

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

La multi-exposition des travailleurs du nucléaire

Comment la prendre en compte et son impact sur les études épidémiologiques

Un exemple pratique à travers la cohorte française des travailleurs du cycle du nucléaire (TRACY)

Sara VILLENEUVE, Eric SAMSON, Pierre LAROCHE,
Dominique LAURIER

IRSN - PRP-HOM/SRBE/Laboratoire d'épidémiologie

Congrès de la SFRP

Reims, 16 juin 2015

Contexte

Les travailleurs du nucléaire - Population particulièrement surveillée pour leurs expositions professionnelles aux rayonnements ionisants et/ou à l'uranium

⇒ **Principal axe de recherche** dans la survenue de pathologies telles que le cancer ou les maladies de l'appareil circulatoire

Notion de causalité entre exposition et maladie est une relation complexe

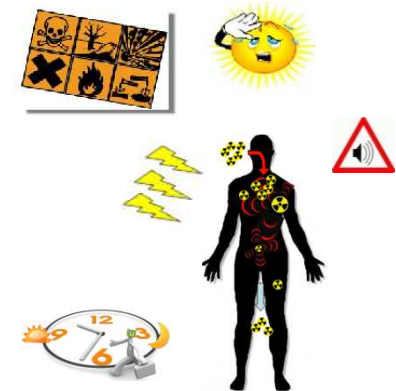
⇒ Il paraît difficile aujourd'hui de s'affranchir de la **multi-exposition des travailleurs du nucléaire**

Uranium (contamination interne) et/ou **Radiations ionisantes**

(Evaluation via les données individuelles issues des dossiers médicaux)

Expositions chimiques , hautes températures, bruit, travail posté

⇒ **Facteurs de confusion** dans l'étude de la survenue de pathologies liées à une exposition à l'uranium et/ou rayonnements ionisants



Evaluation de ces expositions à partir des données individuelles impossible !

⇒ Nécessité d'une évaluation rétrospective : **Utilisation de Matrices Emplois-Expositions (MEE)**

Les Matrices Emplois-Expositions



■ Outil destiné à évaluer des expositions professionnelles de façon rétrospective sur une période finie

⇒ Base de données associant à des emplois des données d'exposition à certaines nuisances

	Nuisance A	Nuisance B	Nuisance C
Emploi 1	P_1^A, I_1^A, F_1^A	P_1^B, I_1^B, F_1^B	P_1^C, I_1^C, F_1^C
Emploi 2	P_2^A, I_2^A, F_2^A	P_2^B, I_2^B, F_2^B	P_2^C, I_2^C, F_2^C
Emploi 3	P_3^A, I_3^A, F_3^A	P_3^B, I_3^B, F_3^B	P_3^C, I_3^C, F_3^C

⇒ **Emplois** : Combinaison Secteur d'activité X profession

⇒ **Nuisances** : Facteurs ou produits à évaluer (classés CMR)

⇒ **Données d'exposition** : Combinaison d'indices d'exposition

- Probabilité (P) : Proportion de travailleurs considérés comme exposés à cet emploi
- Intensité (I) : Concentration à laquelle est soumis l'opérateur en fonction des tâches exposantes effectuées et de son environnement de travail
- Fréquence (F) : Temps passé par l'opérateur à effectuer des tâches exposantes (et/ou à se trouver dans une ambiance exposante) sur l'ensemble de son temps de travail

La cohorte TRACY

Cohorte française des travailleurs du cycle du combustible (TRACY)

- 12 712 travailleurs du cycle du combustible employés au moins 6 mois entre 1958 et 2006
- Plusieurs entreprises du cycle du combustible : Stades de production différents entraînant des expositions diverses



- Chimie de l'Uranium (COMURHEX, AREVA NC)
- Enrichissement de l'Uranium (EURODIF, CEA, AREVA NC)
- Fabrication du combustible (FBFC et MELOX)
- Assainissement/décontamination et récupération d'uranium (SOCATRI)
- Recherche (CEA - Enrichissement)

⇒ 2 MEE déjà développées au sein de TRACY (EURODIF, AREVA NC)^{1,2}

1. Guseva Canu I et al. Estimating historic exposures at the European gaseous diffusion plants. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2013;216:499-507

2. Guseva canu I et al. Construction d'une matrice emplois-expositions pour le suivi épidémiologique des travailleurs de l'industrie nucléaire en France : Résultats d'une étude pilote. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*. 2008;56:21-9.

SOCATRI, une histoire particulière

■ **SOCATRI** (SOCiété Auxiliaire du TRIcastin) - Entreprise en marge des autres entreprises du cycle du combustible :

- GIE (Groupement d'Intérêt Economique) créé en 1976 pour le nickelage des pièces chaudronnées destinées à la construction d'EURODIF → chantier provisoire

⇒ **Diversification de l'activité pour perdurer** (2001 fusion du GIE → SOCATRI)

■ **Activités au fil des ans :**

- Chromage et nickelage de pièces chaudronnées (ex: chromage des chars Leclerc)
- Décontamination et maintenance de matériels en provenance :
 - D'EURODIF, SET
 - D'EDF avec la BCOT (Base Chaude Opérationnelle du Tricastin)
 - Divers chantiers éphémères sur le site du Tricastin
- Station de traitement des effluents uranifères
- Traitement des déchets uranifères et accueil d'un centre ANDRA
- Concepteur de pompes, vannes et compensateurs

Impact sur l'évaluation des expositions

La diversification des activités a amené :

- Dynamisme dans l'évolution des processus industriels : périodes expérimentales, évolution constante ⇒ **Postes de travail évolutifs (tâches associées non définies), expositions diversifiées**
- Grande polyvalence des employés ⇒ **Historiques de carrières complexes**

Les documents à notre disposition :

- **Historiques de carrières** : Plusieurs sources pas toujours concordantes
(Cahiers du personnel, dossiers médicaux, fiches de postes et nuisances, RH SOCATRI)
- **Bibliographie industrielle** : Difficile à obtenir avant 2001
(CR des CHSCT (2001-2012), plans des installations (1998, 2009), cartographie du bruit (2000), fiches de données de sécurité (plus de 200 produits), évaluation du risque chimique (2007), fiches de sécurité des postes de travail, bilans hygiène et sécurité (2001-2011), organigrammes de (1989, 2010-2012), rapports environnementaux (1997-2004, 2008-2011))

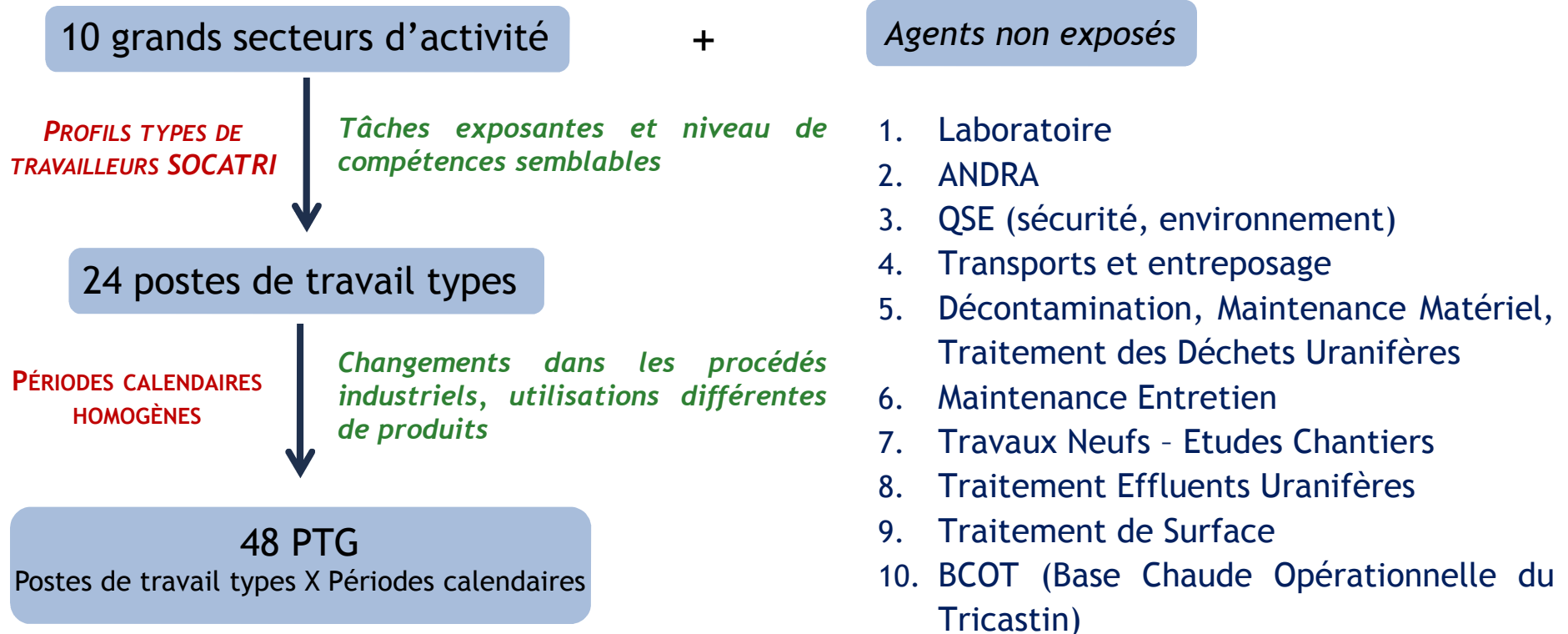
Avantages : Petite et récente entreprise (210 actifs) ⇒ **Interview des experts**

Mise en place de la MEE à SOCATRI

- Méthodologie issue de la méthode **DELPHI** : chaque étape validée par consensus d'experts
 - Les **Experts SOCATRI** : Médecin du travail, chefs de secteurs, ingénieur de sécurité, assistante de direction, ouvriers les plus anciens (*20 personnes*)
 - **Définition du cadre de la matrice** : Elaboré par interview des experts
 - Liste des nuisances : composés CMR (**N=72**)
 - ✓ **Uranium** (naturel, appauvri, enrichi, de retraitement) **et composés (n=39)**
 - ✓ **Contaminations internes** : Spectres EDF (⁵⁸Co, ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs, ...), ANDRA (³H, ¹⁴C, ...) (**n=2**)
 - ✓ **Laines minérales** : laines de verres, fibre de verre, amiante (**n=2**)
 - ✓ **Composés chimiques** : Arsenic, Chrome VI, Nickel, solvants organiques, ... (**n=27**)
 - ✓ **Agents physiques et infectieux** : Chaleur, travail postés, bruits, agents infectieux (**n=4**)
 - Liste des Postes de Travail Génériques (PTG) : (**N=48**)
- ⇒ **PTG** : Défini comme un poste de travail, ou un ensemble de postes de travail, pour lequel l'exposition est homogène en fonction des tâches associées et de la période calendaire

Postes de travail

Un **Poste de Travail Générique (PTG)** est défini comme un poste de travail, ou un ensemble de postes de travail, pour lequel l'exposition est homogène en fonction des tâches associées et de la période calendaire



Evaluation et synthèse

Evaluation (travailleurs actifs et retraités) :

- Travailleurs ayant occupé le poste de travail pendant au moins 5 ans
- Cahier d'évaluation et fiche explicative pour recueillir les évaluations individuelles
- Permanences sur site pour une aide à l'évaluation, à raison de 1 fois/semaine pendant 1 mois 1/2

Synthèse :

- 3408 triplets (P,I,F) ont été attribués
- 89,5% ont été validés par consensus
- 10,5% ont du être réévalués par les experts jusqu'à consensus

Secteurs	PTG N = 48		Total des notes à attribuer N = 3 408	Notes validées		Notes réévaluées	
	n	%		n	%	n	%
Décontamination, Maintenance	13	27,1	923	899	97,4	24	2,6
Traitement de surface	5	10,4	355	304	85,6	51	14,4
Effluents uranifères	4	8,3	284	64	22,5	220	77,5
Laboratoire	5	10,4	355	331	93,2	24	6,8
BCOT	4	8,3	284	278	97,9	6	2,1
ANDRA	2	4,2	142	141	99,3	1	0,7
Travaux neufs	1	2,1	71	70	98,6	1	1,4
Maintenance entretien	5	10,4	355	339	95,5	16	4,5
Transport Entreposage	3	6,3	213	209	98,1	4	1,9
QSE	6	12,5	426	414	97,2	12	2,8
Total			3408	3049	89,5	359	10,5

SOCATRI, une situation complexe

La réalité du terrain

Evaluation des expositions complexe :

- Diversité des activités
- Grande polyvalence des travailleurs
- Profils types de travailleurs pas toujours représentatifs de la réalité : Répartition des tâches parfois hétérogène (indice de probabilité d'exposition indispensable)
- Méconnaissance de certains ouvriers de leurs expositions (*Exemple: Secteur effluents uranifères*)

Difficultés pour retrouver les retraités :

- Aucune association de retraités
- Aucune trace des retraités partis avant 2001
- Aucune mise à jour des coordonnées

Présence sur le terrain indispensable : Ne pas se faire oublier !

- Aide à l'évaluation nécessaire : Réalisable du fait de la taille de l'entreprise

Conclusions

Biais inhérents à la méthodologie : Contrôlés

- **Biais de mémoire** : Validation étape par étape par consensus des experts
- Hétérogénéité des profils d'expositions des travailleurs au sein d'un PTG (**Biais de classement et erreurs différentielles**) : Probabilité d'exposition

Méthodologie couteuse en temps mais outils indispensable pour l'évaluation rétrospective des expositions professionnelles

- Reste en parallèle des évaluations par données individuelles
- Permet une **spécification des différents composés uranifères et radioéléments** pouvant être impliqués dans une contamination interne

⇒ **Une meilleure évaluation de la dose à l'organe**

- Permet une définition de **profils d'exposition**
- Permet d'étudier **l'interaction entre les nuisances** en collaboration avec les biologistes et mathématiciens

⇒ **Permettra à terme une meilleure évaluation et compréhension de l'impact de l'uranium dans le développement de pathologies**