

OPTIMISATION DE LA RADIOPROTECTION DANS LA MINE SOUTERRAINE D'URANIUM DE COMINAK (NIGER)

Moussa Souley / Vincent Roussel

SOMMAIRE

La radioprotection dans les mines d'uranium est un enjeu majeur du Groupe Areva.

Pour des gisements courants dont la teneur en uranium est relativement faible, les techniques d'exploitation utilisées ne permettent pas de confiner la roche extraite. Les opérateurs sont en contact avec le minerai, la prévention des risques et le contrôle des doses efficaces reçues nécessitent une démarche particulière.

Confrontée à des réglementations plus exigeantes et à une volonté clairement affichée d'Areva de diminuer la dosimétrie du personnel, la mine souterraine de Cominak, au Niger, a réagi en mettant en œuvre un plan d'actions appelé <<Projet 18>>.

L'engagement et l'implication de tous a permis de ramener les doses efficaces des travail du secteur mine à un niveau inférieur à celui recommandé par la CIPR.

Ce succès a généré un élan de progrès permanent qui s'inspire du principe ALARA.

1. Introduction.....	page 2
2. Contexte de la mine souterraine de Cominak.....	page 2
3. Méthode d'exploitation et risques radiologiques associés.....	page 2
4. Situation dosimétrique à fin 2001	page 3
5. Le projet 18	page 5
6. Les résultats.....	page 7
7. Consolidation des acquis	page 7
8. Conclusion.....	page 8
9. Annexe 1: Liste des figures	

1. INTRODUCTION

L'activité minière de l'uranium est en amont du cycle du combustible nucléaire. Elle est à ce titre au cœur de la problématique de la radioprotection des travailleurs et de l'environnement comme nous le rappellent parfois certaines attaques médiatiques.

Nous allons vous présenter une expérience industrielle d'optimisation de la radioprotection dans un contexte de mine souterraine d'uranium.

Cependant, quelques aspects rendent cette radioprotection un peu spécifique à ce secteur.

Les objectifs sont analogiques à ceux d'autres secteurs : faire en sorte que l'impact radiologique soit le plus faible possible à côté de la poursuite des performances économiques

2. CONTEXTE DE LA MINE SOUTERRAINE DE COMINAK

La mine souterraine de Cominak est située dans la partie nord du Niger, en bordure ouest du massif de l'Air (Fig. 1). L'uranium y est exploité depuis 1978.

Créée en 1974 à la suite de la découverte des gisements d'uranium dans cette région, Cominak est une société de droit nigérien dont le capital est détenu par quatre actionnaires: Cogema (France), Onarem (Niger), Ourd (Japon) et Enusa (Espagne).

Cogema est l'une des quatre filiales qui composent le groupe Areva.

Le site de COMINAK, à proximité immédiate de la ville d'Arlit, est particulièrement isolé géographiquement : Cotonou, le port le plus proche, est à 2000 km. L'accès au site depuis la capitale Niamey se fait par avion (bimoteurs pouvant embarquer dix passagers) ou par une unique route goudronnée de 1300 km qui traverse tout le pays. Les entreprises industrielles de la région sont la Société Minière de l'Air (SOMAÏR), qui exploite également un gisement d'uranium, en mine à ciel ouvert, et la SONICAR qui exploite une centrale thermique au charbon. Les approvisionnements sont difficiles et les délais longs, jusqu'à plusieurs mois.

De plus, l'environnement naturel et le climat désertique sont relativement hostiles avec notamment des températures élevées (amplitude 5-50°C), et des vents de sables et des orages violents durant l'été malgré la faiblesse de la pluviométrie (~50 mm/an en moyenne).

3. MÉTHODE D'EXPLOITATION ET RISQUES RADIOLOGIQUES ASSOCIÉS

Les gisements d'uranium de la région d'Arlit appartiennent à la catégorie de gisements d'uranium de types sédimentaires associés à des grès. Les couches sont subhorizontales. Pour ces types de gisement, la concentration de l'uranium dans la roche varie de 0 à 0,5 % (5 tonnes d'uranium pour 1000 tonnes de roche). Nous sommes loin des concentrations autour de 20% des gisements de type "non-conformité" comme ceux du bassin d'Athabasca au Canada.

La forme du gisement, sa profondeur, la nature de la roche encaissante et sa concentration en uranium déterminent la méthode d'exploitation.

Pour Cominak, nous sommes en mine souterraine à environ 250 m de profondeur, avec une minéralisation quasi horizontale, une emprise exploitée d'environ 7 km², une concentration en uranium de 0,5% et une épaisseur moyenne d'environ 3 m. De plus la dispersion des réserves oblige à ajuster constamment les infrastructures.

A Cominak, ces caractéristiques ont conduit il y a trente ans à la mise en place d'une méthode par chambres et piliers (voir Fig.2) Dans cette méthode, les opérations minières se font en contact direct avec le minerai. Nous sommes donc en présence des trois risques radiologiques suivants :

- exposition externe par la proximité avec le minerai (gamma),
- exposition interne par inhalation/ingestion de poussières de minerai,
- exposition interne par inhalation de radon.

Dans ces conditions, l'exploitation minière doit faire face aux enjeux de radioprotection suivants :

- maîtriser le niveau d'exposition pour qu'il soit le plus bas possible à travers des procédures et modes opératoires précis,
- gérer par anticipation (prévision, planification) un environnement sans cesse changeant; la mine évolue continuellement dans l'espace et le temps et les infrastructures doivent suivre cette évolution.
- allier le souci d'extraire un produit de la meilleure qualité possible à une impossibilité de confinement de la source radioactive.

4. SITUATION DOSIMÉTRIQUE À FIN 2001

En 2001, les règles relatives à la radioprotection étaient l'Arrêté 31 MMH qui réglementait la radioprotection au Niger depuis 1979 et s'inspire de la CIPR 26. Cette réglementation a été jusqu'à respectée.

Une nouvelle réglementation, plus contraignante est devenue applicable en janvier 2001.

Par ailleurs Areva se fixe comme objectif de ramener les niveaux de dose efficace reçue par les travailleurs en deçà des 20 mSv annuelle.

4.1 Les effectifs en jeu et leur suivi dosimétrique

En terme de radioprotection les effectifs concernés sont donnés ci-dessous.

Tab. 1 Effectifs contrôlés par catégorie en 2001

Effectif total contrôlé	775
Effectif mine	413
Dont Opérateurs de production mine	202

Le sujet porte sur les deux dernières catégories du personnel qui sont les plus exposées radiologiquement.

L'effectif contrôlé est suivi en dosimétrie individuelle avec des dosimètres permettant de mesurer l'exposition associée aux trois risques (exposition externe, poussière, radon). Le dosimètre est un petit boîtier conçu pour être porté sur la ceinture au poste de travail. C'est un ensemble formé (Fig. 3) :

- d'un préleveur d'air réalisé autour d'une pompe centrifuge alimentée par batterie,
- d'une tête pour la mesure intégrée des descendants à vie courte du radon et des éléments à vie longue des chaînes de l'uranium et du thorium,
- d'un détecteur thermoluminescent pour la mesure de l'exposition externe.

Les relevés des dosimètres sont envoyés et traités mensuellement par un laboratoire Français pour le risque radon et gamma. La partie du dosimètre concernant la mesure de poussière de minerai est traitée sur le site. Le résultat dosimétrique individuel du mois n'est connu le mois n+2.

4.2 Sui vi des ambiances radiologiques de travail

La maîtrise des risques radiologiques repose sur un système de gestion de l'ambiance de travail. Des prélèvements sont opérés sur les postes de travail par des équipes dédiées. Les valeurs obtenues sont comparées à des Valeurs Guides Opérationnelles (VGO). Ce sont des seuils qui conduisent au déclenchement d'actions correctives appropriées (responsabilité, immédiat, différé, court/moyen terme, etc.)

4.3 Les résultats 2001

La Fig.4 donne un histogramme de la répartition des doses pour le personnel concerné qui correspond à "l'Effectif contrôlé mine".

Les mesures d'ambiance radiologique sont données sur la Fig.5

Les doses moyennes et les coupures à 20 mSv sont données ci-dessous.

Tab. 2 Les Doses moyennes et maximales – Effectifs au-dessus de 20 mSv – Année 2001

Groupe	Nombre	Dose moyenne (mSv)	Dose > 20 mSv	Dose max (mSv)
Effectif total contrôlé	775	11.05	124	48.10
Effectif mine	413	14.83	124	48.10
Opérateurs de production mine	202	20.39	110	48.10

L'analyse de la répartition des doses du personnel d'une part, de celle des ambiances dans la mine d'autre part, montre que :

- La répartition des doses reçues par le personnel est homogène, et ne fait pas apparaître plusieurs populations. Il n'y a pas d'un côté des personnes dont le comportement ou l'affectation induirait un surcroît d'exposition particulier, mais un ensemble de personnes dont les doses se répartissent régulièrement autour d'une même moyenne.
- En ce qui concerne les ambiances, on ne constate pas de pics mais une accumulation de valeurs légèrement juste supérieures à ce qui serait la valeur de référence pour l'objectif de 18 mSv.

Le problème est donc plus celui d'une ambiance générale élevée pour les trois risques d'exposition gamma, radon, et poussières, plutôt qu'un phénomène de pointes et/ou de pics de pollution à répétition. La répartition de la dose efficace moyenne reçue par les 202 opérateurs de production est donnée comme suit dans le tableau 3 :

Tab.3 : Répartition de la dose efficace moyenne par nature de risque

	mSv	%
Gamma (γ):	6.61	32
Exposition Radon (α):	8.90	44
Poussières de mineraï	4.88	24
Total	20.39	

Par ailleurs, la réglementation nigérienne a été revue, sur la base de la CIPR 60, par l'arrêté n°003/MME du 8 janvier 2001. Ses principales dispositions sont les suivantes :

- Optimisation : application du principe ALARA

- Limitation de la dose efficace :
Un impératif : $\ll 250$ mSv sur 5 ans et < 50 mSv sur 1 an
Et une recommandation : < 100 mSv sur 5 ans

A fin 2001, 124 doses sont enregistrées au delà de la recommandation relative à une moyenne de 20 mSv par an et aucune dose supérieure à 50 mSv.

5. LE PROJET

5.1 Les enjeux

Convaincu de la nécessité d'assurer et de maîtriser le plus haut niveau de sécurité dans l'ensemble de ses activités afin de préserver la santé des salariés, Cogema décide de faire baisser les doses efficaces à minima au niveau des recommandations internationales de la CIPR. Les objectifs pour bâtir un projet sont alors fixés :

- Ramener la dose individuelle maximale à 18 mSv à fin 2003 (faire mieux que la législation française qui fixe la limite annuelle à 20 mSv) et pérenniser ce résultat au-delà,
- Réduire de moitié le nombre d'agents dont la dose individuelle dépasse 18 mSv à fin 2002.

Le management de Cominak s'est impliqué dans un plan d'actions ambitieux permettant d'atteindre ces objectifs.

Ce projet est appelé Projet 18 (pour 18 mSv).

Rappelons qu'à fin 2001, 158 agents présentent une dose supérieure à 18 mSv, tous en mine, dont 135 agents de production, soit les 2/3 de l'effectif affecté.

5.2 Le plan d'actions

Cominak s'engage et bâtit un plan d'actions en 8 points résumés dans le tableau ci-après.

Tab. 4: Résumé du plan d'actions

Thème	Descriptif des actions	Résultats attendus	Coût estimatif
Organisation du projet	<ul style="list-style-type: none"> Groupe projet sur le site Comité de pilotage incluant le DG Assistance technique de BUM/Vélizy 		
Conception des projets miniers	<ul style="list-style-type: none"> Redimensionner et gérer l'aéragé primaire par simulation. Améliorer l'aéragé des chantiers Mise en place d'une rotation du personnel entre le jour et le fond Mise en dépression des vieux travaux 	Ramener le débit de dose à moins de 3 μ Sv/h et diminuer de 2 mSv la dose liée au gamma (γ),	122 k€
Implication du personnel	<ul style="list-style-type: none"> Recyclage et formation du personnel Définition des objectifs et des responsabilités de chacun 		
Allocation des moyens	<ul style="list-style-type: none"> Embauche de personnel supplémentaire Acquisition de matériel de projection de béton pour diminuer l'exposition externe et remise en état 2ème machine Robbins Acquisition de matériel de mesure et de télésurveillance 	Diminuer de 3,9 mSv la dose liée au radon	475k€/an 150 k€ 450 k€ 110 k€
Application de bonnes pratiques	<ul style="list-style-type: none"> Application de nouvelles VGO Traitement des points fixes Creusement des infrastructures en avance, contrôle des ventilateurs, nettoyage des chantiers, abattage des poussières, etc. 	Diminuer de 1,9 mSv la dose liée aux poussières de minerai	385 k€
Suivi et Mesures	<ul style="list-style-type: none"> Acquisition de nouveau matériel de mesure Renforcement des équipes de prélèvement 		45 k€
Réactions et correction	<ul style="list-style-type: none"> Amélioration du délai de traitement des mesures Mise en place d'une procédure pour les actions correctives 		
Communication	<ul style="list-style-type: none"> Information du Conseil d'Administration. Campagne interne d'information et de sensibilisation Compte rendu hebdomadaire d'avancement du plan d'actions Reporting sur rapport d'activités mensuel 		
Budget total			~ 1 M€

6 LES RÉSULTATS

Le tableau ci-dessous donne l'évolution des dose moyennes et > 18 mSv aux 31/12 de chaque année.

Tab.5 Evolution des doses efficaces

Groupe	Dose moyenne (mSv)				Dose maximale (mSv)				Nombre d'agents > 18 mSv			
	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004
Effectif total contrôlé	11.05	9.26	7.64	6.59	48.10	28	18	16.50	158	91	0	0
Effectif mine	14.83	12.65	10.40	9.27	48.10	28	18	16.50	158	89	0	0
Opérateurs de production mine	20,39	16,36	12,04	11.05	48,10	28	18	16.50	135	89	0	0

Par ailleurs l'évolution du nombre de salariés dont la dose moyenne sur 12 mois glissants est supérieure à 18 mSv est donnée sur la Fig.6 de 2001 à 2004.

La répartition de la dose efficace moyenne sur les trois risques pour les 257 opérateurs de production est la suivante à fin 2004:

Tab.6 Répartition de la dose efficace moyenne par nature du risque

	mSv	%	Baisse relative / 2001 en %
Gamma (γ) :	5.51	50	-17
Exposition au Radon (α):	3.09	28	-65
Poussières de minerai	2,46	22	-50
Total	11.05		-46

Cette répartition traduit les succès plus faciles dans la réduction de la dose associée aux risques du radon (et ses descendants) et poussières de minerai. La baisse relative est plus faible pour la dose associée au risque γ qui, du fait du contact avec la roche minéralisée, est moins facile à éviter. Cette analyse met en évidence les axes des actions futures.

7 CONSOLIDATION DES ACQUIS

A partir de fin 2003, l'objectif est atteint et le projet vise la consolidation des acquis.

La Fig.7 donne l'histogramme de répartition des effectifs en fonction des doses reçues. Cette répartition montre en effet qu'environ 50 personnes se situent entre 16 et 18 mSv.

Les résultats ont été obtenus en recherchant une répartition homogène des doses et en agissant sur la rotation du personnel exposé ; pour diminuer l'importance du deuxième point et diminuer la dose collective il faut chercher maintenant à consolider les acquis techniques et à continuer l'amélioration des ambiances radiologiques des chantiers, en particulier en intensifiant la lutte contre les poussières.

La motivation est toujours vive et le projet évolue avec d'autres objectifs pour consolider ses résultats:

- Aucune dose de plus de 18 mSv chaque mois, sur 12 mois glissants

- Baisse continue de la dose moyenne rapportée à l'effectif mine (ex. objectif de dose moyenne inférieure à 10 mSv en 2004) en application du principe ALARA.

Jusqu'à présent les efforts ont porté sur les hommes et les organisations, ils doivent donc être soutenus jour après jour. Pour continuer à progresser le projet attaque les aspects structurels de l'exploitation.

- Prise en compte de l'aspect radioprotection dès la phase de conception des infrastructures minières et du phasage de la production,
- Application rigoureuse des schémas optimums définis,
- Maintien d'un niveau de disponibilité des outils de production compatible avec les objectifs de résultats. Ceci par une bonne allocation des ressources et la fiabilisation de la chaîne d'approvisionnement.

8 CONCLUSION

Nous vous avons présenté un projet de réduction de dose dans un contexte minier.

La démarche suivie et l'engagement des acteurs ont donné des résultats tangibles. Les doses ont été ramenées à un niveau inférieur à l'objectif fixé.

En parallèle, grâce à une organisation optimisée des opérations d'extraction de minerai, les résultats économiques de l'entreprise se sont améliorés. D'une situation juste d'équilibre en 2001, les résultats ont progressé et Cominak a affiché un ROP de 7% en 2003.

La poursuite de la démarche d'optimisation se concrétise par le renforcement des efforts d'anticipation et l'amélioration de l'organisation.

La volonté de Cominak est de pérenniser les résultats obtenus et de continuer à améliorer la dosimétrie de son personnel.

ANNEXE 1
LISTE DES FIGURES

**Optimisation de la radioprotection dans la mine
souterraine de Cominak (Niger)**

Référence : BUM/DIR/QSE/PRE 225 00 MS Y/TGL

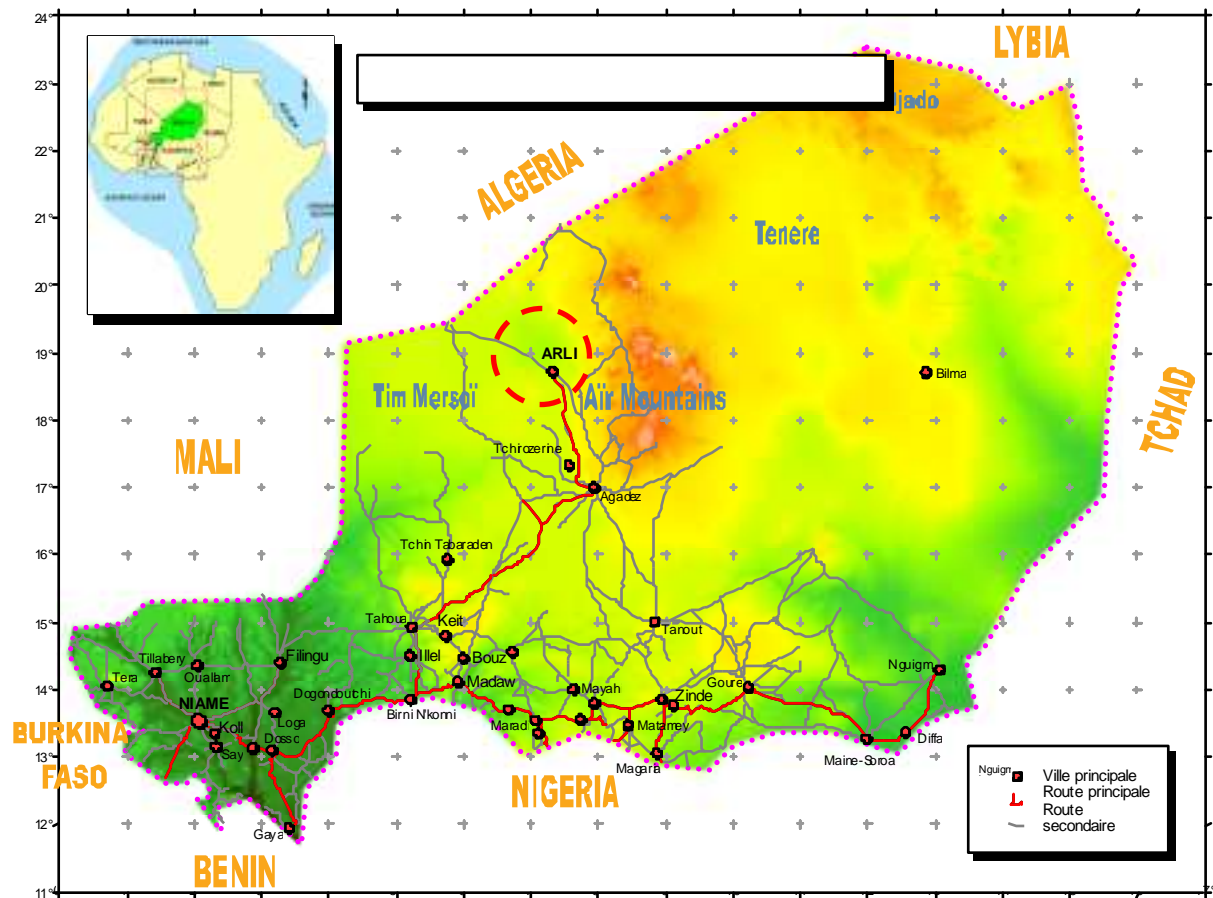


FIG 1 Position du Niger en Afrique et localisation du site de Cominak

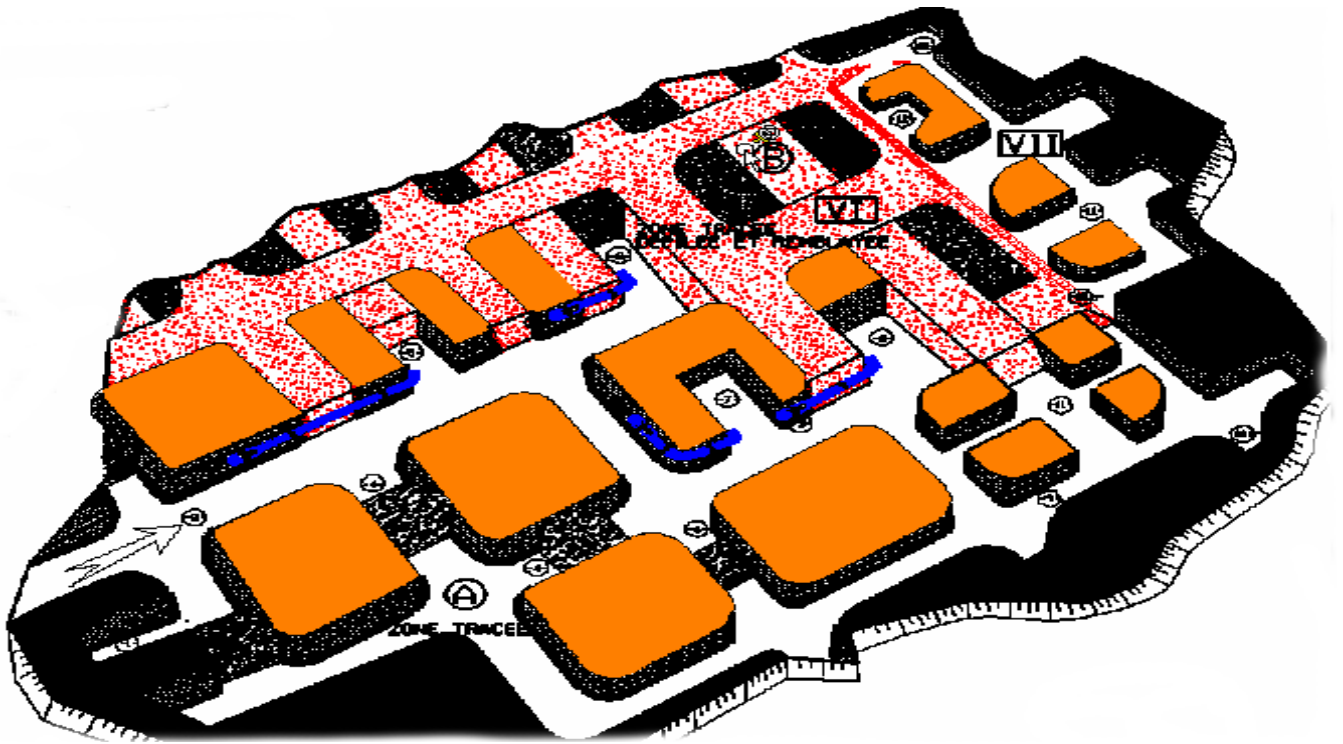


FIG 2 Bloc diagramme de la méthode d'exploitation de Cominak

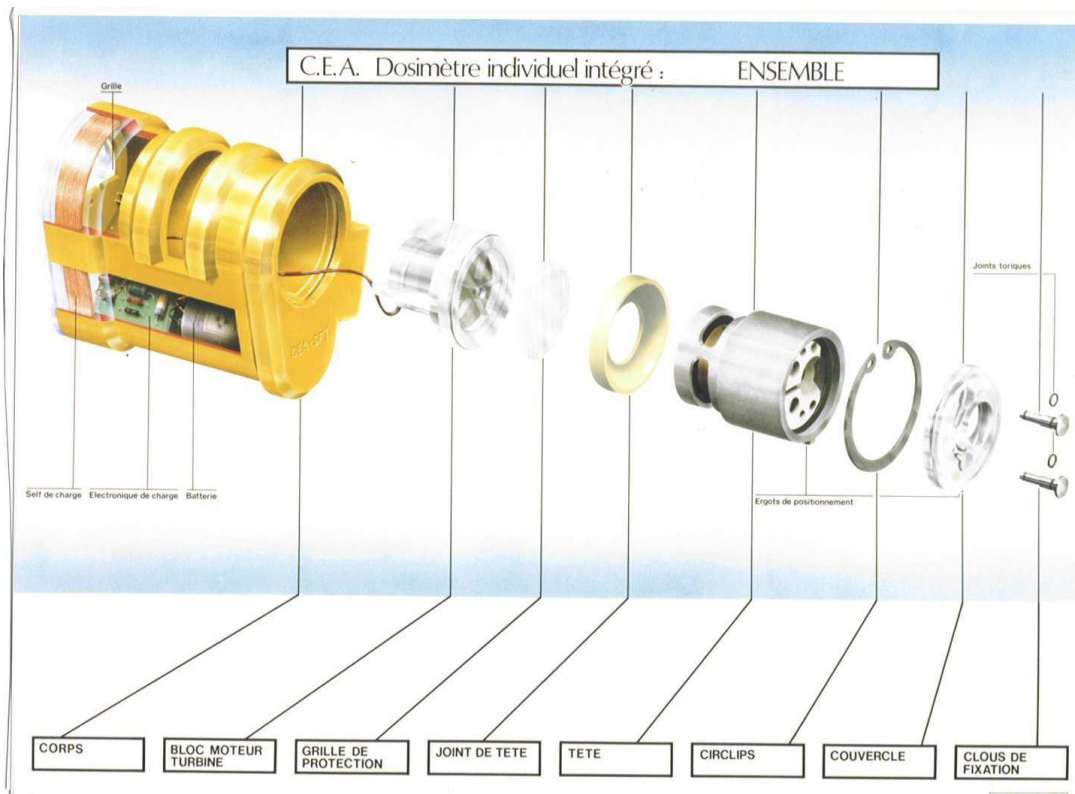


Fig.3 Vue éclatée d'un dosimètre individuel

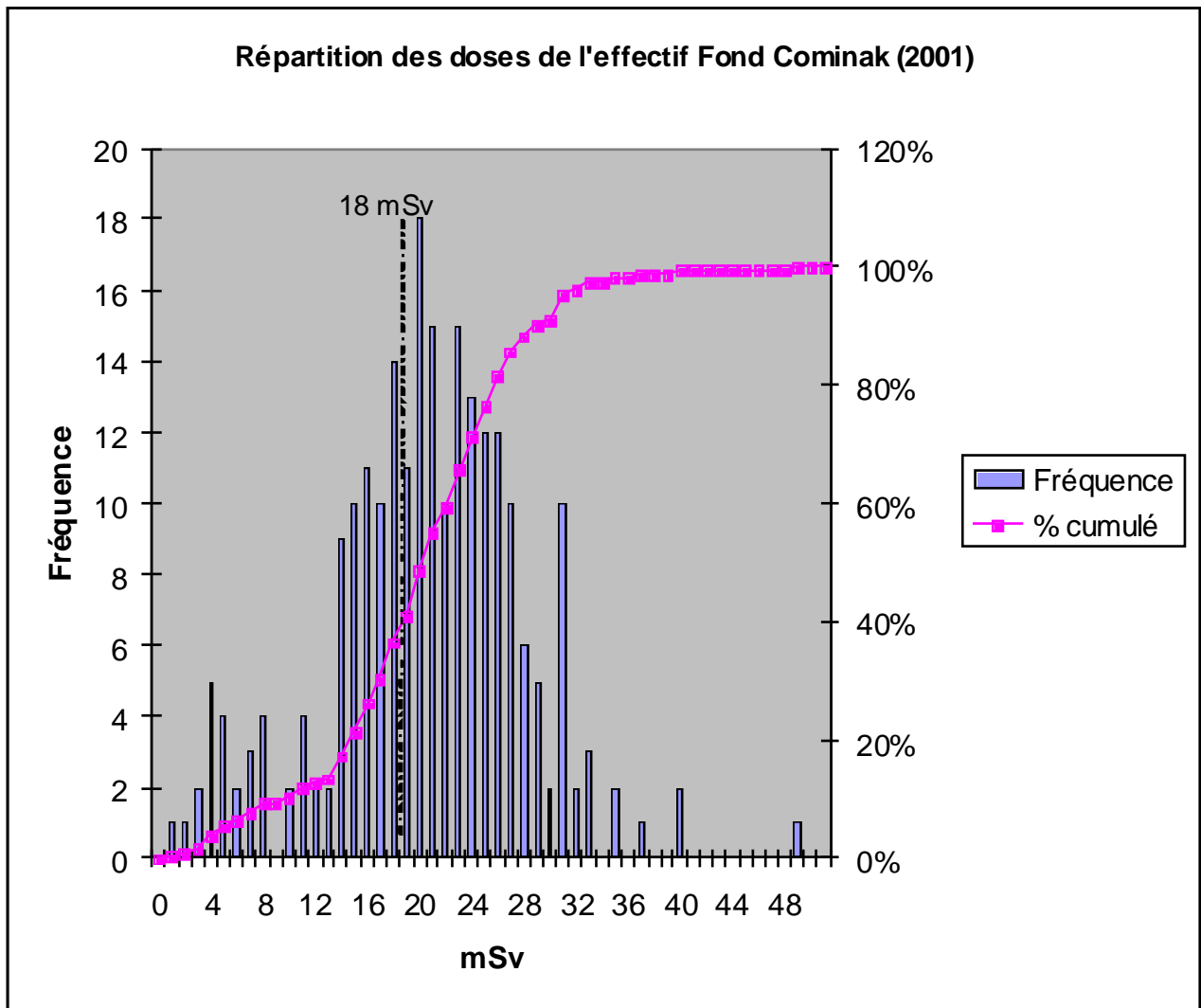


Fig. 4 Histogramme de la répartition des effectifs par dose à fin 2001

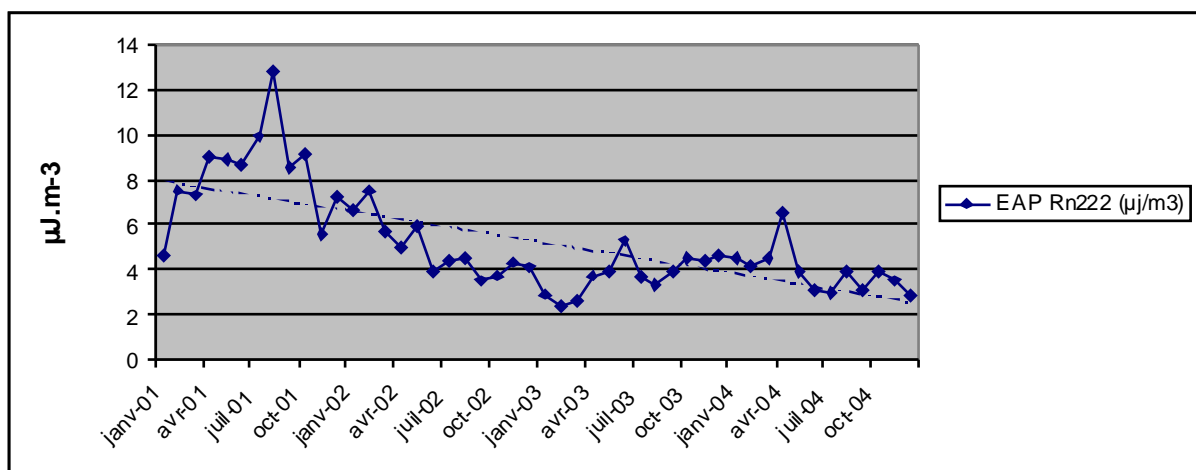


Fig. 5 Evolution de l'ambiance radiologique des zones de travail 2001 - 2004

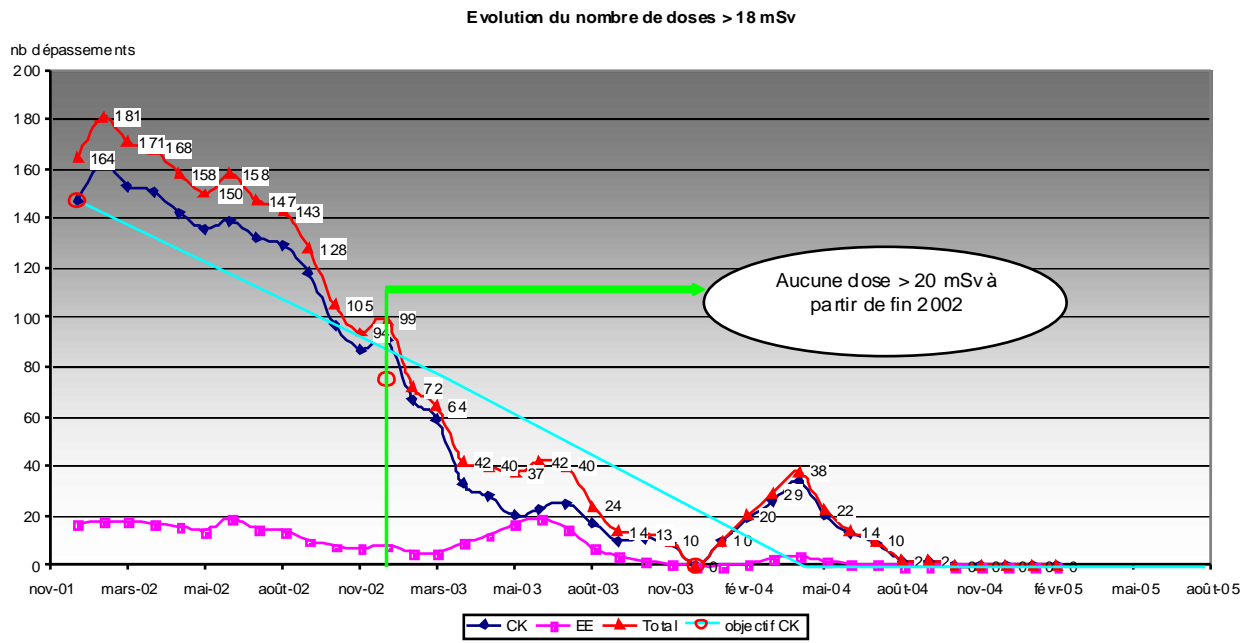


Fig.6: Evolution mensuelle du nombre d'agents dont la dose sur 12 mois glissants > 18 mSv

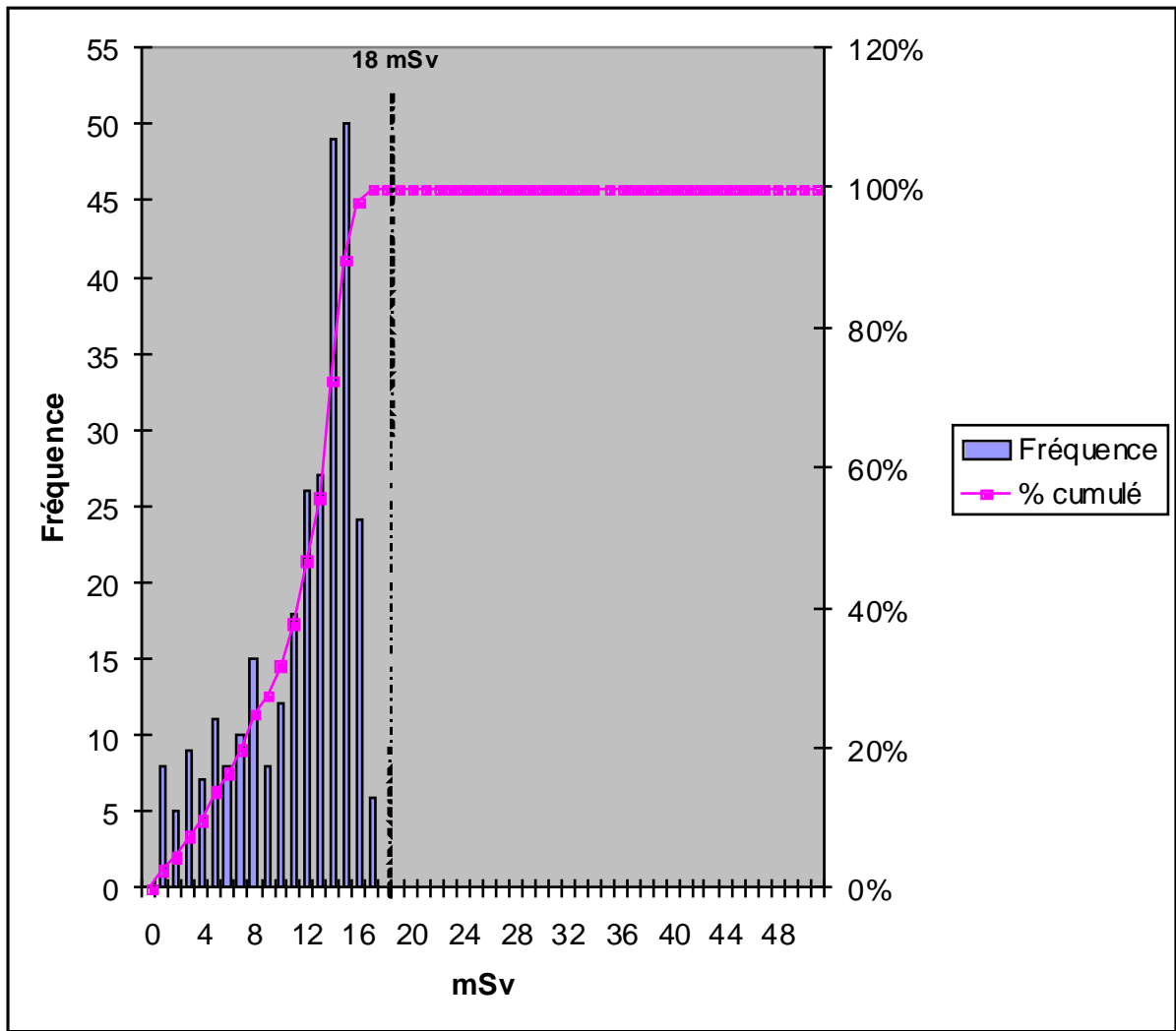


Fig. 7: Histogramme de la répartition des effectifs par dose à fin 2004