



**HAL**  
open science

# Innovation dans un contexte d'incertitudes : quelles conséquences pour la prévention ? Le cas des nanoparticules

Catherine L'Allain

► **To cite this version:**

Catherine L'Allain. Innovation dans un contexte d'incertitudes : quelles conséquences pour la prévention ? Le cas des nanoparticules. Autre. 2011. dumas-00655776

**HAL Id: dumas-00655776**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00655776>**

Submitted on 2 Jan 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

le cnam



Conservatoire National des Arts et Métiers  
Université de Bordeaux

**MASTER RECHERCHE D'ERGONOMIE**

Innovation dans un contexte d'incertitudes : quelles  
conséquences pour la prévention ?

Le cas des nanoparticules

Catherine L'ALLAIN

30/08/2011

Tuteur

Sandrine Caroly

## **Hygiène et Sécurité**

*Cette discipline forme les préventeurs, partenaires que les ergonomes rencontrent très souvent dans les entreprises. Son but est d'identifier les liens entre l'environnement sanitaire et les conditions de vie (notamment la sécurité) des personnes (notamment des travailleurs). Son approche du travail est normative et certains de ses praticiens sont conscients qu'imposer des normes d'hygiène et sécurité dans les entreprises sans prendre en compte les spécificités du travail réel est souvent vain.*

**Ces préventeurs-là finissent souvent par se former à l'ergonomie... !**

*Darses, F. & Montmollin, M. (de). (2006). L'ergonomie. Paris : La Découverte.*

# REMERCIEMENTS

---

Je tiens à remercier Sandrine CAROLY pour m'avoir fait à nouveau confiance après une première expérience grenobloise, marquante pour moi, il y a déjà six ans. Son énergie et ses encouragements constants rendent cette nouvelle orientation personnelle et professionnelle possible.

Ce travail est le fruit d'un partenariat avec l'INRS, je remercie Eric DRAIS pour son accompagnement sur le terrain et nos échanges constructifs quant à notre intervention commune.

Mes remerciements sont aussi dirigés vers les acteurs de l'entreprise qui ont accepté que j'observe leur activité et qui ont répondu à mes questions. Ils ont permis la réalisation de cette étude.

Merci à Christelle CASSE, Aude CUNY et Aurélie LANDRY, collègues au sein du Groupe de recherche du PACTE « Ergonomie, Santé et sécurité au Travail, Organisation ». Ce groupe « virtuel » devient peu à peu réel par nos riches débats relatifs à nos travaux de recherche respectifs.

Cette année a également été marquée par les cours suivis dans la cadre du Master Recherche d'Ergonomie. Merci à l'ensemble des intervenants pour la qualité et la richesse de leurs enseignements.

Je remercie aussi mes collègues de la dernière promotion du Master Recherche d'Ergonomie qui m'ont fait redécouvrir les joies de la vie étudiante.

Enfin un grand merci à mes proches pour leur soutien dans l'écriture (parfois difficile !) de ce mémoire...

# SOMMAIRE

---

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	<b>8</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>9</b>
<b>2. CONTEXTE DE LA RECHERCHE</b> .....	<b>11</b>
2.1. LES NANOMATERIAUX.....	11
2.1.1. <i>Définitions et propriétés</i> .....	11
2.1.2. <i>Leurs applications</i> .....	12
2.1.3. <i>Des difficultés a priori pour la prévention</i> .....	13
2.1.3.1. <i>Des incertitudes</i> .....	13
2.1.3.2. <i>Des essais méthodologiques</i> .....	14
2.2. LE TERRAIN DE RECHERCHE .....	16
2.2.1. <i>Le programme de recherche</i> .....	16
2.2.2. <i>La demande</i> .....	17
2.2.3. <i>Le terrain industriel</i> .....	18
<b>3. QUESTIONS DE RECHERCHE</b> .....	<b>19</b>
<b>4. CADRE THEORIQUE</b> .....	<b>21</b>
4.1. PERCEPTION ET REPRESENTATION.....	21
4.1.1. <i>En sociologie et en psychologie sociale</i> .....	21
4.1.2. <i>En ergonomie</i> .....	22
4.1.3. <i>Facteurs influençant les représentations du risque</i> .....	23
4.2. ACTIVITE DE CONCEPTION ET TRANSFORMATION DES REPRESENTATIONS .....	24
4.2.1. <i>Nature des activités de conception</i> .....	24
4.2.2. <i>Activité de conception et activité constructive</i> .....	25
4.2.3. <i>Activité constructive et transformation des représentations</i> .....	27
4.3. CONCEPTION D'UNE DEMARCHE DE PREVENTION.....	27
4.3.1. <i>Limites et évolution des approches classiques de la prévention des risques</i> .....	27
4.3.2. <i>Prévention et précaution</i> .....	29
4.3.3. <i>Intégration des logiques : innovation et prévention</i> .....	30
<b>5. METHODOLOGIE</b> .....	<b>32</b>
5.1. ENTRETIENS INDIVIDUELS .....	32
5.2. OBSERVATIONS DE SITUATIONS DE TRAVAIL.....	34
5.2.1. <i>Observations d'expérimentations</i> .....	34
5.2.2. <i>Observations de situations de travail quotidiennes</i> .....	35
5.3. ANALYSE DES DONNEES.....	36
5.3.1. <i>Analyse des entretiens individuels</i> .....	36
5.3.2. <i>Analyse des observations</i> .....	36
5.4. DISCUSSION COLLECTIVE SUR LES PROPOSITIONS ET SIMULATION SUR PLAN.....	37

<b>6. RESULTATS.....</b>	<b>38</b>
6.1. LA PREMIERE SESSION D'ENTRETIENS INDIVIDUELS .....	38
6.1.1. <i>Des représentations sociales du risque divergentes</i> .....	38
6.1.2. <i>Des éléments de restitution comme objets intermédiaires</i> .....	41
6.2. LE TRAVAIL DE CONCEPTION DE MESURES DE PREVENTION.....	44
6.2.1. <i>Les observations des situations de référence</i> .....	44
6.2.2. <i>La simulation de l'activité future</i> .....	46
6.2.3. <i>Le réaménagement des espaces de travail</i> .....	49
6.3. LA DEUXIEME SESSION D'ENTRETIENS INDIVIDUELS.....	49
<b>7. DISCUSSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>53</b>
7.1. SYNTHESE DES RESULTATS ET DISCUSSION .....	53
7.1.1. <i>L'action transforme les représentations</i> .....	53
7.1.2. <i>Pour une approche collective et développementale de la prévention</i> .....	54
7.2. LIMITES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE .....	55
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>57</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>62</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>93</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>94</b>

# LISTE DES TABLEAUX

---

TAB. 1 : APPLICATIONS UTILISANT LES NANOTECHNOLOGIES (INRS, 2008)..... 13

TAB. 2 : CARACTERISTIQUES DES ACTEURS OPERATIONNELS ..... 33

TAB. 3 : CARACTERISTIQUES DES ACTEURS DECIDEURS ET DE PREVENTION ..... 33

TAB. 4 : PERSONNES RENCONTREES EN ENTRETIEN ..... 34

TAB. 5 : PROPOSITIONS DE SOLUTIONS CONCRETES DE PREVENTION ..... 47

# LISTE DES FIGURES

---

FIG. 1 : L'ECHELLE DES DIMENSIONS : DU VISIBLE A L'INVISIBLE.....	11
FIG. 2 : CONTROL BANDING - ETAPE DE PLANIFICATION DE LA GESTION GRADUEE DES RISQUES.....	14
FIG. 3 : CONTROL BANDING - MATRICE DES CLASSES DE MAITRISE .....	14
FIG. 4 : IRGC - ORGANISATION DE LA GOUVERNANCE DU RISQUE.....	16
FIG. 5 : INTEGRATION DES DIFFERENTES LOGIQUES POUR AMELIORER LA PERFORMANCE GLOBALE (SELON CAROLY & AL., 2010) .....	31
FIG. 6 : CONVERGENCES ET DIVERGENCES DE REPRESENTATIONS DU RISQUE .....	41
FIG. 7 : SCHEMA D'INTERACTION ET DE MOBILISATION AUTOUR DE LA QUESTION DES NANOPARTICULES.....	42
FIG. 8 : EVOLUTION DES APPROCHES AUTOUR DES NANOPARTICULES.....	44
FIG. 9 : PLAN DU LABORATOIRE – SITUATION INITIALE .....	48
FIG. 10 : PLAN DU LABORATOIRE – SITUATION ENVISAGEE.....	48
FIG. 11 : INFLUENCE DES 3 POLES DE LA SITUATION DE TRAVAIL SUR LES REPRESENTATIONS .....	52
FIG. 12 : INFLUENCE DES 3 POLES DE LA SITUATION DE TRAVAIL SUR L'ENGAGEMENT ET LA MOBILISATION .....	52

# LISTE DES ANNEXES

---

ANNEXE 1 : CONVENTION DE COLLABORATION INRS/PACTE - ANNEXE SCIENTIFIQUE ..... 63

ANNEXE 2 : GUIDE D'ENTRETIEN ..... 79

ANNEXE 3 : EXEMPLE DE TABLEAU DE SYNTHESE SITUATION ACTUELLE / SITUATION FUTURE SUITE AUX OBSERVATIONS ET ENTRETIENS  
D'AUTO-CONFRONTATION ..... 86

ANNEXE 4 : HISTOIRE DE L'ENTREPRISE..... 91

# 1. INTRODUCTION

---

Présentées sous la bannière attrayante de l'ouverture des « *frontières de l'infiniment petit* », les nanoparticules envahissent notre quotidien et tous les secteurs d'activité (agroalimentaire, électronique, cosmétique, médical, textile, automobile, etc.).

Leur taille mais aussi leur surface d'échange leur apportent des propriétés chimiques, mécaniques, optiques ou biologiques inédites, permettant ainsi une grande diversité de potentialités en termes d'innovations et d'applications. Cette multiplication des utilisations futures représente des enjeux scientifiques et économiques importants mais s'accompagne également d'incertitudes quant aux effets des nanoparticules sur la santé et sur l'environnement.

Certains laboratoires de recherche ou industriels, confrontés à ces développements accélérés, éprouvent donc des difficultés à mettre en place des mesures de prévention des risques liés aux nanoparticules.

L'intérêt de notre recherche est de comprendre la manière dont peuvent être mises en place des actions de prévention de ces risques liés aux nanoparticules quand les effets sur la santé sont encore peu connus et que les enjeux d'innovation et économiques sont importants. Notre travail vise la conception et l'accompagnement de ces nouveaux modes de prévention.

En effet, traditionnellement aujourd'hui, la prévention des risques professionnels est basée sur des systèmes de management normatifs où les connaissances des effets du travail sur la santé sont relativement stabilisées et où la variabilité du travail est très peu prise en compte. Nous constatons alors que les Equipements de Protection Individuelle (EPI) ne sont pas toujours portés ou que les consignes de sécurité sont parfois contournées. De plus, les opérateurs sont rarement acteurs de ces dispositifs de prévention.

Nous profitons donc de l'opportunité qui nous est donnée par ce risque émergent qui remet en cause les modèles classiques d'évaluation et de gestion des risques pour (dé)montrer d'autres modes d'action possibles. Il s'agit de construire et de mettre à disposition de nouvelles ressources pour les acteurs de l'entreprise par une approche développementale de la prévention.

Ainsi, nous proposons d'instruire l'étude du rapport aux risques sur la base d'une analyse de l'activité qui a pour objectif d'engager les salariés, les concepteurs et les responsables sur la voie du développement d'autres manières de penser et d'agir en matière de risques professionnels.

Notre étude porte plus précisément sur la prévention des risques liés aux nanoparticules dans le secteur industriel, dans une entreprise dont l'activité principale est la valorisation de matières agricoles riches en amidon pour la production d'une gamme étendue de produits utilisables dans de nombreux secteurs alimentaires et industriels. Cette entreprise souhaite utiliser des produits nanostructurés afin d'améliorer les caractéristiques de ses produits finis. Cette étude s'inscrit dans un dispositif de recherche pluridisciplinaire associant des chercheurs de l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) et du laboratoire PACTE.

A travers l'analyse des représentations du risque lié aux nanoparticules et le travail collectif de conception d'actions de prévention, nous souhaitons mieux comprendre les liens entre représentation et action. Ceci nous permettra d'explorer les liens possibles entre innovation et prévention dans un contexte d'incertitudes afin de les intégrer dans des actions de transformation.

Dans ce mémoire, nous présenterons tout d'abord le contexte de notre étude en précisant les difficultés qu'apportent les nanoparticules en termes de prévention des risques. Puis nous exposerons le cadre théorique sur lequel nous nous appuyons pour initier et analyser le processus de conception d'une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules, à travers notamment les représentations des acteurs impliqués. Nous présenterons ensuite la méthodologie mise en œuvre ainsi que les résultats obtenus. Enfin, nous discuterons ces résultats avant d'élargir ce travail à d'autres perspectives de recherche.

## 2. CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Cette partie vise tout d'abord à s'accorder sur l'objet de cette recherche : nanotechnologie, nanomatériau, nanoparticule, de quoi parlons-nous ? Il s'agit donc de présenter les propriétés et applications de ces nouveaux objets et d'envisager les premières questions que soulèvent leur fabrication et leur utilisation en termes de prévention et de gestion des risques.

Dans cette partie, nous exposons également le programme de recherche dans lequel s'inscrit ce travail ainsi que la demande industrielle particulière à laquelle nous répondons.

### 2.1. Les nanomatériaux

#### 2.1.1. Définitions et propriétés

Les nanomatériaux sont des matériaux composés de nano-objets qui ont des propriétés particulières du fait de leur dimension nanométrique. Parmi les nano-objets, on distingue trois grandes familles (INRS, 2008) :

- Les nanoparticules qui désignent des nano-objets dont les trois dimensions sont à l'échelle nanométrique, c'est-à-dire approximativement entre 1 et 100 nm (AFNOR, 2008).
- Les nanofibres (nanotube, nanofilament, nanotige) qui se rapportent à des nano-objets dont deux dimensions sont à l'échelle nanométrique.
- Les nanofeuillets qui définissent des nano-objets dont une dimension est à l'échelle nanométrique.

Les nano-objets peuvent être d'origine naturelle (fumées de volcan, poussières végétales, etc.) ou d'origine anthropique, produites non intentionnellement (fumées de soudure, émissions de moteurs diesel, etc.) ou produites intentionnellement, c'est-à-dire manufacturées dans le cadre de nanotechnologies (nanotubes de carbone, dioxyde de titane, etc.).

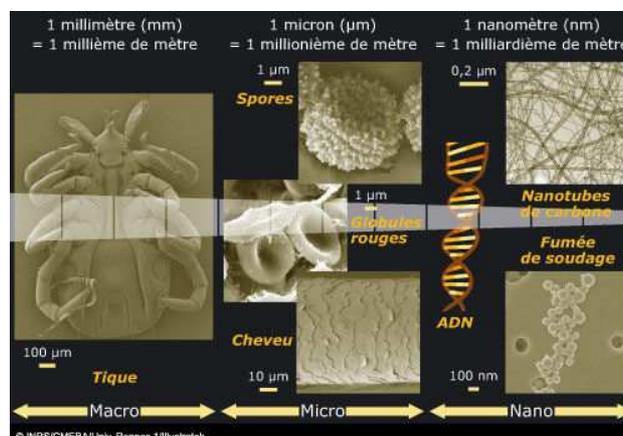


Fig. 1 : L'échelle des dimensions : du visible à l'invisible

Aujourd'hui encore, une incertitude demeure quant à la définition de cette échelle nanométrique. Cette définition sera le résultat d'une construction, d'une négociation entre les différents acteurs (industriels, scientifiques, politiques, publics) afin de protéger les intérêts de chacun. En effet, « *the choice of the terms used to designate the subject of the regulation is carefully weighed up, depending on whether we are talking about development of research, assessment of potential risks, or indeed management of any such risks. The diversity of the players and their positioning in the controversies are, in this respect, as crucial as the objectives they set themselves and that vary over time* » (Lacour & Vinck, 2011).

En 2008, la norme ISO/TS 27687 faisait un pas vers une définition élargie : « *la nanotechnologie est la compréhension et le contrôle de la matière et des processus à l'échelle nanométrique, typiquement, mais non exclusivement, au-dessous de 100 nanomètres, dans une ou plusieurs dimensions quand l'apparition de phénomènes liés à la dimension permet en général de nouvelles applications* » (AFNOR, 2008).

Actuellement, en France, et afin de répondre aux préoccupations des industriels, le projet de décret relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire mises sur le marché s'oriente vers l'exclusion de la définition des nanoparticules supérieures à 100 nm, particules pouvant pourtant présenter des risques pour la santé ou l'environnement.

Aussi, la prise en compte des intérêts industriels dans la définition des nanoparticules s'explique par leur grande diversité de potentialités en termes d'innovations et d'applications du fait de leurs propriétés inédites, qu'elles soient chimiques, mécaniques, optiques ou biologiques. inédites. Parmi celles-ci :

- Augmentation de la surface d'échange
- Augmentation de la réactivité chimique liée en particulier à cette augmentation de la surface d'échange
- Modification de la conductivité électrique
- Renforcement de la résistance mécanique
- Renforcement de l'élasticité

Nous utiliserons dans la suite de ce rapport le terme de nanoparticules puisque le produit dont il sera question est constitué de particules de dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>) enrobées de nanoparticules de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>).

### 2.1.2. Leurs applications

Les propriétés spécifiques des nanoparticules en font un enjeu économique et technologique important. « *Selon les prévisions de la National Science Foundation, le marché mondial des nanotechnologies pourrait atteindre 1000 milliards d'euros d'ici 2010-2015 dont près de 340 milliards d'euros pour le domaine spécifique des nanomatériaux* » (INRS, 2008).

Secteur d'activité	Exemples d'applications actuelles et potentielles
Automobile, aéronautique et espace	Matériaux renforcés et plus légers, pneumatiques plus durables et recyclables, détecteurs de glace sur les ailes d'avion
Electronique et communications	Cellules solaires, ordinateurs et jeux électroniques ultra-rapides

Secteur d'activité	Exemples d'applications actuelles et potentielles
Chimie et matériaux	Vitres antisalissures et autonettoyantes, textiles et revêtements antibactériens et ultra-résistants, inhibiteurs de corrosion
Pharmacie, biomédical et biotechnologie	Surfaces adhésives médicales antiallergènes, surfaces biocompatibles pour vaccins, médicaments sur mesure délivrés uniquement à des organes précis
Cosmétique	Crèmes solaires transparentes, maquillage avec une meilleure tenue
Santé	Appareils et moyens de diagnostic miniaturisés et nanodétection, analyses d'ADN, thérapie génique : nanovecteurs pour transfert de gènes, microchirurgie et médecine réparatrice : nano-implants et prothèses
Energie	Fenêtres intelligentes, matériaux isolants plus efficaces, nouveaux types de batteries
Environnement et écologie	Pesticides et fertilisants plus efficaces et moins dommageables, production d'eau ultra-pure à partir d'eau de mer
Défense	Systèmes de surveillance miniaturisés, systèmes de guidage plus précis
Secteur manufacturier	Ingénierie de précision

Tab. 1 : Applications utilisant les nanotechnologies (INRS, 2008)

A ces enjeux industriels forts, et face à ces nombreuses applications actuelles et potentielles, s'ajoutent des enjeux de santé et environnement, de santé et travail, de santé et alimentation. Ces questions font ainsi l'objet d'un intérêt politique important et d'une forte reconnaissance institutionnelle renforcés par un débat public controversé. En effet, depuis les précédents de l'amiante et des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM), le public demande à être mieux informé et davantage consulté (Lacour, 2009) mais l'organisation d'un tel débat public en France reste difficile<sup>1</sup>.

### 2.1.3. Des difficultés a priori pour la prévention

#### 2.1.3.1. Des incertitudes

Cet intérêt politique et cette forte reconnaissance intentionnelle sont d'autant plus importants que le développement rapide et massif d'utilisations des nanoparticules dans tous les domaines s'accompagne également de nombreuses incertitudes quant à leurs effets sur la santé. La construction de connaissances scientifiques est donc plus que nécessaire.

En effet, de nombreuses études toxicologiques, bien qu'elles soient parfois contradictoires et difficilement extrapolables à l'homme parce que réalisées in vitro ou chez l'animal, démontrent que les nano-objets ont des effets toxiques plus importants que les mêmes objets à l'échelle micro- ou macroscopique, notamment du fait de leur taille, leur réactivité de surface ou encore leur biopersistance (INRS, 2008).

De plus, il n'existe actuellement pas de réglementation spécifique applicable aux nanomatériaux mais, les nanomatériaux étant des substances chimiques, les règles relatives à la prévention du risque chimique sont pour l'instant les seules applicables.

<sup>1</sup> Sur les 17 réunions publiques prévues :

- 10 se sont tenues normalement
- 6 ont été perturbées par des opposants : Toulouse le 20/10/2009, Lille le 17/11/2009, Rennes le 07/01/2010, Lyon le 14/01/2010, Marseille le 19/01/2010 et Orsay le 26/01/2010
- 1 a été annulée, à Grenoble, le 01/12/2009

En revanche, la mise en œuvre de ces règles pour les nanomatériaux interroge le paradigme de la masse (relation dose/effet). En effet, « *en ce qui concerne les nanoparticules et nanomatériaux, il s'avère que la masse est un élément de caractérisation si ce n'est totalement inutile pour le moins grandement insuffisant. Les effets de taille, de forme et de surface (...) comptent en effet bien autant que la masse dans l'évaluation d'une particule à cette échelle* » (Lacour, 2009). De la même façon, les méthodes de caractérisation et de mesurage des expositions professionnelles sont à adapter aux spécificités des nanomatériaux. Une remise en cause des modèles d'évaluation et de gestion des risques est donc nécessaire.

Afin de répondre à ces questions, la communauté scientifique s'investit dans de nombreux programmes de recherche : nous présentons ici deux exemples types de méthodologie concernant la prévention des risques liés aux nanoparticules afin de comprendre l'état de la réflexion scientifique et pouvoir l'interroger.

### 2.1.3.2. Des essais méthodologiques

En premier lieu, en début d'année 2011, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a proposé une méthode de gestion graduée des risques reposant sur une évaluation qualitative des risques (ANSES, 2011). En effet, réaliser une évaluation quantitative des risques semble difficile du fait des incertitudes concernant aussi bien l'identification des dangers potentiels que la caractérisation des expositions.

Il s'agit donc d'associer chaque nanomatériau produit ou utilisé à une bande de maîtrise de risque (« control banding ») définie en fonction d'une bande de danger et d'un potentiel d'émission. Cet outil, présenté comme utile quand des inconnues subsistent, repose sur un certain nombre d'hypothèses faites sur les dangers ou les expositions.

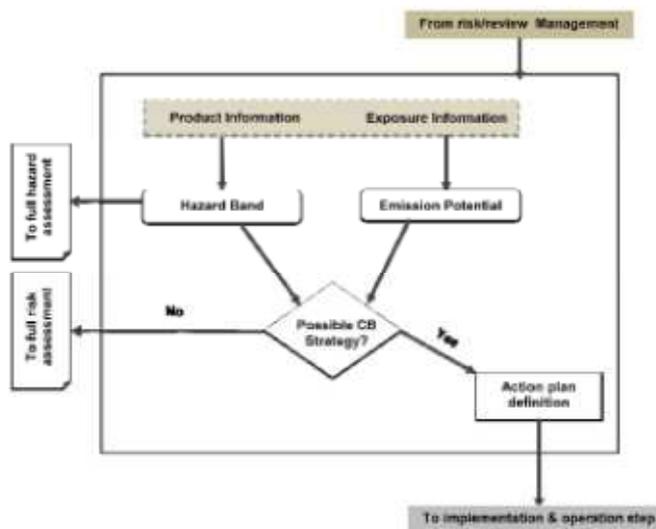


Fig. 2 : Control Banding - Etape de planification de la gestion graduée des risques

		Emission potential bands			
		EP1	EP2	EP3	EP4
Hazard bands	HB1	CL1	CL 1	CL 2	CL 3
	HB2	CL1	CL 1	CL 2	CL 3
	HB3	CL1	CL 1	CL 3	CL 4
	HB4	CL 2	CL 2	CL 4	CL 5
	HB5	CL 5	CL 5	CL 5	CL 5

Fig. 3 : Control Banding - Matrice des classes de maîtrise

Cette méthode de gestion graduée des risques nous révèle la difficulté que vont représenter les nanoparticules pour la prévention des risques professionnels si nous restons sur ces modèles classiques d'évaluation et de gestion des risques (logigramme, matrice de risque, etc. présentés en fig. 2 et 3).

En effet, les principales critiques que nous apportons à cette méthode sont sa complexité, sa grande technicité et son rapport coût/efficacité. Afin de déterminer la bande de maîtrise du risque et ainsi les solutions techniques de prévention collective à mettre en place, elle oblige à émettre des hypothèses quant aux dangers et aux expositions : cela nécessite que l'utilisateur de cette méthode possède des compétences suffisantes en chimie, toxicologie, prévention des risques, etc. afin de formuler ces hypothèses. Cette méthode nous semble donc difficile à mettre en œuvre comme outil opérationnel pour les PME/TPE.

Intéressons nous maintenant au cadre de gouvernance du risque proposé par l'International Risk Governance Council (IRGC). Ce cadre propose une approche compréhensive<sup>2</sup> face à des risques émergents, dans des situations de grande complexité, d'incertitude ou d'ambiguïté (IRGC, 2008), et donne ainsi la possibilité aux décideurs d'agir malgré des connaissances incomplètes.

Ce cadre comprend 5 étapes (fig. 4) :

- Pre-assessment : « *early warning and framing the risk in order to provide a structured definition of the problem and how it may be handled* » (IRGC, 2008). Le principal objectif de cette phase est de comprendre comment les différentes parties prenantes se représentent le risque.
- Appraisal : cette étape comprend à la fois une évaluation scientifique du risque et une évaluation des perceptions individuelles, organisationnelles et sociétales du risque et des questionnements sur les conséquences de celui-ci (« concern assessment »). Cette étape permet également la catégorisation du risque (simple, complexe, incertain ou ambigu) qui oriente par la suite le choix d'une stratégie de gestion du risque. Par exemple :  
« *Uncertain risks are better managed using "precaution-based" and "resilience-focussed" strategies, with the intention being to apply a precautionary approach to ensure the reversibility of critical decisions and to increase a system's coping capacity to the point where it can withstand surprises.*  
*For ambiguous risk problems, the appropriate approach comprises a "discourse-based" strategy which seeks tolerance and mutual understanding of conflicting views and values with a view to eventually reconciling them* » (IRGC, 2008).
- Characterisation and evaluation : dans cette étape, les différents acteurs décident si le risque est acceptable, tolérable ou intolérable en fonction du résultat des phases précédentes.
- Management : cette étape voit la mise en œuvre d'actions de prévention et/ou de protection.
- Communication : cette phase est une phase-clé du processus de gouvernance du risque qui permet d'expliquer aux personnes concernées les décisions prises et les raisons de ces décisions. « *Effective communication is the key to creating trust in risk management* » (IRGC, 2008).

---

<sup>2</sup> Une approche compréhensive vise à appréhender et interpréter les significations que les acteurs sociaux donnent eux-mêmes à leurs actions et à leurs pensées (Wikipédia).



Fig. 4 : IRGC - Organisation de la gouvernance du risque

Ce cadre, même s'il est plus adapté à des organisations « macro » de gouvernance, à l'échelle d'un pays par exemple, nous semble utile pour l'approche de la prévention des risques liés aux nanoparticules dans des organisations « micro » : une entreprise ou un laboratoire de recherche par exemple. Il permet la prise en compte des représentations du risque et de ses conséquences par les différentes parties prenantes pour la construction collective d'une démarche de prévention.

Mais ce modèle vise la compréhension pour la recherche d'un consensus entre les différentes parties prenantes et non pour la transformation. De même, il ignore que l'action transforme à son tour les représentations.

Ces deux exemples nous permettent d'introduire notre approche de la prévention des risques liés aux nanoparticules. Face aux lacunes des connaissances scientifiques sur la toxicité des nanoparticules et devant la nécessité de mettre en place des mesures de prévention, nous souhaitons, à partir de l'action ergonomique, construire des connaissances sur la prévention. Nous rejoignons ainsi Clot (2004) qui dit que « *l'action et la connaissance sont toutes les deux, selon les moments, source ou ressource l'une pour l'autre* ».

## 2.2. Le terrain de recherche

Dans ce contexte à la fois porteur de progrès et d'innovations et source d'incertitudes, les recherches portent principalement sur des travaux en sciences dures (toxicologie, écotoxicologie, métrologie des particules, caractérisation des expositions professionnelles, normalisation des équipements de protection, etc.). Pourtant, il est nécessaire d'accompagner ces programmes d'une production de connaissances en sciences humaines et sociales. En effet, la prévention des risques liés aux nanoparticules, qui semble difficile du fait de la non consolidation des connaissances scientifiques, est quant à elle rarement abordée dans ces programmes de recherche. Le principe de précaution, rappelé aux entreprises, n'est pas suffisant.

### 2.2.1. Le programme de recherche

L'objectif du programme de recherche dans lequel s'inscrit ce travail : « Construction et gestion des risques liés aux nanoparticules dans le secteur industriel et les laboratoires de recherche » est donc d'explorer les modes de gestion des risques liés aux nanoparticules (annexe 1).

Ce dispositif de recherche pluridisciplinaire associant des spécialistes de la prévention (chimie, métrologie) à des chercheurs en sciences sociales (sociologie, ergonomie, gestion) de 2 laboratoires différents – l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) et le laboratoire PACTE – est structuré autour de deux hypothèses principales :

- L'approche des risques liés aux nanoparticules ne se réduit pas à un modèle général de risque comme le laisse à penser la majorité des recommandations. Au contraire, plusieurs modèles s'agencent et cohabitent suivant les particules considérées, les secteurs d'activité et les acteurs en présence (chercheurs, préventeurs, utilisateurs, politiques, etc.).
- Les dispositifs de prévention se construisent et se recombinent régulièrement, au gré de l'intervention des divers acteurs ; ils permettent de construire des connaissances sur les risques, d'innover des outils techniques et d'élargir le débat social.

Cette recherche est fondée sur l'idée qu'il ne faut pas attendre que les connaissances sur les risques liés aux nanoparticules soient stabilisées pour commencer à produire des dispositifs de prévention. Il s'agit donc d'une approche pragmatique, par le terrain, pour comprendre l'action, les processus et formes de prévention mis en œuvre.

### 2.2.2. La demande

Notre étude répond à une demande industrielle qui est initialement adressée à l'INRS. En effet, suite au refus des salariés d'un laboratoire de manipuler des nanoparticules, le département Recherche, Industrialisation et Développement de cette entreprise souhaite un travail de caractérisation de l'exposition professionnelle de la part de l'INRS.

Le Comité d'Hygiène, Sécurité et Conditions de Travail (CHSCT), alerté par les salariés, souhaite quant à lui des informations sur les risques liés aux nanoparticules afin de mener une campagne de communication et de prévention.

Face à cette situation conflictuelle entre salariés et management, à cette rupture du dialogue social entre partenaires sociaux et direction et après des premiers entretiens exploratoires avec les responsables du département RID, nous leur proposons un travail d'accompagnement en trois axes :

- Travail de caractérisation de l'exposition professionnelle par l'INRS
- Analyse des pratiques et évaluation des risques : il nous semble intéressant de mieux comprendre la représentation des risques liés au travail avec des nanoparticules afin d'orienter et d'adapter les messages d'information et de prévention.

Il sera nécessaire de comprendre l'activité et les pratiques par une analyse du travail en observant les salariés sur leurs postes de travail aux différentes étapes du processus de réalisation des essais. Cette analyse du travail pourrait permettre de concevoir des consignes de sécurité ainsi que des équipements appropriés à la réalisation de leur activité.

- Mise en œuvre d'une démarche de prévention : il est important de coordonner la prévention au sein des laboratoires avec la démarche globale de prévention. Nous proposons de faire un état des lieux des outils (document unique, plan de prévention, analyse des accidents, etc.) structurant actuellement le dispositif de prévention de l'entreprise et de vérifier sa cohérence avec les orientations pour les nanoparticules.

Nous traiterons ici rapidement du travail de caractérisation réalisé par l'INRS en évoquant les principaux résultats car ceux-ci ont constitué le point de départ de notre intervention.

### 2.2.3. Le terrain industriel

Notre travail se déroule donc dans une entreprise du secteur industriel, première partenaire industrielle à intégrer le programme de recherche.

Il s'agit d'une entreprise française familiale, dont le siège social est situé dans le Nord de la France. Son activité principale est centrée autour de la valorisation de matières agricoles riches en amidon pour la production d'une gamme étendue de produits utilisables dans de nombreux secteurs alimentaires et industriels :

- Nutrition humaine et animale
- Pharmacie et cosmétologie
- Papier carton et adhésifs
- Chimie et bio-industries

Nous intervenons sur un établissement regroupant à la fois le siège social de l'entreprise, un site industriel et une plate-forme de Recherche & Développement, ce qui représente environ 2800 salariés.

La demande provient du département Recherche, Industrialisation et Développement (RID), et plus particulièrement du Département Applications Papier Carton Ondulé (DAPCO), laboratoire partie humide et tests physiques, qui souhaite expérimenter des nanoparticules (particules de  $TiO_2$  enrobées dans des nanoparticules de  $CaCO_3$ ) et en étudier les effets sur les caractéristiques du papier en vue d'innovations.

Ce laboratoire comprend 4 salariés répartis sur deux activités principales : partie humide et tests physiques.

### 3. QUESTIONS DE RECHERCHE

---

Notre approche est centrée sur l'analyse des représentations du risque lié aux nanoparticules et de la mobilisation dans l'action et dans l'engagement de différents acteurs de l'entreprise. En particulier, nous cherchons à comprendre la dynamique de construction d'une démarche de prévention dans un contexte d'incertitudes et face à un risque complexe.

- En premier lieu, notre étude vise à mieux comprendre la construction des liens entre représentation et action dans la mise en œuvre de la prévention.

Nous faisons l'hypothèse que les représentations que les acteurs ont des risques liés aux nanoparticules guident leurs actions. Elles favorisent ou freinent la mise en place d'une démarche de prévention. Ce lien représentation → action est un résultat déjà connu en ergonomie et souvent au cœur des interventions ergonomiques, en particulier dans les projets de conception collective.

Mais ici, il ne s'agit pas seulement de partir de la connaissance comme moyen de développement d'actions de prévention, il s'agit surtout de s'intéresser à l'action pour produire des connaissances sur la prévention des nanoparticules et élaborer des modèles d'actions de prévention du risque lié aux nanoparticules.

Nous faisons également l'hypothèse que la mobilisation des acteurs de l'entreprise, leurs pratiques professionnelles ainsi que la conduite de l'intervention ergonomique vont interroger leurs représentations et les guider vers la conception d'une démarche de prévention. L'action permet la construction de nouvelles connaissances sur ce risque émergent et vise la transformation des représentations du risque lié aux nanoparticules.

Nous nous intéresserons donc à la manière dont les industriels, confrontés à d'importantes incertitudes, se saisissent de la question des nanoparticules. En effet, l'un des objectifs pragmatiques de cette recherche est de répondre aux questions émergentes de ces industriels fabricants ou utilisateurs des nanoparticules : que dire quant aux risques ? Comment le dire ? Quelle méthode d'évaluation employer ? Quelle réglementation ? Quelles références utiliser ? Quelles mesures prendre ?

- En deuxième lieu, nous cherchons à comprendre les processus et formes de prévention mis en œuvre face à ce risque émergent et à analyser les modalités de prise en charge des différents risques professionnels présents dans l'entreprise.

Quels liens entre le risque lié aux nanoparticules et les autres risques ? Qui a en charge la prévention des risques liés aux nanoparticules dans l'entreprise (service de santé au travail, service sécurité, etc.) ? Quelles sont les relations avec les autres services (méthode, industrialisation, production, etc.) ? Comment le projet de prévention des risques liés aux nanoparticules s'inscrit dans une cohérence avec les autres projets dans l'entreprise ?

Nous faisons l'hypothèse qu'une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules adaptée et intégrée au contexte et aux logiques de fonctionnement de l'entreprise sera plus pertinente et pérenne dans le temps. Nous favorisons donc une approche globale des risques à une approche par risque.

Le développement d'un tel dispositif d'action dépend aussi d'une activité distribuée entre plusieurs acteurs de l'entreprise (acteurs opérationnels, acteurs décideurs, acteurs de

prévention, partenaires sociaux, etc.). Il s'agit donc, à travers le projet de conception d'une démarche de prévention et l'analyse de l'activité de travail, de créer un espace de débat collectif que nous pensons primordial dans la recherche d'un compromis face à un risque incertain et complexe.

- Enfin, nous souhaitons comprendre les liens entre innovation et prévention : dans quelles conditions l'innovation dans un contexte d'incertitudes peut-elle être source de prévention ?

Les nanotechnologies représentent des enjeux scientifiques et économiques importants mais sont également sources d'interrogations et d'incertitudes quant à leurs effets sur la santé, sur l'environnement, etc.

Nous pensons que les innovations rendues possibles grâce aux nanotechnologies doivent aussi être une opportunité pour une remise en cause du dispositif de prévention des risques existant dans l'entreprise et pour une mise en débat des pratiques, des façons de faire.

Nous faisons alors l'hypothèse que l'innovation comme « *ouverture de l'espace des possibles* » peut être source de prévention si les acteurs de l'entreprise ont la capacité à faire le lien avec l'activité future.

Malheureusement, la prévention est plutôt vue comme un frein à l'innovation, comme empêchant l'action face à l'incertitude que représentent les nanoparticules.

Nous faisons donc le pari que la prévention peut être source d'innovation si les acteurs de l'entreprise tiennent les deux logiques à la fois, s'il y a intégration de ces deux logiques, innovation et prévention, dans la recherche d'un compromis dans la prévention des risques liés aux nanoparticules.

## 4. CADRE THEORIQUE

---

Pour comprendre la dynamique de construction d'une démarche de prévention dans un contexte d'incertitudes, nous analyserons la façon dont les acteurs se représentent cette question des nanoparticules. Nous faisons ici, dans un premier temps, un état de l'art actuel de ce que recouvre le concept de représentation.

Nous nous interrogeons ensuite sur les choix méthodologiques employés dans la conduite de projets de conception qui permettent des transformations de représentations et nous étudions en quoi cela remet en cause les modèles classiques d'évaluation et de gestion des risques.

Enfin, nous présentons comment l'intégration de la prévention aux autres logiques de l'entreprise est traitée dans la littérature.

### 4.1. Perception et représentation

Dans la mesure où nous proposons d'étudier les liens entre représentation et action, il nous semble nécessaire de préciser le sens donné au mot représentation ainsi que ce qui le différencie du terme perception utilisé dans d'autres disciplines.

#### 4.1.1. En sociologie et en psychologie sociale

Ces deux disciplines étudient les rapports entre les individus dans des organisations, des institutions humaines ou sociales. A l'interface du psychologique et du social, le concept de représentation prend alors le sens de « *forme de connaissance socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social* » (Jodelet, 1989, cité par Drais, 2009).

En psychologie sociale, et dans le domaine des risques, la notion de perception est plus fréquemment employée, celle-ci prenant le même sens que le concept de représentation puisque les perceptions sont incluses dans les représentations. En effet, d'après Kouabenan, Cadet, Hermand & Munoz Sastre (2002, p.10), « *les représentations, et plus particulièrement les perceptions du risque, interviennent à tous les niveaux de la gestion des risques* ».

Ainsi, et d'après Cadet (2002), la perception apparaît comme « *une valeur construite par un sujet/évaluateur en utilisant des informations qui sont moins d'ordre purement technique que d'ordre social ou culturel* ».

La sociologie, qui utilise plutôt le terme représentation, distingue, quant à elle, nettement les deux termes : représentation et perception. « *Nous ne nous contentons pas de percevoir les risques, qui d'ailleurs échappent bien souvent à nos sens, nous les construisons, nous en élaborons des représentations, en nous situant par rapport à eux, en y investissant une partie de nous-mêmes, de ce que nous sommes, comme de ce que nous voulons devenir, de sorte qu'il y a autant de représentations d'un risque que de positions et de trajectoires sociales* » (Peretti-Watel, 2001). Ici la notion de perception renvoie à nos cinq systèmes sensoriels que nous mobilisons pour percevoir le monde. La sociologie s'intéresse aux poids des groupes, des communautés sur la construction des représentations.

Les deux disciplines s'accordent donc, entre représentation sociale et perception du risque, pour une construction, une « reconstruction » du monde qui entoure le sujet, en fonction de ses expériences, ses valeurs, ses croyances, ses buts, et qui est partagée par le groupe auquel il appartient.

#### 4.1.2. En ergonomie

Au début de l'ergonomie, et pour répondre aux questions sur la présentation des dispositifs d'informations, l'analyse de l'activité de travail était plutôt centrée sur la perception de ces informations, sur leurs détection et identification. Le traitement de ces informations, leur interprétation seront ensuite l'objet de l'ergonomie cognitive et de la psychologie ergonomique, disciplines qui visent l'étude des activités mentales développées au cours d'une situation de travail (Caroly, 2010 ; Darses & de Montmollin, 2006), faisant le lien entre perception et représentation.

La notion de perception fait ainsi référence à nos perceptions sensorielles, à ces « *mécanismes de perception (olfactif, proprioceptif, auditif, visuel) qui participent à la construction d'une représentation* » (Daniellou, 1992).

Le concept de représentation est souvent utilisé en ergonomie, de nombreux travaux ayant comme objectif la compréhension des représentations de l'homme au travail dans le cadre de transformations de situations de travail ou de démarches de conception.

Deux sens du concept de représentation sont à distinguer (Maline, 1994) :

- L'un concerne le processus par lequel un individu construit sa représentation d'une situation, à partir de ce qu'il en perçoit, de son expérience, de ses connaissances antérieures.
- L'autre est relatif au résultat de ce processus et a trait à la connaissance qu'un individu peut avoir d'un phénomène avant de passer à l'action.

Le concept de représentation est donc utilisé « *pour désigner le fait qu'à un moment donné l'opérateur a retenu comme pertinents certains éléments de la situation, ce qui le rend disponible à certains événements plutôt qu'à d'autres et préparé à certaines actions plutôt qu'à d'autres* » (Daniellou, 1992). Se faire une représentation, c'est donc se préparer à l'action (Daniellou, Simard & Boissières, 2010).

Toujours d'après Daniellou (1992), « *il y a interaction entre des éléments de contexte et une structure d'interprétation propre à l'individu* ». Ici le concept de représentation utilisé en ergonomie rejoint la notion de représentation sociale par une mise en évidence de l'importance de l'histoire de l'individu, histoire qui soutient cette structure d'interprétation. En effet, celle-ci dépend de son expérience, ses connaissances, son appartenance à un groupe social, son état de santé, etc.

Mais ce qui intéresse au plus point les ergonomes est de comprendre comment ces représentations se construisent en fonction de l'activité réalisée, en fonction de sa finalité. C'est pourquoi on parle de « représentation pour et dans l'action », de « représentation opérative », « *réseau de propriétés, de concepts, de savoirs, de savoir-faire, de croyances, de sensations éprouvées, construites, sélectionnées au cours de l'histoire du sujet, à partir de sa formation, de son expérience et des besoins de l'action* » (Weill-Fassina, Rabardel et Dubois, 1993, p. 17). La fonction principale des représentations pour l'action est « *la*

*construction de la signification des situations à des fins pratiques* » (Weill-Fassin, Rabardel & Dubois, 1993, p. 20).

Ainsi, comme l'énonce Daniellou (1992), la construction d'une représentation d'une situation nécessite une mobilisation orientée de l'ensemble de l'organisme. Il y a donc bien « *interaction spécifique entre les savoirs mémorisés et une situation particulière vécue ici et maintenant, interaction qui contribue à une caractérisation de la situation en n'en retenant que certaines propriétés comme pertinentes* » (Daniellou & Garrigou, 1993). La représentation oriente l'action mais est aussi orientée par l'action.

Nous faisons ici une distinction entre représentation opérative et représentation sociale, l'une dépendant de l'autre. La représentation qu'un individu se construit d'une situation, les informations qu'il y prélève, le raisonnement qu'il bâtit, sont toujours supportés par toute l'histoire de cet individu, qui est, entre autres, une histoire sociale (Daniellou, 1992).

#### 4.1.3. Facteurs influençant les représentations du risque

De nombreux travaux montrent que nos actions, nos comportements sont orientés par la façon dont nous nous représentons la situation dans laquelle nous sommes. Nous nous intéresserons ici plus particulièrement aux représentations qui orientent nos comportements en matière d'évaluation et de gestion des risques.

En premier lieu, nous reprenons les travaux de Kouabenan (2007) sur la psychologie du risque. Kouabenan y indique que « *la perception du risque est un phénomène complexe qui peut avoir des déterminants sociaux, psychologiques, physiques, politiques et culturels* ». Elle dépend en effet à la fois de la nature même du risque et des caractéristiques individuelles du sujet percevant.

L'évaluation subjective du risque est ainsi liée à certaines caractéristiques du risque : familiarité, probabilité d'occurrence, contrôlabilité, utilité perçue, potentiel catastrophique, nature et gravité de ses conséquences, médiatisation ou non, volontaire ou subi, naturel ou technologique.

L'évaluation du risque est également influencée par :

- Des variables psychosociologiques (âge, sexe, expérience, personnalité, motivation, culture, implication dans la situation, etc.)
- Des variables cognitives (capacité de traitement de l'information, expertise, etc.)
- La perception de la cible du risque (soi, autrui, la société en général)
- L'évaluation de son exposition personnelle et de son aptitude à y faire face (perception des précautions prises et des efforts de contrôle, vulnérabilité perçue, etc.)
- Des variables socio-organisationnelles (position hiérarchique, implication dans l'organisation, pressions du groupe, etc.)
- Des variables culturelles, politiques ou stratégiques propres à l'organisation (missions, culture, politique de sécurité, etc.)

Cette évaluation qualitative du risque est de plus dépendante de biais ou illusions, d'origine cognitive, motivationnelle ou affective (Kouabenan, 2007) :

- Le biais de supériorité ou la sur-confiance
- L'optimiste irréaliste et l'illusion de contrôle

- L'illusion d'invulnérabilité

Ces travaux confirment des travaux plus anciens de Renn (1998) qui affirmait que « *public perceptions may be misguided by sensational press coverage and intuitive biases* », ceci ayant pour conséquence que « *some risks are socially amplified in the public perception process, while others are attenuated* ».

Ces représentations du risque, qui sont parfois très éloignées de la connaissance scientifique, influencent nos comportements et attitudes de protection. Elles sont également impliquées dans les processus de gestion d'activités à risque (diagnostic, résolution, contrôle, évitement, récupération, etc.) qui reposent largement sur la construction de représentations en situation orientées par et pour l'action (Weill-Fassina, Rabardel & Dubois, 1993).

Les représentations pour l'action, moyens de l'activité des opérateurs, sont donc à prendre en compte dans l'action de conception d'une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules.

## 4.2. Activité de conception et transformation des représentations

Nous allons maintenant nous intéresser à la transformation des représentations par l'action, souvent « *au cœur de l'intervention ergonomique* » (Daniellou, 1992), dans le cadre du processus de conception d'une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules. Nous faisons effectivement l'hypothèse que l'action permet la construction de nouvelles connaissances et ainsi, la transformation des représentations du risque.

### 4.2.1. Nature des activités de conception

Tout d'abord, nous allons redéfinir ce que l'on entend par activité de conception. Dans les situations de conception collaboratives, trois types d'activités ont été mises en évidence (Barcellini, 2008) :

- Les activités génératives de conception considérées comme des activités de résolution de problème.

Les problèmes de conception sont des problèmes particuliers, caractérisés par un état initial mal défini et un état final à construire parmi une multiplicité de solutions possibles acceptables (Détienne, 2006 ; Darses, Détienne & Visser, 2004 ; Falzon, 2005).

« *One consequence of this complexity is also that solving these problems often requires that multiple competencies be put together* » (Détienne, 2006). Les activités génératives de conception, initialement décrites comme des activités individuelles de résolution de problème, sont donc de plus en plus souvent des activités collectives et collaboratives. Ainsi, elles sont associées à des activités de clarification.

- Les activités de clarification (ou de synchronisation cognitive), ces principales activités cognitives étant des activités de partage d'informations et de connaissances, d'évaluation mutuelle et d'enrichissement des solutions (Darses, Détienne & Visser, 2004).
- Les activités de coordination (ou de synchronisation opératoire) qui ont pour objectif le bon déroulement du processus de conception (planification, gestion des réunions, etc.).

#### 4.2.2. Activité de conception et activité constructive

L'un des premiers choix méthodologiques qui est aujourd'hui fait dans des projets de conception collective est d'inclure les utilisateurs (finaux ou représentants des utilisateurs finaux) au processus.

Les motivations à la mise en place d'actions participatives sont multiples (Darses & Reuzeau, 2004) :

- La première est « humaniste », la participation contribuant au développement personnel de l'homme et lui procurant une satisfaction au travail.
- La deuxième motivation vise l'introduction de principes démocratiques dans le travail.
- La troisième motivation est l'amélioration de la performance du système de production.
- La dernière motivation est ergonomique par l'amélioration conjointe des conditions de travail et des systèmes de production et par le développement des compétences.

Darses et Reuzeau (2004) indiquent que « *les futurs utilisateurs s'approprient plus rapidement les systèmes en cours de conception* ».

La participation est ainsi un enjeu de santé au travail puisque donner aux personnes la possibilité d'agir sur leurs propres situations de travail est un facteur majeur de préservation de leur santé, « *une amélioration partielle de la situation ne protégeant pas si elle est vécue passivement* » (Davezies, 2008).

Ces activités de conception collective sont aussi l'occasion d'échange, de partage, de confrontation de points de vue entre les différents participants au projet. « *De ce fait, une large part des activités de conception sont des activités de synchronisation cognitive* » (Falzon, 2005) dans lesquelles processus de négociation et d'argumentation se déroulent en vue de la définition d'une solution acceptable pour tous.

Il s'agit alors d'« *articuler dans un même mouvement le développement des situations (artefact/organisation) par les concepteurs et le développement des ressources de leur action par les opérateurs* » (Béguin & Cerf, 2004). Cette approche développementale de la conception permet ainsi des processus dialogiques d'apprentissages croisés.

De plus, outre l'artefact matériel qui est en général l'objectif de tout projet de conception, celui-ci peut également être créateur d'artefacts cognitif, psychologique ou sémiotique. Ces artefacts (perception, représentation, opinion) seront autant de ressources disponibles pour l'activité des co-concepteurs.

De la même manière, en conception, les ergonomes étant confrontés au paradoxe de l'ergonomie de conception, c'est-à-dire que l'activité future n'est pas connue et ne peut donc pas être analysée, d'autres méthodes doivent être utilisées pour anticiper tout de même les conséquences de choix de conception. C'est la raison pour laquelle, dans de nombreux processus de conception, des simulations sur la base de situations de références sont mises en œuvre.

Une situation de référence peut être la situation de travail existante qui sera transformée ou une situation se rapprochant de la situation future. L'analyse de l'activité de travail en situation de référence a donc pour objectif de « *modéliser les conditions dans lesquelles sont les salariés au cours de leur activité de travail* » (Maline, 1994). Maline ajoute qu'il est alors possible d'anticiper les effets probables que « *certaines choix peuvent avoir sur les conditions*

*futures de réalisation des tâches et les contraintes qui risquent d'en découler pour les salariés et pour la production ».*

L'analyse de l'activité de travail en situation de référence permet alors d'identifier à la fois les « *structures invariantes de l'activité des opérateurs et les déterminants de cette organisation interne de l'activité* » (Daniellou & Garrigou, 1993) et « *les formes de variabilité susceptibles d'apparaître dans le futur système* » (Daniellou, 2004) qui permettront de déterminer les Situations d'Action Caractéristiques (SAC) futures probables, classes de situations que les opérateurs auront vraisemblablement à gérer dans le futur.

Par la suite, l'un des usages de ces SAC futures probables est la construction de scénarios de simulation. Ces situations de simulation, lieux de confrontation des connaissances et représentations des différents acteurs, permettent à la fois « *une exploration du champ des possibles et participent au processus de réduction d'incertitude* » (Béguin & Weill-Fassina, 1997).

Ces phases de simulation avec l'objet intermédiaire<sup>3</sup> élaboré collectivement permettent également de « *ramener le développement des usages en conception* » (Falzon, 2005).

Ces choix méthodologiques, participation des futurs utilisateurs et simulation de leur activité future, sont donc des supports à l'activité réflexive et soutiennent ainsi l'activité constructive, activité qui a lieu à travers l'activité productive du sujet et qui a pour objet le développement de ses ressources en vue de ses activités productives futures. Nous retenons donc ici la distinction que fait Pastré (2006) entre activité productive et activité constructive : « *en agissant, un sujet transforme le réel, mais en transformant le réel, il se transforme lui-même* ».

En effet, la confrontation des opérateurs à leur propre activité par l'analyse des situations de référence favorise la réflexion sur leur activité et son explicitation.

De même, les futurs utilisateurs, face à l'objet intermédiaire, vont pouvoir commencer à concevoir (ou reconcevoir), à conceptualiser (ou reconceptualiser) leur activité future. La phase de simulation permet un apprentissage chez l'utilisateur de l'activité future, il y a donc activité constructive, qui peut être facilitée par une phase de débriefing. Pastré (2006) dit qu'« *on apprend dans l'action et après l'action, quand on réfléchit à nos actions après coup* ».

Enfin, ces possibilités d'activité collective, permettant la construction de nouvelles compétences, sont autant de ressources pour la santé des individus et le développement des collectifs de travail (Caroly, 2010).

L'activité de conception vise donc « *la création d'espace de possibles (...) pour l'activité constructive en permettant et facilitant le développement, [par les utilisateurs], des objets, ressources et conditions de son activité* » (Folcher & Rabardel, 2004).

---

<sup>3</sup> Vinck (2009) décrit trois processus dont un objet intermédiaire serait le siège :

- La représentation : cet objet représente les acteurs qui l'ont conçu (leurs intentions, leurs pratiques, etc.) ainsi que l'objet à venir
- La traduction : l'objet intermédiaire est le lieu d'une transformation.
- La médiation : l'objet intermédiaire participe à la construction de compromis et de savoirs partagés entre les acteurs. Il supporte également la confrontation des points de vue.

### 4.2.3. Activité constructive et transformation des représentations

Cette activité constructive, qui vise à la construction, par les utilisateurs, de ressources pour leur activité future, est marquée par des processus de genèse instrumentale par lequel un artefact (l'objet en conception par exemple) devient un instrument pour le sujet lorsque celui-ci lui associe des schèmes d'utilisation<sup>4</sup>.

C'est en fait un double processus qui a lieu : instrumentation et instrumentalisation de l'artefact (Rabardel, 2005). L'instrumentation est un processus orienté vers le sujet, l'artefact devenant instrument par assimilation ou accommodation. L'instrumentalisation est quant à elle orientée vers l'artefact, par l'attribution de nouvelles fonctions à celui-ci par le sujet. Les genèses instrumentales participent donc au développement de l'artefact mais aussi du sujet par la transformation des invariants de l'activité que sont les schèmes.

Nous avons déjà évoqué précédemment que l'artefact en cours de conception n'était pas seulement matériel, il pouvait également être cognitif, psychologique ou sémiotique. Ces artefacts non matériels vont également devenir des instruments de l'activité des utilisateurs.

Lors d'un projet de conception collective, la confrontation des connaissances et des représentations et l'initialisation d'un espace de débat collectif sur les pratiques aboutiraient non seulement à des genèses instrumentales de l'objet en conception mais également à des genèses conceptuelles et identitaires pour les sujets participant au processus de conception. Les représentations doivent alors être à la fois matière première et produit de l'activité de conception.

## 4.3. Conception d'une démarche de prévention

Nous souhaitons maintenant nous centrer sur un projet de conception particulier, la conception d'une démarche de prévention du risque lié aux nanoparticules, objet de notre étude, et ce dans un contexte d'innovations et d'incertitudes.

### 4.3.1. Limites et évolution des approches classiques de la prévention des risques

De façon standard, dans le secteur industriel, la prévention des risques professionnels repose sur un système de management de la sécurité dont l'objectif est de prévenir les risques en matière de santé et de sécurité au travail par la mise en œuvre d'une démarche continue de progrès. Ces systèmes de management de la sécurité sont basés, en grande partie, sur des prescriptions (règles de sécurité, consignes, procédures, modes opératoires) qui « *tendent à prendre en charge l'activité des opérateurs pour réussir à orienter l'action* » (Mayen & Vidal-Gomel, 2004).

Ainsi, pour gérer les risques professionnels, l'opérateur doit appliquer « simplement » les règles de sécurité. En sous-estimant la variabilité des situations de travail et la fonction de régulation de l'opérateur (détection et récupération des erreurs, mise en place de stratégies individuelles ou collectives pour gérer l'activité, etc.), ces systèmes font appel à « *un modèle atrophié et atrophiant* » (Mayen & Vidal-Gomel, 2004) de l'homme au travail où « *la*

---

<sup>4</sup> Les schèmes, structures des conduites opératoires, résultent d'une construction propre du sujet, autonome et inscrit dans une communauté (Folcher & Rabardel, 2004). Un même schème peut être associé à des artefacts différents, c'est le processus d'assimilation. Confronté à une situation nouvelle, le sujet peut également adapter un schème maîtrisé, c'est le processus d'accommodation.

*dimension physique ou physiologique (est) principalement prise en compte (au détriment des) autres dimensions (cognitive, psychique, sociale) » (Garrigou, Peeters, Jackson, Sagory & Carballeda, 2004).*

Cette approche classique de la prévention amène souvent aux constats suivants (Mohammed-Brahim & Garrigou, 2009) :

- Les EPI sont rarement portés et les consignes de sécurité souvent contournées : les équipements de travail, les modes opératoires prévus pour travailler en sécurité, dans des situations de travail nominales, contraignent souvent l'activité de travail.
- Les procédures de sécurité sont souvent piégées par la réalité du travail.

De la même façon, d'autres études, dans des industries dites à risque, montrent que *« l'évitement des erreurs n'est pas une préoccupation centrale de l'opérateur, celui-ci maintenant un certain niveau de risque pour s'auto-organiser et s'autogérer » (Amalberti, 2004).*

En matière de prévention du risque chimique, le modèle dominant est le modèle par écrans (Mohammed-Brahim & Garrigou, 2009) :

- Ecran normatif par la définition de Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP).
- Ecran matériel par la mise en œuvre de protections collectives et individuelles, de consignes, etc.
- Ecran réglementaire par l'inaptitude médicale pour les personnes ne pouvant plus être exposées à des produits chimiques pour des raisons de santé.

Le même constat d'écart entre la démarche de prévention et les conditions de travail réelles des opérateurs semble indiquer que ce modèle, *« en limitant la prévention du risque chimique à la seule interposition d'écrans face aux dangers, s'interdit de fait de rechercher et d'agir sur les déterminants techniques, organisationnels et humains mêmes de ces dangers, et se prive de marges de manœuvres mobilisables pour une démarche intégrée de prévention du risque chimique » (Mohammed-Brahim & Garrigou, 2009).*

Cet état des lieux nous donne donc de nouvelles directions pour l'action (Amalberti, 2004) en mettant en évidence la nécessité de comprendre la gestion des arbitrages entre points de vue et directives contradictoires provenant de la hiérarchie et de la base. Ce constat d'écart, cette mise en visibilité des pratiques réelles permettrait ainsi *« une conscientisation des risques réels et une ouverture collective à l'acceptabilité ou non des pratiques quotidiennes » (Nascimento, 2009).*

Ces questions nous semblent également essentielles pour *« développer le pouvoir d'agir des travailleurs et leur permettre d'être réellement acteurs des démarches de prévention et de construction de leur santé » (Mohammed-Brahim & Garrigou, 2009).*

Ainsi, la place des opérateurs dans le processus de conception d'une démarche de prévention est à interroger. Les prescriptions sont en effet les produits d'un processus de conception et représentent une forme particulière d'instrument (Mayen & Vidal-Gomel, 2004 ; Cuvelier & Caroly, 2009).

Comme nous l'avons vu précédemment, les genèses instrumentales témoignent de l'appropriation par le sujet des artefacts conçus, qu'ils soient matériels, psychologiques ou prescriptifs. Par exemple, *« le choix de respecter les procédures suppose une connaissance des causes et des principes qui fondent les règles ainsi que de tous les éléments qui*

*permettent de comprendre les liens entre les différentes procédures »* (Cuvelier & Caroly, 2009). Les règles de sécurité sont alors « *la référence commune minimale, un moyen de faire confiance aux autres, mais aussi un moyen de se protéger des conséquences de leurs activités »* (Mayen & Vidal-Gomel, 2004).

Une approche collective et développementale de la prévention est donc à privilégier afin de favoriser l'appropriation des procédures et l'application de la prescription.

#### 4.3.2. Prévention et précaution

Cette approche développementale, qui permet un développement conjoint des situations et des personnes, paraît d'autant plus intéressante dans un contexte d'innovations et d'incertitudes et dans la recherche d'un compromis acceptable pour toutes les parties prenantes.

En effet, ces incertitudes sur les risques liés aux nanoparticules et leurs effets sur la santé affaiblissent la protection du salarié dans la mesure où il n'a plus recours au danger grave et imminent puisque le risque n'est pas avéré. De plus, dans ce contexte d'incertitudes scientifiques, le principe de précaution, initialement formulé pour prévenir les risques de dommages graves et irréversibles à l'environnement, est souvent invoqué comme un moyen de s'abstenir dans le doute.

Mais un tel usage du principe de précaution pervertit son objectif initial qui visait à se saisir de façon précoce des risques dont ni l'ampleur ni la probabilité d'occurrence ne pouvaient être calculés avec certitude, compte-tenu des connaissances du moment.

Ainsi, Chalas, Gilbert & Vinck (2009) nous rappellent que « *le principe de précaution se présente avant tout comme un principe d'action »* dont le but est de prendre en compte les « *conséquences inconnues ou inattendues de l'action innovatrice dans la définition même de cette action innovatrice »*.

Le principe de précaution est donc un processus interactif entre action et connaissance qui consiste :

- En premier lieu à chercher scientifiquement s'il existe ou non des risques liés à une activité.
- Ensuite, à évaluer tout aussi scientifiquement ces risques.
- Pour, enfin, décider collectivement et démocratiquement d'accepter ou non de s'y exposer.

« *Etre précautionneux, ce n'est pas éliminer le risque, c'est réduire l'inconnu ou l'inattendu attaché à l'innovation »* (Chalas, Gilbert & Vinck, 2009). Le principe de précaution mène donc à l'action et ne doit pas être un alibi pour les « anti-innovations ».

Mais le principe de précaution est aussi détourné de son but initial quand il est utilisé comme nouveau rempart contre l'incertitude. En effet, pour certains scientifiques, « *le fait même d'avoir mis en place de façon précoce des mesures de précaution semble pouvoir permettre d'anticiper le risque, voire de s'en prémunir »* (Liéval, 2009). Liéval précise également que les scientifiques tendent à réduire l'incertitude en ramenant la question d'un risque émergent à des risques connus et considérés comme maîtrisés. Dans le cas des nanoparticules, le risque chimique d'une part, le risque nucléaire d'autre part.

Le principe de précaution est ici alors utilisé comme un alibi pour les « pro-innovations ». Dans un cas, les précautions prises sont considérées comme largement suffisantes, sinon superflues, alors même que les risques ne sont pas précisément évalués. Dans l'autre cas, les scientifiques insistent sur l'existence d'une culture du risque ancienne, d'une maîtrise totale, d'un confinement des dangers (Liéval, 2009).

Nous devons donc être vigilants, à travers la conception d'une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules, afin d'éviter ces écueils liés à des usages erronés du principe de précaution. Enfin, pour permettre ce processus interactif entre action et connaissance, il est essentiel que le processus de conception prévoie « *un espace des formes possibles de l'activité future* » (Daniellou, 2004) tout en réduisant les incertitudes liées aux risques.

#### 4.3.3. Intégration des logiques : innovation et prévention

Il s'agit donc de profiter de cette dynamique collective pour construire progressivement la prévention de façon élargie dans le fonctionnement de l'entreprise (Caroly, 2010) et pour améliorer de façon durable sa performance globale.

En effet, « *cognitive cooperation among all stakeholders in the manufacturing process, from suppliers to managers and workers, becomes the new focal point that must be developed and supported to ensure excellent performance of the modular factory* » (Ericher & Massone, 2005). Mais les moyens mis en œuvre pour atteindre ces objectifs – système de suggestions d'améliorations, chantier Kaizen, « best practices » – ont plutôt tendance à contraindre l'organisation du travail par la standardisation des postes de travail et ne favorisent pas la prise en compte des différentes logiques de fonctionnement de l'entreprise (Caroly, Coutarel, Landry & Mary-Cheray, 2010).

Ces liens entre les différentes logiques de fonctionnement de l'entreprise (production, santé, sécurité, qualité, etc.) font pourtant l'objet de nombreux travaux de recherche. Par exemple, face à l'augmentation des Troubles Musculo-Squelettiques (TMS), pathologies plurifactorielles, l'intégration de la santé aux objectifs de performance de l'entreprise semble être une condition nécessaire à la prévention durable des TMS (Nahon & Arnaud, 2004 ; Caroly & al., 2010). De la même manière, Eklund (1995) ou Gonzalez, Adenso-Diaz & Gonzalez Torre (2003) mettent en évidence des liens entre qualité et ergonomie en démontrant comment les cercles d'amélioration continue de la qualité permettent d'améliorer les conditions de travail des opérateurs, et réciproquement, comment certaines transformations de situations de travail contribuent à l'amélioration des résultats qualité. L'amélioration de la performance globale d'une entreprise est possible s'il y a confrontation entre ses différentes logiques de fonctionnement, si par exemple, « *safety is treated as a corporate goal, on the same platform as productivity, quality and costs* » (Maudgalya, Genaidy & Shell, 2008).

Mais, malgré ces résultats, les logiques de santé et de prévention des risques sont mises en concurrence avec les autres logiques de l'entreprise (Nahon & Arnaud, 2004) et les acteurs éprouvent des difficultés à faire le lien entre ces différentes logiques. Les méthodologies ergonomiques doivent donc soutenir les acteurs à retrouver « *leurs capacités collectives d'analyse, de débat et d'action sur les situations* » (Daniellou, Simard & Boissières, 2010).

Des outils comme l'évaluation des actions de transformation ou la création de conditions à un débat sur l'activité, intégrant la confrontation entre les différentes logiques, aident les acteurs à tenir ces logiques ensemble (Caroly & al., 2010).

Dans le cadre de ce projet de conception d'une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules, nous souhaitons donc la présence des différentes logiques de fonctionnement de l'entreprise afin de rechercher des actions de prévention innovantes. La gestion des risques consistant en une recherche continue d'équilibre entre production, qualité, santé, prévention, maintenance, innovation, gestion, etc. (Weill-Fassina, Kouabenan & de la Garza, 2004), un compromis sera à trouver entre à la fois, « *maintenir ouvert le champ des possibles et rétablir un certain niveau d'indétermination et de plasticité des trajectoires de l'objet* » (Trompette & Blanco, 2009), et prévenir les risques en réduisant les incertitudes, autrement dit entre innovation et prévention.

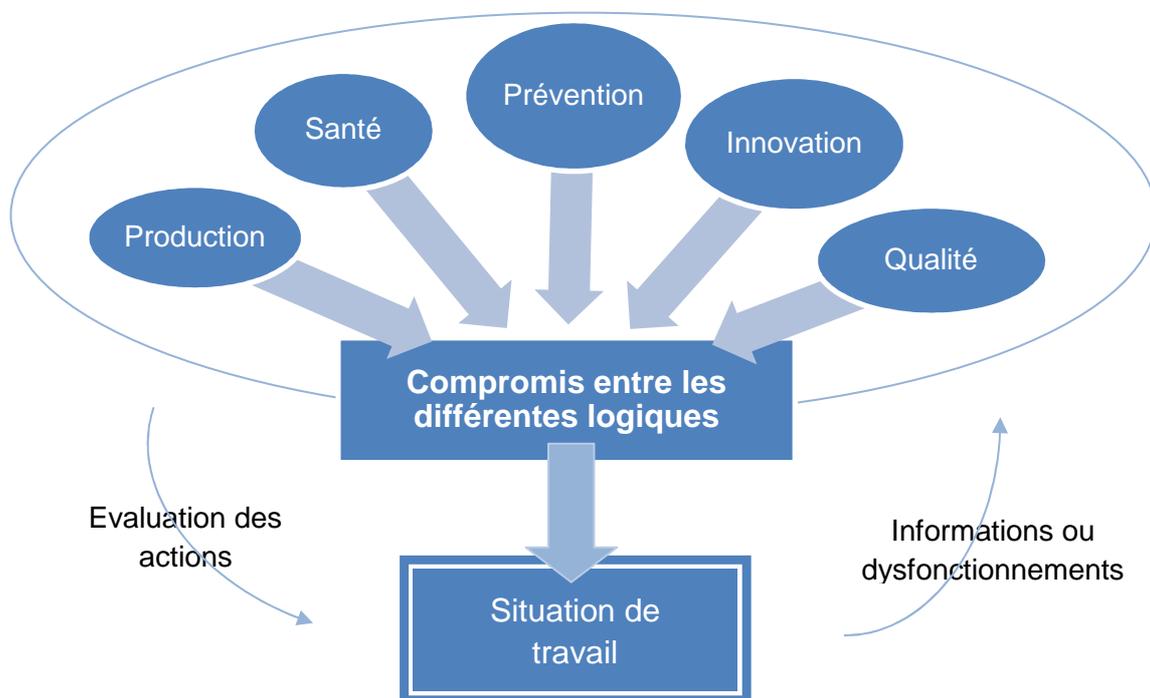


Fig. 5 : intégration des différentes logiques pour améliorer la performance globale (selon Caroly & al., 2010)

## 5. METHODOLOGIE

---

Nous présentons dans cette partie la méthodologie mise en place pour, d'une part, répondre à la demande – analyse des pratiques / évaluation des risques et mise en œuvre d'une démarche de prévention – et pour, d'autre part, confronter nos hypothèses de recherche sur les liens entre représentation et action et entre innovation et prévention.

Préalablement au démarrage de notre étude, une première présentation du programme de recherche et des possibilités d'accompagnement a été réalisée dans l'entreprise en mars 2010. Puis, en septembre 2010, une information a été faite au Comité d'Hygiène, de Sécurité et Conditions de Travail (CHSCT) afin de lui préciser les objectifs et la méthodologie retenue. Enfin, lors de notre première présence de trois jours consécutifs dans l'entreprise en novembre 2010, un rappel des modalités d'actions a été fait.

Une fois les acteurs informés du déroulement de l'étude, celle-ci s'est poursuivie.

### 5.1. Entretiens individuels

Dans un premier temps, nous avons réalisé des entretiens individuels avec différents acteurs de l'entreprise, l'objectif étant de construire notre compréhension de l'entreprise et de connaître le travail et les représentations des risques liés aux nanoparticules.

Cette première analyse qualitative des pratiques, effectuée auprès de :

- Acteurs opérationnels : laborantins, technicien et agent de maîtrise
- Acteurs décideurs : responsable études toxicologiques et écotoxicologiques, responsable DAPCO, responsable laboratoire partie humide et tests physiques, responsable laboratoire surfacage couchage, responsable division applications et fonctionnalités
- Acteurs de prévention : responsable sécurité, correspondants sécurité, membre et secrétaire du CHSCT, responsable Qualité Sécurité Environnement (QSE) RID, médecins du travail

nous a permis de réaliser un état des lieux de la situation actuelle : « histoire » des nanoparticules dans l'entreprise, mobilisation des acteurs autour de cette question, difficultés rencontrées dans la prévention du risque lié aux nanoparticules, etc.

Ces entretiens nous ont également donné la possibilité de recueillir des informations et des documents (module de formation, document unique d'évaluation des risques professionnels, politique sécurité, analyse des accidents, etc.) relatifs à la démarche globale de prévention des risques.

Les personnes à rencontrer ont été identifiées lors des premiers contacts avec l'entreprise et au fur et à mesure de la réalisation des entretiens. Nous souhaitons en effet interviewer une diversité d'acteurs (travailleurs, décideurs, managers, concepteurs et/ou spécialistes des nanoparticules, acteurs de la prévention) afin de confronter les différentes pratiques et représentations des risques liées aux nanoparticules.

Nous avons donc rencontré au total 16 personnes, chaque entretien durant environ une heure. Nous avons opté pour un enregistrement des entretiens (avec l'accord des personnes) avec une retranscription intégrale afin de faciliter leur analyse.

Personne	Activité principale	Age	Ancienneté
Agent de maîtrise	Partie humide	61 ans	38 ans
Technicienne (quittera le laboratoire au cours de l'intervention)	Partie humide	44 ans	21 ans
Laborantine Partie humide	Partie humide	39 ans	6 ans (16 ans dans l'entreprise)
Laborantine Tests physiques	Tests physiques	51 ans	27 ans (32 ans dans l'entreprise)

Tab. 2 : Caractéristiques des acteurs opérationnels

Acteur		Age	Ancienneté au poste
Acteur décideur	Resp. DAPCO	43 ans	19 ans
	Resp. partie humide et tests physiques	39 ans	4 ans
	Resp. surfacage-couchage	38 ans	10 ans
	Resp. études toxicologiques et écotoxicologiques	35 ans	4 ans
	Resp. Division applications et fonctionnalités	NC	21 ans
Acteur de prévention	Correspondante Sécurité	NC	7 ans
	Membre puis secrétaire du CHSCT	NC	23 ans
	Correspondante sécurité RID	53 ans	2 ans
	Resp. QSE RID	39 ans	2 ans
	Resp. sécurité	60 ans	9 ans
	1 <sup>er</sup> médecin du travail	NC	2 ans
	2 <sup>ème</sup> médecin du travail	NC	2 ans

Tab. 3 : Caractéristiques des acteurs décideurs et de prévention

Ces entretiens individuels étaient semi-directifs et réalisés à partir d'un guide d'entretien (annexe 2). Ce guide, élaboré au sein du programme de recherche, est commun à toutes les équipes de chercheurs participant à ce projet afin de permettre ensuite un partage de l'information recueillie. Parmi les thèmes abordés, les trajectoires professionnelles, le contexte de travail et le contenu des tâches, le modèle du risque lié aux nanoparticules, les modalités de prévention des autres risques, les relations au sein de l'équipe, avec la hiérarchie et les acteurs de prévention ont particulièrement retenu notre attention.

Ces entretiens ont enfin fait l'objet d'une restitution collective anonymisée en janvier 2011.

Dans un second temps, nous avons réalisé de nouveaux entretiens individuels suivant le même guide d'entretien avec certaines des personnes initialement rencontrées. Ces

entretiens, effectués environ sept mois après les premiers, avaient pour but d'identifier, dans le discours, des transformations des représentations du risque lié aux actions innovantes de prévention des nanoparticules et à la mobilisation de certains acteurs autour de cette question et de leurs pratiques.

Nous avons donc choisi de rencontrer les acteurs qui avaient été, durant ces sept mois, les plus impliqués dans notre étude. Neuf entretiens ont été réalisés, également enregistrés et retranscrits.

Acteur		Comité		1 <sup>er</sup> entretien	2 <sup>ème</sup> entretien
		Opérationnel	Experts		
Acteur opérationnel	Agent de maîtrise	oui	non	oui	oui
	Laborantine partie humide	non	non	oui	oui
	Laborantine tests physiques	non	non	oui	oui
	Technicienne partie humide	non	non	oui	oui
Acteur décideur	Resp. DAPCO	non	non	oui	non
	Resp. partie humide et tests physiques	oui	oui	oui	oui
	Resp. surfacage-couchage	non	non	oui	non
	Resp. études toxicologiques et écotoxicologiques	non	oui	oui	oui
	Resp. Division applications et fonctionnalités	non	oui	oui	non
Acteur de prévention	Correspondante Sécurité	non	non	oui	non
	Membre puis secrétaire du CHSCT	non	non	oui	oui
	Correspondante sécurité RID	non	non	oui	non
	Resp. QSE RID	non	oui	oui	oui
	Resp. sécurité	non	oui	oui	oui
	1 <sup>er</sup> médecin du travail	non	non	oui	non
	2 <sup>ème</sup> médecin du travail	non	oui	oui	oui

Tab. 4 : Personnes rencontrées en entretien

## 5.2. Observations de situations de travail

Parallèlement à ces entretiens individuels, nous avons souhaité comprendre l'activité de travail du laboratoire concerné en observant les salariés sur différentes manipulations. Ces observations avaient également pour objectif d'identifier les variabilités dans les pratiques professionnelles et de mettre en évidence les difficultés rencontrées par les salariés dans leur activité de travail au quotidien.

### 5.2.1. Observations d'expérimentations

En premier lieu, nous avons été amenés à observer une situation expérimentale avec manipulation de nanoparticules (particules de TiO<sub>2</sub> enrobées dans des nanoparticules de

CaCO<sub>3</sub>), à l'initiative de l'entreprise, au début de notre accompagnement en novembre 2010. Cette situation expérimentale a également été filmée.

Un débriefing collectif de cette expérimentation a ensuite été réalisé avec l'ensemble des personnes présentes lors de l'observation : personnels et responsable du laboratoire, correspondant sécurité, membre du CHSCT, ce débriefing s'apparentant à de l'auto-confrontation collective, à partir de nos prises de notes.

Pour cette situation expérimentale, et en présence de nombreux observateurs, les personnels du laboratoire se sont mis eux-mêmes dans une situation difficile et non anticipée d'exposition aux nanoparticules. Ainsi, bien que nous n'étions pas dans des conditions réelles de manipulation, cette expérimentation nous a permis d'éclairer leurs premières difficultés de manipulation de nanoparticules et leurs questions vis-à-vis de leur manipulation future.

Nous avons observé une seconde situation expérimentale, en juin 2011, en fin de notre accompagnement, dans les mêmes conditions mais sans manipulation de nanoparticules, afin d'évaluer les améliorations apportées et identifier les difficultés subsistantes. Cette expérimentation n'a quant à elle pas été filmée pour des raisons pratiques.

### 5.2.2. Observations de situations de travail quotidiennes

L'observation ouverte de ces situations expérimentales nous a permis de rechercher les situations existantes, dites « situations de référence » auxquelles sont confrontés quotidiennement les salariés du laboratoire et dont l'analyse serait pertinente pour envisager les conditions de l'activité future avec nanoparticules.

Six situations de référence ont été identifiées :

- Préparation du « slurry » (c'est-à-dire du mélange des produits rentrant dans la composition du papier)
- Mesure du potentiel zéta
- Fixation de l'amidon
- Egouttage
- Elaboration des formettes de papier
- Réalisation des tests physiques

Nous avons donc réalisé des observations systématiques de ces six phases d'activité (20h d'observations, 4,5 jours en entreprise) afin de détecter les sources de diversité et de variabilité à prendre en compte dans l'activité future. Les quatre personnes du laboratoire ont été observées afin de repérer des éventuelles variabilités dans les pratiques en fonction de l'âge, de l'ancienneté ou de la formation.

Les observations systématiques de l'activité de travail actuelle avaient pour objectif d'anticiper les effets des transformations des situations de travail sur celle-ci. Il s'agissait alors d'identifier les « *situations d'action caractéristiques futures probables, classes de situations que les opérateurs auront vraisemblablement à gérer dans le futur* » (Daniellou, 2004) afin de les prendre en compte lors de la définition des mesures de prévention liées aux nanoparticules.

L'observation des situations expérimentales nous a également permis de commencer à identifier les pratiques en termes de manipulation et de prévention, les phases d'activité les

plus à risque ainsi que les premières difficultés rencontrées lors de la manipulation des nanoparticules. Les observables suivants ont donc été choisis afin d'analyser ceci plus précisément :

- Description précise des activités réalisées : quoi ? comment ? avec quel matériel ? quels Equipements de Protection Individuelle (EPI) ?
- Gestes et postures
- Déplacements
- Communication, interaction avec les autres personnes du laboratoire ou avec l'extérieur

Pour des raisons pratiques de mise en œuvre, ces observations n'ont pas été filmées. Elles ont fait l'objet de prises de notes papier-crayon suffisamment importantes pour le traitement descriptif prévu par la suite.

### **5.3. Analyse des données**

Le traitement des données a donné lieu aux deux étapes suivantes :

- L'analyse qualitative des entretiens
- L'analyse descriptive des observations systématiques

#### **5.3.1. Analyse des entretiens individuels**

L'objectif des entretiens était de comprendre le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise en matière de prévention des risques mais également de connaître la façon dont chaque acteur se représentait les risques liés aux nanoparticules.

Les 25 entretiens réalisés ont donc été analysés qualitativement, à partir de leurs retranscriptions, et en fonction des thèmes et sous-thèmes suivants :

- Histoire de l'entreprise : changement d'acteurs (direction, CHSCT, médecin du travail), management, climat social, politique
- Prévention des risques et prévention du risque chimique : système de management, analyse des risques, actions de formation et de sensibilisation à la sécurité
- Histoire des nanoparticules dans l'entreprise : enjeux commerciaux, expérimentation, prise en charge de la problématique
- Représentations du risque lié aux nanoparticules : échelle de risque, possibilités d'action, représentation par rapport aux autres risques
- Mobilisation, rôle des acteurs en matière de prévention des risques et interaction

#### **5.3.2. Analyse des observations**

Les observations systématiques ont été traitées de manière descriptive. Elles ont également été enrichies par des entretiens avec les salariés observés.

Cinq entretiens d'auto-confrontation simple ont donc été réalisés à partir des traces écrites des observations des situations de référence.

Les objectifs de ces entretiens d'auto-confrontation étaient les suivants :

- Valider avec les salariés les observations faites et mieux comprendre les stratégies mises en œuvre.
- Evoquer ensemble les difficultés rencontrées et les moyens mis en œuvre pour les surmonter.
- Envisager l'activité future avec nanoparticules.
- Et ainsi mobiliser les acteurs opérationnels pour qu'ils soient force de proposition dans les ajustements qui seront nécessaires pour la manipulation de nanoparticules.

Ces entretiens ont également été enregistrés et retranscrits (annexe 3).

#### **5.4. Discussion collective sur les propositions et simulation sur plan**

Suite à l'analyse des observations systématiques des situations de référence, nous avons organisé une séance collective de travail visant à confronter les différentes propositions de solutions de prévention identifiées par les salariés du laboratoire lors des entretiens d'auto-confrontation simple.

Afin de soutenir ce travail collectif des acteurs opérationnels, nous leur avons présenté une synthèse des propositions de solutions de prévention émises autour de 4 axes :

- Espace de travail
- Manipulation
- Formation et information
- EPI

A propos des espaces de travail et de leur réaménagement possible et afin de les aider à se projeter, nous leur avons proposé un plan représentant la situation actuelle du laboratoire.

Cette projection dans le futur a été l'occasion de nombreux échanges entre les acteurs opérationnels, d'une riche « simulation langagière » afin d'évaluer les différentes propositions de solutions de prévention et leurs conséquences sur leur activité de travail future.

Une fois ces propositions de solutions définies et validées par les acteurs opérationnels, elles ont été présentées à leur hiérarchie ainsi qu'au comité d'experts pour validation et enrichissement.

Le réaménagement des espaces de travail s'est ensuite fait rapidement, les modifications ne nécessitant pas d'investissements importants.

## 6. RESULTATS

---

Cette partie présente l'analyse des données issues des entretiens individuels et du travail de définition de mesures de prévention du risque lié aux nanoparticules, réalisé à partir de l'observation de situations de référence.

Pour exposer ces résultats, nous avons choisi de respecter la chronologie de l'intervention afin d'aisément mettre en évidence les transformations à la fois des représentations et de l'engagement des différents acteurs participant à ce projet.

Nous signalons également ici que notre accompagnement a été marqué par des changements dans les acteurs de l'entreprise créant ainsi des incertitudes quant au dialogue social et à la suite de notre intervention :

- Plusieurs démissions ont eu lieu au sein du CHSCT dont le secrétaire du CHSCT. Le membre du CHSCT participant à notre projet est devenu lui-même, au cours de notre intervention, secrétaire du CHSCT, semblant garantir une issue favorable à notre travail.
- Le médecin du travail, rencontré initialement, a également quitté l'entreprise et a été remplacé, dans notre projet, par un médecin du travail déjà présent dans l'entreprise mais ne connaissant pas la problématique. Des relations conflictuelles nous sont apparues au fil de l'intervention entre ce médecin et l'ancien médecin du travail et entre ce médecin et le responsable sécurité.
- Enfin, un salarié du laboratoire a quitté ce laboratoire pour rejoindre un autre laboratoire de l'entreprise.

### 6.1. La première session d'entretiens individuels

Les premiers entretiens individuels réalisés nous ont apporté des connaissances sur le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise et nous ont permis d'identifier les dimensions influençant les représentations du risque liés aux nanoparticules.

#### 6.1.1. Des représentations sociales du risque divergentes

Ces entretiens nous ont offert la possibilité de mieux comprendre la situation de blocage dans laquelle nous arrivions.

En effet, l'analyse des entretiens nous a permis de mettre en évidence des convergences et divergences de positionnement des différents acteurs vis-à-vis des risques liés aux nanoparticules entre :

- Précaution

Les acteurs de l'entreprise qui sont à proximité des nanoparticules, qui sont susceptibles d'être exposés à ce risque, adoptent une stratégie basée sur la précaution. Ils ressentent des craintes, des inquiétudes qui les amènent à une situation de blocage envers la manipulation de ces particules :

« Les nanos, tant qu'on ne sait pas, il vaut mieux s'en méfier » (agent de maîtrise).

« On s'inquiétait pour notre santé. (...) On a toujours peur de ce qu'on ne connaît pas » (technicienne).

« Les nanos, c'est l'amiante de demain » (agent de maîtrise).

« Y'en a partout soi disant, c'est inquiétant, je ne savais pas » (laborantine).

« Quand on manipule des choses nouvelles, on se pose des questions. Plus le tapage qu'on a fait là-dessus, y'a tellement de controverse, y'a beaucoup de gens qui se contredisent » (agent de maîtrise).

« Pour moi, les nanoparticules, c'est proche de l'amiante ou de la silicose dans les mines ici » (correspondante sécurité).

De plus, ces craintes sont partagées collectivement au sein de l'équipe de travail du laboratoire et relayées par les partenaires sociaux. Le souci de l'autre dans la gestion du risque est très présent :

« J'ai peur pour les gens qui devraient en manipuler de façon permanente, en grosse quantité » (agent de maîtrise).

« Je suis prudente, on n'a pas tout le recul derrière. Le borax aujourd'hui il est CMR<sup>5</sup>, c'est dangereux, les nanos on ne sait pas » (laborantine).

« On se soucie des uns des autres » (technicienne).

« Il est hors de question qu'on signe un chèque en blanc » (membre puis secrétaire du CHSCT).

Cette situation de blocage apparaît également provenir d'une sensibilisation individuelle issue d'évènements antérieurs, dans leurs trajectoires personnelles ou professionnelles. Certains acteurs opérationnels ont effectivement une connaissance précise de leurs droits et de la réglementation liés au travail :

« J'ai eu un accident dû à l'huile, c'est vachement traitre, cela provoque des allergies mais longtemps après » (agent de maîtrise).

« Y'a 41 ans, mon père est décédé de la silicose, je suis plus sensibilisé à ça » (agent de maîtrise).

« Je n'ai pas eu d'accident du travail mais j'ai eu un souci au travail. Un collègue était en train de manipuler des produits sous la sorbonne et j'ai été intoxiquée. Je suis sensible aux odeurs, je ne me suis pas sentie bien » (laborantine).

« Ça fait 40 ans que je suis asthmatique, j'ai toujours été allergique à la poussière, aux acariens » (laborantine).

Nous constatons que leurs craintes vis-à-vis de la manipulation des nanoparticules perdurent malgré les résultats des mesures réalisées par l'INRS et un autre laboratoire, à la fois à travers des expériences de formation d'aérosols et des manipulations de papiers dans

---

<sup>5</sup> CMR : Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique

lesquels a été introduit le produit nanostructuré, soit dans la masse, soit par couchage. Tous les résultats montrent que la quantité de nanoparticules émises varie entre 0,1 et 10 nanoparticules/cm<sup>3</sup> d'air et concluent à un risque faible d'inhalation de nanoparticules<sup>6</sup>.

- Et prévention

Les acteurs qui se positionnent du côté de la prévention privilégient l'approche « au cas par cas » des nanoparticules et souhaitent des mesures de prévention adaptées à chacune d'entre elles.

« D'autres précautions seraient à prendre pour d'autres molécules de structure différente » (resp. laboratoire partie humide et tests physiques).

« Il faut adapter au risque réel » (resp. laboratoire surfaçage couchage).

Certains négligent même ce risque par rapport à d'autres risques, cette « banalisation » accentuant le conflit de logiques entre les différents acteurs de l'entreprise.

« Y'a des nanos qu'on trouve dans la nature et on vit avec » (resp. DAPCO).

« Les nanos sont plus ou moins toxiques, on en fait tout un pataquès, le volcan qui crache, il crache des nanos et en quantité phénoménale » (resp. sécurité).

Mais certains acteurs décideurs font tout de même part de leurs inquiétudes face aux incertitudes liées à ce risque complexe :

« Difficile parce que la particule a tendance à changer de propriétés dans le milieu dans lequel elle se trouve. (...) On est dans le flou total, c'est la période où on se pose des questions mais on n'a pas de réponse » (resp. études toxicologiques et écotoxicologiques).

Ces représentations sociales du risque lié aux nanoparticules orientent donc les comportements et attitudes des acteurs concernés. L'identification de divergences dans ces représentations nous permet déjà de comprendre la situation de blocage entre des acteurs opérationnels qui refusent de manipuler les nanoparticules par crainte pour leur santé et des acteurs décideurs qui essaient de dédramatiser ou de banaliser les risques liés aux nanoparticules. Ces différences de représentations constituent un frein à la construction collective d'une démarche de prévention.

---

<sup>6</sup> L'ordre de grandeur de la quantité de nanoparticules présentes dans l'air d'un bureau urbain oscille entre 3000 et 15000 nanoparticules/cm<sup>3</sup> d'air.



Fig. 6 : Convergences et divergences de représentations du risque

### 6.1.2. Des éléments de restitution comme objets intermédiaires

Ces entretiens nous ont également permis de reconstituer l'histoire de l'entreprise (changements d'acteurs, prévention des risques, management) que nous avons mise en discussion avec l'arrivée des nanoparticules dans l'entreprise et les essais de structuration d'une démarche de prévention (annexe 4).

Nous mettons ainsi en évidence que, depuis 2007, des expérimentations avec nanoparticules ont lieu dans un autre laboratoire du DAPCO, le laboratoire surfacage/couchage. Ces expérimentations sont abandonnées soit parce que ne répondant pas aux demandes des clients soit pour des craintes exprimées par les salariés et remontées au médecin du travail ou au CHSCT.

Ces premières expérimentations n'ont pas donné lieu, au niveau de l'entreprise, à une réflexion relative à la prévention des nanoparticules et ce n'est qu'en 2009-2010, suite au refus de manipulation des nanoparticules par les salariés du laboratoire partie humide et tests physiques, qu'une démarche de prévention commence à se structurer sous l'impulsion du département RID.

Dans les cinq dernières années, le climat social s'est dégradé entre direction et partenaires sociaux. Nous retrouvons cette tension entre le management et les salariés du laboratoire : les salariés ne font plus confiance à leur hiérarchie et la communication est difficile.

« Depuis 2005, on est passé d'une entreprise familiale à une multinationale » (membre puis secrétaire du CHSCT).

Des changements fréquents d'acteurs au sein du CHSCT et de la médecine du travail sont également observés. Cela fragilise la pérennité des actions de prévention en matière de sécurité et de santé au travail.

Nous comprenons enfin que le service sécurité lui-même est en difficulté : le document unique d'évaluation des risques professionnels n'a pas été mis à jour depuis 2005 alors que la réglementation impose une mise à jour au moins annuelle. De plus, l'analyse du risque chimique, initialisée en 2005, est réalisée par des stagiaires et n'est pas achevée à ce jour. Le service sécurité est donc en cours de restructuration avec la mise en place d'un correspondant sécurité dédié par département. Il n'est pas très impliqué dans la problématique liée aux nanoparticules.

« Chacun doit apporter son expertise » (resp. études toxicologiques et écotoxicologiques).

« Nous on n'est pas chimiste, on n'est pas compétent, il faut savoir rester à sa place » (resp. sécurité).

« Certaines personnes sont peu impliquées par rapport au sujet. Y'a beaucoup de personnes pour qui ça reste : « c'est à eux de se débrouiller ». Ils veulent des résultats mais ils ne veulent pas s'impliquer » (resp. labo partie humide et tests physiques).

Nous avons donc souhaité construire un schéma d'interaction et de mobilisation des acteurs autour de la question des nanoparticules afin d'éclairer les acteurs sur les raisons de cette situation de blocage et de leurs difficultés à s'engager dans l'action.

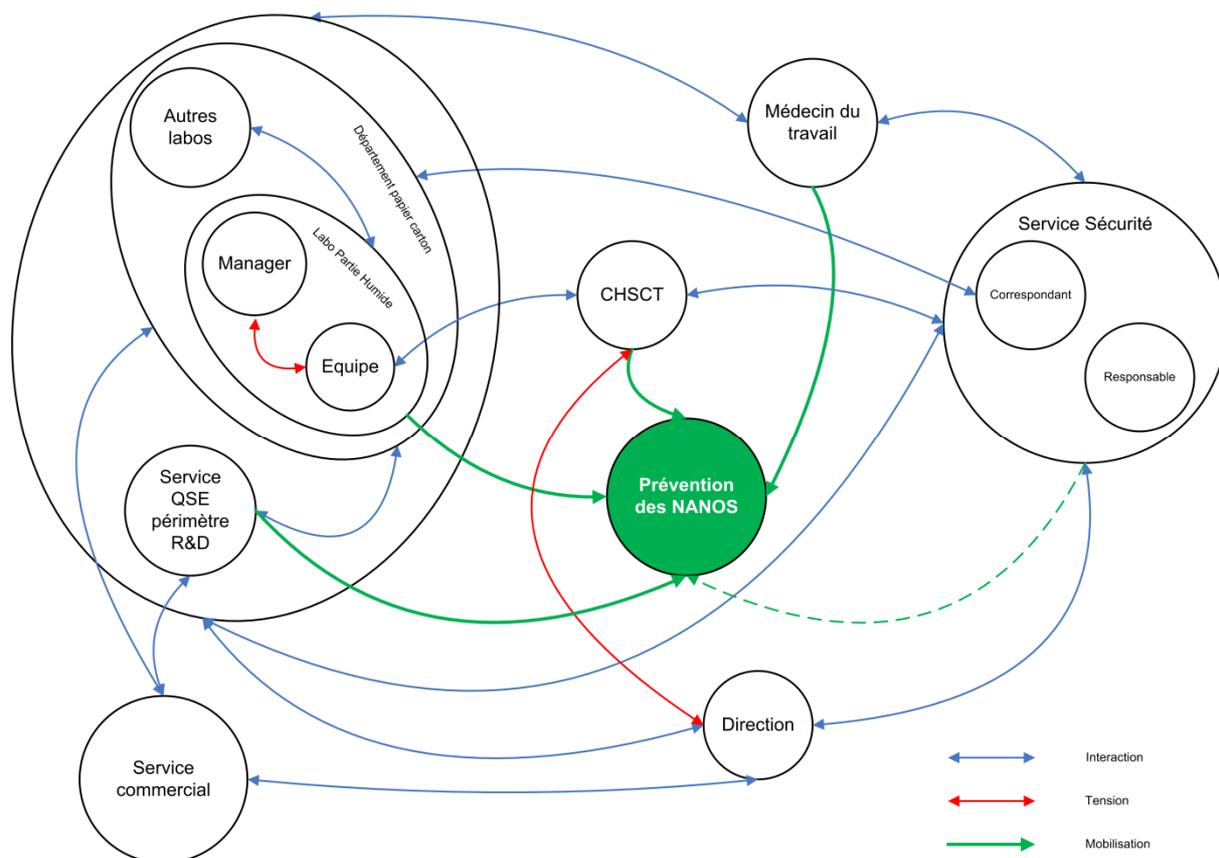


Fig. 7 : Schéma d'interaction et de mobilisation autour de la question des nanoparticules

Ces trois éléments :

- Convergences et divergences des représentations
- Analyse rétrospective
- Et schéma d'interaction

ont été ainsi présentés aux acteurs rencontrés en entretien lors d'une réunion de restitution en janvier 2011 et nous ont apporté d'autres résultats significatifs.

Nous considérons en effet ces éléments de travail comme des « objets intermédiaires » puisque les acteurs s'en sont saisis comme aide à la construction sociale de leur projet de prévention des risques liés aux nanoparticules par :

- La clarification du périmètre de notre intervention.
- La mise en place d'un comité d'experts interne dont l'objectif est de structurer et formaliser une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules.
- La mise en place d'un comité opérationnel dont la mission est de proposer au comité d'experts des solutions de prévention.
- Des premières évolutions dans leurs représentations du risque : déjà, à ce stade de notre accompagnement, alors même que le travail de définition de mesures de prévention, à partir des observations de situations de référence et de la simulation de l'activité future, n'est pas commencé, les acteurs s'orientent vers une approche globale, vers une démarche de prévention intégrée, non seulement aux logiques de fonctionnement de l'entreprise mais également aux pratiques professionnelles des différents acteurs.

Ici, le choix est fait, par les acteurs décideurs de l'entreprise, d'initialiser la structuration d'une démarche de prévention à partir d'un projet pilote (manipulation de particules de  $\text{TiO}_2$  enrobées dans des nanoparticules de  $\text{CaCO}_3$  au sein du laboratoire partie humide).

Certains membres du laboratoire expriment quant à eux le souhait de mesures de prévention adaptées au risque et non contraignantes.

Cette étape de restitution a permis de mettre en débat les enjeux et objectifs de chacun autour de cette question des nanoparticules. Les acteurs décideurs prennent conscience de l'absence et donc de la nécessité d'une cellule de pilotage interne. Les acteurs opérationnels quant à eux, par le centrage sur leur activité de travail, se mobilisent peu à peu vers des solutions concrètes de prévention.

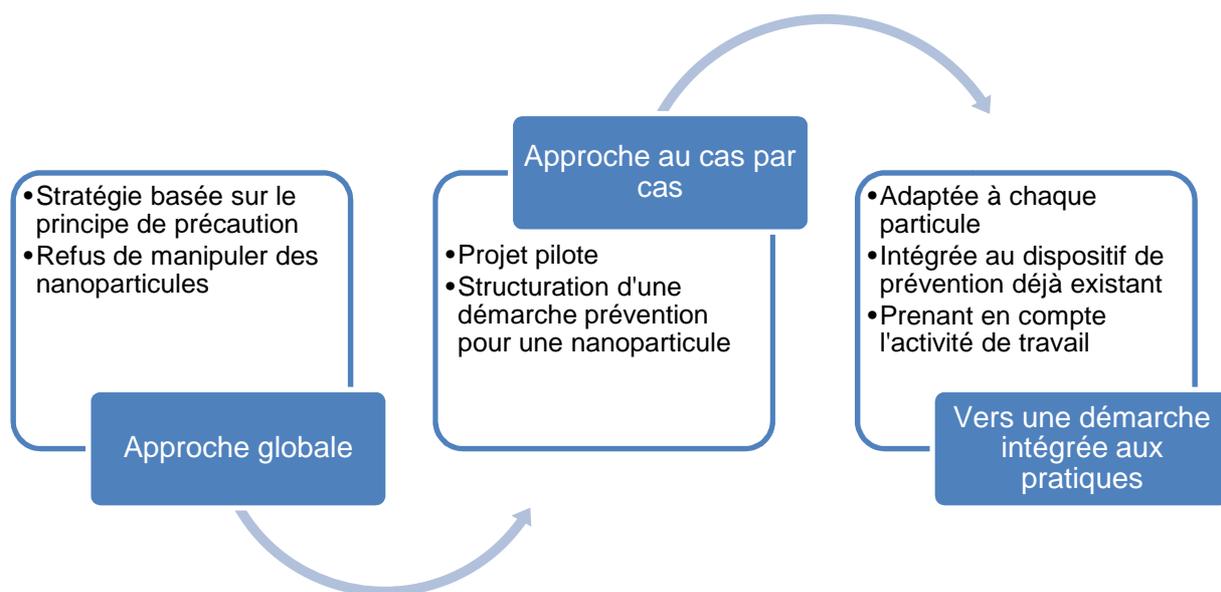


Fig. 8 : Evolution des approches autour des nanoparticules

Cette étape a été déterminante, l'initialisation de la structuration d'une démarche de prévention favorisant la transition d'une position initiale de conflit à la construction d'un espace possible de débat collectif sur l'activité réelle de travail et ses enjeux dans une prévention intégrée aux autres logiques de fonctionnement de l'entreprise.

## 6.2. Le travail de conception de mesures de prévention

Cette première restitution nous a donc donné la possibilité d'initier le travail de définition des mesures de prévention des risques liés aux nanoparticules. Ce travail de conception, en lien avec l'activité réelle, avait pour objectif d'apporter de nouvelles connaissances sur les nanoparticules et sur les dispositifs de prévention des risques, et ce afin de transformer les représentations des acteurs.

L'activité principale de ce laboratoire est de réaliser des essais physico-chimiques afin de caractériser (cohésion, ionicité, viscosité, pH, imprimabilité, porosité, résistance, opacité, temps d'égouttage, fixation, etc.) les papiers produits à partir d'une préparation composée de pâte à papier, d'amidon et de différents adjuvants (ici, produit contenant des nanoparticules). Ses études proviennent soit de clients externes, des papetiers, soit d'une demande interne.

### 6.2.1. Les observations des situations de référence

Comme déjà évoqué précédemment, une première expérimentation réelle avec nanoparticules nous a apporté des données utiles. Les personnels du laboratoire se sont en effet mis eux-mêmes dans une situation difficile et non anticipée d'exposition aux nanoparticules, qui a permis de mettre en évidence leurs difficultés et questions vis-à-vis de leur manipulation future :

- Est-ce qu'on fait comme d'habitude ou faut-il changer nos pratiques ?

- Quels sont les matériels adaptés (éprouvette) ?
- Comment mettre le masque ?
- Comment gérer les éventuelles perturbations (éclaboussures, dysfonctionnement agitateur magnétique, déplacements) ?
- Que faire des déchets ?
- Qu'est-ce qu'un bon nettoyage (verrerie, plan de travail) ?

Ces difficultés nous ont ainsi donné quelques orientations pour l'observation des situations de référence identifiées avec les salariés du laboratoire.

Cette expérimentation s'est accompagnée également d'une première transformation dans leurs pratiques quotidiennes (sans nanoparticules) : l'éprouvette sera par la suite remplacée par une fiole jaugée avec bouchon lors des préparations de mélanges.

Lors du débriefing qui a suivi cette expérimentation, nous avons aussi identifié un mode de fonctionnement prégnant dans l'entreprise : l'approche experte. Les acteurs décideurs ou de prévention portent des jugements assez sévères sur les façons de travailler des salariés alors que ceux-ci ne sont pas dans les conditions réelles de manipulation.

« Des erreurs fondamentales dans ce que vous avez fait » (membre puis secrétaire du CHSCT).  
 « Ce matin, c'était un gag » (correspondante sécurité).

Ces critiques peuvent être mal perçues par les membres du laboratoire qui se retrouvent alors dans une position défensive par rapport à leurs pratiques quotidiennes. Cette expérimentation nous a donc confortés dans notre stratégie d'intervention basée sur l'analyse et la compréhension de l'activité de travail du laboratoire.

Nos observations systématiques des six situations de référence identifiées nous ont permis de mettre en évidence :

- Des différences de pratiques, de gestes professionnels entre les salariés du laboratoire. Ces observations nous permettront d'éclairer le débat collectif sur les modes opératoires lors du débriefing après la seconde expérimentation.

Effectivement, le salarié observé lors de la préparation du slurry pèse la poudre sur un morceau de carton, puis verse la poudre déposée sur le carton dans la fiole jaugée à l'aide d'un entonnoir. Pour les observateurs, cette façon de procéder semble risquée, de la poudre pouvant tomber à côté de la fiole. De plus, nous constatons qu'une certaine quantité de poudre reste accrochée sur le carton.

Lorsque nous avons observé cette même opération dans les situations quotidiennes de manipulation, nous avons repéré d'autres pratiques. Un salarié avait pesé la poudre sur une feuille de papier et versé ensuite cette poudre dans une fiole jaugée à l'aide d'un entonnoir tandis qu'un autre avait pesé la poudre directement dans la fiole jaugée.

Nos observations leur donnent donc les moyens de débattre collectivement de leur travail.

- De fortes interactions entre les salariés du laboratoire et avec l'extérieur. De nombreux échanges informels ont lieu entre les membres du laboratoire à propos des études qu'ils réalisent, des manipulations, des actualités de l'entreprise, etc. Ils reçoivent également régulièrement de la visite, des personnes venant simplement

leur dire bonjour, emprunter du matériel, déposer des produits pour des études, etc. La femme de ménage est présente systématiquement tous les matins.

- Des écarts avec les modes opératoires préconisés et rédigés par les salariés du laboratoire, surtout dans le port des EPI.
- Des déplacements importants du fait de la configuration des locaux, essentiellement entre le lieu de la manipulation et les éviers.

La prise en compte de ces observations dans la conception d'une démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules sera essentielle à la fois pour ne pas empêcher l'activité de travail, mais plutôt la favoriser, et pour mieux prévenir certains risques.

### 6.2.2. La simulation de l'activité future

La simulation de l'activité future s'est effectuée en deux étapes.

Tout d'abord, nous avons réalisé des entretiens d'auto-confrontation simple qui avaient pour objectif, à partir de la description de leur activité de travail, de mobiliser les salariés du laboratoire afin qu'ils envisagent l'activité future avec nanoparticules et les ajustements nécessaires à leur manipulation.

Cette étape réflexive sur leurs activités et les conditions dans lesquelles ces activités se déroulent favorise la prise de conscience des difficultés qu'ils rencontrent au quotidien et des ressources dont ils disposent pour surmonter ces difficultés.

Cette première phase de projection dans l'activité future avec nanoparticules leur permet également de repérer une phase potentiellement plus à risque que les autres, la phase de préparation du slurry, où le produit nanoparticulaire pourrait être sous forme de poudre alors que pour les autres manipulations, il sera en phase liquide et fortement dilué.

Les salariés s'orientent donc peu à peu vers une stratégie basée sur une prévention adaptée au risque plutôt qu'une stratégie basée sur la précaution extrême.

Les quatre acteurs opérationnels ont les moyens par notre intervention de pouvoir émettre des propositions de solutions de prévention concrètes et rapides à mettre en œuvre. Ces propositions de solutions permettent également d'ouvrir le périmètre de notre travail puisque ces mesures amélioreraient aussi les conditions de travail des salariés et la prévention des risques professionnels dans leur ensemble.

Thème	Propositions de solutions de prévention
Espace de travail	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gain de place sur les paillasses               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulateur</li> <li>• Bureau de C</li> </ul> </li> <li>• Manipulation du produit près de la sorbonne (espace délimité)</li> <li>• Limitation des déplacements</li> </ul>
Manipulation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sous la sorbonne               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparation slurry, matière sèche</li> </ul> </li> <li>• Pot twist off fermé</li> <li>• Barreaux aimantés neufs</li> <li>• Pot inox 500mL poste d'agitation fixation</li> <li>• Nettoyage par voie humide</li> </ul>

Thème	Propositions de solutions de prévention
Formation et Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation personnel labo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habillage/déshabillage</li> </ul> </li> <li>• Formation personnel de ménage</li> <li>• Information par affichage lors des manipulations</li> <li>• Information personnel de maintenance</li> </ul>
EPI	<p>A adapter en fonction de l'exposition et des différentes phases de manipulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masque</li> <li>• Gants</li> <li>• Lunettes</li> <li>• Blouse et surblouse</li> </ul>

Tab. 5 : Propositions de solutions concrètes de prévention

Nous nous sommes donc appuyés sur ces propositions de solutions pour la seconde étape de simulation de l'activité future, le travail collectif sur plan.

Il s'agissait de confronter collectivement ces propositions de solutions individuelles. Les acteurs opérationnels, réunis à cette occasion, ont ainsi pu échanger sur les propositions de solutions qui avaient été émises lors des entretiens d'auto-confrontation simple.

Cette réunion collective a permis de renforcer le collectif de travail puisque toutes les solutions de prévention proposées par les uns ont été validées par les autres. Ils ont pu partager une représentation commune de la situation future avec nanoparticules et des moyens à mettre en œuvre pour s'en protéger.

Ces propositions de solutions ont par la suite été présentées et validées par le comité opérationnel et le comité d'experts. Cette étape de validation a conduit à valoriser le travail réalisé par les acteurs opérationnels à la fois dans la recherche de solutions concrètes de prévention et sur leurs représentations du risque lié aux nanoparticules.

Cette simulation de l'activité future, lors des entretiens d'auto-confrontation simple et du travail collectif sur plan, a contribué à une transformation des représentations des acteurs opérationnels : d'une représentation « générale » des risques liés aux nanoparticules à une représentation en lien avec leur activité de travail, incluant leur quotidien. Ils ont également pris conscience qu'ils avaient les ressources nécessaires pour mettre en œuvre des mesures de prévention afin d'envisager l'activité future plus sereinement, alors même qu'il reste des incertitudes.

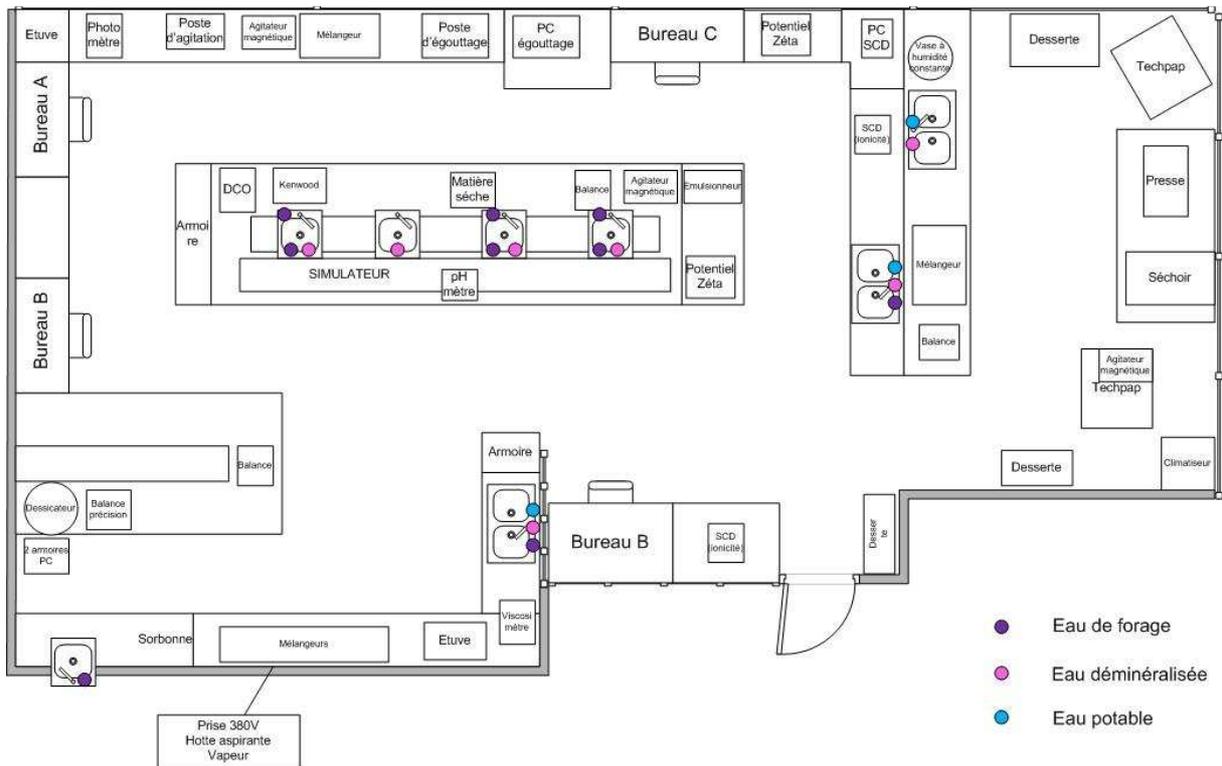


Fig. 9 : Plan du laboratoire – situation initiale

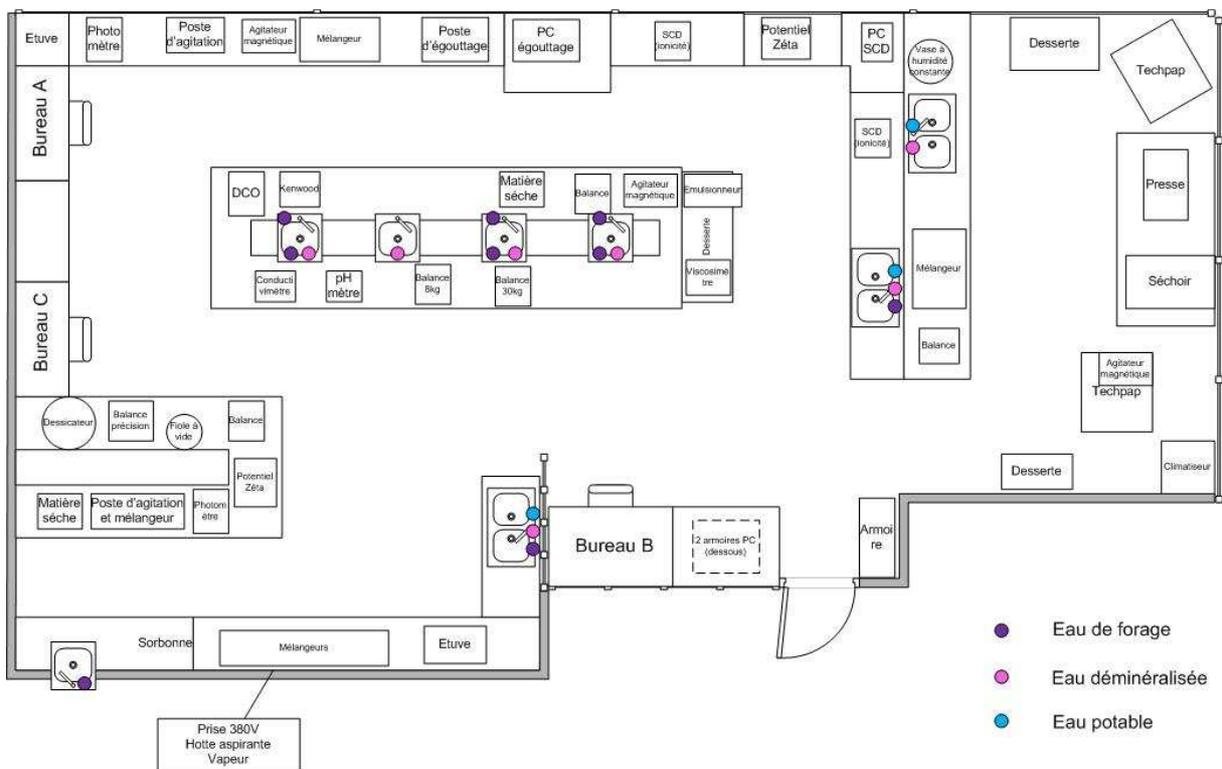


Fig. 10 : Plan du laboratoire – situation envisagée

### 6.2.3. Le réaménagement des espaces de travail

La dernière étape de ce travail de définition de mesures de prévention du risque lié aux nanoparticules est la mise en œuvre du réaménagement du laboratoire envisagé par les acteurs opérationnels (fig. 9 et 10).

En particulier ce réaménagement permet :

- Un gain de place sur les paillasse rendu possible par l'enlèvement du « simulateur », machine qui reproduisait toutes les étapes de production du papier mais qui n'avait pas été utilisée depuis 2007.  
La suppression de ce simulateur a également eu comme conséquence imprévue une amélioration de l'éclairage du laboratoire par lumière naturelle : en effet, le simulateur faisait auparavant écran à cette lumière naturelle.
- Une séparation entre les espaces bureautiques et les espaces de manipulation, permettant de limiter les pollutions éventuelles sur le matériel informatique.
- La création d'un espace « dédié » à la manipulation des nanoparticules auprès de la sorbonne. Tous les essais pourront être réalisés dans cet espace à l'exception de l'égouttage et de l'élaboration des formettes de papier, ceci afin de limiter les déplacements avec des solutions contenant des nanoparticules.
- La diminution des déplacements entre les paillasse et les éviers par le réaménagement des paillasse.

Ce réaménagement simple et rapide à mettre en œuvre a été réalisé par les acteurs opérationnels eux-mêmes au cours du mois de mai et ne leur a pas, a priori, posé de difficultés dans leur activité de travail quotidienne.

Ce travail de conception de mesures de prévention du risque lié aux nanoparticules a permis de faire le lien avec d'autres risques professionnels présents dans le laboratoire, l'approche globale par l'activité de travail aboutissant ainsi à des solutions prévenant le risque chimique dans sa globalité mais aussi, par exemple, le risque de chûtes par la diminution des déplacements.

Enfin, cette activité de conception nous a permis d'analyser les raisons à la mobilisation (ou non) dans l'action et dans l'engagement des acteurs de l'entreprise. Nous retrouvons également des explications de cette mobilisation à travers la seconde session d'entretiens individuels réalisée.

## 6.3. La deuxième session d'entretiens individuels

Nous avons pu évaluer les effets du travail de conception et de notre intervention ergonomique par la réalisation d'une deuxième session d'entretiens individuels.

Tout d'abord, comme déjà évoqué précédemment, la mobilisation autour de la construction d'une démarche de prévention a facilité la transformation des représentations du risque lié aux nanoparticules.

« Le risque n'est pas aussi dramatique que pour d'autres nanoparticules. (...) Les gens se faisaient des films » (membre puis secrétaire du CHSCT).

« Avant on n'aurait jamais pensé à travailler ces produits, on est plus à l'aise » (laborantine).

« Il faut faire l'étude, il faut répondre à la demande d'il y a 2 ans » (technicienne).

Mais cette transformation des représentations, en particulier des acteurs opérationnels, a été surtout rendue possible par l'action, qui a permis la construction de nouvelles connaissances et ressources relatives aux risques liés aux nanoparticules.

« Si on n'avait pas fait cette étude, le matériel serait encore sur la paillasse » (agent de maîtrise).

« Chacun donnait son avis, ce n'est pas que de la contestation, c'est de l'amélioration » (agent de maîtrise).

« On ne part plus à l'aveuglette, beaucoup de précautions ont été prises » (agent de maîtrise).

« Ca apporte beaucoup de choses à tout le monde, à tout niveau » (laborantine).

« On voyait l'édifice qui se construisait, on voit le cheminement » (resp. laboratoire partie humide et tests physiques).

Nous avons également identifié des transformations dans les relations entre les acteurs mais des différences sont à noter entre acteurs opérationnels et acteurs décideurs. Les transformations les plus notables sont mises en évidence chez les acteurs opérationnels qui reprennent peu à peu confiance dans le système et en leur hiérarchie alors que certains acteurs décideurs restent sur leur position initiale.

« On n'est plus dans le conflit » (membre puis secrétaire du CHSCT).

« Je cherchais à faire confiance à quelqu'un » (technicienne).

« J'ai jeté un pavé dans la mare, ce n'était que pour avancer, les collègues eux aussi étaient méfiants, c'était pour le collectif » (technicienne).

« Les gens ne s'attendaient pas à de tels changements. Ils comprennent mieux notre comportement du départ » (agent de maîtrise).

« Les personnes ont pris conscience des risques. On passait pour les vilains petits canards » (laborantine).

« Y'a plus de communication, y'a moins de choses de cacher. Y'avait une barrière entre la base et le haut, elle est un peu rompue » (laborantine).

« Ils avaient une volonté de blocage, quel que soit le sujet : « vous ne ferez pas ce que vous voulez, on est là, on a des représentants et on bloque ». Ils ont fait machine arrière quand ils ont su que la volonté du CHSCT était un espace dédié » (resp. laboratoire partie humide et tests physiques).

Nous avons aussi souhaité évaluer ce que les acteurs impliqués avaient retenu de la démarche mise en œuvre, basée sur l'analyse de l'activité de travail. La participation des acteurs opérationnels ressort comme le point clé de cette démarche, à valoriser auprès des partenaires sociaux.

« Très intéressant pour les personnes quand on leur demande leur avis. On n'impose rien, ce ne sont pas nos propositions » (resp. études toxicologiques et écotoxicologiques).

« Si on n'avait pas participé, le regard n'aurait pas changé. Ca n'aurait pas servi à grand chose » (technicienne).

« Ce sont eux les experts, qui connaissent les procédures. C'est la meilleure façon pour qu'ils s'approprient leurs choses » (resp. sécurité).

Certains acteurs en tirent même des enseignements pour leur propre pratique professionnelle et se sentent prêts à reproduire l'expérience seuls. D'autres, en revanche, et de façon surprenante, relie le travail réalisé à des outils standards déjà utilisés dans l'entreprise (PRAP<sup>7</sup>, Kaizen, 5S, etc.). Ils mettent ainsi de côté la prise en compte nécessaire de l'activité de travail et des différences de représentations et de positionnements des acteurs dans la conception collective de la prévention.

« On se rend compte, on ne peut pas le deviner derrière un écran » (resp. études toxicologiques et écotoxicologiques).

« On voit comment s'organiser pour arriver du début à la fin » (agent de maîtrise).

« Ce qu'on a mis en place, on espère tous que ça servira à d'autres labos » (resp. laboratoire partie humide et tests physiques).

« Les aménagements, c'est du PRAP, on aurait pu le faire sans vous » (resp. QSE RID).

Enfin, les acteurs qui se sont le plus mobilisés sur cette question des nanoparticules font le lien entre innovation et prévention ; ils ont expérimenté, sur ce projet, la possibilité de tenir les deux logiques, innovation et prévention, simultanément, même dans un contexte d'incertitudes.

« On a vu que c'était possible » (laborantine).

« On se rend compte qu'on peut faire évoluer les choses aussitôt qu'il y a une difficulté » (agent de maîtrise).

« C'est le flou artistique, on n'a pas les moyens mais on peut déjà anticiper. Ca n'empêche pas d'avancer sur la prévention » (resp. études toxicologiques et écotoxicologiques).

« Attendre 3 à 6 mois pour faire une manipulation, c'est un frein à l'innovation » (resp. QSE RID).

---

<sup>7</sup> PRAP : Prévention des Risques liés à l'Activité Physique

Pour synthétiser l'ensemble de ces résultats, nous avons reporté sur le modèle de l'activité en situation de travail<sup>8</sup> les dimensions influençant les représentations du risque et la mobilisation dans l'action et dans l'engagement.

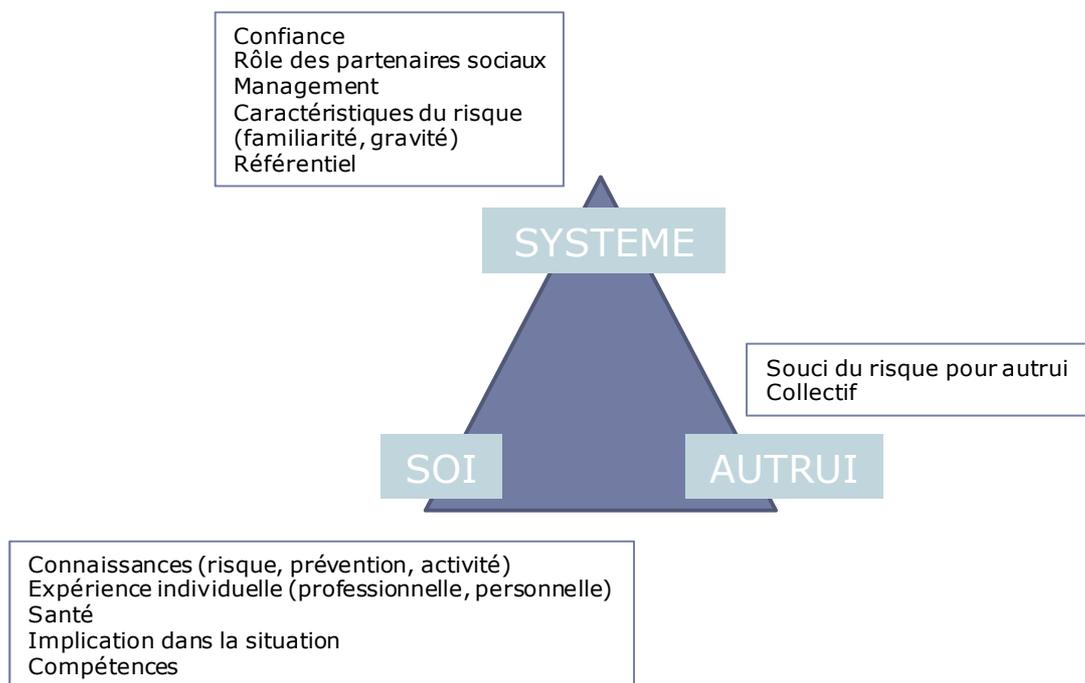


Fig. 11 : Influence des 3 pôles de la situation de travail sur les représentations

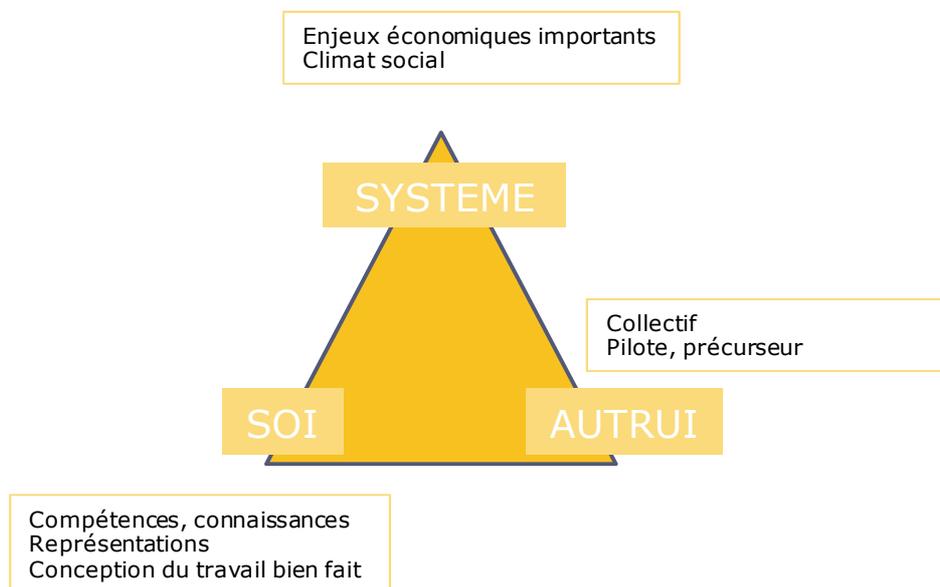


Fig. 12 : Influence des 3 pôles de la situation de travail sur l'engagement et la mobilisation

<sup>8</sup> La situation de travail peut être figurée par un schéma tripolaire dans lequel s'inscrit l'activité mise en œuvre pour gérer cette situation (Weill-Fassina & Pastré, 2004) :

- Un pôle « Système » référant à l'entreprise avec ses buts et ses moyens disponibles.
- Un pôle « Soi » référant à l'opérateur avec ses propres buts, sa subjectivité, sa formation, des possibilités physiologiques et psychologiques.
- Un pôle « Autres » référant aux aspects collectifs du travail et à la vie privée.

## 7. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

---

### 7.1. Synthèse des résultats et discussion

#### 7.1.1. L'action transforme les représentations

Nous obtenons plusieurs résultats contrastés entre acteurs opérationnels et acteurs décideurs qui confirment qu'il ne suffit pas de connaître pour agir et que nos représentations sont aussi orientées par l'action.

D'un côté, les acteurs opérationnels, malgré leurs craintes et inquiétudes quant aux nanoparticules, se sont fortement impliqués dans le processus de construction d'une démarche de prévention du risque lié aux nanoparticules grâce aux modalités de notre intervention. En effet, l'envie d'avancer, le souci de répondre favorablement à la demande commerciale, le soutien des partenaires sociaux, le souhait de mettre en œuvre une démarche durable sont autant d'éléments qui ont favorisé leur mobilisation dans la participation et la recherche de solutions préventives.

Leur action dans ce projet a donc permis des transformations importantes de leurs représentations :

- Représentations du risque lié aux nanoparticules : d'une représentation « générale » négative les amenant à un refus de manipuler des nanoparticules à une représentation en lien avec leur quotidien et leur activité de travail, leur permettant d'envisager comme possible la manipulation future des nanoparticules.
- Représentations de leurs propres ressources pour faire face à ce risque émergent : d'une position attentiste vis-à-vis des acteurs décideurs à une position d'acteurs forces de propositions de solutions concrètes de prévention.

Les acteurs opérationnels reprennent également peu à peu confiance en leur hiérarchie et prennent conscience de leur nouveau rôle en matière de prévention des risques professionnels.

D'un autre côté, les acteurs décideurs, pourtant face à une pression économique et commerciale importante, se sont inégalement impliqués dans ce projet de conception. La majorité d'entre eux considère comme disproportionnés les moyens mis en œuvre pour répondre aux attentes et a toujours des difficultés, même à la fin de notre accompagnement, à comprendre l'attitude initiale des salariés du laboratoire.

C'est la raison pour laquelle certains points abordés par les partenaires sociaux au début de projet – prise en compte du risque lié aux nanoparticules dans les plans de prévention pour les entreprises qui seront amenées à intervenir dans le laboratoire, formation du personnel de ménage – ne sont toujours pas traités à la fin de notre accompagnement et constituent un frein à la construction globale d'une démarche de prévention.

Cette moindre mobilisation des acteurs décideurs a également des conséquences sur leurs représentations qui ne sont donc que très peu modifiées. L'issue positive de la démarche avec la mise en œuvre de solutions adaptées au risque et l'acceptation par les salariés de

manipuler les nanoparticules semble même légitimer le positionnement initial des acteurs décideurs.

Certains acteurs décideurs quittent tout de même leur position d'expert pour s'intéresser à l'activité de travail et aux conditions d'exposition des salariés. Leur participation à ce processus de conception leur a permis d'acquérir de nouvelles connaissances quant à la conduite de projet et aux relations avec les partenaires sociaux.

Ces résultats rejoignent en partie les travaux de Kouabenan, Cadet, Hermand & Munoz Sastre (2007), de l'IRGC (2008) et de Renn (1998) quant aux « perceptions du risque » dont dépendent les comportements. Confrontés à un risque diffus, inconnu, invisible et fortement médiatisé, les acteurs opérationnels adoptent une position précautionneuse, parfois extrême, alors que les acteurs décideurs, qui ne sont pas directement cibles du risque et qui sont traditionnellement les acteurs prescripteurs, souhaitent des mesures adaptées. Mais ces représentations sociales du risque lié aux nanoparticules ne sont pas seules participantes à la construction des représentations pour et dans l'action.

Ce travail démontre que la construction des connaissances et la transformation des représentations passent aussi par l'action (Clot, 2004 ; Daniellou, 1992 ; Weill-Fassin, Rabardel & Dubois, 1993). Les acteurs décideurs qui ont faiblement participé au projet de conception et à la simulation, qui ont été les moins impliqués dans les actions de transformation des situations de travail quotidiennes, se sont moins remis en cause et restent dans des modes de fonctionnement installés. Leur non-engagement dans le projet de conception ne leur a pas donné la possibilité d'activité réflexive sur leurs pratiques et représentations et n'a donc pas favorisé leur développement (Béguin & Cerf, 2004 ; Pastré, 2006 ; Folcher & Rabardel, 2004).

Nous pensons, comme le soulignent Nahon et Arnaud (2004), que pour les acteurs opérationnels, la possibilité collective de se projeter dans le futur, d'imaginer de solutions de prévention puis de les mettre en œuvre a autorisé l'action et facilité la transformation de leurs représentations.

### 7.1.2. Pour une approche collective et développementale de la prévention

Nous observons des conditions sociales à la construction collective d'une démarche de prévention. La situation conflictuelle initiale, par laquelle nous avons eu accès au terrain, nous a donné la possibilité de mettre en place une démarche pluridisciplinaire basée à la fois sur une caractérisation de l'exposition des salariés aux nanoparticules et sur l'analyse de leur activité de travail, favorisant ainsi une approche globale des risques et la création d'un espace de débat collectif sur les pratiques.

Des résultats sont alors obtenus en termes de prévention des risques et d'amélioration des conditions de travail des salariés, dépassant la problématique des nanoparticules : gain de place sur les paillasses, limitation des déplacements, séparation des espaces bureautiques des espaces de manipulation, etc. Ces résultats ne sont rendus possibles que par la capacité des acteurs à envisager l'activité future avec manipulation des nanoparticules et à remettre en cause leurs pratiques professionnelles.

Là encore, ces résultats diffèrent selon les acteurs. Selon Caroly (2010) et Garrigou & al. (2004), une approche collective de la prévention est nécessaire. Les acteurs opérationnels, par leur engagement dans le projet de conception et par les modalités de notre intervention – délibération collective sur les solutions de prévention et simulation de l'activité future – ont

pu mettre en œuvre une activité collective de gestion des risques favorisant le développement de leurs propres ressources face à une situation à risques.

Ainsi, le collectif de travail constitué des membres du laboratoire, qui semble au départ être un frein à la prévention, devient une ressource quand il a la possibilité d'agir collectivement (Caroly, 2010).

En revanche, l'engagement relatif des acteurs décideurs à la conception d'une démarche de prévention du risque lié aux nanoparticules ne permet pas d'activité collective entre acteurs opérationnels et acteurs décideurs et constitue donc un frein à la construction de la prévention des risques liés aux nanoparticules et à l'intégration de ce risque émergent à la démarche globale de prévention. Les essais d'articulation entre le comité d'experts et le comité opérationnel ont tout de même créé des espaces de discussion et de négociation.

Enfin, malgré nos remarques dans ce sens, nous n'observons pas de participation, de collaboration, de coordination de l'ensemble des acteurs : les unités commerciales ou les autres laboratoires du DAPCO, par exemple, ne sont pas intégrés à la démarche. Il nous est donc difficile de prendre en compte leurs logiques dans la conception du dispositif de prévention des risques liés aux nanoparticules. Nous n'avons pas à ce jour suffisamment de recul quant à l'évaluation de l'efficacité de notre action mais nous pouvons faire l'hypothèse que les actions de prévention mises en œuvre ne seront pas « durables » ou « généralisables » puisque qu'elles n'intègrent pas toutes les logiques de l'entreprise.

## **7.2. Limites et perspectives de recherche**

En premier lieu, le cadre temporel du master recherche révèle quelques limites de la présente étude.

Tout d'abord, d'un point de vue méthodologique, nous avons identifié et observé les situations de référence mais nous n'avons pas précisément défini les situations d'action caractéristiques futures probables à partir desquelles nous aurions pu construire des scénarios pour la simulation proprement dite. Nous nous sommes contentés de simulations langagières à partir de traces écrites de leur activité de travail. Nos observations ne représentant qu'une partie infime de leur activité quotidienne, des situations d'action caractéristiques actuelles et futures ont probablement été omises et n'ont donc pas été prises en compte dans la définition des solutions de prévention.

Certains résultats quant à la mobilisation peuvent également s'expliquer par notre moindre accompagnement du comité d'experts réunissant les acteurs décideurs et les acteurs de prévention. Face au refus des membres du laboratoire de manipuler les nanoparticules, nos efforts se sont effectivement concentrés sur la compréhension de ce refus et sur la transformation de leurs représentations par leur mobilisation.

Enfin, suite à la validation du travail réalisé, en juillet, par le CHSCT, les premiers essais avec utilisation de nanoparticules n'auront lieu qu'à partir de septembre. Nous souhaitons donc assister à ces manipulations en conditions réelles afin d'identifier éventuellement des nouvelles difficultés non anticipées ou des modifications dans les pratiques des salariés du laboratoire.

De même, la mise à jour du document unique d'évaluation des risques professionnels est prévue en septembre ce qui nous permettra d'étudier la façon dont ce risque émergent est intégré à l'analyse des risques. Ce point nous paraît important, notre crainte étant que la

démarche de prévention des risques liés aux nanoparticules reste sous-traitée au service QSE RID, seul concerné pour l'instant, et ne soit donc pas intégrée à la démarche globale de prévention des risques.

En second lieu, nous ne sommes qu'au début du programme de recherche « Construction et gestion des risques liés aux nanoparticules dans le secteur industriel et les laboratoires de recherche » et l'entreprise dans laquelle nous sommes intervenus est notre premier partenaire industriel. Nos conclusions sont limitées par le caractère singulier de ce travail et par le petit nombre de salariés observés. De même, les différents congrès organisés sur les nanoparticules et auxquels nous avons assisté traitent essentiellement des recherches sur la toxicologie de ces particules. Nous n'avons donc que très peu de retour et de connaissances sur l'efficacité et la pertinence des modes d'action de prévention du risque lié aux nanoparticules.

Nous souhaitons donc dans un premier temps poursuivre nos analyses rétrospectives avec d'autres entreprises du secteur industriel afin, à la fois :

- D'identifier et comprendre les conditions d'une mobilisation sur la problématique nanoparticules.
- D'analyser les dispositifs de prévention du risque lié aux nanoparticules mis en œuvre.

Ces analyses comparatives seraient également intéressantes pour confirmer ou infirmer notre hypothèse concernant les liens entre les deux logiques, innovation et prévention. Nous souhaiterions ainsi participer à un projet de conception « classique » (extension d'un laboratoire, création d'un nouvel atelier de production) afin d'étudier comment nos méthodologies de développement d'une prévention intégrée et collective permettent de répondre aux enjeux scientifiques et économiques tout en préservant au mieux la santé des opérateurs.

Enfin, notre étude portait sur la dynamique de construction d'une démarche de prévention dans un contexte d'innovations et d'incertitudes. Il serait également intéressant d'analyser en quoi cela diffère des conditions de mise en œuvre d'un dispositif de prévention dans un contexte d'amélioration continue et d'effets connus sur la santé. Par exemple, il nous semble que, devant la multiplication des chantiers Lean, l'intégration des différentes logiques de fonctionnement de l'entreprise (production, qualité, recherche et développement, sécurité, santé, etc.) est plus que nécessaire. L'objectif de ces études futures est donc d'identifier les conditions d'une prévention durable des risques.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- AFNOR. (2008). *Nanotechnologies. Terminologie et définitions relatives aux nano-objets. Nanoparticule, nanofibre et nanoplât*. ISO/TS 27687.
- Amalberti, R. (2004). De la gestion des erreurs à la gestion des risques. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 285-300). Paris : PUF.
- ANSES. (2011). *Développement d'un outil de gestion graduée des risques spécifique au cas des nanomatériaux*. Maisons-Alfort : Anses Editions.
- Barcellini, F. (2008) *Conception de l'artefact, conception du collectif : dynamique d'un processus de conception ouvert et continu dans une communauté de développement de logiciels libres*. Thèse d'ergonomie, CNAM, Paris.
- Béguin, P. & Cerf, M. (2004). Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail, *@ctivités*, n°1 (1), 54-71.  
<http://www.activites.org/v1n1/beguin.pdf>
- Béguin, P. & Weill-Fassina, A. (1997). De la simulation des situations de travail à la situation de simulation. In P. Béguin & A. Weill-Fassina (Ed.), *La simulation en ergonomie : connaître, agir et interagir* (pp. 5-28). Toulouse : Octares Editions.
- Cadet, B. (2007). Percevoir et évaluer les risques : les apports de la psychologie en matière de traitement des informations. In D.R. Kouabenan, B. Cadet, D. Hermand & M.T. Muñoz Sastre (Ed.), *Psychologie du risque* (pp. 29-42). Bruxelles : Editions De Boeck Université.
- Caroly, S. (2010). *L'activité collective et la réélaboration des règles : des enjeux pour la santé au travail*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux.
- Caroly, S., Coutarel, F., Landry, A. & Mary-Cheray, I. (2010). Sustainable MSD prevention: management for continuous improvement between prevention and production. Ergonomic intervention in two assembly line companies. *Applied ergonomics*, n°41 (4), 591-599.
- Chalas, Y., Gilbert, C. & Vinck, D. (2009). *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude*. Paris : Editions des Archives Contemporaines.
- Clot, Y. (2004). Action et connaissance en clinique de l'activité. *@ctivités*, n°1 (1), 23-33,  
<http://www.activites.org/v1n1/clot.pdf>

- Cuvelier, L. & Caroly, S. (2009). Appropriation d'une stratégie opératoire : un enjeu du collectif de travail, *@ctivités*, n°6 (2), 57-74, <http://www.activites.org/v6n2/v6n2.pdf>.
- Daniellou, F. (1992). *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception*. Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Toulouse – Le Mirail.
- Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 359-373). Paris : PUF.
- Daniellou, F. & Garrigou, A. (1993). La mise en œuvre des représentations des situations passées et des situations futures dans la participation des opérateurs à la conception. In A. Weill-Fassina, P. Rabardel & D. Dubois, *Représentations pour l'action*. Toulouse : Octares Editions.
- Daniellou, F., Simard, M. & Boissières, I. (2010). *Facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle, un état de l'art*. Les cahiers de la sécurité industrielle. FONCSI.
- Darses, F., Détienne, F. & Visser, W. (2004). Les activités de conception et leur assistance. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 545-563). Paris : PUF.
- Darses, F. & Montmollin, M. (de). (2006). *L'ergonomie*. Paris : La Découverte.
- Darses, F. & Reuzeau, F. (2004). Participation des utilisateurs à la conception des systèmes et dispositifs de travail. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 405-420). Paris : PUF.
- Davezies, P. (2008). Stress, pouvoir d'agir et santé mentale. *Archives de Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, n°69, 195-203.
- Détienne, F. (2006). Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting with Computers*, n°18 (1), 1-20.
- Drais, E. (2009). La prévention à l'épreuve de l'incertitude : l'exemple de la précaution à l'égard des nanoparticules. *Hygiène et Sécurité du Travail*, n°216, 53-58.
- Eklund, J. (1995). Relationships between ergonomics and quality in assembly work. *Applied Ergonomics*, n°26 (1), 15-20.
- Erlicher, L. & Massone, L. (2005). Human factors in manufacturing: New patterns of cooperation for company governance and the management of change. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, n°15 (4), 403-419.
- Falzon, P. (2005). *Ergonomie, conception et développement*. Conférence introductive, 40ème Congrès de la SELF, Saint-Denis, La Réunion, 21-23 septembre 2005.

- Folcher, V. & Rabardel, P. (2004). Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 251-268). Paris : PUF.
- Garrigou, A., Peeters, S., Jackson, M., Sagory, P. & Carballeda, G. (2004). Apports de l'ergonomie à la prévention des risques professionnels. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 497-514). Paris : PUF.
- Gonzalez, B.A., Adenso-Diaz, B. & Gonzalez Torre, P. (2003). Ergonomic performance and quality relationship: an empirical evidence case. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n°31, 33-40.
- INRS. (2008). *Les nanomatériaux*. ED 6050. Paris : Editions INRS.
- International Risk Governance Council (2008). *An introduction to the IRGC Risk Governance Framework*. Geneva: IRGC.
- Kouabenan, D.R. (2007). Des facteurs structurants aux biais ou illusions dans la perception des risques. In D.R. Kouabenan, B. Cadet, D. Hermand & M.T. Muñoz Sastre (Ed.), *Psychologie du risque* (pp. 77-89). Bruxelles : Editions De Boeck Université.
- Kouabenan, D.R., Cadet B., Hermand, D., Muñoz Sastre, M.T. (Ed.) (2007). *Psychologie du risque*. Bruxelles : Editions De Boeck Université.
- Lacour, S. (2009). *Quelle régulation pour les nanosciences et les nanotechnologies ?* Synthèse de l'atelier résidentiel interdisciplinaire, Domaine du Tremblay, 27-30 janvier 2009.
- Lacour, S. & Vinck, D. (2011). *The object of « nano-riks » regulation : a legal and sociological view*. Keynote VI, INRS Nano Conference, Nancy, France, April.
- Liéval, C. (2009). Nanotechnologies et développement territorial. Les réponses locales à l'incertitude signent-elles un regain de la pensée aménagiste moderniste ? In Y. Chalas, C. Gilbert & D. Vinck (Ed.), *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude* (pp. 59-76). Paris : Editions des Archives Contemporaines.
- Maline, J. (1994). *Stimuler le travail, une aide à la conduite de projet*. Lyon : Editions ANACT.
- Maudgalya, T., Genaidy, A. & Shell, R. (2008). Productivity – Quality – Costs – Safety: A sustained approach to competitive advantage. A systematic review of the national safety council's case studies in safety and productivity. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, n°18 (2), 152-179.

- Mayen, P. & Vidal-Gomel, C. (2005). Conception, formation et développement des règles au travail. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception* (pp. 109-128). Toulouse : Octares Editions.
- Mohammed-Brahim, B. & Garrigou, A. (2009). Une approche critique du modèle dominant de prévention du risque chimique. L'apport de l'ergotoxicologie. *@ctivités*, n° (1), 49-68. <http://www.activites.org/v6n1/v6n1.pdf>.
- Nahon, P. & Arnaud, S. (2004). Points de rupture possible entre fonctionnement des entreprises et politiques de prévention durable. In P. Douillet & JM. Schweitzer, *Les conditions d'une prévention durable des TMS. Actes du séminaire des 7 et 8 juillet 2004* (pp. 60-63). Lyon : Editions ANACT.
- Nascimento, A. (2009) *Produire la sante, produire la sécurité. Développer une culture collective de sécurité en radiothérapie*. Thèse d'ergonomie, CNAM, Paris.
- Pastré, P. (2006). Apprendre à faire. In E. Bourgeois & G. Chapelle, *Apprendre et faire apprendre* (pp. 1-6). Paris : PUF.
- Peretti-Watel, P. (2001). *La société du risque*. Paris : La Découverte, coll. « Repères ».
- Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception* (pp. 11-29). Toulouse : Octares Editions.
- Renn, O. (1998). The role of risk perception for risk management. *Reliability Engineering and System Safety*, n°59, 49-62.
- Trompette, P. & Blanco, E. (2009). L'usage en conception. Projeter sans fermer la carrière sociale des innovations. In Y. Chalas, C. Gilbert & D. Vinck (Ed.), *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude* (pp. 97-116). Paris : Editions des Archives Contemporaines.
- Vinck, D. (2009). De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière : vers la prise en compte du travail d'équipement. *Revue d'anthropologie des connaissances*, n°3 (1), 51-72.
- Weill-Fassina, A. (1993). : Dynamique des représentations et gestion des actions. In A. Weill-Fassina, P. Rabardel & D. Dubois, *Représentations pour l'action*. Toulouse : Octares Editions.
- Weill-Fassina, A., Kouabenan, D.R. & De la Garza, C. (2004). Analyse des accidents du travail, gestion des risques et prévention. In E. Brangier, A. Lancry & C. Louche, *Les Dimensions Humaines du Travail : Théorie et pratique de psychologie du travail et des organisations* (pp.251-283). Nancy : Presses Universitaires de Nancy.

Weill-Fassina, A. & Pastré, P. (2004). Les compétences professionnelles et leur développement. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 213-231). Paris : PUF.

Weill-Fassina, A., Rabardel, P. & Dubois, D. (1993). *Représentations pour l'action*. Toulouse : Octares Editions.

Wikipédia (2011). Encyclopédie libre en ligne. [fr.wikipedia.org]

# ANNEXES

---

ANNEXE 1 : CONVENTION DE COLLABORATION INRS/PACTE - ANNEXE SCIENTIFIQUE .....	63
ANNEXE 2 : GUIDE D'ENTRETIEN .....	79
ANNEXE 3 : EXEMPLE DE TABLEAU DE SYNTHÈSE SITUATION ACTUELLE / SITUATION FUTURE SUITE AUX OBSERVATIONS ET ENTRETIENS D'AUTO-CONFRONTATION .....	86
ANNEXE 4 : HISTOIRE DE L'ENTREPRISE.....	91

**Annexe 1 : Convention de collaboration  
INRS/PACTE - annexe scientifique**

# **Construction et gestion des risques liés aux nanoparticules dans le secteur industriel et les laboratoires de recherche**

## **Convention de collaboration INRS et PACTE**

### ***Annexe scientifique***

#### **1. Contexte de la recherche**

L'utilisation croissante de matériaux à l'échelle nanométrique dans la production industrielle alimente à la fois des perspectives d'innovation dans de multiples secteurs d'activité – électronique, textile, médical, agroalimentaire, automobile, cosmétique, médicale ou énergétique – mais aussi des interrogations quant à la sécurité sanitaire liée à ces substances ou produits.

Présentés sous la bannière attrayante de l'ouverture des « *frontières de l'infiniment petit* », les enjeux économiques et scientifiques liés aux matériaux et nanotechnologies sont immenses car les substances à l'échelle nanométrique voient leurs propriétés mécaniques, électriques, chimiques changer avec la taille, la forme, la surface, etc. Or ce qui motive leur utilisation incite également à renouveler l'analyse des risques. Mais sur ce plan des connaissances relatives aux risques des nanoparticules manufacturées, les données disponibles sont encore réduites. Les recherches sur les risques sanitaires et environnementaux liés à ces substances représentent d'ailleurs tout au plus 10% du budget mondial global de recherche. Pourtant, déjà, les premières études toxicologiques font s'interroger sur les risques encourus, y compris pour des composés réputés inertes à plus grande échelle. Bien que parfois contradictoires, certains corpus de connaissances apparaissent en faveur de l'hypothèse d'une plus grande toxicité des nanoparticules, notamment en ce qui concernent les effets inflammatoires pulmonaires, comparativement aux particules micro- et macroscopiques de même nature chimique. Et il a été montré que certaines nanoparticules, dans des conditions expérimentales, sont capables de franchir les barrières biologiques et de migrer vers d'autres sites de l'organisme (phénomènes de translocation circulatoire et cérébrale).

Certes ces conclusions sont le fruit exclusif d'études animales et de tests in vitro sur des modèles cellulaires dont les résultats sont difficilement extrapolables à l'homme. Mais bien qu'ils ne concernent qu'une part infime des substances en jeu, ces résultats suffisent pour nourrir des inquiétudes et imposer des précautions. Car les études des effets sur l'homme de particules ultrafines (non manufacturées) dans l'air ambiant montrent, elles, un impact sur les systèmes respiratoires et cardiovasculaires : sur le système cardiovasculaire, modification des marqueurs sanguins ; sur l'ensemble du système respiratoire, forte déposition chez des sujets sains et déposition plus élevée chez les sujets asthmatiques, etc.

Du point de vue de la prévention, l'étude des effets sur la santé des nanoparticules nécessite donc d'envisager les trois voies d'exposition potentielles que sont les voies digestive, cutanée et respiratoire, cette dernière étant considérée comme la voie majeure d'exposition en milieu professionnel. Le but est de répondre aux questions émergentes des utilisateurs : que dire quant aux risques ? Comment le dire ? Quelle méthode d'évaluation employer ? Quelles références utiliser ? Quelles mesures prendre ?

Face à ces questions, des guides et recommandations sont apparus, élaborés aux niveaux national ou international par des organismes scientifiques, politiques ou gestionnaires spécialisés. Mais ces recommandations restent souvent générales et buttent sur des problèmes pratiques en particulier de métrologie. En effet, l'évaluation de l'exposition est aussi un élément essentiel de l'évaluation des risques. Identifier les scénarios d'exposition, caractériser ce à quoi sont réellement exposées les personnes, doit être obtenu par l'intermédiaire d'études menées sur le terrain dans les entreprises ou les laboratoires. Néanmoins, c'est une tâche actuellement difficile car de nombreux instruments sont nécessaires pour obtenir les paramètres requis (composition, quantité, taille, structure etc.). Or ces instruments sont plus ou moins disponibles, maniables et fiables. Et l'on sait désormais que l'approche conventionnelle d'évaluation des risques, qui repose principalement sur les deux indicateurs que sont la dose exprimée en masse et la composition chimique, est inappropriée pour les nanoparticules. Les nanoparticules remettent donc en cause les approches usuelles de prévention liées aux produits chimiques.

Aussi, les divers principes et modes de gestion qui guident jusqu'à présent la prévention, ne sont pas nécessairement développés, adaptés ou validés pour les situations de travail concernées. Certes le principe de précaution est rappelé aux entreprises. Mais sa traduction ou son application peut varier. Des différences de connaissances et de pratiques (de protection, etc.) peuvent être observées entre entreprises, en lien avec leur taille (TGE, PME ou TPE) ou de leurs moyens mais aussi en fonction de l'activité (étude, conception, mise en œuvre, recyclage des nanomatériaux) et des composés utilisés. Les actions réalisées ne se révèlent pas toujours rationnelles. Des salariés s'interrogent parfois sur leur information relative aux risques. Certains préventeurs (médecins, agents CRAM, fonctionnels sécurité, etc.) éprouvent des difficultés à répondre aux questions posées.

Dans ce contexte de connaissances parcellaires et instables – situation appelée à durer – et où la réglementation reste générale, il semble utile de s'intéresser aux conditions de gestion des risques liés aux nanoparticules en entreprise : Comment s'opère-t-elle d'un point de vue opérationnel ? Quels sont ses fondements ? Comment améliorer son efficacité ? Nous pensons qu'en l'absence de mesures spécifiques et univoques de prévention, il est intéressant de partir des pratiques qui fondent la prévention pour en expliciter les principes et évaluer leur pertinence au vu des connaissances disponibles.

C'est pourquoi nous proposons un dispositif de recherche pluridisciplinaire associant des spécialistes de la prévention (chimie, métrologie) à des chercheurs en sciences sociales (ergonomie, gestion, sociologie) pour explorer les modes de gestion des risques liés aux nanoparticules. Il s'agit de s'intéresser à l'action pour produire des connaissances sur la prévention des nanoparticules et non pas simplement partir de la connaissance comme moyen de développement d'actions de prévention. Comprendre les processus et formes de prévention mis en œuvre permettra ensuite de transformer la connaissance et aidera à développer de nouveaux outils. Notre démarche vise la conception ou l'accompagnement de nouveaux modes de prévention, avec une attention pour les collectifs de travail dans lesquels ils s'élaborent.

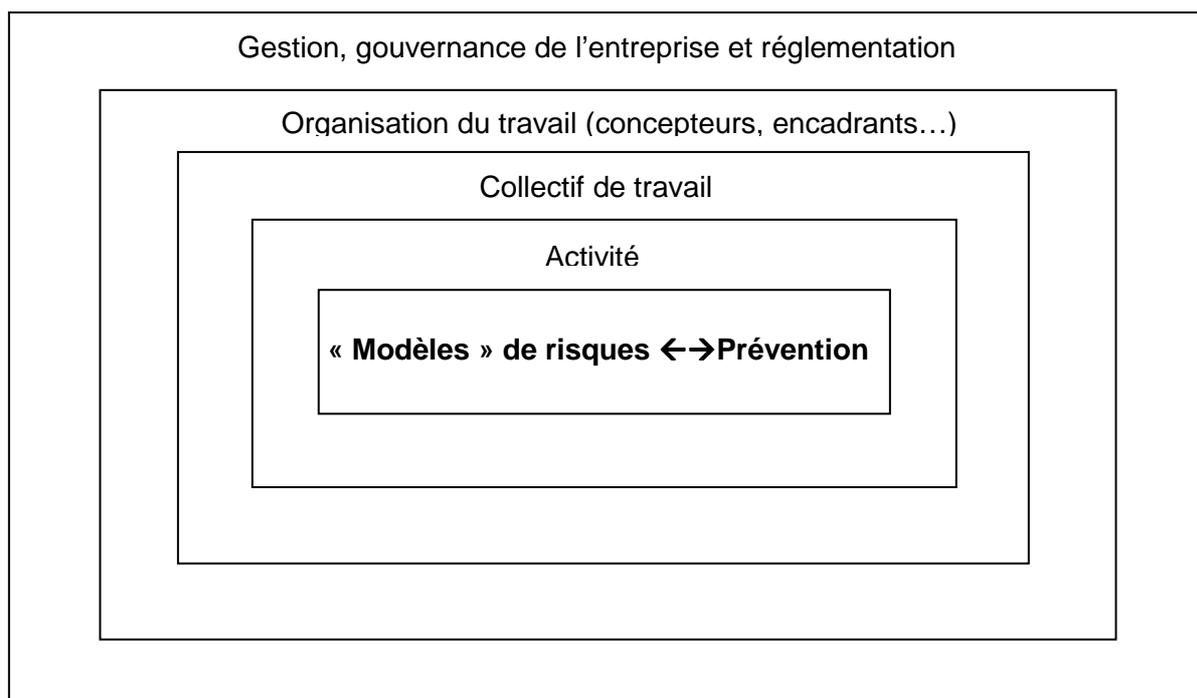
D'autres travaux de recherche existent en matière de gestion des risques, qui visent à développer des méthodologies appliquées à certains risques (incendie, explosion) ou certains secteurs d'activité (laboratoires, etc.). D'autres encore s'intéressent à la valeur juridique des dispositifs de gestion ou encore à l'acceptabilité sociale des risques et à la communication mais peu abordent l'analyse des modes de prévention et de leurs transformations du point de vue des situations de travail. Alors que l'on sait à quel point les pratiques de terrain ressortent notamment des modes de coopération entre les préventeurs et les salariés, des formes de réseau entre chercheurs et concepteurs, des équipements et autres objets intermédiaires.

L'approche proposée vise à comprendre et agir sur la prévention telle qu'elle est mise en œuvre au sein des entreprises et resituée par rapport au travail. Un ensemble de questions se pose quant aux pratiques pour gérer ces risques émergents, notamment les formes de représentation des risques et les modes de coopération entre les acteurs qui structurent les conduites de prévention, le rôle de la production de connaissance et le rapport aux instruments de mesure et de protection dans la construction de dispositifs de prévention, etc. Autant de questions auxquelles il nous semble urgent de répondre.

## 2. Objectifs du projet de recherche

L'objectif du présent projet est d'apporter des connaissances sur la prévention des risques liés aux nanoparticules dans l'industrie française.

Ce projet s'inscrit dans une réflexion à la fois sur les perceptions et représentations des risques pour la santé liés à l'environnement professionnel et l'organisation de la prévention et de la santé-sécurité en entreprise. Il vise à analyser les savoirs, les représentations, les interactions et les mécanismes qui sous-tendent l'apprentissage collectif et la construction collective de la santé-sécurité au travail face aux nanoparticules. Il peut se représenter de façon simplifiée comme l'analyse de la dynamique entre deux objets qui interagissent, des « modèles de risques » et des pratiques de prévention, dans un cadre organisationnel à plusieurs niveaux :



*Schéma de la construction organisationnelle des risques et de la prévention*

Cette construction des risques et de la prévention nous paraît centrale compte tenu des controverses et des remises en causes qu'engendrent les nanoparticules en matière scientifique.

Rappelons en effet que chaque produit synthétisé pourrait avoir des propriétés différentes et que l'approche toxicologique conventionnelle (basée sur l'existence de relations dose-effet où la dose est exprimée en masse) est remise en question pour les nanoparticules. Habituellement, pour toute substance chimique sous forme d'aérosol et quelle que soit la

taille des particules qui la composent, l'exposition professionnelle est caractérisée de manière quantitative par la concentration en masse (exprimée par exemple en  $\text{mg}/\text{m}^3$  d'air) associée aux gammes de tailles des particules qui pénètrent dans les différentes régions du système respiratoire (fractions inhalable, thoracique et alvéolaire). Mais pour les nanoparticules, de nombreux paramètres autres que la composition chimique et la masse semblent contribuer aux effets toxiques et influencer la pénétration et le devenir des particules dans l'organisme. Sans vouloir être exhaustif, on peut par exemple citer la taille, le nombre et la forme des particules, leur surface, leurs propriétés chimiques de surface ou encore leur état d'agrégation.

Dans un tel contexte, l'évaluation des dangers reste difficile et des études complémentaires sont nécessaires. Faute de pouvoir attendre des résultats définitifs, il paraît important de suivre d'ores et déjà les conditions dans lesquelles s'établit la prévention : Quels sont les risques attribués aux nanoparticules ? Comment ces risques sont-ils pris en compte dans les dispositifs de prévention ? Quelles sont les actions de prévention mises en œuvre par les préventeurs (médecin du travail, ingénieur sécurité, animateur sécurité, etc.) et par les autres acteurs de l'entreprise (salariés, direction, syndicat, etc.) ? En quoi les acteurs (chercheurs, concepteurs, chimistes, etc.) aident à la construction d'action de prévention (mise à disposition d'outils de mesure, production de connaissance, moyens techniques, etc.) ? Etc.

Les objectifs essentiels attribués au projet sont donc :

1. Identifier des « modèles » de risques (principes et connaissances scientifiques ou opératoires mobilisés, représentations des substances et de leur toxicité),
2. Recenser et évaluer des méthodes et pratiques de gestion des risques (documents uniques, plans d'actions, moyens de protection, communication) en les comparant à des mesures d'exposition réalisées par l'INRS,

avec une analyse de leur élaboration et leur transposition en matière de prévention à l'égard des nanoparticules dans les entreprises.

Ce projet doit aboutir à un développement de connaissances utiles à la prévention, en particulier au niveau :

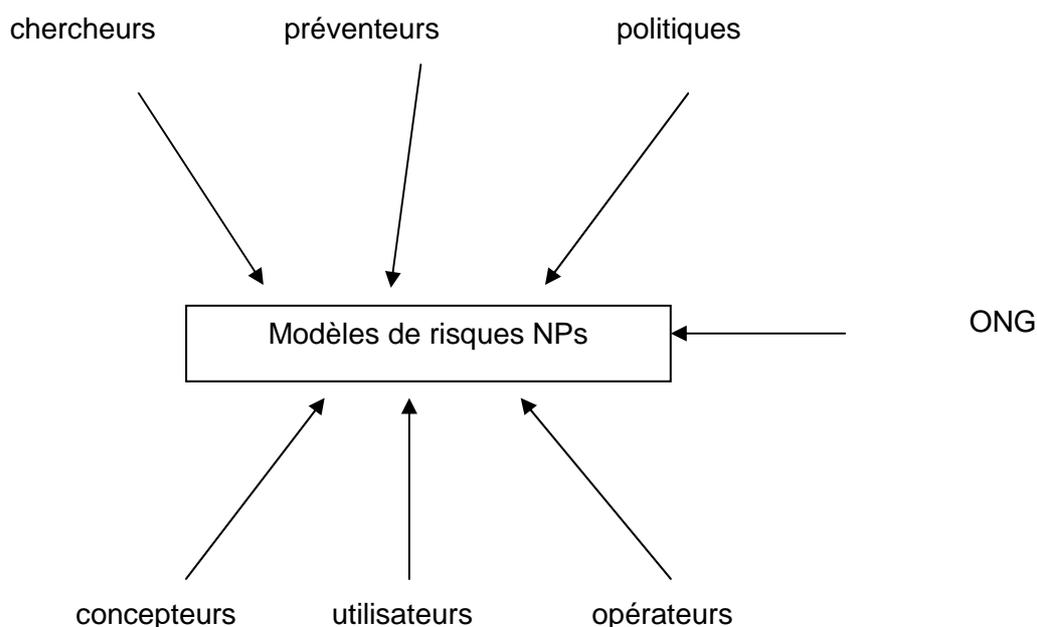
- perceptions, représentations et autres cadrages cognitifs liés aux NPs de nature à comprendre les attitudes de prévention et orienter formation, information ou communication ;
- politiques et dispositifs de prévention susceptibles d'être capitalisés et de contribuer à établir des bases de « bonnes pratiques » à l'égard des NPs ;
- conditions d'organisation de la prévention en entreprise (interactions, processus et arbitrages associés).

Sa finalité est de favoriser la gestion de ce risque par la mise en œuvre d'une prévention de ces risques émergents en lien avec d'autres risques (chimiques, etc.). Ces éléments pourront être mis à disposition des préventeurs mais aussi des entreprises participantes à la recherche.

### **3. Hypothèses de recherche**

Consacré à la dynamique de construction des risques et des dispositifs de prévention liés aux nanoparticules, notre projet fait l'hypothèse que dans le contexte de remise en cause des savoirs traditionnels sur les produits chimiques, les résultats des études montrant des questions bien plus complexes que prévues, la prévention à l'égard des nanoparticules s'établit sur la base de modèles de risques hétérogènes et de dispositifs originaux élaborés localement dans les entreprises. Deux hypothèses principales structurent ce projet :

1. L'approche des risques liés aux nanoparticules ne se réduit pas à un « modèle » général de risque comme le laisse à penser la majorité des recommandations. Au contraire, plusieurs « modèles » s'agencent et cohabitent suivant les particules considérées, les secteurs d'activité et les acteurs en présence (chercheurs, préventeurs, utilisateurs, politiques, etc.). Il est probable que quelques approches typiques soient repérables compte tenu de l'expérience des substances et des débats scientifiques. Dans un premier temps, il est prévu d'interroger ces modèles au regard de quelques substances prioritaires (nanotubes de carbone, dioxyde titane, etc.).



2. Les dispositifs de prévention se construisent et se recombinent régulièrement, au gré de l'intervention des divers acteurs ; ils permettent de construire des connaissances sur les risques, d'innover des outils techniques et d'élargir le débat social. Les variations dans les dynamiques d'apprentissages de métiers autour des risques seront intéressantes à analyser.

Les hypothèses détaillées seront abordées sous l'angle de l'ergonomie, la sociologie et la gestion, sciences qui visent à rendre compte des conditions de réalisation du travail et de la prévention. La formulation de ces hypothèses de travail sera soumise au comité de pilotage et dépendra en dernier ressort d'un travail de **concertation entre les chercheurs et les acteurs de terrain**. Le projet de recherche se construira en effet en fonction de la manière dont le terrain offrira des possibilités de développer et observer des dispositifs de prévention.

#### **4. Cadres théoriques pluridisciplinaires et préoccupations communes**

Quelques principes guideront cette étude exploratoire sur les rapports aux risques NPS pour la mise en œuvre d'une prévention de ce risque dans le secteur industriel et des laboratoires de recherche.

- **prendre appui sur l'activité de travail**

Nous proposons d'instruire l'étude du rapport aux risques par la conduite d'une analyse de l'activité qui a pour objectif d'engager les salariés, les concepteurs et les responsables sur la

voie du développement d'autres manières de penser et d'agir en matière de risques professionnels.

L'Ergonomie et la psychologie du travail ont établi depuis longtemps que le travail est une épreuve qui n'est pas sans faire courir le risque de quelques déconvenues en matière de santé. En suivant la théorie de l'activité dirigée développée par Yves Clot, on peut dire que le travail fait entrer le professionnel dans, au moins, un double rapport : le rapport à son objet de travail et le rapport aux autres professionnels qui agissent sur ce même objet.

Dans son rapport à l'objet travaillé, le professionnel doit déployer une gamme de gestes de métier qui vont lui permettre de réaliser la production exigée. Ainsi, l'activité concrète de travail expose de manière irréductible et incontournable toute la personnalité du salarié. Cependant, travailler ne se limite pas à construire, de manière isolée, un rapport à son objet de travail. Un second rapport doit être examiné.

Travailler c'est aussi tenir compte des activités des autres professionnels avec lesquels « je » partage un objet commun d'élaboration. L'activité de travail ne se limite donc pas exclusivement à la dimension personnelle : elle convoque aussi des relations avec les collègues, la hiérarchie ou encore les règles du métier exercé. C'est cette épaisseur de l'activité de travail qu'affronte quotidiennement le salarié. Pour se sortir des épreuves qui ne se présentent à personne de la même manière, il lui revient de développer des réponses efficaces. On peut identifier là une source de risques potentiels dans le rapport que chacun entretient avec son travail. Pour autant, il ne faudrait pas confondre l'exposition aux risques du métier et la réalisation de ces mêmes risques. En effet, si, exercer un métier c'est se risquer, nous proposons de porter notre attention sur « comment s'y risquer ? » en posant l'hypothèse que toutes les expositions aux risques ne se valent pas tant du point de vue de la santé que du point de vue de l'efficacité.

L'étude des rapports aux risques dans l'activité de travail ne peut donc pas se limiter au seul rapport entre un salarié et son objet de travail. Nous avons déjà souligné la présence et l'interaction de bien d'autres intervenants. Les stratégies professionnelles qui permettent d'affronter les risques du métier sans s'élaborent collectivement. Cependant, le recours à un collectif de travail capable de soutenir les efforts individuels ne va pas de soi dans un monde du travail qui a multiplié différentes formes d'évaluation de la performance individuelle. C'est pourquoi, le développement du rapport subjectif aux risques du métier relève, en partie, d'une recherche qui offre la possibilité aux professionnels de se risquer à rentrer dans une dynamique collective d'élaboration et de développement du métier. Les travaux de recherche en clinique de l'activité ont montré que lorsqu'un collectif de travail se réduit à une collection d'individus isolés, les pathologies du travail ne sont pas loin.

- **considérer que nos connaissances et modèles des risques dépendent des innovations sociotechniques dans le cadre de la prévention**

La prise en compte des expositions NPS et de leurs effets sur la santé est peu explorée. Or elle peut jouer un rôle sur la détermination des effets et des impacts des stratégies de prévention technique ou organisationnelle. La compréhension des NPS ne peut être réduite à la seule approche chimiste, ni même à celle uniquement de la psychosociologie sans l'articuler en même temps la dimension physiologique et subjective du travail humain. Une meilleure connaissance des instruments pour l'action est à considérer comme une façon de voir les risques en lien avec les outils existants dans l'entreprise (par exemple, document unique) dans le domaine de la réglementation, avec les modalités organisationnelles. La prévention exige de s'interroger sur la définition de méthodes d'intervention en entreprise, susceptibles de diminuer l'exposition au NPS. Nous faisons l'hypothèse que la prise de conscience des risques de NPS est dépendante de la manière dont l'entreprise gère et développe la prévention sur les autres risques professionnels (TMS, chute, coupure, etc.).

Le développement d'un dispositif d'action dépend d'une activité distribuée entre plusieurs acteurs (internes, externes, privés, publics, etc.). Les transformations sociales, politiques, économiques et culturelles influent sur la vision qu'ont les acteurs du travail et de la santé.

La genèse des représentations sur les risques TMS et la perception des relations entre les différents risques paraissent importante à analyser, ainsi que les décisions d'actions des acteurs (des entreprises, des institutions internes ou externes à l'entreprise, des professionnels de la santé, etc.), car la mise en œuvre de dispositif de prévention dépend de cette activité distribuée. On ne peut pas séparer d'un côté les sciences et techniques qui génèrent des risques et de l'autre, les sociétés qui y réagissent plus ou moins bien. En réalité les savoirs, les techniques et les formes de rationalité sont distribués (Vinck, 2004) d'une manière inégale, qu'il faut encore caractériser tout au long de longues chaînes d'acteurs hétérogènes : chercheurs, acteurs économiques, médias, acteurs politiques, consommateurs, citoyens, législateurs et organisateurs. Face à l'ampleur des risques réels, potentiels, diffus, émergents, nos sociétés sont conduites à développer une capacité de veille et de mise en place de solutions. Les habitudes, façons de penser, valeurs, les régulations locales, etc. sont aussi distribuées tout au long de ces chaînes d'acteurs, y compris au cœur des pratiques de production de connaissance, de postures d'analyse, de méthodologie et de solutions sociotechniques.

- **considérer que l'activité des concepteurs et de l'encadrement est centrale**

La gestion des risques par rapport aux innovations dans les produits, dans les nouvelles technologies, ainsi que dans les dispositifs de management et de changements organisationnels nécessite de comprendre le travail des concepteurs et de l'encadrement. Analyser leurs pratiques de gestion des risques permet non seulement de comprendre leur perception des risques, les formes de mobilisation face aux problèmes de santé-environnement, mais aussi d'intervenir sur leur conduite de projet de conception. D'une part pour anticiper sur les besoins en sécurité et en santé des personnes en production dont ils ont la charge. D'autre part, pour favoriser les apprentissages individuels et collectifs. Pour conduire ces projets de façon efficace, ils ont eux-mêmes besoin de disposer d'information sur l'activité de production. Lorsque les innovations techniques ou organisationnelles comportent des incertitudes, des floues, des conflits de logiques, des remises en cause successives par l'accumulation des changements, les choix réalisés peuvent avoir des conséquences néfastes sur la qualité des conditions de travail d'un individu. Autrement dit, l'encadrement de proximité et les concepteurs peuvent être à l'origine d'atteintes à la santé par leur façon de définir le travail et de le transformer. Pour éviter d'être dans des convictions – comme « on le fait comme ça pour le meilleur ou pour le pire » ou « il n'y a pas de moyens de faire autrement » (Nahon & Arnaud, 1999 ; Daniellou, 1998) – l'enjeu est d'aider les cadres à comprendre l'activité plutôt que de simplement gérer le travail (Cru, 2000).

Aider les acteurs de l'entreprise à la mise en œuvre de modes d'actions de prévention sur les risques liés aux NPS pourrait au-delà de ce risque permettre de comprendre l'évaluation des risques par l'entreprise et les modalités d'intégration de la prévention dans la conduite de projets pour appuyer les préventeurs du point de vue de leur efficacité et de leur pertinence. Ce projet de recherche devrait permettre aux entreprises une prise en compte plus efficace des "risques complexes", qui s'intègre dans l'approche durable et globale d'Évaluation et de Prévention des Risques professionnels.

Il s'agit de préciser les conditions permettant de contribuer à la compréhension des risques NPs et l'élargissement-intégration des dimensions de leur genèse, en lien avec d'autres risques. Pour cela, les méthodes spécifiques d'analyse des activités devraient contribuer au développement d'évaluation et de mesures adaptées à la maîtrise des risques. La participation à la mise en situation de ces dispositifs de prévention et conception est au cœur de l'enjeu de cette recherche.

Nous nous appuyons donc sur plusieurs cadres théoriques relevant de l'ergonomie, de la sociologie et de la gestion.

- **En gestion**, le cadre théorique mobilisé sera celui de la gouvernance du risque nano. En quoi cette gouvernance joue un rôle dans la construction des programmes de prévention ? Quels principes gouvernent la prévention à l'égard des nanoparticules ? En quoi les nanoparticules présentent des enjeux pour les acteurs autour de la gouvernance de ce risque ? Comment les industries s'insèrent dans les dispositifs de gestion des risques ? Comment les entreprises développent des stratégies ? Quel est l'écart entre le discours et les pratiques de prévention ?

- **En sociologie**, cinq champs théoriques seront mobilisés :

- 1- La sociologie du risque qui s'intéresse aux décisions et comportements face aux risques. Au-delà des travaux psychologiques sur la perception des risques (Slovic, etc.) ou les dynamiques psychiques liées aux risques (Dejours, etc.), celle-ci peut rendre compte d'attitudes variées à l'égard des risques entre populations (chercheurs, politiques, etc.) et plus encore des variables qui transforment le risque au sein de « l'arène sociale » (Renn, Kasperson) dans laquelle s'élaborent les politiques et les programmes de recherche ou de prévention.
- 2- La sociologie des organisations (Crozier, Friedberg, etc.) fournit traditionnellement des clés d'explications sur les jeux sociaux et les rapports d'influence (résistance-domination) à l'origine de l'évolution des règles (Reynaud) comme des innovations (Alter). Ses apports pourront être utiles pour analyser la conception et les modes de prévention au travail.
- 3- Lieu d'application de la logique gestionnaire, l'entreprise fabricante ou utilisatrice de nanoparticules pourra profiter de la sociologie de la gestion (Berry, Moisdon, Boussard) pour expliciter les contraintes et les compromis imposés par les techniques et les outils de management en matière de production comme de prévention.
- 4- une sociologie des professions (Abbott, Freidson), considérant des groupes professionnels en tant que communautés de pratiques, peut s'avérer utile pour explorer la circulation des savoirs et des modèles de risques et la (re)distribution des tâches et activités entre professionnels autour de la prévention (médecins, préventeurs, chimistes, etc.) à l'égard de ces risques nouveaux.
- 5- L'équipement, les objets intermédiaires. Ce que nous apporte la sociologie de l'innovation est qu'il existe une préoccupation permanente des acteurs en situation sur l'équipement<sup>9</sup> des objets intermédiaires. Cet équipement ferait que les objets puissent circuler d'un espace d'action à l'autre et devenir des objets-frontière (Vinck, 2008). La notion d'objet-frontière propose de repenser la théorie de l'acteur-réseau dans une perspective écologique de l'action collective et de l'innovation. L'objet-frontière<sup>10</sup> met en scène le rôle de certains artefacts, tels que des répertoires, des classifications matérialisées et des méthodes standardisées, dans la collecte, la production et la gestion de connaissances distribuées entre plusieurs mondes sociaux. Ces objets-frontière sont supposés maximiser à la fois l'autonomie de ces mondes sociaux et la communication entre eux. Cet apport de la sociologie sur les objets-frontières pourrait se rapprocher des travaux en ergonomie de Béguin, sur la rencontre entre deux mondes, celui des concepteurs et celui des opérateurs. Mais il ouvre aussi de nouvelles perspectives sur l'activité collective en l'élargissant à un réseau qui communique et échange sur la base d'objets intermédiaires. Dans notre questionnement sur les dispositifs de préventions de risque NPS, l'existence d'objet-frontière entre les opérateurs, les préventeurs, les chercheurs pourrait

---

<sup>9</sup> L'équipement se réfère à des objets aussi divers que des compétences, des règles, des instruments et des symboles ainsi qu'à des processus correspondant à leur genèse (Vinck, 2008). Par exemple, l'étiquette posée par la bibliothécaire sur un livre pour le reconnaître constitue un équipement dans l'activité du chercheur lors de sa recherche bibliographique sur un thème.

<sup>10</sup> Il s'agit d'objets, abstraits ou concrets, dont la structure est suffisamment commune à plusieurs mondes sociaux pour qu'elle assure un minimum d'identité au niveau de l'intersection tout en étant suffisamment souple pour s'adapter aux besoins et contraintes spécifiques de chacun de ces mondes.

modifier la négociation sur le processus de conception et d'innovation des instruments de la prévention des RPS.

**En ergonomie**, nous prendrons appui sur les cadres théoriques suivants :

- Perception du risque (Kouabenan) et la gestion du risque (Amalberti, Valot, Weill-Fassina, De la Garza). Le fait d'être dans l'innovation réduit notre familiarité avec des produits émergents. Cette absence de familiarité nous fait percevoir les nanotechnologies comme peu risqués. Il existe des biais de perception (optimiste irréaliste, illusion du sentiment de contrôle, etc.) qui pourraient expliquer les difficultés de prise en charge de la prévention de ce risque. Finalement les questions sur la santé seraient mises à l'écart pour maintenir des croyances en matière de développement et d'innovation (l'innovation comme une nécessité). Mais face aux risques, les opérateurs développent des « stratégies de prudence » (Cru, Dejours) qu'il serait intéressant d'explorer pour comprendre la gestion du risque.
- Le concept de « genèse instrumentale » (Béguin, Rabardel, 2000) est fondé sur l'idée qu'il ne suffit pas de connaître l'usage de l'outil pour s'approprier l'artefact. L'opérateur doit comprendre son utilisabilité par rapport à l'activité, qui consiste à faire des choix dans son utilisation, à le modifier en fonction des situations rencontrées et à le confronter avec les autres. Notre point de vue est qu'il faut pouvoir élargir la genèse instrumentale à la médiation par le collectif de travail. Vygotski (trad., 1997) disait que « la transformation du milieu passe par la construction de l'outil (outil technique/outil intellectuel) ». Selon Rabardel, le sujet fait corps avec ses instruments par un processus d'instrumentation<sup>11</sup> et d'instrumentalisation<sup>12</sup>. De la même façon, la sociologie de l'innovation donne une place centrale aux objets en soulignant que chez les humains, il est presque impossible de reconnaître une interaction entre eux qui ne ferait pas appel à une technique. L'influence des objets techniques dans les interactions sociales aborde les questions de l'acceptabilité de l'objet, de sa facilité d'usage en intégrant son rôle social.
- En ergonomie cognitive, notamment dans le domaine de la cognition distribuée (Hutchins, 1995), la modélisation des activités cognitives de coopération dans les processus de conception (Darses, 2002) et l'awareness (Heath et al., 2002 ; Grosjean, 2005) ouvrent à des questionnements sur les modalités des coopérations des acteurs dans la mise en œuvre de dispositif de prévention.
- les démarches en ergonomie de conception (Daniellou), telles que la construction sociale, l'analyse de sites de référence, la simulation, etc. seront mobilisées dans la conduite de projet de prévention des NPS.

## 5. Enjeux de la recherche

Le secteur des nanotechnologies est un formidable terrain d'étude et d'intervention sur le processus de management de la prévention des risques, en science humaine et technique pour plusieurs raisons.

L'environnement des activités présente souvent de fortes contraintes dans la réalisation du travail. Dans les entreprises de fabrication utilisant des nanoparticules par exemple, le travail des ingénieurs et des opérateurs se réalisent dans des endroits confinés (« salles blanches »), avec l'usage d'équipement de protection. Le travail n'est pas considéré comme répétitif, les opérateurs font des opérations plus ou moins complexes dans la journée, travaillent sur plusieurs machines. L'activité se caractérise par une forte charge mentale (exemple : 61 actions pour une opération) et des critères de qualité très élevés. L'optimisation de la production passe par l'automatisation des actes de manutention et de

---

<sup>11</sup> L'instrumentation désigne le processus de genèse instrumentale orienté vers le sujet lui-même, par l'assimilation de nouveaux artefacts aux schèmes et l'accommodation des schèmes aux nouveaux artefacts.

<sup>12</sup> L'instrumentalisation désigne le processus de genèse instrumentale orienté vers l'artefact, par la spécification et l'enrichissement de ses propriétés par le sujet qui lui donne un statut de moyen pour l'action et l'activité.

déplacements du produit. Le travail est fortement informatisé. Néanmoins les opérateurs assurent les phases de chargement et de déchargement des produits dans les machines et le contrôle de la finition des produits. En recherche et développement, les contraintes sont les mêmes en terme de la qualité et d'utilisation de l'informatique. La conception et l'ingénierie de produit et le marketing technique visent sur la promotion et le développement de support des produits.

Du côté du management, il est évident que les responsables ont conscience des liens entre la santé et l'efficacité mais ils se trouvent démunis aujourd'hui pour évaluer les risques nanoparticules. Sur le plan médical, les évolutions des populations exposées aux risques (diplômés ingénieurs, jeunes, etc.) posent de nouvelles questions de prise en charge. Sur le plan de la société, la médiatisation de risques nanoparticules est faible, rendant plus difficile l'anticipation des phénomènes.

S'intéresser à la manière dont le secteur de la production des nanotechnologies et celui de la recherche et développement construisent des dispositifs de prévention et de prise en charge de la santé au travail des salariés, peut rendre compte de l'approche intégrée des risques professionnels. Quels liens entre le risque nanoparticules et les autres risques ? Qui a en charge la prévention des risques nanoparticules dans l'entreprise (service médical, service de santé et sécurité, etc.) ? Quelles sont les relations avec les autres services (méthode, industrialisation, production, etc.) ? Comment le projet de prévention des nanoparticules s'inscrit dans une cohérence avec les autres projets dans l'entreprise ?

Dans la conduite de projet de conception, les marges de manœuvre sont généralement faibles pour faire des recommandations en santé et sécurité au travail car le laps de temps entre la décision d'investissement et l'installation de la machine est souvent trop court. Les questions de gestion des risques et de la sécurité arrivent souvent à la traîne après l'implantation des équipements. Ceci s'explique par un développement rapide et compétitif des produits dans un marché de concurrence et d'innovation. L'intervention par rapport aux risques se fait plus a posteriori ce qui est relativement coûteux pour toutes demandes de modifications des équipements. Il serait donc intéressant de pouvoir situer la prévention des risques NPS en amont de la conception des équipements et d'interroger les modes d'organisation du travail et les formes de coopération entre les acteurs.

Pour être efficace, l'action de prévention doit concerner non seulement le pôle des changements techniques, mais aussi celui de la mobilisation des acteurs et de leurs relations ainsi que celui des représentations dominantes sur la santé et sur les liens efficacité/santé. Ces marges de manœuvre sont à rechercher dès les processus de conception, elles concernent les dispositifs techniques et la structure organisationnelle, mais aussi l'acquisition par les individus et par les collectifs de nouvelles ressources pour faire face aux variations de la production (Coutarel, 2004). Il est souhaitable d'agir simultanément sur différents domaines: conception des produits, procédés de production, dispositifs techniques, organisation du travail, accueil des nouveaux, formation, etc. (Vézina, 2002 ; Daniellou, 2005).

Par ailleurs, l'utilisation de nanoparticules dans la production relève d'activité individuelle mais pas seulement. L'activité de travail est aussi fortement collective selon la répartition des tâches prévue par l'organisation du travail. Les opérateurs disposent d'une marge de liberté plus ou moins grande sur la manière de s'organiser et de faire face aux aléas de la production selon les consignes prévus et les procédures de gestion des risques. Comment les compétences individuelles, notamment en matière de préservation de la santé, peuvent s'exprimer au sein du collectif de travail ? Les relations entre travail et performance sont à instruire pour comprendre l'implication dans le travail en fonction des contraintes externes. Des questions se posent sur les marges de manœuvres perçues et réelles données aux salariés pour que l'action de travail ne soit pas souffrance mais bien au contraire l'œuvre

d'un auteur. Dans ces conditions, l'intervention sur la prévention des NPS doit viser le développement de marges de manœuvre, favorisant le pouvoir d'agir du sujet et permettant le déploiement de nouvelles pratiques professionnelles, dont la richesse soit adaptée à la diversité des conditions de production (Bourgeois, 2000 ; Pezé, 1999, 2001 ; Cloutier et all., 1999).

## 6. Méthodologie

La méthodologie d'étude exploratoire sur la prise en charge de la prévention des risques de NPS dans le secteur industriel et les laboratoires de recherche exigera d'abord la **constitution d'un comité de pilotage du programme de recherche** impliquant des partenaires sociaux, des chercheurs, des experts. Ce comité aura un rôle consultatif sur le projet de recherche et de discussion des hypothèses de travail.

L'étude proprement dite reposera d'une part sur un travail bibliographique sur la prévention des NPs et d'autre part sur un travail d'enquête et diagnostic au sein d'entreprises ou laboratoires manipulant des NPs. Une revue de littérature sera ainsi réalisée sur le sujet des nanotechnologies, des recherches sur les risques NPs et leur prévention et la réglementation. Pour les terrains, nous retiendrons des conditions d'exposition aux risques variables selon l'environnement de travail (taille des locaux, types d'équipement, nature du travail réalisé, nombre de personnes dans l'espace confiné, etc.) ainsi que selon les conditions d'exercice du travail (pression de la production, incertitude sur la commercialisation, standard industriel, fonctionnement en horaire de travail alterné, etc.). Le choix des entreprises sera subordonné à l'existence de **services de prévention ou sécurité** développant déjà une évaluation et une gestion des risques, sur lequel l'action d'intervention peut s'appuyer et leur accord à l'égard de la méthodologie retenue.

Concernant la gamme de tailles des NPs, il est prévu de considérer toutes les particules susceptibles d'atteindre les voies respiratoires et de s'y déposer. Cela concerne les nanoparticules individuelles (de dimension inférieure à environ 100 nm) ainsi que les agglomérats et agrégats – dont la dimension peut être supérieure à 1 µm – puisqu'il est probable que ce soit le caractère nanostructuré d'une particule qui pilote une réponse biologique spécifique. Pour le reste, il n'y a à ce jour encore aucune certitude pour mesurer telle concentration (en surface, en nombre ou en masse) ou tel paramètre (forme des particules, réactivité de surface, solubilité, charge, etc.) plutôt qu'un autre en plus de la taille, de la composition et de la structure chimique.

L'enquête sera constituée d'entretiens et d'observations. Elle comportera deux types d'analyse :

- une analyse qualitative des pratiques, effectuée auprès des travailleurs, des décideurs, des encadrants, des concepteurs et spécialistes des NPs et enfin des acteurs de la prévention, visant à explorer les raisonnements, outils, supports, médias, moyens de mesure et de protection et les difficultés rencontrées dans la mise en application des mesures de prévention. Une attention particulière sera portée aux **ingénieurs et aux animateurs sécurité** dans les entreprises (qui pourront être suivis par ailleurs dans le cadre de leur formation à la prévention). Nous nous intéresserons aussi aux **médecins du travail** pour comprendre les pratiques de déclaration de maladies professionnelles et accidents du travail. Il s'agit d'instruire la façon dont se met en œuvre la législation sur le terrain pour comprendre en quoi ces pratiques peuvent jouer un rôle sur la création de nouvelles normes d'hygiène et de sécurité. Quels effets les mécanismes de prise en charge des risques NPS ont-ils sur la connaissance et la prévention des risques ? Par ailleurs dans les laboratoires des physiciens et chimistes synthétisent les NPS. D'autres les étudient afin de comprendre la physique de ces objets nanométriques. Des biologistes ou biochimistes les utilisent comme marqueurs cellulaires. Il sera intéressant de décrire précisément le travail de ces

professionnels. Des connaissances seront produites à travers des monographies et des interventions sur des projets d'installations, qui peuvent être étudiées avec une diversité de méthodes : des observations du travail, des entretiens d'autoconfrontation simple ou croisée<sup>13</sup>, des entretiens semi-directifs et des entretiens de groupe, des analyses de documents et des traces d'accidents ou d'incidents dans l'entreprise. Les monographies seront réalisées suivant un cadre commun de rédaction pour permettre ensuite un partage de l'information recueillie entre les différents chercheurs.

- une analyse quantitative des expositions, effectuée in situ ou après prélèvements par l'équipe de l'INRS, qui permettra de décrire les situations d'exposition et de comparer les mesures aux risques perçus ou retenus par l'entreprise.

La recherche impliquera de développer une **approche multidisciplinaire** par la confrontation entre des **outils d'analyse relevant des démarches techniques, ergonomiques, sociologiques et psychologiques**. L'approche interdisciplinaire doit permettre de renouveler les méthodes d'analyse et les outils conceptuels.

Outre les coopérations sur le terrain, un **séminaire annuel** d'une durée de deux jours, entre les chercheurs des équipes impliquées, élargi à d'autres chercheurs experts, sera consacré à échanger sur les modalités de mise en œuvre du travail interdisciplinaire pour favoriser le développement d'approche intégrative des questions de santé-environnement et travail, autour de la problématique des risques NPS.

## 7. Originalités du projet

Ainsi constitué, ce projet présente au moins trois originalités :

- La première est d'aborder la prévention a priori tout au long du cycle de vie des produits à base de nanoparticules exposant des salariés : de la synthèse (ouverture de réacteur, récupération de produit, conditionnement, etc.) et la manipulation (échantillonnage, transvasement, vidange de trémie, mélange, transport, etc.) de nanoparticules, à l'élaboration de nanomatériaux (incorporation dans diverses matrices) et leur transformation (usinage, ponçage, etc.), en passant par le nettoyage et la maintenance des équipements (réacteurs, sorbonnes, boîtes à gants, équipements de filtration, etc.) et jusqu'à la collecte et au traitement des déchets. Aussi il est prévu de recueillir un maximum de données issues de contextes différents d'exposition (laboratoires, salles blanches, ateliers, etc.).

- La seconde est de proposer une approche pluridisciplinaire qui non seulement combine plusieurs approches de sciences sociales (ergonomie, gestion, sociologie) mais encore associe des compétences en ingénierie et en métrologie des nanoparticules. L'association de ces compétences est nécessaire pour garantir une analyse des pratiques à la lumière des mesures d'exposition les plus précises mais aussi pour saisir et suivre les débats scientifiques au fur et à mesure de leur évolution.

- La troisième est de proposer aux entreprises un dispositif de recherche qui soit également un dispositif d'intervention et plus largement, puisse favoriser la création d'un réseau de prévention, mettant en relation, en fonction des cas obtenus, diverses expériences de gestion au long du cycle de vie des nanoparticules, permettant d'identifier des expertises, de

---

<sup>13</sup> L'entretien d'autoconfrontation simple consiste à reprendre avec l'agent observé des séquences d'activité pour provoquer une verbalisation sur les difficultés rencontrées (contexte, conditions d'exercice de l'activité) et les moyens de les résoudre (explication des motifs des actions et de leur enchaînement). Dans sa forme croisée, l'entretien d'autoconfrontation consiste à provoquer une verbalisation de l'agent sur l'activité et le commentaire d'un pair concernant les difficultés dans la réalisation du travail et la manière de les gérer. Elle permet d'orienter le dialogue sur les manières de faire différentes, d'atteindre les mêmes objectifs ou de s'en fixer d'autres » Clot, 2005

dégager des points communs et de renforcer la dynamique de prévention. Réunissant les entreprises ponctuellement, ouvert au besoin à d'autres préventeurs, ce dispositif permettrait de participer au développement d'outils de mesure et de protection et intervenir sur les modes opératoires, l'organisation du travail, les collectifs de travail et la coopération entre acteurs et en retour d'ajuster le travail de recherche. Participant de la construction du risque, ce dispositif permettrait aux chercheurs de suivre cette construction au plus près et d'y contribuer, en pouvant surtout évaluer précisément leur contribution, en prévoyant des conditions de réflexivité.

## 8. Dispositif de recherche

*Comité de pilotage :*

**Alain Garrigou**, Maître de conférences en ergonomie, Département Santé Travail Environnement, IUT de Bordeaux

**Claude Gilbert**, Directeur de recherche CNRS, Responsable de l'axe "Risques et Crises Collectifs" de la Maison des Sciences de l'Homme-Alpes (MSH-Alpes UMS1799 du CNRS), Grenoble

**Michael Riediker**, Chercheur, Institut universitaire romand de Santé au Travail (IST) - Université de Lausanne - Faculté de biologie et de médecine

**Rosemary Gibson**, Health and Safety Labs UK:

**Dick Brouwer**, TNO Pays-Bas

**Rob Aitken**, IOM Edinburgh

**François Daniellou**, Professeur en ergonomie, institut de cognitive, Bordeaux 2

**Mathilde Bourrier**, Professeur en sociologie des risques

**Claude Ostiguy**, Chercheur à l'IRSST Québec

**Christophe Ferre**, CRAM Rhône-Alpes

**Eric Gaffet**, CNRS-Affset

Autres personnes (en cours de contact):

Odile Boutou, INSERM

Cécile Oillic-Tissier, CRAM Alsace-Moselle

*Equipes de recherche impliquées :*

### • Le laboratoire PACTE – Université Pierre Mendès France de Grenoble

**Responsable du Projet de recherche : Sandrine Caroly**

Le laboratoire développe des recherches en sociologie industrielle, économique et de l'innovation. Il s'agit notamment de comprendre la modernisation et les dynamiques de changement des entreprises, pour agir sur la conception de leurs outils de gestion et sur l'innovation des techniques.

**Sandrine Caroly**, maître de conférences en ergonomie, enseignant-chercheur à l'UJF, filière Prévention des Risques Industriels (PRI) de Polytech' Grenoble, fait ses recherches sur les relations entre travail et santé, et notamment a une expérience d'intervention sur la prévention des risques dans le secteur industriel et hospitalier en lien avec les questions d'organisation du travail (Caroly, 2003), du travail collectif et des compétences individuelles. HDR en ergonomie sur l'activité collective.

**Dominique Vinck**, professeur de sociologie, travaille sur les nanotechnologies depuis plus deux ans et vient de sortir un ouvrage intitulé « Les nanotechnologies » aux éditions Le cavalier bleu.

**Auréli Landry**, Post-doctorante en ergonomie. Thèse sur l'évaluation des interventions sur la prévention des risques. Etude sur la pratique d'intervention des médecins du travail dans la prévention des risques.

**Hassan Skaiki**, en thèse en sociologie sur l'endogénéisation des problématiques sociétales dans les laboratoires. Etude ethnographique dans un laboratoire sur l'intériorisation ou l'intégration par les acteurs du risque de NPs.

**Myriam Minnino**, en master de sociologie, projet de thèse sur le sujet de la prévention des nanoparticules.

**Anne Violaine Favier**, en thèse en gestion sur risques, incertitudes et nouveaux enjeux de gouvernance. Elle s'intéresse particulièrement à l'insertion des acteurs industriels dans les dispositifs de gestion des risques liés aux nanotechnologies.

**Gloria Zarama**, chercheur contractuel en sociologie, traitement et codage des données sur le logiciel NVivo.

#### **Personnes ressources :**

- **Constanza**, en thèse de sociologie sur la gestion de la connaissance dans le cas des nanomatériaux, capitalisation sur nanomatériaux. Trois terrains : un réseau de laboratoires en Colombie, un réseau international sur un dispositif de mesure, un groupe de cytotoxicité en Colombie.

- **Matthieu Hubert**, docteur en sociologie. Etude sur le travail sur les plateformes (Minatech, microélectronique (pas de NPs), partage des instruments de recherche entre plusieurs laboratoires, travail collectif sur les instruments, mécanismes d'appropriation.

#### **• L'INRS**

Association de loi 1901 créée sous l'égide de la CNAMTS (Sécurité sociale), l'INRS a pour mission de développer la connaissance en santé et sécurité au travail et promouvoir la prévention des risques professionnels. L'INRS dispose pour ce faire de compétences issues d'une grande variété de disciplines.

**Responsable du Projet de recherche : Eric DRAIS**, sociologue au laboratoire Gestion de la Sécurité (département Homme au travail, Nancy) travaille sur les outils et méthodes de gestion des risques et de la prévention en s'intéressant aux dynamiques d'actions, de métiers, d'organisations sous-jacentes.

**Myriam Ricaud**, ingénieur chimiste, du département ECT (Expertise et Conseil Technique, situé à Paris) assure une assistance en matière d'évaluation et de prévention technique et organisationnelle dans le domaine des risques chimiques, notamment liés aux nanomatériaux et nano-objets (nanoparticules, nanofibres, nanotubes, nanofilaments et nanofilms) au profit des entreprises, médecins du travail et autres organisations.

**Olivier Witschger**, ingénieur chimiste au département Métrologie des Polluants (MP, Nancy) est en charge de différentes actions (recherche, formation, expertise) liées à la caractérisation des expositions aux particules et nanoparticules (sous forme d'aérosols). Ces actions sont en général pluridisciplinaires en lien avec des équipes internes ou externes (projet européen, instituts homologues etc.).

#### *Les acteurs sociaux*

- les groupes industriels : Arkéma, Saint Gobain, Eurotungstène, L'Oréal, etc.
- l'école polytech' Grenoble filière Prévention des risques et l'école de Génie industriel INPG
- les laboratoires de recherche CEA et les autres

#### *Réseaux scientifiques*

Outre les membres de l'équipe du PACTE et de l'INRS directement engagés, nous mentionnerons les partenaires avec lesquels des collaborations sont engagées :

- l'équipe de Clinique de l'activité CNAM
- l'équipe le département d'Ergonomie de l'Institut de Cognitique.
- le CREAPT (Centre de Recherches et d'Etudes sur l'Age des Populations au Travail)
- le réseau européen sur les risques
- Le Département Hygiène Sécurité Environnement, IUT LAPS-ADS Université Bordeaux
- Centre de Recherche sur les Enjeux Contemporains en Santé Publique (CRESP) INSERM-Université Paris-XIII

## 9. Ressources, moyens

Modalités Objets d'étude	Méthode	Responsable + personnes impliquées	Discipline(s)	Temps consacré
<b>Revue bibliographique</b>	Veille documentaire Colloques Base de données	S. Hassan G. Zarama	<b>Toutes</b>	<b>20%</b> <b>20%</b>
<b>Identification modèles de risques</b>	Entretiens Observations Etude documents Monographies Discussions	E. Drais M. Minnino A. Landry	<b>Sociologie</b> <b>Ergonomie</b>	<b>50%</b> <b>50%</b> <b>20%</b>
<b>Analyse dispositifs de prévention et des actions de protection</b>	Observations Etude documents Entretiens Monographies Discussions	S. Caroly A. Landry E. Drais A. Favier	<b>Ergonomie</b> <b>Sociologie</b> <b>Gestion</b>	<b>50%</b> <b>40%</b> <b>20%</b> <b>50%</b>
<b>Mesure d'exposition</b>	Observations Prélèvements	M. Ricaud O. Witschger	<b>Chimie</b>	<b>100%</b> <b>100%</b>
<b>Activités transversales, coordination, séminaires</b>	Réunions, conférences (téléphoniques, vidéo)	E. Drais S. Caroly	<b>Coordinateurs du projet</b>	<b>20%</b> <b>20%</b>

## 10. Planning de la recherche

La recherche se déroulera sur une période de 36 mois et sera répartie de la façon suivante :

**Année 2010** (mars, préparation) :

- Constitution du comité de pilotage du programme de recherche
- Choix des terrains d'étude et des méthodologies

**Année 2011** (12 mois) :

- Réalisation des études de terrain par l'équipe de recherche
- Conduite de projet de conception
- Deux rencontres du comité de pilotage pour construire les hypothèses de travail et orienter l'analyse des terrains
- Premier séminaire interdisciplinaire

**Année 2012** (12 mois) :

- Analyse des données, compléments d'enquête,
- Intervention dans les projets de prévention et de conception
- Restitution et co-analyse des résultats avec le comité de pilotage
- Deuxième séminaire interdisciplinaire

**Année 2013** (3 mois) :

- Rédaction du rapport finale et valorisation-diffusion de la recherche

## **Annexe 2 : Guide d'entretien**

# Guide d'entretien

Date et lieu de l'entretien :

## **Partie 1 : l'interviewé**

Nom :

Prénom :

Age :

Sexe :

Emploi actuel :

Ancienneté :

Email :

## **A – Parcours professionnel**

### 1) Formation

- Diplôme

- Lieu

### 2) Parcours professionnel

Emplois successifs, motivations, évolution

Activités

### 3) Activité de travail

Thème(s) de recherche actuel(s) et finalité attendue

Rôles annexes tenus dans l'organisation du laboratoire? (membre du CHSCT, CE, SST...)

Quelle répartition de la charge de travail ?

Quelles sont les contraintes de travail (hiérarchie, durée de la recherche, publication, etc.)?

### 4) Collectif de travail

Quels sont les collègues de travail ?

Pluridisciplinarité (disciplines représentées et relations interdisciplinaires)?

Quelles sont les partenariats (en interne et en externe)?

Quelles informations sont échangées (thèmes, procédés, compétences diverses, etc.)?

### 5) Organisation du travail

Polyvalence de l'activité?

Répartition des tâches ?

## **B – Santé et sécurité au travail**

### 1) Sécurité générale

Quels sont selon vous les risques liés à votre activité ?

Quels sont les problèmes de santé et sécurité qui en découlent?

Quelles sont les règles, les protocoles de sécurité à suivre, les consignes ?

Quelles implications personnelles dans l'évaluation des risques pour le poste tenu ?

Quels types d'actions de prévention sont réalisés (EPI/EPC)?

Participez-vous à ces démarches sécurité (arbre des causes, challenge sécurité, formations, sensibilisations...) ?

Expérience personnelle ou proche de problèmes de santé au travail ?

Recherchez-vous des informations sur la sécurité au travail ?  
**Si oui**, quelles sources d'informations (internes/externes)  
**Si non**, pour quelles raisons?

Comment hiérarchiseriez-vous les risques suivants par rapport à votre activité ?

CMR	Intoxication inhalation/ingestion	Brûlure	Coupure	Nanos	Causticité	RI	Explosion	Allergie	Laser	Incendie

## 2) Risques liés aux nanoparticules

Définition des NPs

Quel type d'activité : synthèse ou manipulation de NPs déjà faites ?

Si synthèse : démarche ascendante ou descendante ?

Quel(s) procédé(s) utilisé(s) ? (description rapide)

Caractérisation des NPs (taille, forme, nature physico-chimique)

Formes d'utilisation (solution, poudre...)

A quels moments de vos activités y aurait-il contact avec des nanoparticules ?

Risques potentiels et/ou incertitudes identifiées :

Que savez-vous de la métrologie des NPs? Voies d'exposition ? D'absorption ?

Comment ces risques ont-ils été identifiés/évalués ?

Quels seraient selon vous les risques pour l'environnement ?

Quels seraient selon vous les risques pour la santé ?

Que connaissez-vous de la toxicité des NPs ?

La prévention devrait-elle faire l'objet d'une réglementation spécifique ?

Quels seraient les risques de dissémination durant la phase de production ?

Quels seraient les risques de dissémination durant l'utilisation du produit fini ?

Quels seraient les risques de dissémination pour la fin de cycle de vie ?

Modalités de nettoyage ? De maintenance ?

Quels moyens de prévention sont utilisés en interne pour gérer ces risques ?

Protection individuelle (gants/masque)

Formation en santé/sécurité

Protection collective

Prise en charge spécifique du risque nano ou intégré au système de prévention ?

Autres

L'exposition aux NPs est-elle mentionnée dans les documents d'évaluation des risques ?

La démarche de prévention des risques liés aux nano est-elle préventive ou rétroactive ?

La demande de prise en charge de la prévention des risques liés aux NPs a-t-elle évolué parmi les salariés? Si oui, à quel moment et pour quelles raisons ? (Problématiques de santé, activité nano en développement, etc.)

Y a-t-il un acteur spécifique à l'origine de la préoccupation sur les risques nano?

Qui est-il ? Quelle place occupe-t-il dans l'espace social (laboratoire, entreprise, région [ARACT, médecin du travail, etc.], institution) ? Formation/sensibilisation des acteurs ?

Liens de cet acteur avec des réseaux extérieurs : appartenance à une structure collective extérieure au laboratoire ?

Cette nouvelle préoccupation a-t-elle fait l'objet d'un groupe de travail/comité de pilotage/projet de prévention ?

**Si oui :**

- Quels en sont les acteurs ? Y a-t-il une personne référente ?
- Y a-t-il du temps prévu pour la réalisation du projet ?
- Les acteurs mobilisés dans le projet sont-ils mobilisés par ailleurs (autres projets) ?
- Qui fait le suivi des interventions ?
- Fait-on appel à des acteurs extérieurs ?

**Si non :** Pensez-vous que ce serait pertinent ?

Etes-vous impliqué personnellement dans la réflexion sur la prévention des risques liés à la manipulation des nanoparticules ?

**Si oui :** Quelles raisons ?

- Quelles implications ?
- Quelles sources d'informations ? (interne, externe, collectifs, réseaux anti-nanos...)
- Quelles alliances internes ?

**Si non :** pour quelles raisons ?

Dans le cadre de votre activité quelle est votre position vis-à-vis du principe de précaution ?

Quelle opinion sur l'efficacité de la démarche actuelle de prévention des risques nano ? Est-elle compatible avec la réalisation du travail ? Quelles propositions pour en améliorer l'efficacité ?

## **Partie 2 : Le laboratoire**

### **A – La prévention dans le laboratoire**

La démarche de prévention est-elle selon vous préventive ou rétroactive ?

Selon vous comment la prévention se vit-elle dans le laboratoire : une préoccupation, une contrainte, un dispositif spécifique... ?

Connaissez-vous les acteurs de la santé/sécurité et/ou du droit du travail :

- Prévention santé et sécurité (ACMO, IPRP, CHSCT, médecine du travail, SST)
- Syndicats
- Représentants des salariés
- RH
- Direction

Quels sont leurs positions au sein du laboratoire : présence dans les équipes, actions, relations entre eux... ?

Y'a-t-il eu récemment dans le laboratoire :

Une nouvelle organisation de l'activité de recherche ? (automatisation d'une partie du process, rationalisation du travail, innovation, nouveaux procédés...)

Mise en place de la qualité, d'une certification ?

Développement de la formation, de la gestion des ressources humaines, de la GPEC (Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences),...

Y-a-t-il eu des plans sociaux ? Quand ? Ou des départs massifs anticipés à la retraite ?

Evolution des contrats de travail (ex : augmentation de l'embauche en CDD), variation des heures supplémentaires, etc. ?

Changements dans l'encadrement des doctorants ?

Changement dans la direction (DG, DRH,...) ?  
Changement dans les acteurs de prévention ?  
Impact sur le laboratoire ?

Quelle est la politique du laboratoire face aux déclarations des AT/MP ?

Quelle est la position du laboratoire face au principe de précaution ? Comment est-il régi ?

Quelle est votre opinion sur l'efficacité de la démarche de sécurité : Est-elle compatible avec la réalisation du travail ? Quelles propositions pour en améliorer l'efficacité ?

## **B - Relations avec le marché : activité économique liée aux nano**

Origine de la recherche sur les nanoparticules :

- Année de démarrage de la R&D
- Quelle serait l'impulsion à l'origine de l'utilisation de nanoparticule ? (nécessité, vision, pionnier, suiveur...)
- Pourcentage de R&D consacré aux nano et évolution ?
- Sollicitation du secteur privé ?
- Evolutions en matière de recherche fondamentale et de recherche appliquée ?

Quelles sont les disciplines, les objets, les thèmes de recherche du laboratoire ?

De quelle manière considérez-vous l'état de la recherche française en matière de nano par rapport au reste de la communauté scientifique ?

Quels sont les chercheurs ou groupes de recherche en pointe dans votre domaine au niveau national, au niveau international ?

Comment situez-vous votre laboratoire ?

Quelles sont les revues de références dans votre domaine de recherche ?

Avez-vous travaillé antérieurement sur d'autres projets en matière de nano ?

Origine de financement et durée

Objet de recherche

Nombre de personnes impliquées

Quelle est selon vous l'originalité de la stratégie de recherche inhérente à chacun de vos projets ?

Quels sont les brevets déposés ?

Le laboratoire a-t-il des liens avec les entreprises privées ? Ce type de partenariat est-il recherché ? Qu'attend-on de ce type de partenariat ?

## **C - Modes d'insertion dans des réseaux nano**

Le laboratoire participe-t-il à des projets nationaux ou internationaux de recherche sur les risques sanitaires et/ou environnementaux liés aux nanos ? (type nanotox, nanosafe 2, ...) ?

**Si oui :**

Qu'est ce qui a motivé d'après vous cette participation ?

Quel est le mode d'implication du laboratoire dans ce projet ?

Qui est concerné ?

Quels débouchés sont attendus de cette participation ?

Quels impacts sur le processus de développement des activités nano ?

Pour quelles raisons est-ce important de participer à ce type de projet ? (intérêt scientifique, image du laboratoire, visibilité, influence sur la réglementation...)

Le laboratoire communique-t-il sur sa participation ? Selon vous devrait-il le faire ?

**Si non :**

Pour quelles raisons ?

Pensez-vous que ce serait intéressant/pertinent/nécessaire pour le laboratoire ?

Le laboratoire participe-t-il à d'autres dispositifs destinés à évaluer ou à communiquer sur les risques larges liés aux nanos (éthiques, militaires, sociétaux, etc.) ?

**Si oui :**

Quelles actions ? À décrire (conférences, débats publics...)

Qu'est ce qui a motivé cette participation ?

Quel est le mode d'implication du laboratoire dans ce projet ?

Qui est concerné ?

Quels débouchés sont attendus de cette participation ?

Quels impacts sur le processus de développement des activités nano ?

Pour quelles raisons est-il important selon vous de participer à ce type de projet ? (intérêt scientifique, image du laboratoire, visibilité, influence sur la réglementation...)

Le laboratoire communique-t-il sur sa participation ? Selon vous devrait-elle le faire ?

**Si non :**

Pour quelles raisons ?

Pensez-vous que ce serait intéressant/pertinent/nécessaire pour le laboratoire ?

Le laboratoire participe-t-il aux dispositifs/programmes d'échanges, d'informations et de recherche en nanosciences et nanotechnologies (type OMNT, RMNT, C'Nano, R3N, PNANO, NANOMICRO, etc.) ?

**Si oui :**

Quelles actions ? À décrire (conférences, débats publics...)

Qu'est ce qui a motivé cette participation ?

Quel est le mode d'implication du laboratoire dans ce projet ?

Qui est concerné ?

Quels débouchés sont attendus de cette participation ?

Quels impacts sur le processus de développement des activités nano ?

Pour quelles raisons est-il important selon vous de participer à ce type de projet ? (intérêt scientifique, image du laboratoire, visibilité, influence sur la réglementation...)

Le laboratoire communique-t-il sur sa participation ? Selon vous devrait-elle le faire ?

**Si non :**

Pour quelles raisons ?

Pensez-vous que ce serait intéressant/pertinent/nécessaire pour le laboratoire ?

Quelles relations le laboratoire entretient-il avec d'autres laboratoires de recherche en nanosciences et nanotechnologies ou en nanotoxicité (Minatec, CEA, CEREGE, etc.) ?

Existe-t-il dans le laboratoire une forme de veille sur ce qui se dit sur les nano ?

**Si oui :** Qui s'en occupe ? Et comment la communication a lieu dans le laboratoire sur ce sujet ?

**Si non :** Pour quelles raisons ?

Pensez-vous que ce serait intéressant/pertinent/nécessaire pour le laboratoire ?

Avec quelles parties prenantes (citoyens, associations, politiques, entreprises...) considérez vous qu'il est légitime de dialoguer autour de la question des risques potentiels liés aux nano ?

Avec quelles parties prenantes considérez vous qu'il est nécessaire de dialoguer ?

Quelles formes de communication du laboratoire à l'égard des différentes parties prenantes ?

Quel type de résultats attendez-vous de ce dialogue ?

Comment se positionne le laboratoire vis-à-vis du principe de précaution général?

**Annexe 3 : Exemple de tableau de synthèse situation  
actuelle / situation future suite aux observations et  
entretiens d'auto-confrontation**

**Observations du 07/03/2011 matin : technicienne Partie Humide**

Suite d'une étude pour un client externe avec latex : mesure du potentiel zéta pour vérifier qu'avec différents adjuvants, le potentiel zéta reste négatif.

1<sup>er</sup> essai : pâte + slurry à 5' + percol à 10''

2<sup>ème</sup> essai : pâte + slurry à 5' + amidon cationique à 4' + percol à 10''

3<sup>ème</sup> essai : pâte + slurry à 5' + amidon cationique à 4' + amidon anionique à 1' + percol à 10''

4<sup>ème</sup> essai : pâte + slurry à 5' + amidon cationique à 4' + (latex + amidon anionique) à 1' + percol à 10''

5<sup>ème</sup> essai : pâte + slurry à 5' + (latex + amidon cationique) à 4' + percol à 10''

6<sup>ème</sup> essai : pâte + slurry à 5' + (latex + amidon cationique) à 4' (dose plus importante) + percol à 10''

7<sup>ème</sup> essai : pâte + slurry à 5' + (latex + amidon cationique) à 4' + (latex + amidon anionique) à 1' + percol à 10''

8<sup>ème</sup> essai : pâte + slurry à 5' + amidon cationique à 4' + (latex concurrent + amidon anionique) à 1' + percol à 10''

N°	ACTIVITES	SITUATION ACTUELLE (problématique, difficultés rencontrées, risques)	SITUATION FUTURE (problématique, difficultés rencontrées, risques)
1	<p>Prépare le slurry (charges) Prélève 100g de charge (omyalite 50 sous forme de poudre dans boîte fermée) avec une petite pelle et la pose sur une feuille posée sur la balance Met la poudre déposée sur la feuille dans une fiole jaugée à l'aide d'un entonnoir Rajoute de l'eau de forage au bécher dans la fiole Met un bouchon sur la fiole et homogénéise la solution en renversant la fiole tenue à 2 mains Verse ensuite la solution dans un grand bécher Met la fiole dans l'évier et la remplit d'eau</p>	<p>La vaisselle sera faite en fin de journée. La fiole est dédiée à la charge parce qu'il est difficile de la nettoyer parfaitement, une couche blanche se dépose à l'intérieur.</p> <p>Utilise une feuille pour pesée pour ne pas devoir refaire la manipulation si prélève trop de poudre</p>	<p>Depuis expérimentation de novembre, utilisent une fiole jaugée au lieu d'une éprouvette</p> <p>Pesée, mélange et transvasement dans le bécher se feraient sous la sorbonne</p> <p>Utiliserait plutôt un pot qu'on peut fermer, un pot twist off (le couvercle pas serré à fond)</p> <p>Porterait lunettes, gants (gant se coince dans la micropipette) et masque (travail fractionné) Blouse ou surblouse</p> <p>Si collègues pas à proximité, pas de précaution particulière</p>

N°	ACTIVITES	SITUATION ACTUELLE (problématique, difficultés rencontrées, risques)	SITUATION FUTURE (problématique, difficultés rencontrées, risques)
2	<p>Prépare les différentes solutions avec amidon :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amidon cationique</li> <li>• Amidon anionique</li> <li>• Latex + amidon cationique</li> <li>• Latex + amidon anionique</li> <li>• Latex concurrent + amidon anionique</li> </ul> <p>Prélève à l'aide d'une propipette les quantités nécessaires d'amidon cationique, amidon anionique et/ou latex</p> <p>Met le prélèvement dans un pot posé sur la balance et ajoute de l'eau de forage au bécher puis à la pipette</p> <p>Place une baguette dans chaque pot</p> <p>Pour les latex, agite le mélange avant prélèvement et referme les flacons après prélèvement</p>	<p>Toutes les quantités à introduire avaient été préalablement calculées par laborantine partie humide et étaient inscrites sur les différents pots</p> <p>Tient dans la main droite le bécher ainsi que la pipette pasteur qui est dans le bécher</p>	
3	<p>Prépare de la même façon la dilution du percol, agent de rétention</p>	<p>Le percol était sur agitation magnétique depuis le matin.</p> <p>Discussion entre technicienne et laborantine partie humide : désaccord sur la dilution du percol</p> <p>Habituellement, prépare leurs pots. Ici contrôle de ce qui a été fait par laborantine partie humide</p>	
4	<p>Amène tous les pots sur la paillasse près du poste d'agitation pour fixation amidon et potentiel zéta.</p> <p>Met le slurry sur agitation magnétique</p> <p>La pâte, déjà prête, est dans une grande cuve de stockage avec mélangeur.</p>	<p>Discussion entre laborantine, agent de maîtrise et technicienne partie humide sur un cuiseur conçu pour un client que laborantine et technicienne partie humide sont allées tester la semaine dernière</p>	

N°	ACTIVITES	SITUATION ACTUELLE (problématique, difficultés rencontrées, risques)	SITUATION FUTURE (problématique, difficultés rencontrées, risques)
5	<p><b>Essai n°1</b> : prélève 500mL de pâte avec la pinte à lait dans un bécher (dédié au potentiel zéta) et la verse dans le bol du poste d'agitation Met en route le mélangeur dans le bol Prélève à la propipette la quantité nécessaire de slurry et l'introduit à 5' (démarré en même temps le minuteur) A 10'', introduit le percol Ouvre la vanne pour vider la préparation dans le bécher (remonte le bécher au plus près de l'ouverture du bol) et arrête le mélangeur Referme la vanne</p>	<p>Les quantités à introduire sont calculées en fonction des 500mL de pâte et les propipettes ont été préparées par laborantine partie humide (réglées en fonction des volumes à introduire) Chaque propipette est dédiée à une solution (indiqué dessus)  Quelques gouttes sur le plan de travail et au sol</p>	<p>Eclaboussures au niveau de l'agitation → pot en inox plus grand (pot conçu pour 250mL et on y met 500mL)  Travailler avec des barreaux aimantés neufs (cela évite que le bécher se balade sur plaque magnétique) Arrêter l'agitation quand on quitte la pièce</p>
6	<p>Se déplace jusqu'à l'appareil servant à mesurer le potentiel zéta avec le bécher Glisse le bécher dans l'appareil Met en route la pompe à vide → création d'un matelas fibreux (qui se décompose ensuite) Attend que le niveau d'eau ne bouge plus (30'') et lance la mesure</p>	<p>Discute avec laborantine partie humide sur le produit reçu pour essai</p>	<p>Faire attention à ne pas renverser dans les déplacements  Espace dédié produit OP (près de la sorbonne par exemple) Evoque l'enlèvement du simulateur  Remarque de laborantine partie humide : mesure du potentiel zéta envisageable directement sur produit OP</p>
7	<p>Enlève l'ensemble et le nettoie avec eau déminéralisée et remet en place Vérifie que la toile n'est pas encrassée Jette la préparation et rince le bécher (réutilise le même pour tous les essais)</p>	<p>Avec des vieux papiers (fibre recyclée), nettoyage de la toile plus fréquente Toile en nylon (avant une grille)  Laisse couler l'eau parce que l'évier se bouche régulièrement</p>	
8	<p><b>Essai n°2</b></p>	<p>Discute avec laborantine partie humide qui est allée récupérer leur pHmètre prêté à un autre labo</p>	
9	<p><b>Essai n°3</b></p>		

N°	ACTIVITES	SITUATION ACTUELLE (problématique, difficultés rencontrées, risques)	SITUATION FUTURE (problématique, difficultés rencontrées, risques)
10	<b><u>Essai n°4</u></b>		
11	<b><u>Essai n°5</u></b>	Prépare propipette pour essai suivant avec dose plus importante de (latex + amidon cationique)  Demande à laborantine partie humide d'attraper un collègue (qu'elle voit passer dehors) pour bon de magasin	
12	<b><u>Essai n°6</u></b>	Prépare propipette pour essai suivant  Echange avec laborantine partie humide sur le fait que le mélange cationique mousse Première fois qu'ils manipulent ce type de produits : fait la remarque qui servira peut-être un jour	
13	<b><u>Essai n°7</u></b>	Discute avec agent de maîtrise et une autre personne du labo surfaçage/couchage sur le cuiseur pour client	
14	<b><u>Essai n°8</u></b>		
15	Démonte entièrement la cellule de mesure pour pouvoir brosser la toile		

Sur l'ensemble des étapes, ne porte pas de gants ni de lunettes. Porte une blouse.

Interaction avec l'extérieur :

Passage de quelques personnes (femme de ménage qui discute avec laborantine partie humide, une personne de l'entreprise qui amène un produit pour une étude, une personne de l'entreprise qui passe dire bonjour (discussion sur ses vacances en Tunisie))

Mise en place d'affiches

Bureaux : bouger l'armoire qui est derrière le bureau de l'agent de maîtrise (pourrait être mise à l'entrée)

## **Annexe 4 : Histoire de l'entreprise**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Après	
<b>Macro</b>					Nouveau directeur et nouveau responsable applications	Grèves en début d'année (salaires)		
<b>Acteurs santé/sécurité</b>				Intégration d'une toxicologue Alerte remontée au Médecin du Travail pour produit X	Mise en place service QSE périmètre R&D --> formalisation des modes opératoires Alerte remontée au CHSCT pour produit OP Nouveau Médecin du Travail	Réorganisation en cours du service sécurité Changement de secrétaire du CHSCT	Nouveau Médecin du Travail	
<b>Prévention des risques</b>	Document unique réactualisé pour la dernière fois (partie humide)	En continu : formations PRAP, visites sécurité, rondes de sécurité par binôme					Structuration d'un SMS avec référentiel sécurité Mise en place groupe de travail sécurité département papier carton	Intégration nanoparticules dans document unique
<b>Prévention risque chimique</b>	Début évaluation risque chimique (aide stagiaires) Inventaire produits et FDS	En continu : formations risque chimique, CMR avec recyclage tous les 5 ans						
<b>Demandes commerciales (clients)</b>			Réflexion avec société Y (lien financier et historique)	Demande de la société belge X	Avril : partenariat avec Y et études analytiques sur produit OP		Partie humide??	
<b>Expérimentation nanos</b>			Premières expérimentations avec des produits OP et NP en surfacage/couchage --> arrêt donné par la direction pour raisons commerciales	Produit X (émulsion de latex) sur Dickson en surfacage/couchage --> irritations --> arrêt	Produit OP : particules de TiO2 enrobées de nanoparticules de CaCO3 --> "droit de retrait" (pas d'expérimentation)			
<b>Prévention nanos</b>				Mai : causerie sécurité informative au DAPF	Constitution groupe travail piloté par QSE R&D Réunion avec invitation du CHSCT en avril 2009 Contact pris avec INRS, INERIS et Faure Ingénierie pour mesures	Restitution résultats mesures aux différents labos Présentation projet INRS/PACTE en CHSCT Note interne procédure à suivre si souhait de manipuler nanoparticules		
<b>Management</b>			Mme A en surfacage/couchage, M. B en carton ondulé et M. C en partie humide (à partir oct.) Remplacement de Mme A par M. C (fév.-oct.)	Changement responsable Mise en place d'un cadre (M. B) pour manager les 3 labos (mars 2009)	Mise en place réunions pour élaborer protocole d'étude	Nomination d'un agent de maîtrise partie humide en janvier		

## RESUME

---

Présentées sous la bannière attrayante de l'ouverture des « *frontières de l'infiniment petit* », les nanoparticules envahissent notre quotidien et tous les secteurs d'activité (agroalimentaire, électronique, cosmétique, médical, textile, automobile, etc.). Leur taille mais aussi leur surface d'échange leur apportant des propriétés chimiques, mécaniques, optiques ou biologiques inédites, elles représentent des enjeux scientifiques et économiques importants. Mais cette « *révolution invisible* » s'accompagne également d'incertitudes quant à leurs effets sur la santé et l'environnement.

Ce travail, qui répond à une demande d'un industriel souhaitant manipuler des produits nanostructurés, vise à explorer la manière dont peuvent être mises en place des actions de prévention des risques dans ce double contexte d'innovations et d'incertitudes. Il s'agit de renouveler l'approche de la prévention des risques professionnels en favorisant, d'une part, le développement des acteurs de l'entreprise et, d'autre part, l'intégration des différentes logiques de fonctionnement de l'entreprise, à travers le projet de prévention.

La méthodologie mise en œuvre associe des entretiens à des observations de l'activité en situations de travail de référence et a deux objectifs : comprendre les représentations du risque lié aux nanoparticules et créer un espace de débat collectif sur les pratiques professionnelles dans le cadre de l'activité de travail actuelle et future avec manipulation de nanoparticules.

Nous mettons ainsi en évidence des résultats contrastés entre les acteurs opérationnels et les acteurs décideurs. Nous observons, chez les acteurs opérationnels, des transformations importantes de leurs représentations à la fois du risque lié aux nanoparticules et de leurs propres ressources pour faire face à ce risque émergent. Nous expliquons ces transformations par leur engagement et implication à la recherche collective de solutions de prévention. Au contraire, les acteurs décideurs, qui se sont moins mobilisés dans les actions de simulation et de transformation des situations de travail, restent dans des modèles classiques de management des risques. Ces résultats confirment que les connaissances se construisent aussi par l'action, par l'activité constructive qui se déroule dans l'activité productive.

Nous montrons également que la possibilité d'activité collective autour de ce projet de conception d'une démarche de prévention du risque lié aux nanoparticules aide les acteurs à tenir ensemble les deux logiques, innovation et prévention, et ce, même dans un contexte d'incertitudes quant aux effets des nanoparticules sur la santé. Ces résultats offrent des perspectives intéressantes de recherche dans des contextes différents, par exemple dans des systèmes d'amélioration continue où les connaissances des effets du travail sur la santé sont relativement stabilisées.

Mots-clés : nanoparticules, prévention des risques, intégration des logiques, conception collective

## ABSTRACT

---

Presented under the attractive banner of the opening of the « *borders of the infinitesimal* », nanoparticles invade our everyday life and all the business sectors (food-processing, electronic, cosmetic, medical, textile, car, etc.). Their size but also their surface of exchange providing them new chemical, mechanical, optical or biological properties, they represent important scientific and economic stakes. But this « *invisible revolution* » also comes along with uncertainties as for their effects on health and environment.

This work, which answers a request of an manufacturer wishing to handle nanostructured products, aims at investigating the way the risks prevention initiatives can be organized in this double context of innovations and uncertainties. It is a question of renewing the approach of the professional risk prevention by favoring, on one hand, the development of the actors of the company and, on the other hand, the integration of the different forms of work logic, through the project of prevention.

The implemented methodology associates interviews with real work observations in reference situations and has two objectives: understand the representations of the nanoparticles risks and create a space of collective debate on the professional practices within the framework of the current and future working activity.

We so bring to light contrasted results between the operational actors and the decision-making actors. We observe, at the operational actors, important transformations of their representations at the same time of the risk bound to nanoparticles and of their own resources to face this emergent risk. We explain these transformations by their commitment and implication to the collective research for solutions of prevention. On the contrary, the decision-making actors, who less mobilized in the actions of simulation and transformation of the working situations, stay in classic patterns of risk management. These results confirm that the knowledge also build itself by the action, by the constructive activity which takes place in the productive activity.

We also show that the possibility of collective activity around this project of conception of an approach of nanoparticles risks prevention help the actors to hold together both logics, innovation and prevention, and it, even in a context of uncertainties as for the effects of nanoparticles on health. These results offer interesting perspectives of research in different contexts, for example in systems of continuous improvement where the knowledge of the effects of the work on health is relatively stabilized.

Key-words: nanoparticles, risk prevention, logic integration, collective conception