

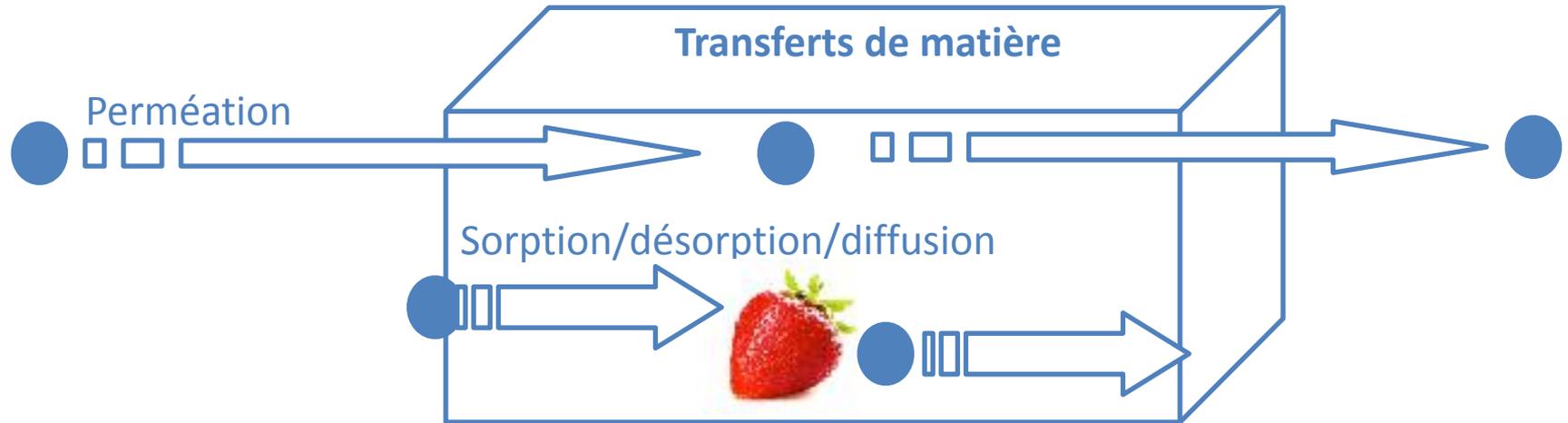
# Emballages intelligents & RFID

nextgenpack.eu (ANR-11-PICF-006 et alliance stratégique)

► Jeudi 8 juin 2017



Depuis 2004 : Règlement (CE) 1935/2004 & 450/2009 : Matériaux et objets au contact des aliments (abroge les directives 80/590/CEE et 89/109/CEE)



## Matériaux et objets actifs

*Maintenir l'état des aliments emballés*

Incorporation délibérée de constituants qui libèrent ou absorbent des substances vers (ou de) les aliments emballés ou leur environnement.



## Matériaux et objets intelligents OU indicateurs

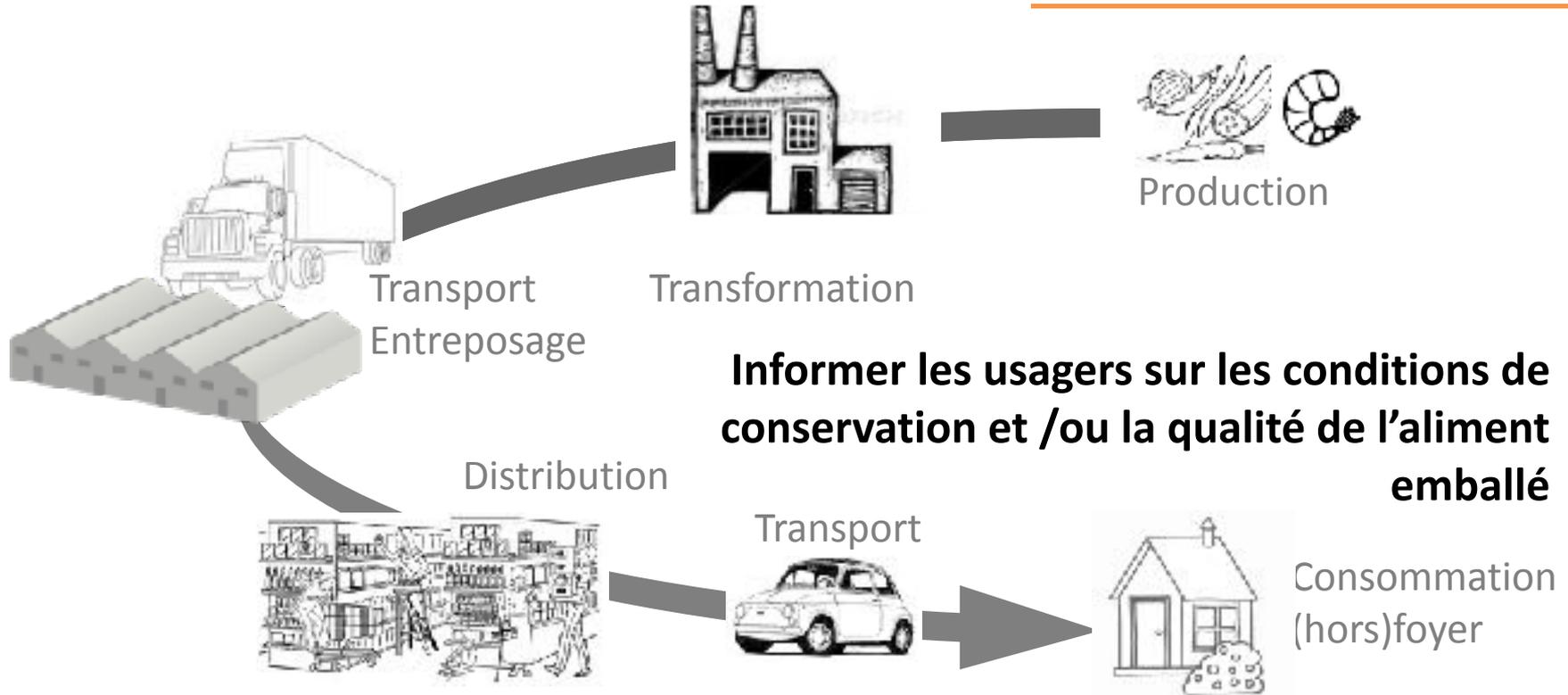
*Contrôler l'état des aliments emballés*

Incorporation délibérée de substances capables de révéler une information sur les conditions de conservation de l'aliment et sa consommation (i.e. qualité).



MOAI - Matériaux et objets actifs & intelligents

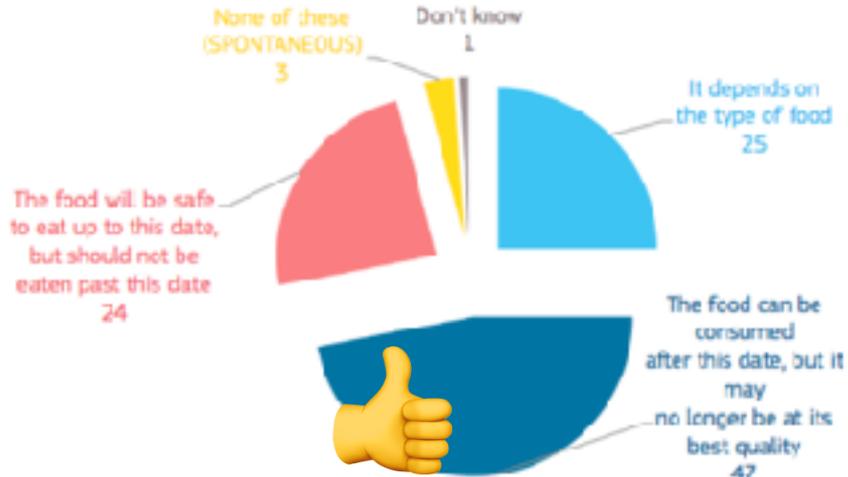
# Contexte socio-économique



# Contexte socio-économique

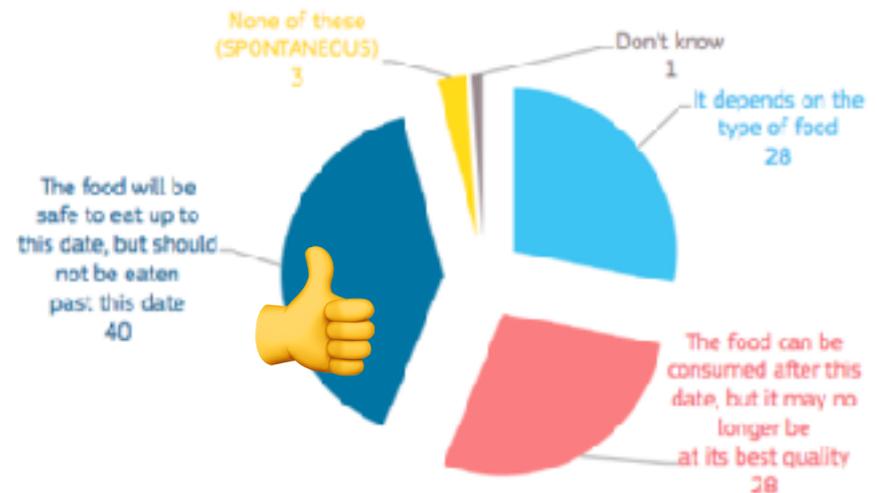
## Date de durabilité minimale DDM

D'après vous, que signifie la mention « à consommer de préférence avant » sur l'étiquette d'un aliment emballé?



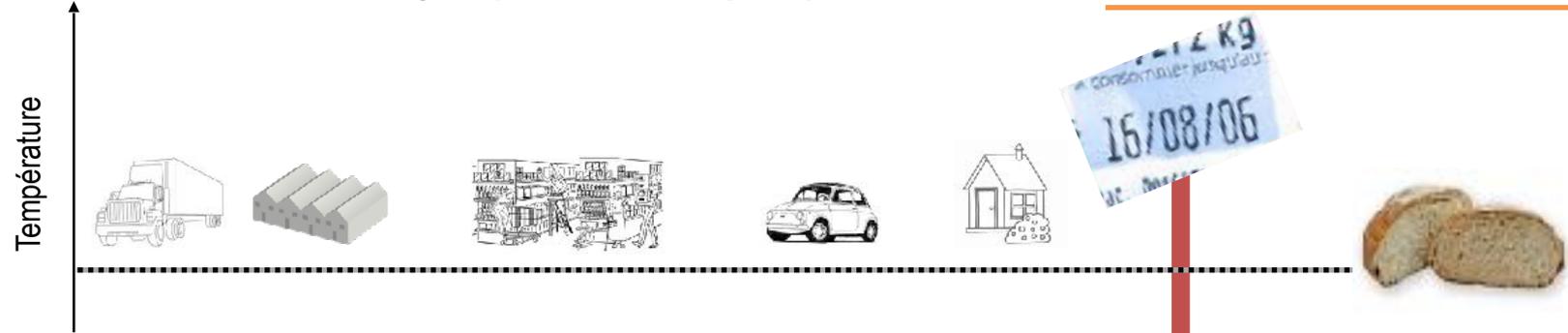
## Date limite de consommation DLC

D'après vous, que signifie la mention « à consommer jusqu'au » sur l'étiquette d'un aliment emballé?

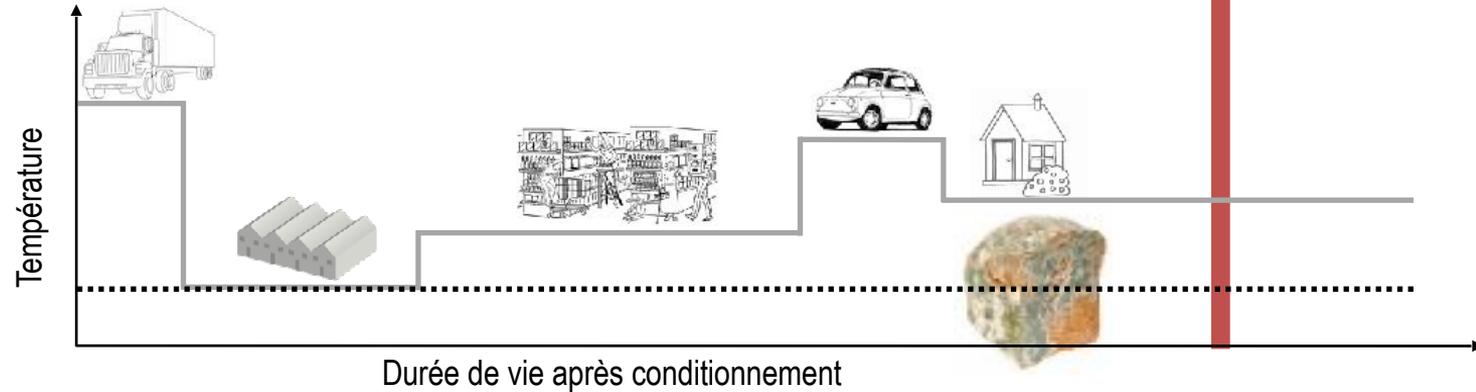


Enquête européenne: Flash barometer 425 (Oct. 2015)

## 1. Aliment non consommé et jeté (DDM mal comprise)



## 2. Aliment représentant un risque santé (DLC « sur-estimée »)



## Estimation de la répartition des déchets alimentaires EU-28 en 2012 (parties comestibles et non comestibles)

Sector	Food waste (million tonnes) with 95% CI*	Food waste (kg per person) with 95% CI*
Primary production	9.1 ± 1.5	18 ± 3
Processing	16.9 ± 12.7	33 ± 25
Wholesale and retail	4.6 ± 1.2	9 ± 2
Food service	10.5 ± 1.5	21 ± 3
Households	46.5 ± 4.4	92 ± 9
<b>Total food waste</b>	<b>87.6 ± 13.7</b>	<b>173 ± 27</b>

\*Confidence interval



53% des déchets alimentaires sont  
générés dans les foyers

coût associé de 98 milliard d'euros  
(sur un total de 143 milliards)

Enquête européenne: Fusion (Grant agreement 311972, publiée mars 2016)

**Support de communication:** étiquette, code barre, emb., flash code, tag RFID, etc.

INDICATEUR

**Capteur / sensor**  
Réaction physico-chimique,  
immunochimique, enzymatique ou biologique

Réagir aux conditions de conservation et/ou aux modifications de l'aliment

+ souvent un transducteur

**Dispositif de lecture**  
œil, lecteur optique ou IR ou RF, etc.

Informer les usagers sur les conditions de conservation et/ou la qualité de l'aliment

# Classification des systèmes

## Indicateurs indirects de la qualité

Rupture de chaîne  
du froid

**Indicateur temps/température (ITT).** Réagit à l'historique cumulée temps / température à laquelle est exposé le produit emballé

Non intégrité  
de l'emballage

**Indicateur de fuite.** Réagit à la présence d'oxygène dans l'emballage

## Indicateurs directs de la qualité (de fraîcheur)

Altération  
microbiologique

**Indicateur microbiologique.** Réagit à la présence de micro-organismes cibles (ou total) ou leurs métabolites dans l'aliment

Evolution  
organoleptique

**Indicateur organoleptique.** Réagit à la présence (voire absence) de marqueur de l'évolution organoleptique de l'aliment

**Indicateurs temps-température**  
> 50 systèmes commercialisés

**Indicateurs directs de la qualité**  
20 systèmes commercialisés



**Principale voie de communication: changement de couleur (lecture optique)**  
▶ **A destination des consommateurs**

# Positionnement capteur NextGenPack

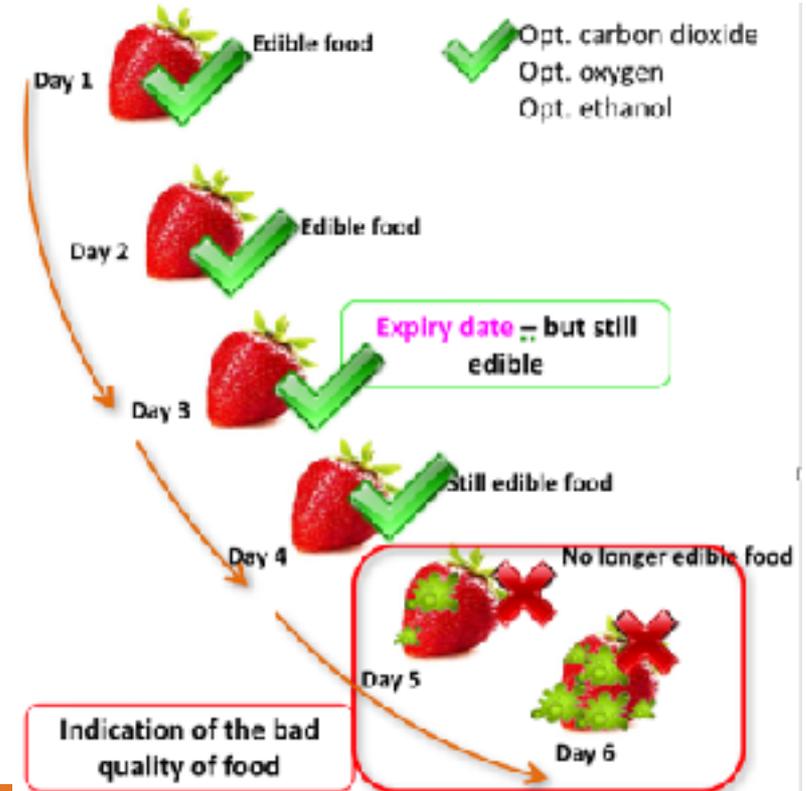
Température  
Oxygène  
Humidité

Marqueurs indirects

$f(\text{temps})$

Arômes  
CO<sub>2</sub>  
Ethanol  
Ammoniac  
...

Marqueurs directs

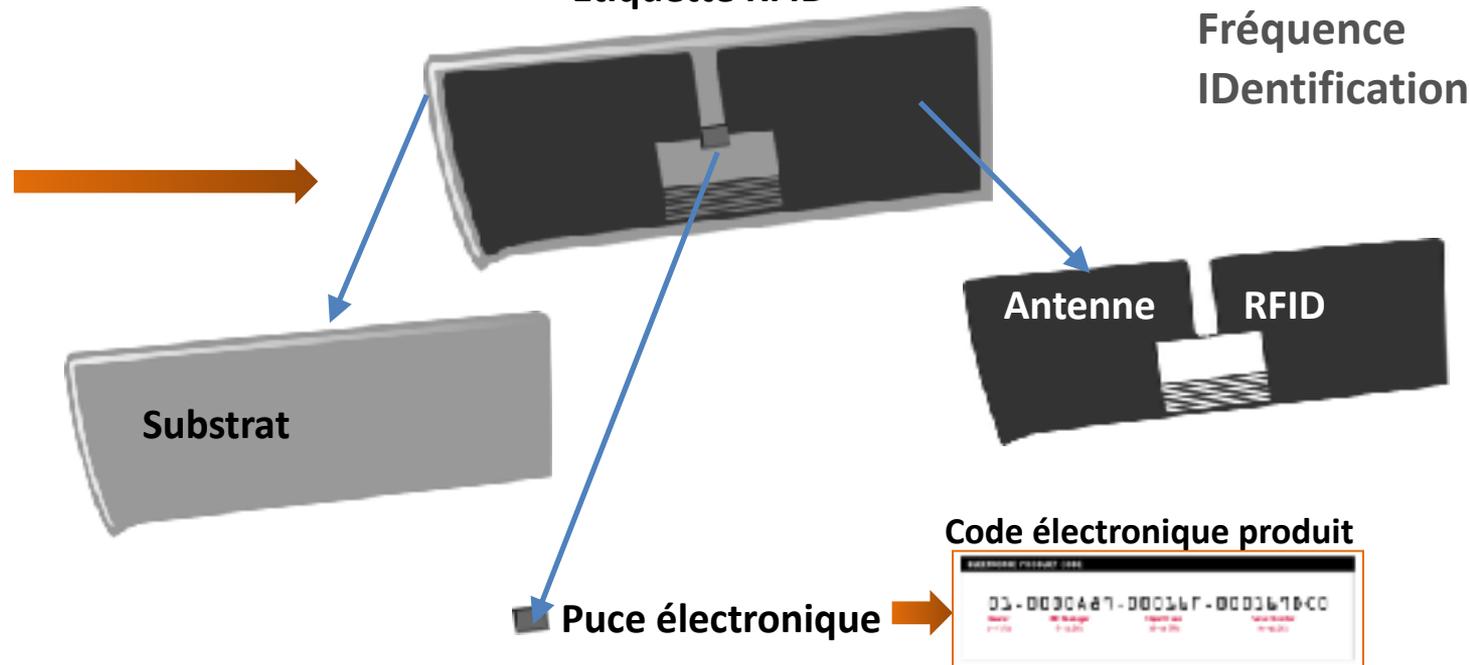


# Du code barre vers la RFID

Code barre



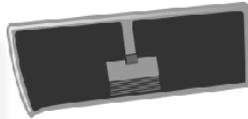
Etiquette RFID



# Du code barre vers la RFID

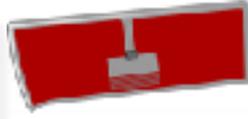
1

Emission d'une onde RF



2

Onde « capturée » par l'antenne



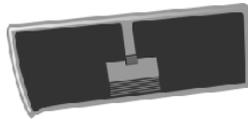
3

Energie fournie à la puce



4

Onde RF émise en retour



Friis Equation : puissance radio collectée par le récepteur

$$\frac{P_T}{P_L} = G_L G_T \left( \frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2$$



CARREFOURS  
DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE

D'une simple lecture à la possibilité de lire/écrire/modifier/

D'une possible contrefaçon à un haut niveau de sécurité (encodage et mot de passe)

D'une lecture individuelle (un item à la fois) à une lecture groupée

→ > 3500 brevets sur les étiquettes RFID

→ secteur croissant 1 milliard \$ en 2005, 2.1 milliard \$ en 2010, 9.9 milliard \$ prédit pour 2020

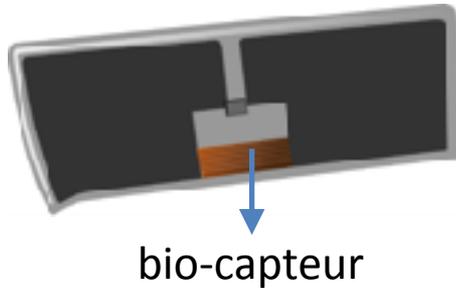
**Étiquettes RFID intelligentes pour accroître les performances logistiques:**

environ 40 brevets pour des suivis temps/température (domaine médical) et détection de gas toxique (domaine chimique) ⚠ majorité d'étiquettes actives

*Voie de communication : signal retour lors de la lecture*

▶ *A destination de tous les acteurs de la filière (adaptation logicielle/smartphone)*

# Positionnement étiquette RFID intelligente NextGenPack

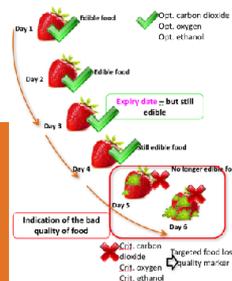


- étiquette passive : petite taille, bas coût, usage limité de ressources non renouvelables)
- capteur à base de biopolymères : bas coût, issus de ressources biologiques et renouvelables (e.g. gluten de blé)
- UHF privilégiées (868MHz) : lecture à la volée

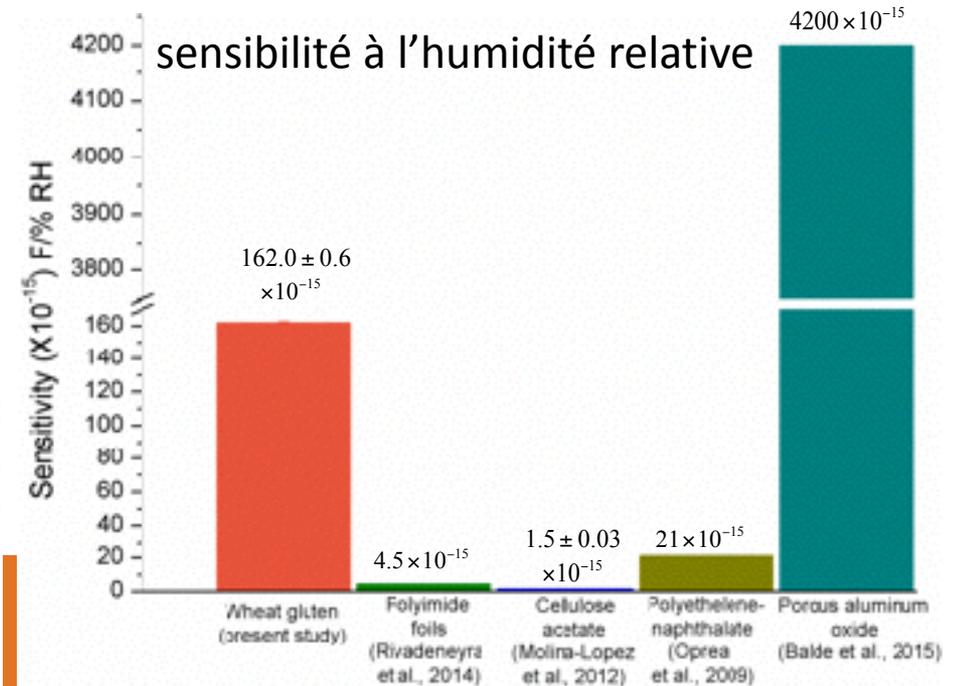
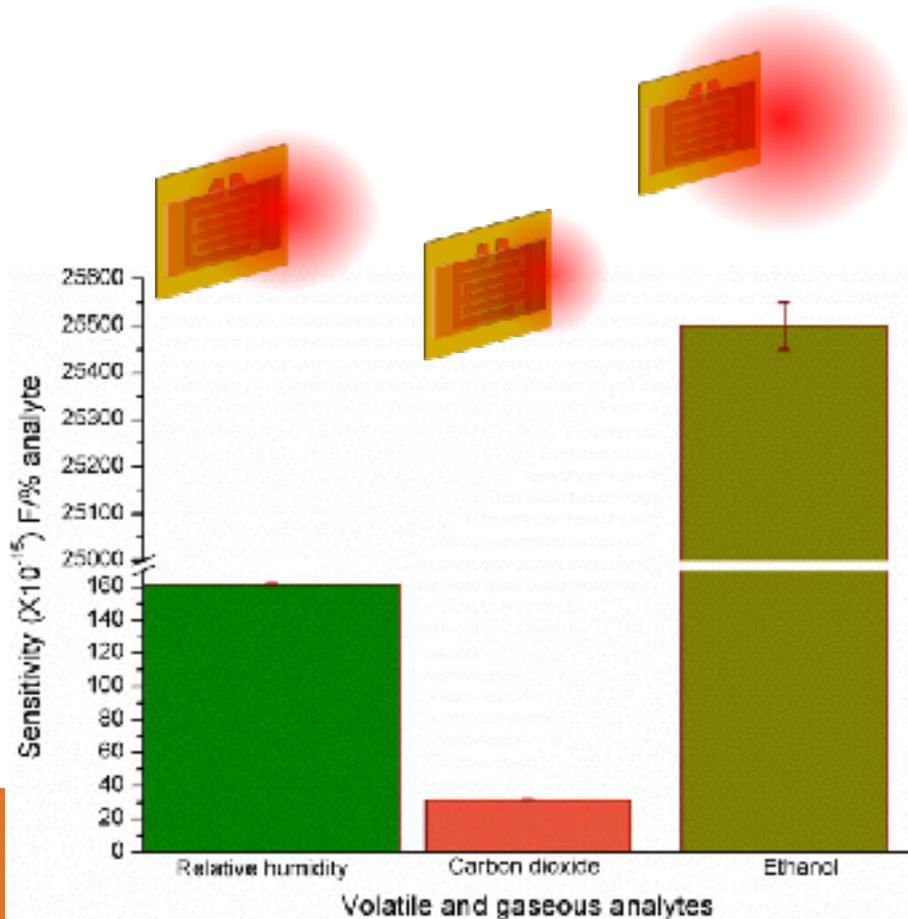
**Etape 1.** Evaluer les propriétés électriques du biopolymère dans des conditions contrôlées de température et de gaz/vapeurs

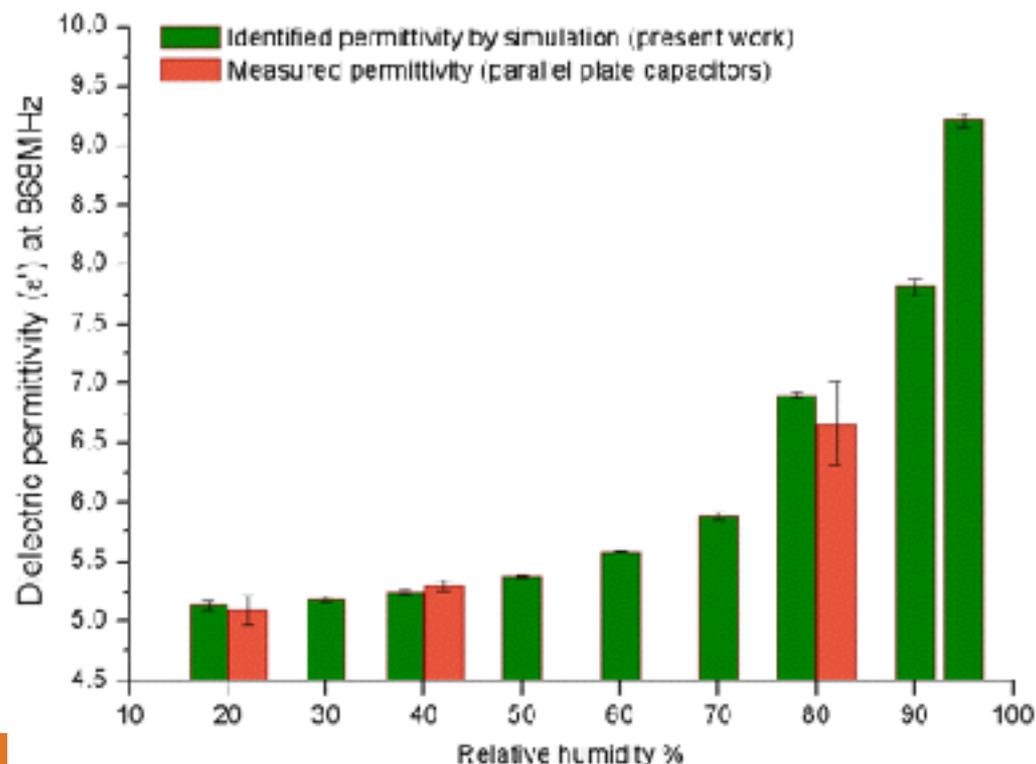
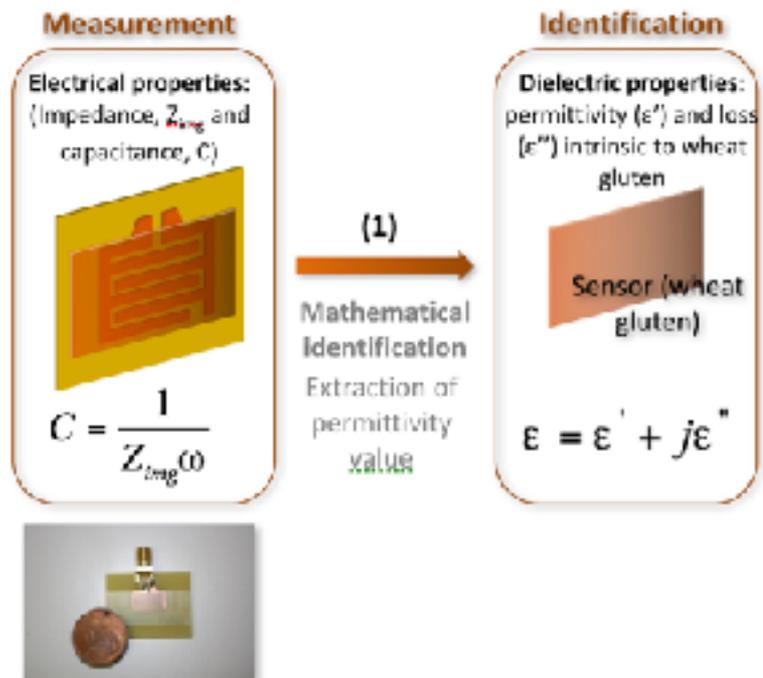
**Etape 2.** Identifier les paramètres électriques permettant de dimensionner l'étiquette

**Etape 3.** Tester l'efficacité de l'étiquette en conditions d'usage (sur produit réel, conditions gaz/vapeurs non contrôlée)



# Exemple étape 1





2016. Plant polymer as sensing material: exploring environmental sensitivity of dielectric properties using interdigital capacitors at ultra high frequency. *Sensors & Actuators B* 230: 212–222.
2016. Wheat gluten, a bio-polymer layer to monitor relative humidity in food packaging: electric and dielectric characterization. *Sensors & Actuators A*, 247: 355–367.
2016. A review: origins of the dielectric properties of proteins and potential development as biosensors. *Sensors* 16:1232–1252.
2016. Feasibility of a gelatin temperature sensor based on electrical capacitance. *Sensors* 16: 2197–2207.
2017. A review: RFID technology having sensing aptitudes for food industry and their contribution to tracking and monitoring of food products. *Trends in Food Science & Technology* 62: 91–103. 2017.
2017. Wheat gluten, a bio-polymer to monitor carbon dioxide in food packaging: electric and dielectric characterization. *Sensors & Actuators B* 250: 76–84.
- EU patent EP15306815.0 “Use of biopolymer in a dielectric gas sensor”

# Merci de votre attention



... aux thésards Fabien Bibi et Fernando Texeira Silva  
... à Brice Sorli, l'électronicien  
...aux membres de l'équipe NextGenPak  
H. Angellier-Coussy, S. Peyron, S. Gaucel,  
V. Guillard, & N. Gontard