenu une question de premier ordre !**

Les raisons :

- ✓ Diminuer les coûts de santé
  - ✓ Fournir une meilleure qualité de vie
  - ✓ Posséder plus d'autonomie dans les activités quotidiennes
  - ✓ Garder une vie sociale...
- ➡ Besoins de systèmes nouveaux et de services adaptés car risques liés à l'isolement



**Prise en charge individualisée et une surveillance continue !**

**Méthodes :**

- La détection
- La prévention

13

## La détection

Détecter au plus tôt les situations de danger !

**Les risques ?**

- La chute : 1<sup>er</sup> facteur de décès après 80 ans
- La fugue
- La déambulation
- Les risques domestiques

14

## La prévention

### - Pourquoi ?

- ✓ Réduction du nombre de victimes
- ✓ Détermination des conditions de risques
- ✓ Première indication d'une maladie non détectée → Dépistage précoce des pathologies chez les personnes âgées en bonne santé ou fragiles : maladie d'Alzheimer

### - Comment ?

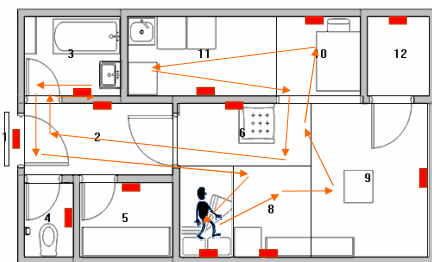
Analyse comportementale à domicile :

- ✓ identifier les signes d'altération neurodégénérative évolutive
- ✓ modification du comportement (déambulation)
- ✓ modification des activités quotidiennes
- ✓ activités non cohérentes



15

## Un télémonitoring automatisé et non intrusif



- Système non intrusif basé sur l'apprentissage des comportements spatio-temporels (position, vitesse, transition)
- Détection de la déambulation mais aussi de situations critiques : agitation, chute, fugue

Système de surveillance pour personnes dépendantes capable de :

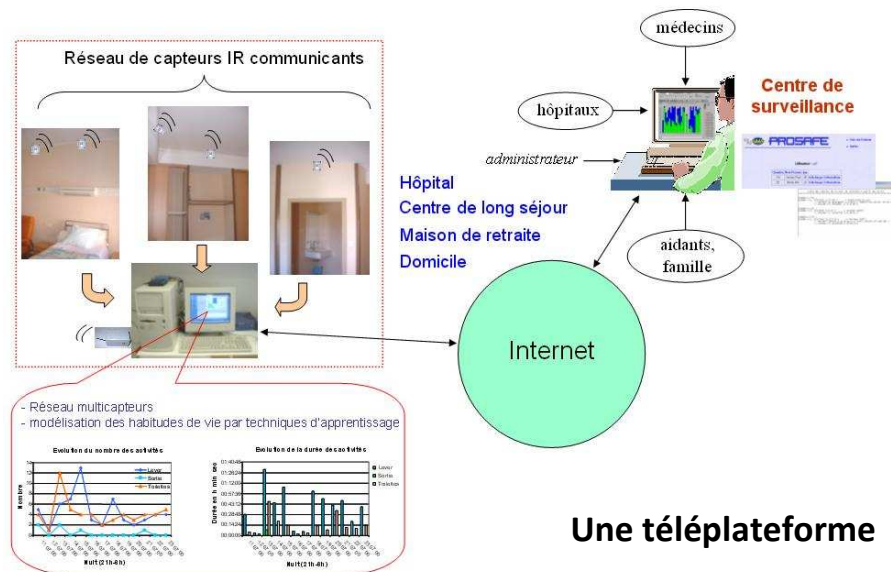
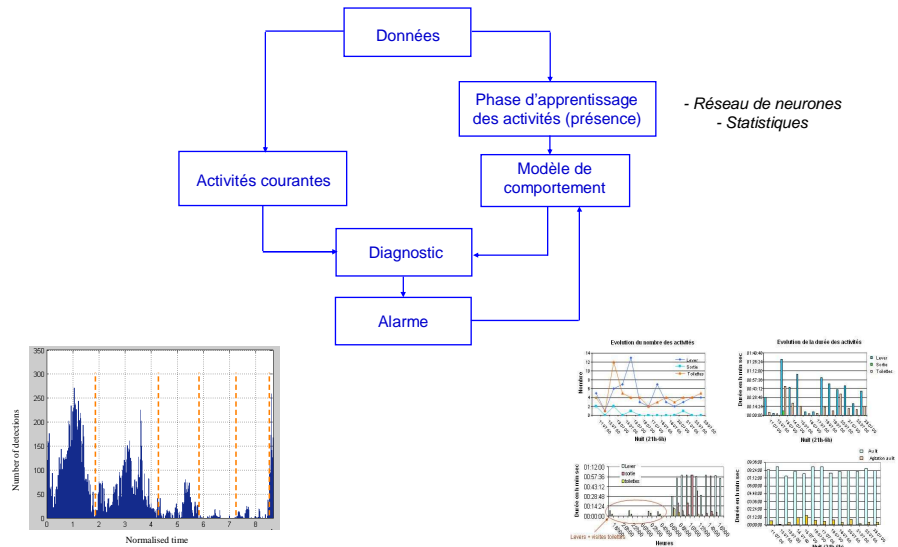
- surveiller sans instrumentation physique ou de manière très légère
  - élaborer des profils de comportement
  - détecter des situations de danger
  - d'établir des diagnostics de comportement
  - prendre des décisions d'alertes
- sur la base de l'apprentissage des habitudes



16

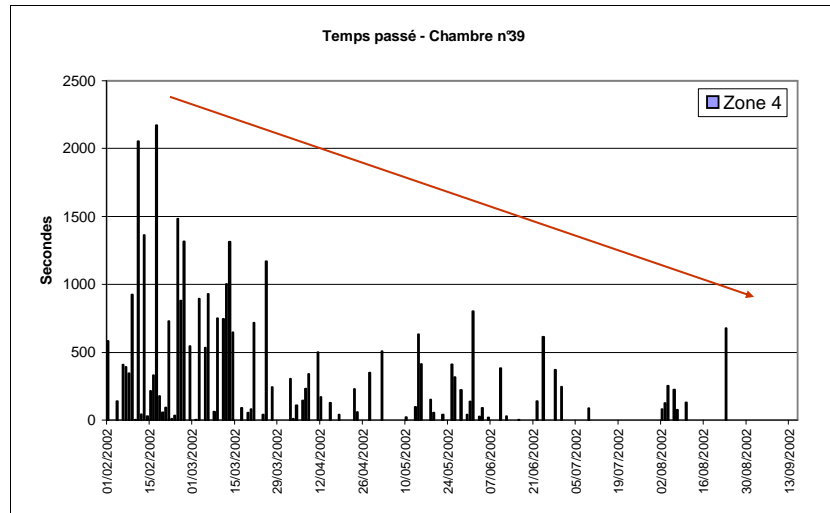


## La méthode : la modélisation par apprentissage du comportement humain



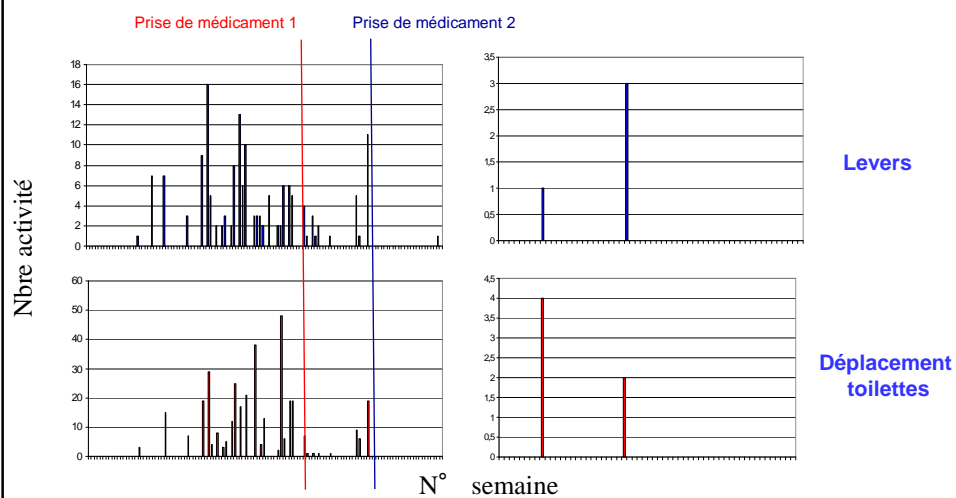
## Une téléplateforme

## Suivi de l'évolution du comportement



19

## Analyse de l'influence de traitements thérapeutiques



8 mois de surveillance nocturne continue

20

### Un outil de surveillance qui permet de :

- ✓ Mesurer l'évolution des activités des personnes (paramètres de mobilité : durée et fréquence) par un suivi des déplacements
- ✓ Détecter en temps réel des comportements inhabituels
  - Etablissement automatique de seuils basé sur l'historique
  - Définition de critères de normalité
  - Diagnostic basé sur l'écart aux habitudes

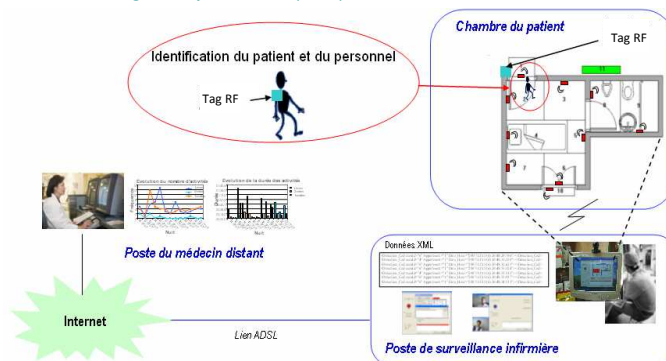
21

## Projet « Homecare »

HEMOCARE est un projet de mise en œuvre et de validation (qualification) en associant des procédures d'évaluations : bénéfice pour le patient, bénéfice médical, intérêt économique, règlement des affaires éthiques et juridiques...

#### Les fonctions techniques nouvelles :

- La surveillance de jour comme de nuit, (24h/24).
- L'introduction d'une **fonction d'identification et de géolocalisation en intérieur**.
- L'enrichissement des critères du **diagnostic** (trajectoires des patients) et des algorithmes.
- La mise en place d'une architecture machine robuste et sécurisée.
- La création d'**interfaces ergonomiques** avec les principaux acteurs du maintien à domicile.



22

Les options retenues sont, en principe, de limiter au strict nécessaire l'instrumentation des personnes au bénéfice de l'instrumentation de l'environnement :

Trois fonctions obligent pour l'instant à cette instrumentation des personnes :

- La fonction identification,
- La fonction géolocalisation « outdoor » (en Indoor les solutions IR sont suffisantes),
- Les mesures/actionnements physiologiques...

Les contraintes sont :

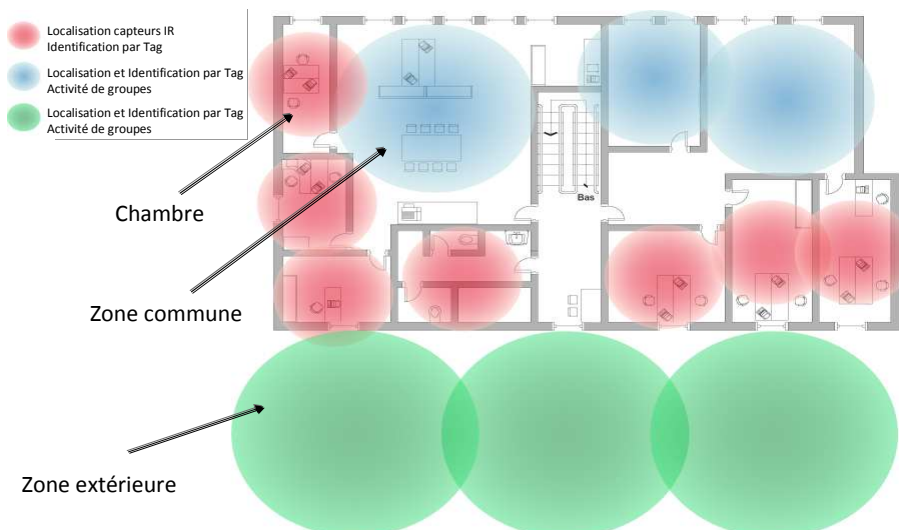
- Une détection permanente,
- La transparence de l'instrumentation...

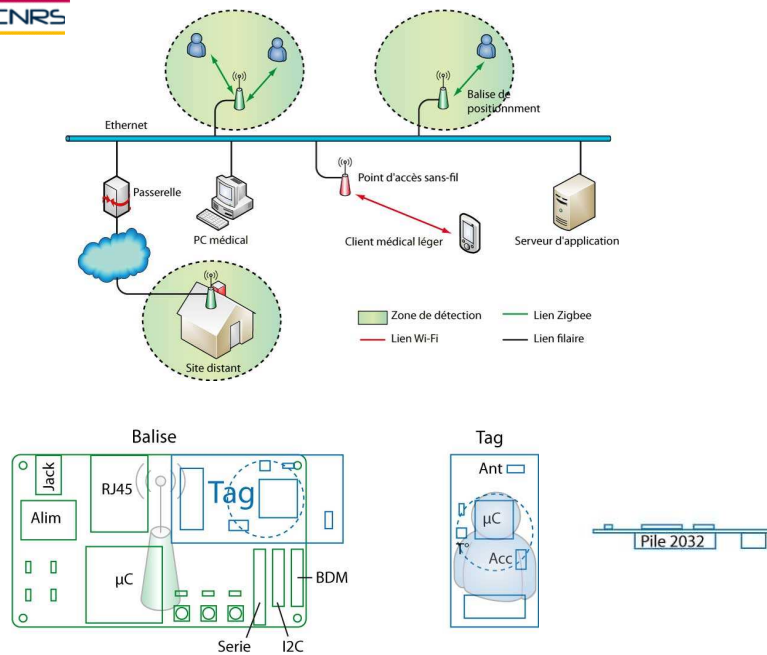
**Options :** On peut imaginer des « patches » enfouis sur des vêtements mais le plus intéressant et, selon nous, le plus prometteur à long terme, est de faire porter les patches à même le corps !

**Le choix ambulatoire : Le patch électronique !**

23

### Exemple de représentation des équipements de surveillance dans un appartement et son environnement





25

### Spécifications tirées des besoins HOMECARE :

- Le patch est réalisé en tissu souple, adhésif sur la peau.
- Il n'entraîne aucune irritation/lésion locale.
- Il se place simplement et se retire sans douleur.
- Il est capable de porter un microsystème miniaturisé : épaisseur millimétrique, surface 10 cm<sup>2</sup>, poids qqs grammes.
- Il comporte un mécanisme simple et rapide de pose-dépose du microsystème.
- Il est jetable (durée de vie une semaine maximum).
- Prix de revient inférieur à 1 Euro par patch ?

26

## Les questions actuelles :

- Le portage d'une étiquette radiofréquence par le patient :
  - intégration dans le vêtement
  - collage sur la peau
- Extension de diagnostic de la « présence » aux « trajectoires »
  - modèle de marche
  - mise en œuvre
- Exploitation longitudinale des données : évolution lente des comportements, anticipation de la « fragilité »
- Modèle économique du système global

27

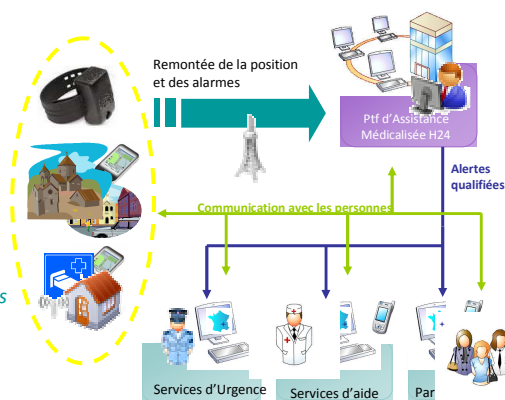
## Projet BÉA

- Localisation des personnes indoor et outdoor
- Diagnostic par fusion multisensorielle selon les habitudes de vie et les comportements routiniers
- Détection des traits physiologiques
- Instrumentation embarquée

*Service d'assistance à la localisation*

*Service de Détection des trajets non routiniers et autres situations critiques*

*Service de Détection Situations Critiques à Domicile*



**Plateforme H24**

28

## Les questions actuelles :

- Le portage d'un dispositif de suivi physiologique :
  - Patch sur la peau
  - Intégration dans le vêtement
- Quelle forme ?
  - Montre
  - Médaillon
  - Bijoux
  - Enfoui dans le vêtement

29

## Conclusion

- ✓ L'instrumentation des personnes est un volet essentiel dans le champ d'une « ambiance intelligente »
- ✓ Des exigences fortes : miniaturisation, autonomie, faible coût, usage courant.
- ✓ Des exigences très fortes dans le cas de la surveillance des personnes âgées : positionnement sur le corps, transparence
  - la technique se mêle étroitement au vêtement !
- ✓ Il y a certes la technique mais comment on la met en œuvre : quel textile ? Quel vêtement ? quel patch ?
  - ✓ Bien définir les usages, le type d'installation.

→ **Fortement liées aux usages (patient, personnel médical) et à l'acceptabilité par l'utilisateur.**

30