

## Observatoire de la qualité de l'air intérieur : Présentation de la campagne nationale dans les immeubles de bureaux

Société de médecine de santé au travail, Dauphiné-Savoie  
18 juin 2010

Corinne Mandin, Séverine Kirchner, CSTB

### Contexte scientifique

Qualité de l'air dans les immeubles de bureaux **inconnue**  
**à ce jour en France**

Or, présence potentielle de **nombreux contaminants** :

- chimiques (composés organiques volatils -COV- émis par le mobilier, les produits d'entretien...)
- physiques (particules fines et ultrafines émises par les appareils de bureautique par exemple)
- biologiques (moisissures, allergènes, virus...)

**Effets sur la santé et le confort** : fatigue, maux de tête, irritations des yeux et voies respiratoires ; pathologies multiples, aspécifiques, plurifactorielles – syndrome des bâtiments malsains

**Effets sur la productivité**

## Objectifs du programme OQAI Bureaux

- Faire un premier état des lieux de la qualité de l'air intérieur dans les immeubles à usage de bureaux,
- **Classer** les bâtiments à usage de bureaux au regard :
  - de la qualité d'air intérieur,
  - du confort et la qualité sanitaire perçus,
  - de la consommation énergétique.
- Elaborer des recommandations d'amélioration de QAI

**Doit être représentative et extrapolable**

## Cadrage OQAI Bureaux - 2009

Pilotage Air & Bio, Dr Sylvie Parat

### Définition de

Méthodes  
Protocoles  
Organisation  
Coût  
Calendrier

### GT composé de spécialistes

QAI  
Impacts sanitaires  
Météorologie environnement  
Epidémiologie  
Statistique  
Terrain : médecins du W, gestionnaires

## Etudes de référence : BASE & HOPE

### **Building Assessment Survey and Evaluation EPA 1994-98**

QAI + perceptions dans immeubles de bureaux > 50 pers  
Villes > 100 000 hab

Représentativité du parc – sélection aléatoire

100 immeubles

### **Health Optimisation Protocol for Energy-efficient buildings**

9 pays européens 2002-2005

Comparaison QAI + perceptions dans groupes d'immeubles selon consommation énergétique

#### Phase 1 :

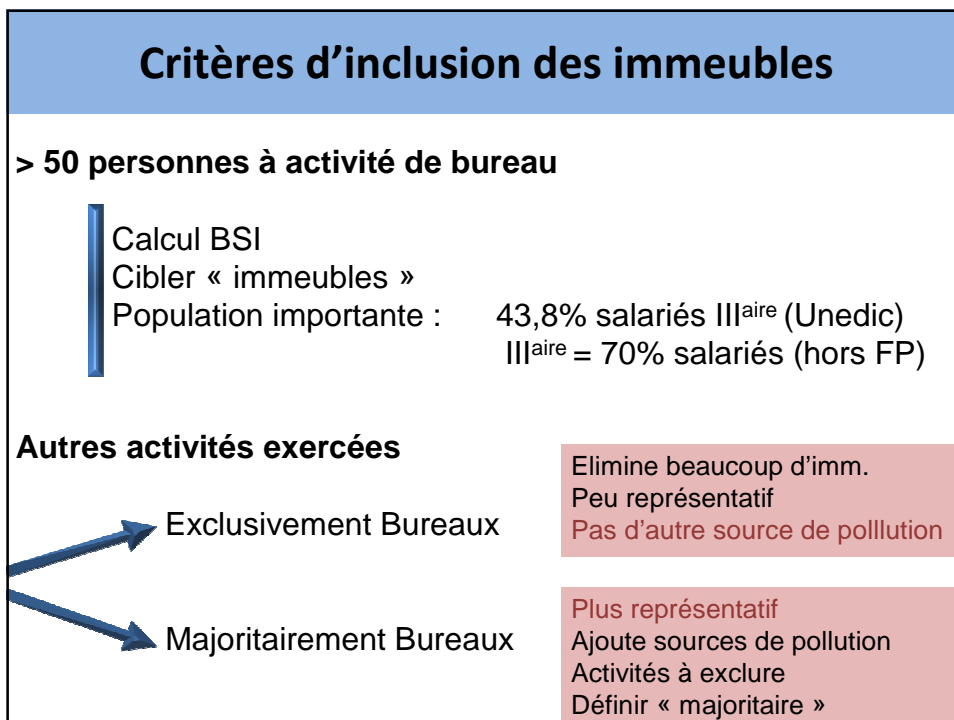
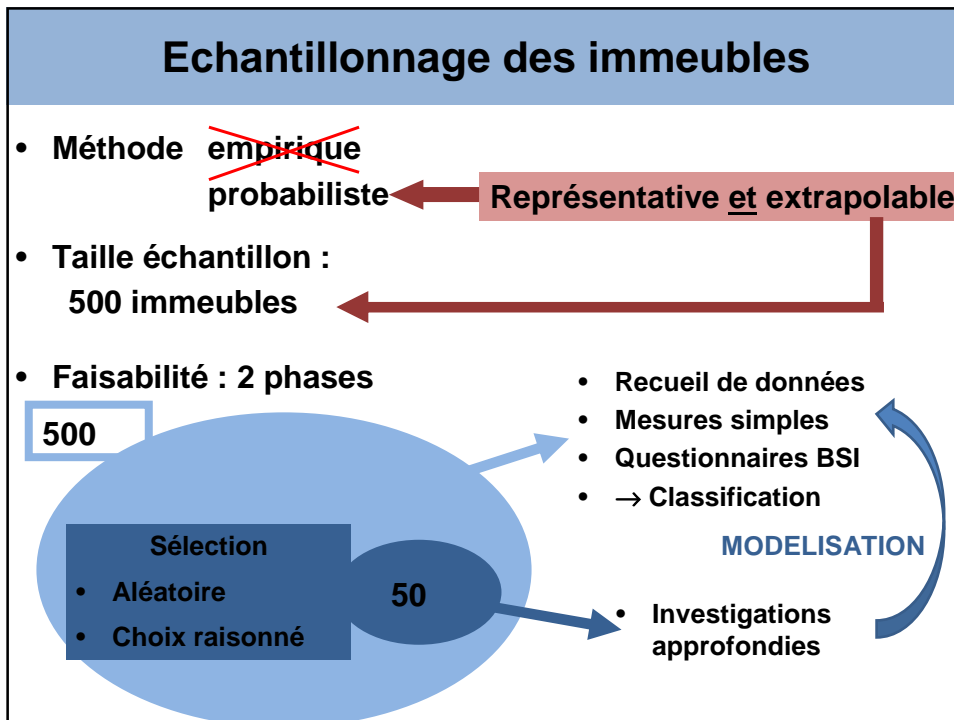
164 immeubles (67 de bureaux)  
Recueil de données  
(immeubles + occupants)

#### Phase 2 :

Etude approfondie (mesures)  
29 imm. (14 de bureaux)  
à faible consommation d'énergie  
(selon phase 1)

## OQAI Bureaux

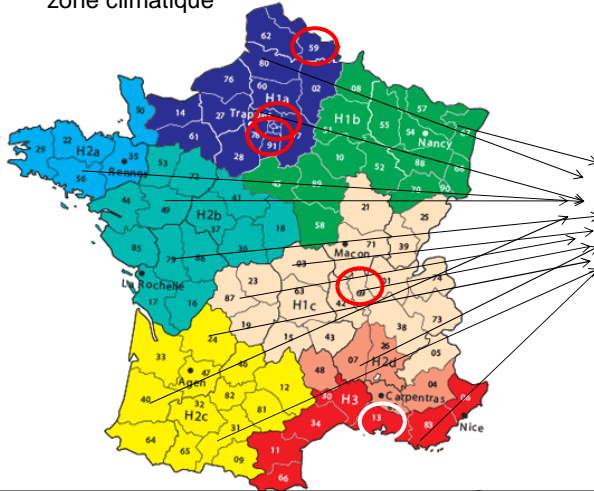
- Echantillonnages des immeubles
- Déroulement global et de chaque enquête :
  - mesures environnementales
  - questionnaires
- Exploitation
- Acteurs et calendrier



## Base de sondage

**10 000 immeubles** de la base de données de HBS Research

Répartis sur le territoire au prorata du nombre d'immeubles de bureaux par zone climatique



## Méthode générale

Echantillon : 500 immeubles, aléatoire ← **Base de sondage**

2 phases (cf. HOPE : Health Optimisation Protocol for Energy-efficient buildings)

- **Phase 1 :** 500 imm.
- Recueil de données sur 1 j l'immeuble (checklist) 3 p
- Questionnaires occupants : confort et santé (→BSI)
- Mesures simples 5 points
- Calcul d'un indicateur de performance énergétique
- Classification des immeubles selon : QAI, santé, confort, énergie.

- **Phase 2 :** mesures 50 imm.
- Situations contrastées 5 j
- Mesures (5 points) de 4 p
  - Polluants chimiques
  - Particulaires
  - Biologiques
  - Paramètres de confort thermique, acoustique, visuel
  - Paramètres de ventilation
- Indicateur énergétique + poussé

## Points de mesure

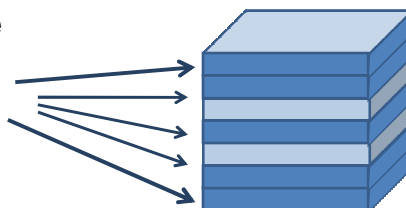
Représentativité  
Faisabilité



5 points  
+ 1 ext

Détermination des 5 points de mesure par les enquêteurs

- Répartition **géographique** :
- Bureau « **représentatif** » de l'étage
- Bureaux « **normalement occupés** »
- Alternative de **tirage au sort**
- Point extérieur : représentatif de **l'air entrant**



## Paramètres mesurés

Paramètres	Phase 1 : 1 journée		Phase 2 : 5 jours	
	Méthode	Durée	Méthode	Durée
COV + Aldéhydes	Actif	6 h	Actif	6 h
Ozone	—		Passif	6 h
Particules PM10, PM2,5	—		Gravimétrie	5 jours
Particules Ultra Fines	CNC temps réel	1 h	CNC temps réel	24 h
Ventilation : CO <sub>2</sub>	Analyseur tps réel	6 h	Analyseur tps réel	5 jours
Débits d'air	—		Cônes débit + fil chaud	Ponctuel
Biocontaminants				
Flore fongique cultivable	—		Impacteur	Ponctuel
Méthodes moléculaires	—		Impacteur	5 jours
MCOV	sur support COV	6 h	sur support COV	6h
Allergènes d'animaux et d'acariens	—		Aspiration Poussières	Ponctuel
Fibres minérales artificielles	—		Actif + scotch poussières	5 jours Ponctuel
Amiante : si source (DTA)	—		Actif	5 jours
			Fibres courtes et fines	
Confort thermique : T°, HR PMV - PPD	Enregistreur tps réel	6 h	Enregistreur tps réel + T° opérative, anémomètre	5 jours
Eclairage, bruit	—		Luxmètre Sonomètre	Ponctuel

## Questionnaire Immeuble



**Classification ++**  
Description du parc  
Recherche de prédicteurs

*Checklist de Hope, traduit, modifié*

**3 volets :** description de l'immeuble  
maintenance  
usages

**Thèmes :** qualité de l'air  
santé  
acoustique  
éclairage  
confort thermique

**≈ 20 pages – 2 heures**  
**Questions fermées++, ouvertes**  
**Rempli par enquêteur Phase 1**  
**Formation ++**  
**Transmission préalable**

## Questionnaire Occupants



**Symptômes**  
**Confort**

←HOPE ← BRE  
+ BASE, Joule2, Autres

Auto-administré ≈ 10 minutes

**100 questionnaires aléatoires** (+ 5-25 dans Bureaux testés)

- Si ≤ 100 personnes : distribution à tous les occupants
- Si > 100 personnes : distribution aléatoire géographiquement selon un cheminement pré-établi (ex : 1 sur 8)
- Questionnaires numérotés préalablement (de 1 à 100)
- Grille de localisation → gestion des manquants
- Information préalable des salariés
- Explications, responsabilisation des personnes +++

**Taux de réponse élevé + distribution aléatoire**  
→ **Bonne représentativité**

## Confort

Comment décrivez-vous les conditions de travail typiques dans votre bureau en **hiver**?

*Veuillez cocher une case pour chaque échelle.*

**Température en hiver**

Confortable  1  2  3  4  5  6  7 Inconfortable

Trop chaud  1  2  3  4  5  6  7 Trop froid

Stable  1  2  3  4  5  6  7 Varie pendant la journée

**Mouvements d'air en hiver**

Trop stagnant  1  2  3  4  5  6  7 Courants d'air

**Qualité de l'air en hiver**

Trop sec  1  2  3  4  5  6  7 Trop humide

Renouvelé  1  2  3  4  5  6  7 Confiné

Sans odeur  1  2  3  4  5  6  7 Odeurs très fortes

**Autres bruits (à part les installations) provenant du bâtiment en hiver**

Satisfaisant  1  2  3  4  5  6  7 Non satisfaisant

**Bruits hivernaux, en général**

Satisfaisant  1  2  3  4  5  6  7 Non satisfaisant

**Vibrations, tremblements dans le bâtiment**

Satisfaisant  1  2  3  4  5  6  7 Non satisfaisant

**Confort général en hiver**

Satisfaisant  1  2  3  4  5  6  7 Non satisfaisant

Veuillez indiquer de combien vous estimez que votre productivité est influencée par les conditions de travail en hiver.

**Productivité en hiver**

Productivité <sup>≥ +30%</sup>  <sup>+20%</sup>  <sup>+10%</sup>  <sup>0</sup>  <sup>-10%</sup>  <sup>-20%</sup>  <sup>≤ -30%</sup>  Productivité

augmentée de       réduite de

## Bien-être personnel

**Ne notez la fréquence des symptômes que s'ils s'atténuent en dehors du bureau.**

Durant les derniers 3 mois, avez-vous eu plus de deux épisodes de:

**Sécheresse des yeux**

*Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", vous sentiez-vous mieux en dehors du bureau? *Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", à quelle fréquence? *Cochez une case s.v.p.* Chaque jour au bureau  Plusieurs jours par semaine  Moins souvent

---

Durant les derniers 3 mois, avez-vous eu plus de deux épisodes de:

**Yeux larmoyants ou irrités**

*Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", vous sentiez-vous mieux en dehors du bureau? *Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", à quelle fréquence? *Cochez une case s.v.p.* Chaque jour au bureau  Plusieurs jours par semaine  Moins souvent

---

Durant les derniers 3 mois, avez-vous eu plus de deux épisodes de:

**Nez bouché**

*Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", vous sentiez-vous mieux en dehors du bureau? *Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", à quelle fréquence? *Cochez une case s.v.p.* Chaque jour au bureau  Plusieurs jours par semaine  Moins souvent

### Bien-être personnel

Ne notez la fréquence des symptômes que s'ils s'atténuent en dehors du bureau.

Durant les derniers 3 mois, avez-vous eu plus de deux épisodes de:

**Sécheresse des yeux**  
*Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", vous sentiez-vous mieux en dehors du bureau? *Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", à quelle fréquence ? *Cochez une case s.v.p.* Chaque jour au bureau  Plusieurs jours par semaine  Moins souvent

---

Durant les derniers 3 mois, avez-vous eu plus de deux épisodes de:

**Yeux larmoyants ou irrités**  
*Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", vous sentiez-vous mieux en dehors du bureau? *Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", à quelle fréquence ? *Cochez une case s.v.p.* Chaque jour au bureau  Plusieurs jours par semaine  Moins souvent

**Symptôme attribué → BSI**

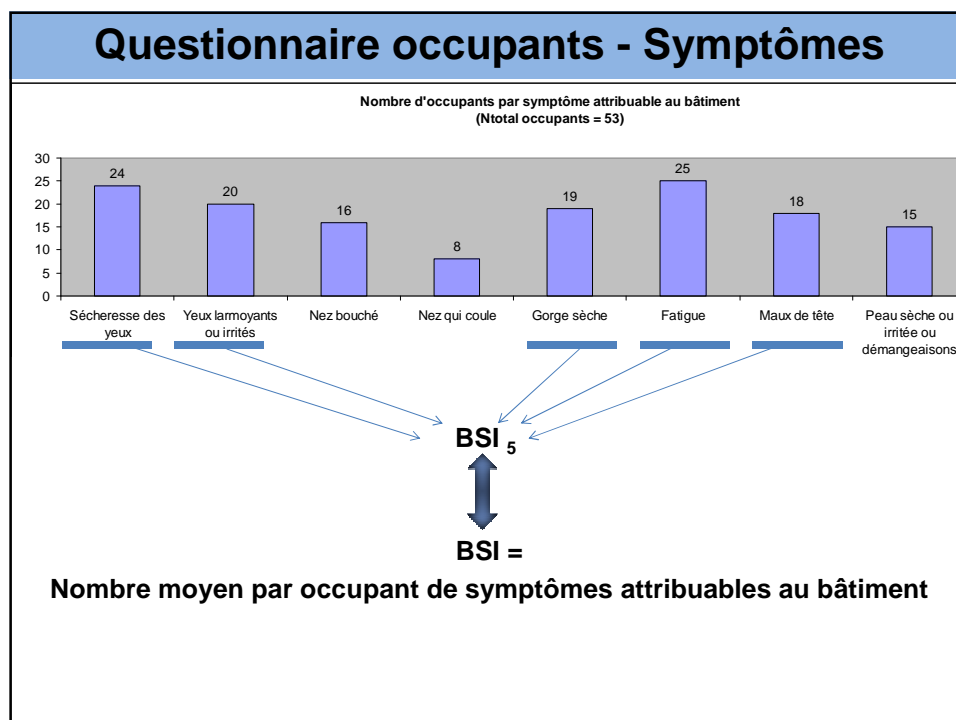
---

Durant les derniers 3 mois, avez-vous eu plus de deux épisodes de:

**Nez bouché**  
*Cochez une case s.v.p.* OUI  NON


Si "Oui", vous sentiez-vous mieux en dehors du bureau? *Cochez une case s.v.p.* OUI  NON

Si "Oui", à quelle fréquence ? *Cochez une case s.v.p.* Chaque jour au bureau  Plusieurs jours par semaine  Moins souvent



## Questionnaire Performance Energétique

Indicateur de Performance	Phase 1	Phase 2
Performance énergétique <b>globale du bâtiment</b> Indicateur consommations <b>réelles</b> (kWh)	Calculé	Calculé
Performance énergétique <b>globale du bâtiment</b> Indicateur / consommation <b>conventionnelle</b>	—	Calculé
Performance énergétique globale de <b>l'enveloppe</b>	Estimé	Détaillé
Performance énergétique globale des <b>équipements techniques</b>	Estimé	Détaillé
Performance énergétique de la <b>gestion, maintenance et exploitation</b>	Estimé	Estimé


**Questionnaires spécifiques Phases 1 & 2**  
**Audit / expert Energie Phase 2**

## Classification : Méthode Hermione (EPFL)

- **Méthode d'analyse multicritères**
- **Critères qualitatifs ET quantitatifs**
- **Principe** : éviter d'estimer le poids des ≠ critères  
de quantifier des perceptions qualitatives
- Macro-critères
  - Critères
    - Sous critères
- A chaque niveau : tous les critères ont la même importance
- **Construction de la famille de critères +++**
  - Exhaustivité
  - Non redondance
  - Equilibre de l'importance
  - Définir l'échelle d'évaluation

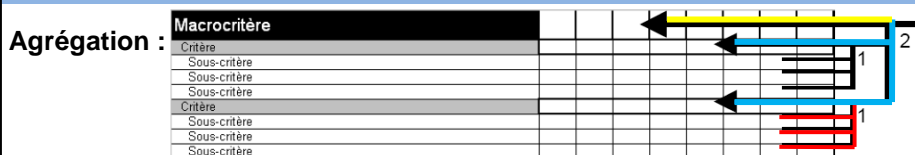
**Evite la subjectivité**

Echelle de base		Echelle enrichie	
V	Favorable	V	Favorable
		V-	Favorable avec quelques réserves
J	Moyen	J+	Moyen avec des éléments positifs
		J	Moyen
		J-	Moyen avec des éléments négatifs
R	Défavorable	R+	Défavorable avec quelques éléments positifs
		R	Défavorable

LES VETO : ils ne sont utilisés que dans des cas très exceptionnels en présence d'un **avantage extraordinaire** ou d'un **problème très grave** qui dominent les autres évaluations sur le même niveau. L'utilisation d'un veto doit être justifiée et ne pas être utilisée à la place d'un vert ou d'un rouge plus fort que les autres.

V*	<b>Avantage dominant:</b> quelles que soient les autres évaluations au niveau inférieur, l'évaluation au niveau supérieur reste favorable
R*	<b>Désavantage dominant:</b> quelles que soient les autres évaluations au niveau inférieur, l'évaluation au niveau supérieur reste défavorable

## Classification : Méthode Hermione



**Agrégation :** concept de **majorité conditionnelle**. Un élément est favorable si une majorité des sous éléments d'un niveau hiérarchique inférieur sont favorables sans qu'il y ait d'élément défavorable.

V	V	$V \geq 66\% \wedge R = 0 \vee V^*$
	V-	$66\% > V \geq 50\% \wedge R = 0$
J	J+	$33\% < V < 50\% \wedge R = 0$
	J	$(V < 33\% \wedge R = 0) \vee (V \geq 66\% \wedge R \leq 33\% \wedge R^* = 0)$
	J-	$(R \leq 33\% \wedge R^* = 0) \vee (V \geq 50\% \wedge R \leq 50\% \wedge R^* = 0)$
R	R+	$(33\% < R \leq 50\% \wedge R^* = 0) \vee (R > 50\% \wedge V \geq 33\% \wedge R^* = 0)$
	R	$50\% < R \leq 66\% \vee R^* \neq 0$

## Hermione – Phase 1

### Macro-critères

- QAI V-
- Energie
- Santé
- Confort

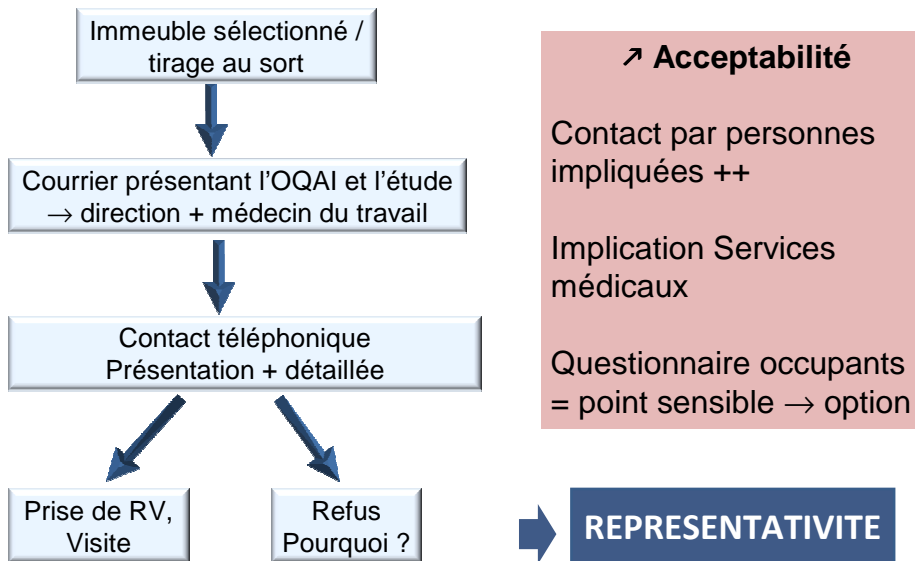
### Critères

- COV V
- Particules V+
- Biocontaminants J
- Fibres V-
- Allergènes J+
- Ventilation J-
- Amiante V

### Sous critères

- Moisissure app.
- Filtration
- Humidification
- Entretien CTA

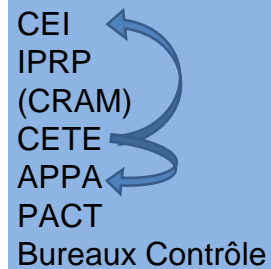
## Organisation de l'étude : accord des sites



## Organisation de l'étude : acteurs

### Opérateurs Phases 1 et 2

Répartis sur l'ensemble de la France  
Réseau de partenaires      compétents  
   motivés  
   formés



### Laboratoires

Appels d'offres – Essais inter laboratoires

### Coordination

OQAI - CSTB

## Calendrier prévisionnel global

