

Le suivi de l'exposition externe des travailleurs des réacteurs électrogènes (EDF et entreprises extérieures) sur la période 2018-2022

Contexte

L'exploitation des tranches REP (réacteur à eau pressurisée) exige un renouvellement d'une partie du combustible environ tous les douze à dix-huit mois. Cette période d'arrêt est mise à profit pour engager des travaux d'entretien préventif, pour s'assurer, par des contrôles et des expertises, de l'usure normale des pièces, et pour modifier les matériels ou les circuits dont le fonctionnement nécessite d'être amélioré, ou va être amélioré. Ces travaux de maintenance sont réalisés sur l'ensemble des circuits primaires ou secondaires.

Electricité de France (EDF) peut faire appel à des entreprises extérieures, certaines interventions exigeant un personnel très spécialisé ou un niveau de qualification élevé.

Alors que les effets de la crise sanitaire due au COVID-19 avait soumis EDF à un calendrier déjà serré pour résorber les reports de maintenance lourde (notamment pour le programme des visites décennales des paliers 900MW et 1300MW, avec les visites décennales VD4 et VD3), l'année 2022 a été marquée par des contrôles et réparations réalisés sur les circuits des réacteurs les plus sensibles après la découverte d'indications de corrosion sous contrainte.

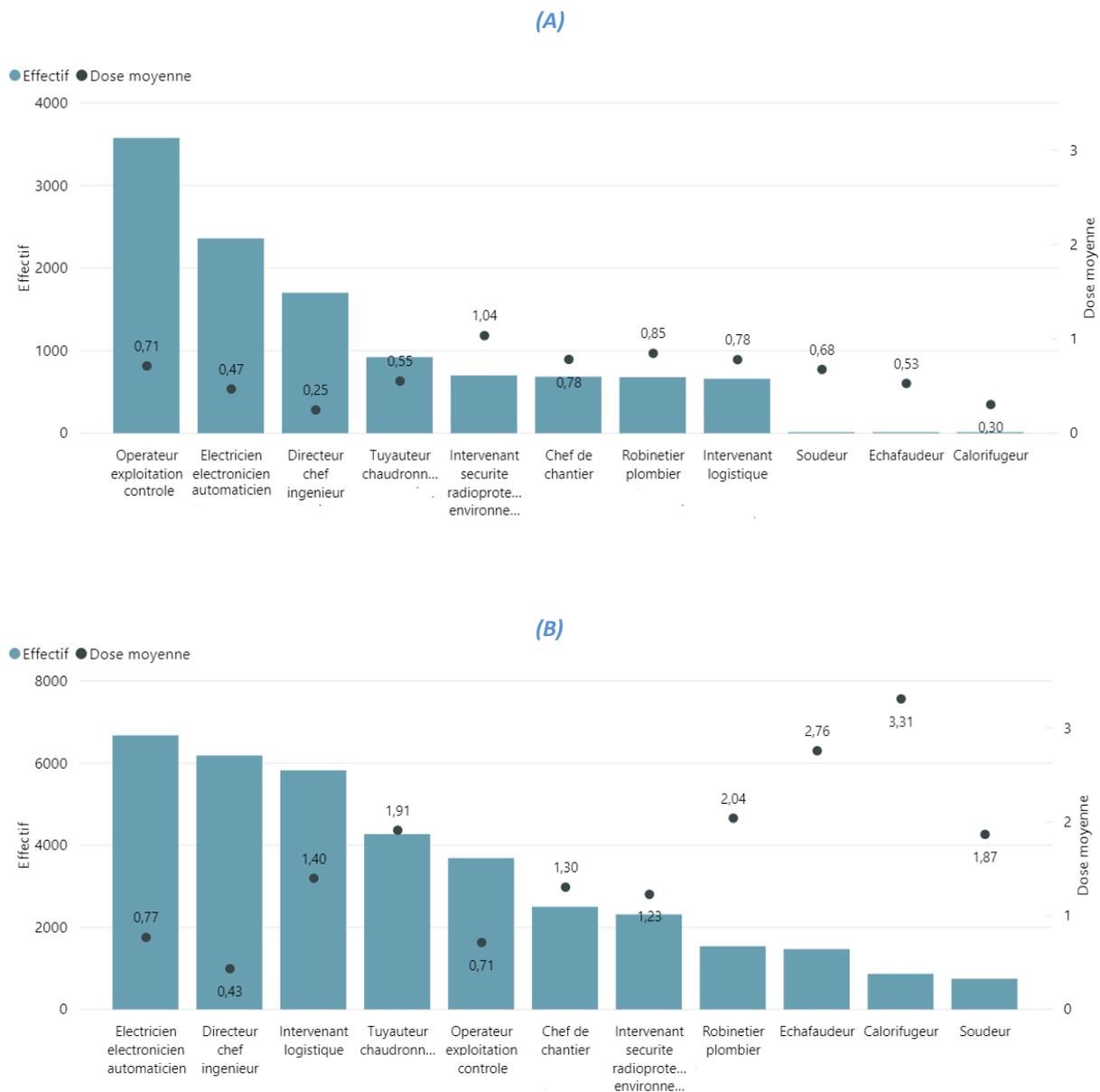
Dans ce contexte, ce focus a pour objectif de faire un bilan, non exhaustif, de l'exposition des travailleurs concernés par toutes ces activités. Pour cela, une extraction des données du Système d'Information de la Surveillance des Expositions professionnelles aux Rayonnements Ionisants (SISERI) a été réalisée sur la période 2018-2022, afin d'étudier les effectifs concernés et les doses enregistrées par les travailleurs d'EDF ainsi que par les travailleurs des entreprises extérieures (et les travailleurs indépendants). Ce focus s'appuie sur la dosimétrie à lecture différée (dosimétrie passive) enregistrée sur cette période. Il est à noter que le bilan réalisé par EDF s'appuie sur la dosimétrie opérationnelle comptabilisée avec toutes les doses à partir de 1 μ Sv.

Dosimétrie corps entier : des spécificités de métiers

Les métiers exercés par EDF et ceux exercés par les entreprises extérieures ne sont pas totalement identiques. La répartition des interventions par segment d'activité (ex. mécanique, tuyautage/soudage, électricité/automatismes) est généralement conditionnée par la politique de sous-traitance d'EDF. Cette dernière s'appuie notamment sur la différence de besoin en compétences et effectifs entre les phases d'exploitation et d'arrêt des réacteurs pour maintenance, des choix stratégiques de développement et maintien des compétences des métiers d'EDF. Parmi les métiers sélectionnés (Cf. Figure ci-dessous), le métier d'opérateur d'exploitation apparaît, en termes d'effectif, comme le plus fréquent en 2022 (3 576 travailleurs) pour EDF. Le métier d'électricien/électronicien/automaticien est quant à lui le plus fréquent (6 675 travailleurs) pour les entreprises extérieures.

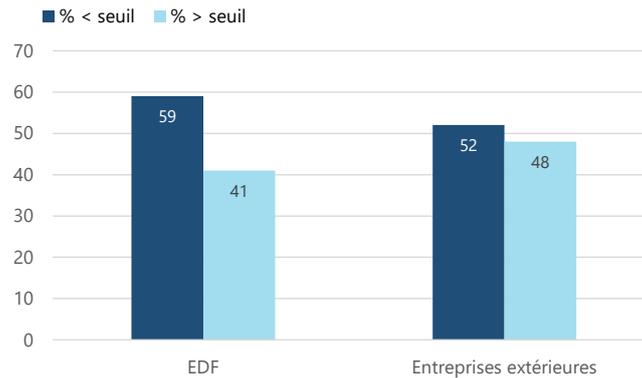
Pour certains métiers, comme opérateur d'exploitation/contrôle ou intervenant sécurité radioprotection environnement, les doses individuelles moyennes sur l'effectif exposé sont identiques ou proches entre EDF et les entreprises extérieures (respectivement, 0,71 mSv et 0,71 mSv pour opérateur d'exploitation ; 1,04 mSv et 1,23 mSv pour intervenant sécurité radioprotection environnement). Pour d'autres métiers, les doses moyennes sont plus élevées pour les entreprises extérieures que pour EDF d'un facteur compris entre 2 et 3 pour les intervenants logistiques, les robinetiers ou les tuyauteurs par exemple. Ces disparités d'exposition entre les entreprises extérieures et EDF pourraient s'expliquer par un exercice différent des métiers, et par une fréquence différente de réalisation des activités.

D'autres métiers, comme échafaudeur, calorifugeur, ou soudeur se retrouvent quasi exclusivement chez les entreprises extérieures et ces métiers sont parmi ceux où les travailleurs sont les plus exposés (Cf. Figure ci-dessous).



Répartition par métier des effectifs (histogramme) et des doses individuelles moyennes (courbe, en mSv) enregistrées en 2022 pour la dosimétrie corps entier chez EDF (A) et chez les entreprises extérieures (B)

La différence de métiers exercés par les travailleurs d'EDF et par les entreprises extérieures conduit également à une proportion différente de travailleurs n'ayant enregistré aucune dose passive supérieure au seuil. La Figure ci-dessous présente, pour EDF et les entreprises extérieures, la répartition des doses par rapport au seuil d'enregistrement des dosimètres. Chez EDF, environ 59 % des travailleurs suivis n'ont reçu aucune dose supérieure au seuil d'enregistrement. Au sein des entreprises extérieures, la proportion de travailleurs n'ayant aucune dose supérieure au seuil d'enregistrement est plus faible avec environ 52 %.



Répartition (%) des effectifs suivis par rapport au seuil d'enregistrement de la dose (0,1 mSv) pour EDF et les entreprises extérieures en 2022

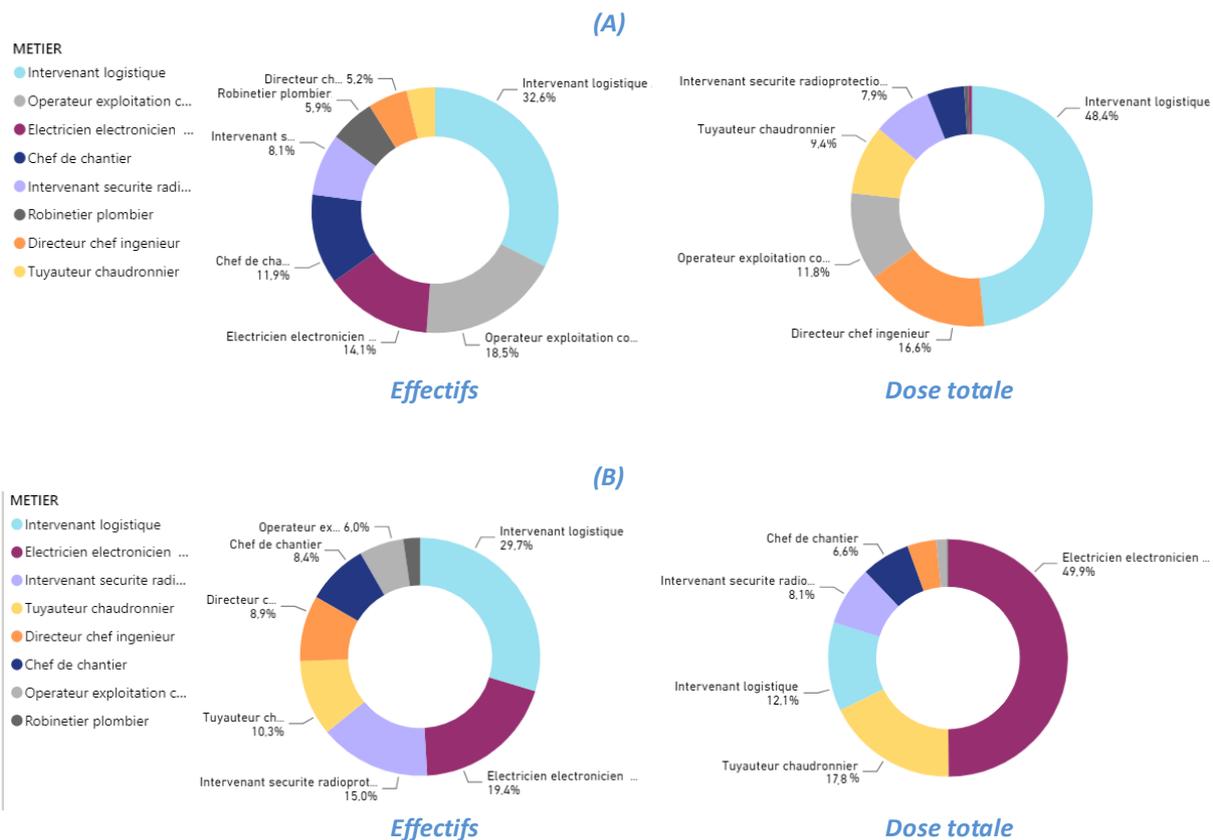
Dosimétrie aux extrémités : des spécificités de métiers

En 2022, parmi les 21 024 travailleurs exposés d'EDF et les 36 926 travailleurs exposés des entreprises extérieures, respectivement 278 et 1 344 ont également un suivi de l'exposition aux extrémités à l'aide d'un dosimètre poignet.

La dose individuelle moyenne sur l'effectif exposé aux extrémités (ayant reçu une dose en $H_p(0,07)$ supérieure au seuil de 0,1 mSv) est de 0,79 mSv pour les travailleurs d'EDF et de 14,51 mSv pour les travailleurs des entreprises extérieures. Cette différence s'explique par des métiers exercés différents pour les travailleurs ayant ce type de suivi dosimétrique entre EDF et les entreprises extérieures.

Parmi les 278 travailleurs d'EDF ayant un suivi de l'exposition aux extrémités, 167 ont un métier renseigné dans SISERI. Parmi les huit métiers sélectionnés (135 travailleurs), il apparaît que 33 % sont des intervenants en logistique et représentent 48 % de la dose totale. En termes d'effectif, les opérateurs d'exploitation sont en seconde position (19 % de l'effectif total) et représentent seulement 12 % de la dose totale, avec une dose individuelle moyenne de 0,38 mSv.

Parmi les 1 344 travailleurs des entreprises extérieures ayant un suivi de l'exposition aux extrémités, le métier est renseigné dans SISERI pour 1 153 d'entre eux. Parmi les huit métiers sélectionnés (1 017 travailleurs), 30 % sont des intervenants en logistique (même proportion que pour l'exploitant), mais ne représentent que 12 % de la dose totale. En termes d'effectif, les électriciens électroniciens automaticiens sont en seconde position (19 % de l'effectif total) et représentent la moitié de la dose totale. Ces travailleurs présentent également les doses individuelles moyennes les plus élevées (36,70 mSv).



Répartition (%) en fonction des métiers des effectifs (à gauche) et des doses totales en Sv (à droite) pour EDF (A) et les entreprises extérieures (B) en 2022

Une même évolution de l'exposition corps entier au cours de ces cinq dernières années

Le Tableau ci-après présente, pour la période de 2018 à 2022, l'évolution des effectifs de travailleurs suivis et de la dose externe moyenne sur l'effectif exposé, chez EDF et les entreprises extérieures.

Sur cette période :

- le nombre total de travailleurs d'EDF suivis par la dosimétrie externe individuelle à lecture différée est relativement stable (environ 21 000 travailleurs). Dans le même temps, celui des travailleurs des entreprises extérieures est en progression (36 926 travailleurs en 2022 *versus* 33 704 travailleurs en 2018). Cette croissance de l'effectif suivi sur la période 2018-2022 témoigne d'une croissance d'activité pour ces entreprises extérieures (sauf pour l'année 2020 marquée par la crise sanitaire due à la COVID-19) ;
- pour EDF, la dose individuelle moyenne sur l'effectif exposé est en baisse entre 2018 et 2022 (0,91 mSv en 2018 ; 0,71 mSv en 2020 et 0,63 mSv en 2022). Pour les entreprises extérieures, la dose individuelle moyenne sur l'effectif exposé est aussi en légère baisse entre 2018 et 2022 (1,76 mSv en 2018 *versus* 1,66 mSv en 2022), avec un impact de la crise sanitaire due à la COVID-19 (1,53 mSv en 2020).;
- l'analyse de la répartition des effectifs en fonction de leur niveau d'exposition montre que le nombre de travailleurs appartenant à EDF ayant reçu une dose supérieure à 1 mSv est relativement stable sur la période avec environ 1 700 travailleurs, hormis en 2020 avec environ 1 550 travailleurs (en lien avec la crise sanitaire due à la COVID-19). Le nombre de travailleurs des entreprises extérieures ayant reçu une dose supérieure à 1 mSv est aussi relativement stable sur la période 2019-2022 avec environ 7 700 travailleurs, à l'exception de 2020 (6 800 travailleurs, en lien avec la crise sanitaire) ;

- aucun cas de dépassement de la VLEP¹ (20 mSv) n'a été enregistré entre 2018 et 2022, ni chez les travailleurs d'EDF, ni chez les travailleurs des entreprises extérieures. Un effectif réduit dépasse par ailleurs le seuil de 10 mSv en dose individuelle annuelle sur cette période (0,3% des travailleurs).

(A)

Année	Effectif suivi	Dose totale (homme.Sv)	Dose moyenne sur l'effectif exposé (mSv)	Répartition des effectifs par classes de dose						
				< seuil	du seuil à 1 mSv	de 1 à 5 mSv	de 5 à 10 mSv	de 10 à 15 mSv	de 15 à 20 mSv	≥ 20 mSv
2018	21 237	5,29	0,91	15 393	4 123	1 650	69	2	0	0
2019	21 117	5,36	0,94	15 393	4 026	1 628	69	1	0	0
2020	20 413	4,87	0,71	13 526	5 342	1 493	50	2	0	0
2021	20 574	5,90	0,72	12 373	6 421	1 698	77	5	0	0
2022	21 024	5,49	0,63	12 339	7 013	1 616	54	2	0	0

(B)

Année	Effectif suivi	Dose totale (homme.Sv)	Dose moyenne sur l'effectif exposé (mSv)	Répartition des effectifs par classes de dose						
				< seuil	du seuil à 1 mSv	de 1 à 5 mSv	de 5 à 10 mSv	de 10 à 15 mSv	de 15 à 20 mSv	≥ 20 mSv
2018	33 704	28,46	1,76	17 519	9 359	5 090	1 571	164	1	0
2019	35 241	32,07	1,84	17 780	9 836	5 629	1 832	163	1	0
2020	34 997	26,2	1,53	17 896	10 308	5 394	1 304	95	0	0
2021	36 003	32,12	1,75	17 618	10 640	5 804	1 714	227	0	0
2022	36 926	31,94	1,66	17 698	11 273	6 122	1 701	131	1	0

Evolution des effectifs, des doses collectives totales et des doses individuelles moyennes pour EDF (A) et les entreprises extérieures (B) sur la période 2018-2022

Enseignements

L'analyse des résultats du suivi dosimétrique des travailleurs d'EDF et des entreprises extérieures dans le cadre de l'exploitation des réacteurs électrogènes montre que :

- quel que soit le type de dosimétrie (corps entier, extrémités), des disparités d'exposition existent entre EDF et les entreprises extérieures, provenant notamment de métiers exercés différents, ou pour un même métier de la nature du travail réalisé. Pour différents métiers, la surveillance des chantiers est plus de l'activité d'EDF alors que la réalisation des interventions relève plus des entreprises extérieures ;
- les doses individuelles moyennes enregistrées au cours des cinq dernières années sont relativement stables, voir même à la baisse, liée en partie à la crise sanitaire due à la COVID-19 (pour 2020), et également à l'effort d'EDF et des entreprises extérieures à poursuivre leurs actions pour limiter l'exposition de leurs travailleurs.

Enfin, l'annonce du lancement d'un programme de construction de 6 EPR2 (et 8 EPR2 additionnels à l'étude), de la poursuite de l'exploitation de tous les réacteurs sauf motif de sûreté et du développement des petits réacteurs modulaires (SMR), mettent en évidence les enjeux de la filière nucléaire dans les années à venir, en termes de sûreté mais aussi de radioprotection.

N.B. : Pour la rédaction de ce focus, Xavier Descamps, délégué d'Etat-Major en charge de la radioprotection chez EDF, a été consulté.

¹ VLEP : valeur limite d'exposition professionnelle