

Journée Nano - DIRECCTE

21 novembre 2016

Vers une meilleure évaluation des expositions professionnelles aux particules nanométriques par l'articulation de l'analyse de l'activité de travail et la caractérisation de l'aérosol
- Projet Expro**PN**ano -

Alain Garrigou, Sabyne Audignon & Louis Galey

Equipe EpiCEnE - Inserm U1219 / Université de Bordeaux



Objectifs de recherche

> Développer et valider les méthodes

statistiques permettant d'évaluer le devenir des populations atteintes d'un cancer, notamment la survie

- > Proposer des méthodes pour estimer les expositions individuelles récentes ou sur l'ensemble de la vie à des nuisances environnementales et/ou professionnelles.
- > Évaluer le rôle de certaines nuisances environnementales et/ou professionnelles dans la survenue de cancers rares (sarcomes, mésothéliomes, tumeurs du système nerveux central, hémopathies,...).

Thème 1- Déterminants et Résultats

- > Déterminants de l'accès aux soins et disparités de prise en charge
- > Critères de jugement dans la prise en charge et la prédiction d'évènements (survie notamment)

Ce thème développe de façon complémentaire une recherche spécifique chez les personnes âgées et pour certains cancers (hémopathies, sarcomes...), il est soutenu depuis 2013 par le SIRIC (Sites de Recherche Intégrée sur le Cancer : Bordeaux Recherche Intégrée Oncologie)

Thème 2- Mesures des exposition environnementales et professionnelles

- > Développement de mesures directes des expositions (toxicologie analytique) et de mesures indirectes (matrices emploi-exposition, système d'information géographique...)
- > Caractérisation des déterminants des expositions (questionnaires, ergonomie, métrologie, biométrie...)
- > Méthodes d'analyses : construction d'algorithmes concernant les expositions cumulées, prise en compte des temps de latence, des fenêtres d'exposition

Thème 3- Etiologie environnementale et cancer

- > Etiologie environnementale des tumeurs, en particulier pour certains cancers rares
- > Identification des risques de cancers dans des populations spécifiques (enfants, personnes âgées, travailleurs...)

Les travaux en cours

- ❑ Analyse des expositions cutanées aux fumées de bitume : Nathalie Judon (Financement INRS)
- ❑ Développement d'une méthode opérationnelle d'évaluation des expositions aux PN : Louis Galey (co-financement INRS/Région Aquitaine)
- ❑ Appréhender l'intervention ergotoxicologique comme un acte pédagogique : Vincent Skalej (CNB)
- ❑ Construction de la santé au travail et de ses déterminants en contexte hospitalier : Olivier Lhospital (CHU)
- ❑ Le travail des gestionnaire en RH dans les démarches de sécurité au travail : Loïc Grosdemouge (Arkema)
- ❑ L'exposition des pomiculteurs québécois aux pesticides : Caroline Jolly (IRSST)
- ❑ A partir de septembre :
 - Exposition des arboriculteurs aux pesticides : Ummuhan Kahraman (UdB)
 - Formation de collectifs de femmes de viticulteurs à l'identification de situations d'exposition aux pesticides de leur conjoints et de leur famille

Contexte

❑ Recherche, Innovation et Société

Des tensions entre technoscience, environnement, industrie et société

Des tensions qui interpellent :

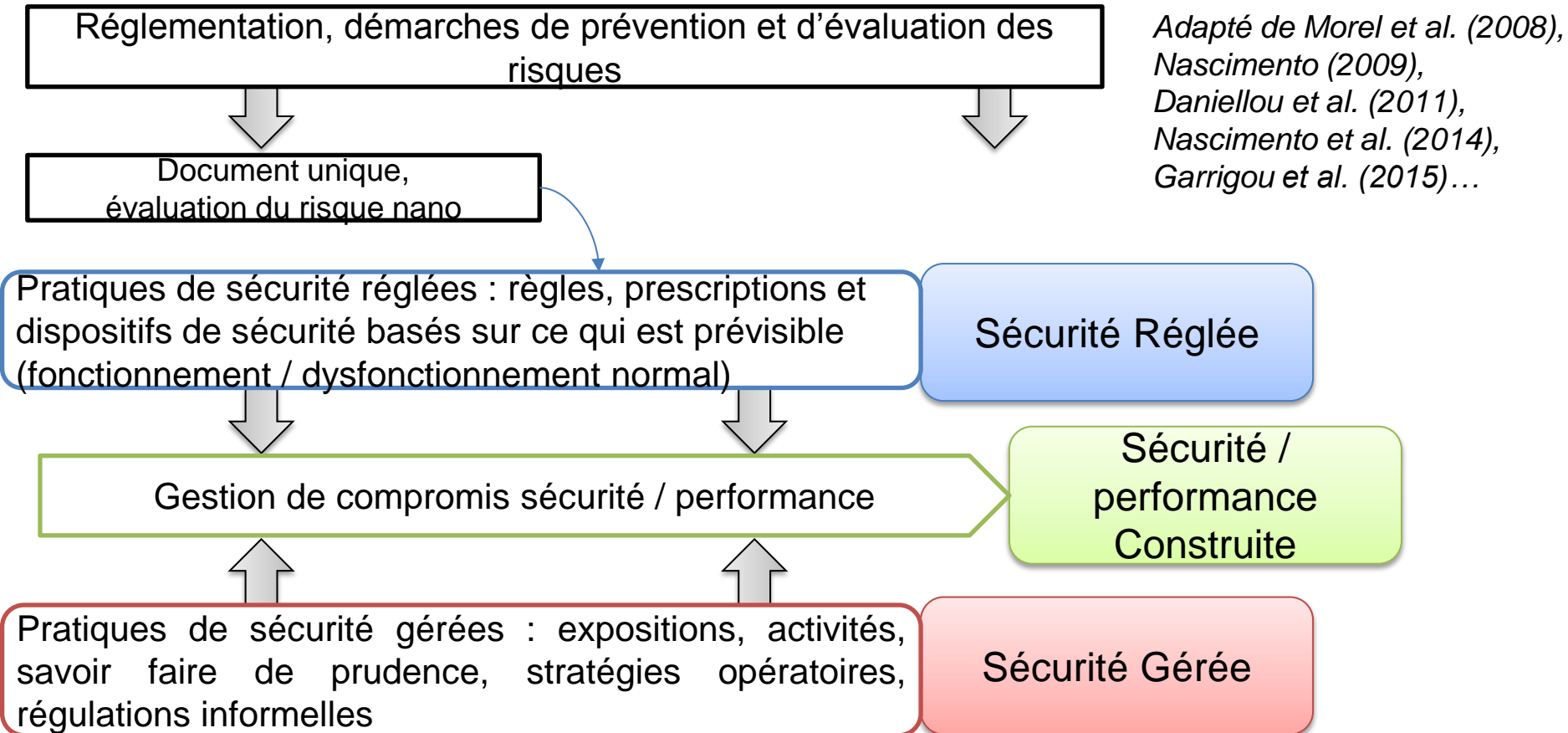
- Des logiques qui portent sur «une autonomie croissante des individus et des nécessités de solutions collectives ».
- Des logiques de marchés et des logiques de régulation, entre « liberté d'entreprendre et d'innover et l'importance des contrôles politiques ».
- Les bénéfices prévus et les dégâts du progrès, entre promesses et conséquences sanitaires, environnementales et sociétales négatives.

Une triple tension entre sociétés et individus, économie et politique, innovation et «précaution». (EHESS, <https://enseignements-2016.ehess.fr/2016/ue/1761/>)

❑ Les HSE, des empêcheurs de tourner en rond ?

- ❑ Les enjeux d'une meilleure articulation des enjeux de sécurité dans les phases amont des projets d'innovation

- 3 dimensions de la sécurité pour développer les pratiques et une culture de sécurité



❑ Particules nanométriques (PN)

- Solides, libres, agrégées ou agglomérées
- Une dimension < 100 nm
- Manufacturées (PNM) : développement exponentiel, enjeux
- Non intentionnelles (PNNI) : naturelles ou anthropiques, anciennes

❑ Toxicologie

- Déterminants nombreux : surface/nombre (réactivité biologique +++), nature chimique, forme...masse remise en cause
- Stress oxydant, inflammation, génotoxicité, distribution systémique (translocation), relation possible cancer
 - ⇒ Etudes in vivo/in vitro difficilement extrapolables à l'homme

❑ Epidémiologie

- Effets à court terme (cardio-respiratoires) : pollution atmosphérique
- Pas de données sur effets à long terme
- *Fumées diesel, pollution atmosphérique (PM_{2,5}) : groupe 1 Circ*

❑ EpiCEnE : projet SantéPUF en cours

- Objectif : étudier la survenue de cancers en lien avec une exposition professionnelle aux PNNI
 - 1) Construction de la matrice emplois-expositions MatPUF (exposition moyenne dans tous les emplois)
 - 2) Application MatPUF à 3 études cas-témoins (cancer broncho-pulmonaire, tumeurs système nerveux central et mésothéliome)
 - 3) Analyse statistique de la relation Cancer / Exposition

□ Support de construction MatPUF

- Données d'exposition disponibles via Ev@lutil

⇒ 280 articles pré-analysés :

- › Peu de situations couvertes
- › Peu d'information sur l'activité réelle
- › Hétérogénéité métriques et méthodes : pas de normalisation du mesurage des PN

- Nécessité d'un **consensus méthode d'évaluation des expositions professionnelles aux PN**

⇒ Produire données homogènes, représentatives de l'activité réelle

⇒ Identification déterminants de l'exposition : modèle prédictif



- **Mettre au point une méthode opérationnelle d'évaluation des expositions professionnelles aux PN**
- **Améliorer la connaissance sur les expositions aux PN (données supplémentaires homogènes et représentatives, identifier les déterminants de l'exposition)**

Objectifs et organisation du projet ExproPNano

- **Développer et tester une méthode d'évaluation des expositions professionnelles aux particules nanométriques (PN)**
 - › PN manufacturées (PNM) ou émises non intentionnellement (PNNI)
 - › Mesurage couplé à de l'analyse de l'activité réelle
 - › La rendre opérationnelle et transférable aux acteurs de la prévention
- Mise en place du projet ExproPNano
 - › Coordination Equipe EPICENE (INSERM U1219, U.Bx)
 - › Partenaires : INRS, Ineris, Santé Publique France, LAFP - Ville de Paris, Arcane-CENBG, CARSAT et DSEST - U.Montréal
 - › Thèse adossée au projet, co-encadrement EPICENE/INRS
 - › Financement ANSES (2015-2018)



Etapes et calendrier

| | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 10/2015 | Année 1 | 10/2016 | Année 2 | 10/2017 | Année 3 | 09/2018 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

INRS, INERIS, LAFP, ARCANE, CARSAT, SPF, DSEST

Etat de l'art, rédaction du protocole d'intervention, sélection entreprises, pré-visites

CARSAT
ingénieurs
conseil

Médecins
inspecteurs
régionaux du
travail

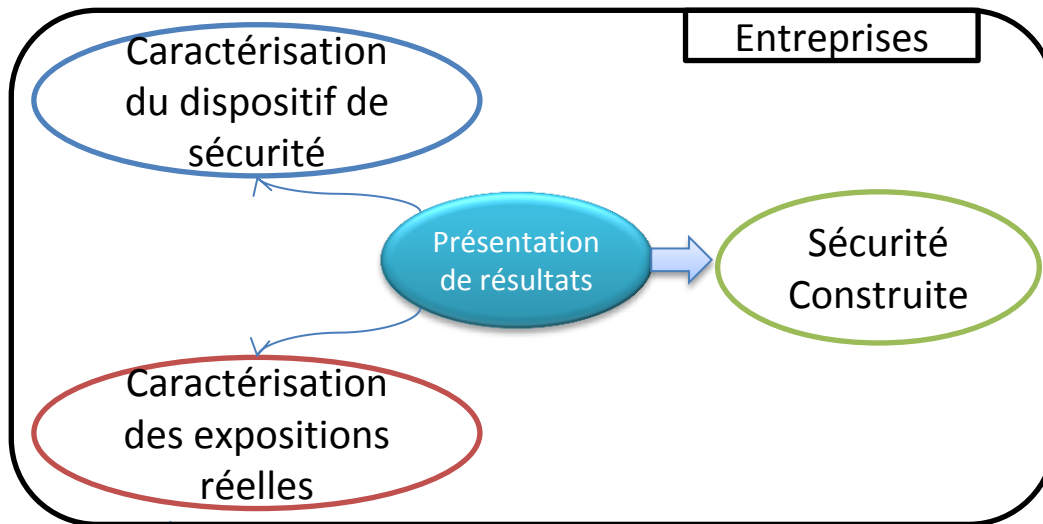
Médecins du
travail

Capitalisation, synthèse,
données de mesure,
recommandations

1

2

3



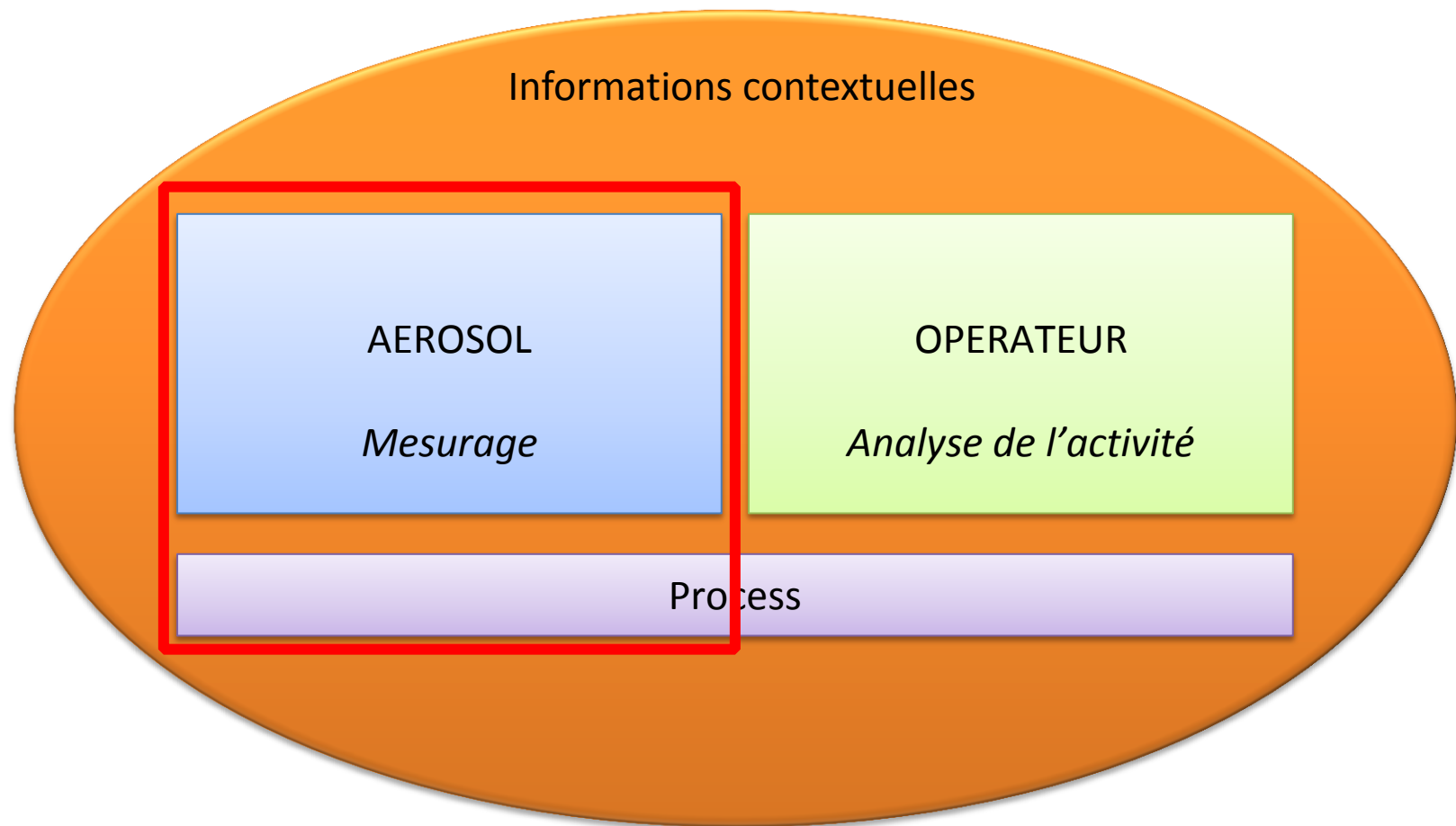
Stratégies d'évaluation des expositions aux PN

- ❑ Revue de la littérature sur les stratégies d'évaluation de l'exposition aux particules nanométriques
 - PubMed, Science Direct et ressources projet : 19 recommandations sélectionnées
 - Cible les PNM, masse remise en question, manque de consensus, nombreuses métriques et instruments recommandés (concentration en nombre, surface, masse, distribution en fonction de la taille, morphologie et composition chimique), expertise nécessaire (*Witschger et al., 2012 ; Bekker et al., 2015...*)
 - Absence d'outils ou de méthodes pour intégrer l'activité de travail
 - Comprendre les situations d'expositions réelles nécessite d'articuler caractérisation des aérosols et analyse de l'activité de travail (*études VEM, Garrigou et al., 2011 ; Garrigou et al., 2015*)



Besoin d'outiller les préventeurs, connaissances sur l'exposition

Définition de l'exposition



Déroulé de la méthode



Etape 5 :
Mises en place de mesures de
sécurité et vérification

Groupes d'expert pluridisciplinaire
Formation de l'équipe au mesurage

Concentration en nombre, surface et masse
Distribution en taille



❑ Métrologie

- Instruments simples d'utilisation, portables et fiables décrivant les caractéristiques pertinentes de l'aérosol
- Développer des protocoles d'analyse des prélèvements pour les préventeurs institutionnels
- Proposer des outils spécifiques pour évaluer l'exposition aux PN

❑ Ergonomie

- Décrire les pratiques de sécurité formelles des entreprises
- Liés les niveaux et variations d'exposition avec certaines activités ou fonctionnement de process (Video Exposure Monitoring)
- Comprendre les caractéristiques des opérateurs, postures, perceptions, travail réel, évènements et dysfonctionnements pouvant influencer l'exposition (réduire ou augmenter)
- Agir sur ces déterminants de l'exposition identifiés

Les entreprises

□ Entreprises en Aquitaine

- Situations de référence : Plateforme Nano INRS, Service de reprographie du CHU de Bordeaux, atelier usinage IUT GMP
- Accords et signature des conventions en cours avec les entreprises

| Secteurs | Taille de l'entreprise | Activité(s) et Procédé(s) ciblés | Type PN | Lieu | Espèces chimiques |
|-----------------------|------------------------|--|---------------|------|---|
| Caoutchouc industriel | 80 | Mélange de charges dans caoutchouc | PNM, PNNI | 64 | Noir de carbone, TiO ₂ , ZnO, silice, polymères... |
| Aéronautique | 2000 | Impression 3D lit de poudre métallique Usinage pièces fabriquées | PNM ? PNNI | 64 | Métaux (alliages) et oxydes métalliques |
| Aéronautique | 1200 | Traitement de surface et maintenance de l'installation | PNM ? PNNI | 64 | Métaux (carbure de tungstène, cobalt, chrome) |
| Aéronautique | 1000 | Maintenance aéronautique de moteurs d'avion et traitement de surface (militaire) | PNNI | 33 | Métaux |
| CNRS | 2 labos | Process d'impression 3D, laboratoire de recherche | PNM, PNNI | 33 | Poudres métalliques et NTC |

Entreprises canadiennes

- Environ 10 situations de travail (mesurage+analyse activité)

❑ **Entreprises**

- Méthode d'évaluation pratique de terrain transférable aux préventeurs
- Recommandation de mesures de prévention adaptées aux risques associés aux PN
- Contribuer à intégrer la sécurité en amont des innovations

❑ **Décideurs, gestionnaires et chercheurs Santé et Sécurité au Travail**

- Contribuer à l'harmonisation des méthodes de mesurage (CEN, OCDE...)
- Production de données d'exposition homogènes, comparables et représentatives

➔ **Des mesurages à l'évaluation d'expositions réelles**

- Orientation des politiques de prévention et de contrôle
- Alimenter les bases de données sur l'exposition (COLCHIC, NECID, Ev@lutil)
- Améliorer modélisation de l'exposition et études épidémiologiques
- Retour d'expérience sur la maîtrise des expositions aux PN en entreprise



Développer la sécurité et la culture de sécurité