

# ETUDE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN

Présentation des résultats –  
Réunion publique - 9 mars 2022 - Saint-Maurice-l'Exil (Isère)

## Domaines d'intervention de l'IRSN



### L'IRSN EST L'EXPERT PUBLIC DES RISQUES NUCLÉAIRES ET RADIOLOGIQUES



#### LA SÛRETÉ ET LA SÉCURITÉ NUCLÉAIRES

Réacteurs, cycle du combustible, gestion des déchets, transport des matières radioactives, installations intéressant la Défense, sources radioactives.

#### LA PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT

Contre les risques liés aux rayonnements ionisants.

#### LA GESTION DES URGENCES NUCLÉAIRES ET RADIOLOGIQUES

La capacité à intervenir de manière opérationnelle.

## Domaines d'intervention de l'IRSN

### SANTÉ & ENVIRONNEMENT

Dans le cadre de ses missions de protection des populations et de l'environnement, l'IRSN agit selon trois axes :

- la surveillance,
- l'expertise,
- la recherche.

**L'Institut mène des actions permanentes de surveillance radiologique de l'environnement indispensables à la détection des situations anormales.**

Il est sollicité par les autorités pour des interventions, planifiées ou d'urgence, sur des sites potentiellement contaminés.

L'IRSN fournit des avis aux autorités et dispose de moyens mobiles destinés à la mesure de la contamination des personnes et de l'environnement.

L'Institut contribue ainsi à la santé publique par ses travaux pluridisciplinaires sur les risques radiologiques menés en collaboration aux niveaux national, européen et international.

 **501**  
collaborateurs



© Florence Levillain / Signatures / médiathèque IRSN

## [ LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT D'UN SITE NUCLÉAIRE

■ **Plusieurs acteurs** : les exploitants, l'ASN, les services de l'état, l'IRSN et les associations

■ **Plusieurs objectifs à la surveillance réalisée par l'IRSN** :

- Connaître l'état radiologique de l'environnement et son évolution.
- Contribuer à l'évaluation des expositions radiologiques dans un objectif de protection des populations et de l'environnement.
- Contribuer à vérifier le respect des prescriptions applicables aux installations nucléaires.
- Détecter toute anomalie radiologique
- Informer le public et restituer les résultats <https://www.mesure-radioactivite.fr/#/>.  
<https://www.irsn.fr>

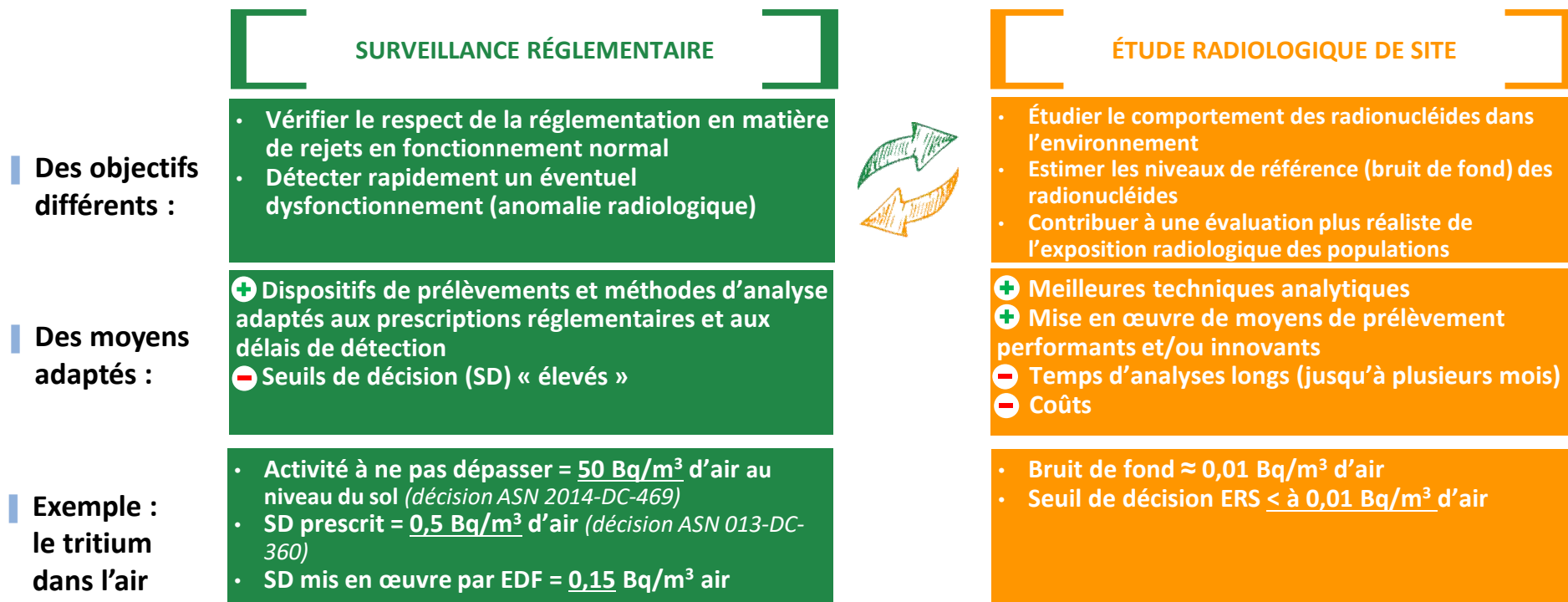


## [ QU'EST-CE QU'UNE ÉTUDE RADIOLOGIQUE DE SITE (ERS) ?

- **Programme innovant** de caractérisation radiologique de l'environnement proche de sites mettant en jeu des radionucléides d'origine naturelle et/ou artificielle, **engagé en 2019 par l'IRSN**
- S'inscrit dans l'actualisation de la stratégie de surveillance de l'environnement de l'IRSN, **en complément de la surveillance radiologique régulière** de l'environnement
- **Plusieurs types de sites envisagés** : centrale nucléaire, usines du cycle du combustible nucléaire, anciens sites miniers...
- Une approche qui se singularise par la mise en œuvre d'outils et d'analyses très performants permettant de mesurer la radioactivité à des niveaux très faibles pour :
  - répondre à des questionnements précis ;
  - améliorer les connaissances scientifiques.
- Une volonté forte de l'IRSN d'impliquer les acteurs locaux tout au long du projet : élus, associations, agriculteurs, population riveraine, etc.



## [ COMPLÉMENTARITÉ SURVEILLANCE RÉGLEMENTAIRE ET ÉTUDE RADIOLOGIQUE DE SITE



Le seuil de décision (SD) est la valeur minimale **en dessous de laquelle l'activité de l'échantillon est trop faible pour être estimée**. Ce SD dépend de la performance technique des appareils et du rayonnement ambiant autour **des moyens métrologiques utilisés**.

# Présentation des résultats de l'étude radiologique de l'environnement de la centrale nucléaire de Saint-Alban

## [ SOMMAIRE

### ■ Contexte

### ■ L'ERS Saint-Alban

- Présentation
- Pour calculer l'exposition des riverains de la centrale il faut :
  - Connaître les modes de vie
  - Connaître la radioactivité dans l'air
  - Connaître la radioactivité dans les denrées consommées
- Calculer l'exposition
- Améliorer les connaissances scientifiques

### ■ Participation des acteurs locaux, mise à disposition des résultats

### ■ Synthèse



## CONTEXTE

### [ LES SOURCES D'EXPOSITION À LA RADIOACTIVITÉ

La population française est soumise à plusieurs sources d'exposition à la radioactivité : naturelles (tellurique, cosmique), anthropiques (médicales, rejets des sites nucléaires, trajets en avion...)

Hors exposition médicale, l'exposition de la population française résulte principalement de l'exposition liée à la radioactivité d'origine naturelle.



La part de cette exposition moyenne liée aux installations nucléaires est estimée à moins de 1 %.



## CONTEXTE

### [ LES SOURCES D'EXPOSITION À LA RADIOACTIVITÉ

■ En France métropolitaine, l'exposition moyenne représente une **dose efficace** de **4,5 millisieverts par an (mSv/an)**.

■ Elle dépend de notre **localisation** et de nos **habitudes alimentaires**.

■ L'IRSN a créé un outil qui permet à chacun d'estimer son exposition :

<https://expop.irs.fr/>

La **dose efficace** : permet d'évaluer l'impact du rayonnement chez l'homme, l'unité est le Sievert (Sv).

Il est courant d'utiliser des sous-multiples du Sv :

- 1 milli Sv (mSv) = 0,001 Sv
- 1 micro Sv (μSv) = 0,000001 Sv

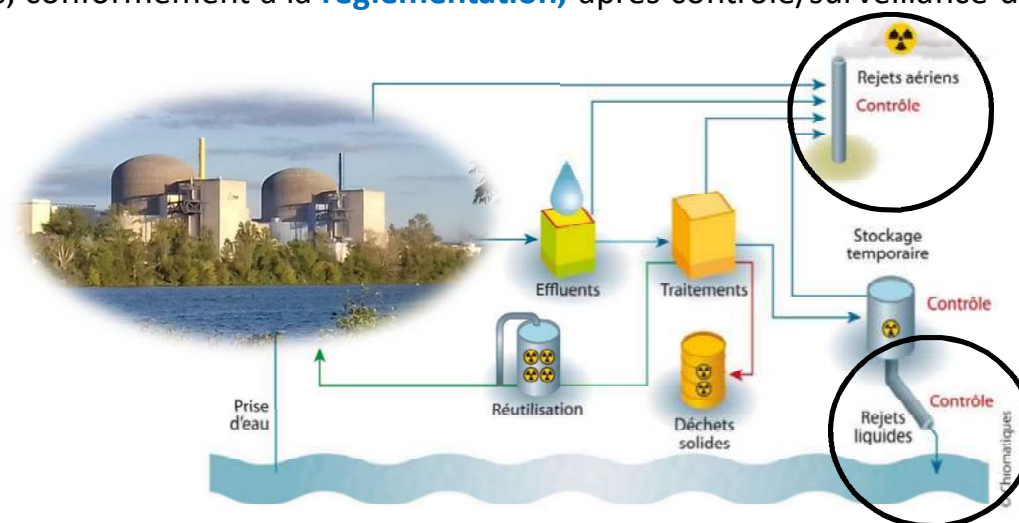


## CONTEXTE

### [ LES REJETS D'UNE CENTRALE NUCLÉAIRE



- Le fonctionnement normal d'une centrale nucléaire entraîne la production et le rejet d'effluents radioactifs dans l'atmosphère et en milieu aquatique.
- Ces rejets sont effectués, conformément à la **réglementation**, après contrôle/surveillance des niveaux de radioactivité.



La **réglementation** a fixé la limite d'exposition ajoutée à ne pas dépasser pour la population à **1 mSv/an** (1 000  $\mu\text{Sv/an}$ ).

## CONTEXTE

### [ LES REJETS D'UNE CENTRALE NUCLÉAIRE



- En termes **d'activité rejetée**, le **tritium** et le **carbone 14** sont les **radionucléides** les plus abondants dans les rejets.
- Les centrales nucléaires rejettent aussi des quantités importantes de **gaz rares** dans l'atmosphère, mais ceux-ci **n'interagissent pas avec l'environnement**. Ils ne se fixent notamment pas dans les denrées et les conséquences de leur présence dans l'air sont négligeables.

| Radionucléides                                                                       | Rejets gazeux | Rejets liquides |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| <b>Tritium</b>                                                                       | 1 040 GBq     | 48 600 GBq      |
| <b>Carbone 14</b>                                                                    | 310 GBq       | 16,7 GBq        |
| Gaz rares                                                                            | 670 GBq       |                 |
| Iodes                                                                                | 0,018 GBq     | 0,012 GBq       |
| Autres produits de fission et produits d'activation ( <i>cobalts, césiums, ...</i> ) | 0,004 GBq     | 0,49 GBq        |

(Source EDF: Rapport annuel d'information du public relatif aux installations nucléaires de base de Saint-Alban Saint-Maurice 2020)



**Radionucléides** : atomes radioactifs qui se désintègrent en émettant un rayonnement.

**Activité** : l'unité de mesure utilisée pour quantifier la radioactivité est le Becquerel (Bq) ; elle équivaut à 1 désintégration par seconde ;

Pour les rejets, il est courant d'utiliser des multiples : Giga Bq (GBq) =  $10^9$  Bq ; Téra Bq (TBq) =  $10^{12}$  Bq.

## CONTEXTE



### [ DES RADIONUCLÉIDES DÉJÀ PRÉSENTS DANS L'ENVIRONNEMENT HORS INFLUENCE D'INSTALLATIONS NUCLÉAIRES : LE « BRUIT DE FOND »

- Le **césium 137** ( $^{137}\text{Cs}$ ) d'origine artificielle, provient des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires (1945 à 1980) et de l'accident de Tchernobyl (1986).
- Le **tritium** ( $^3\text{H}$ ) et le **carbone 14** ( $^{14}\text{C}$ ), d'origine naturelle, proviennent également des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires (1945 à 1980).
  - Le tritium (atome d'hydrogène « H » radioactif) et le carbone 14 (atome de carbone « C » radioactif) sont liés à la matière organique créée et renouvelée tout au long de la vie des organismes vivants. Pour le tritium, on parle de Tritium Organiquement Lié (TOL).
  - L'hydrogène étant un constituant de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), le tritium est présent dans l'eau, qu'il s'agisse d'eau de pluie, de rivière, de nappe ou encore de l'eau contenue dans les organismes végétaux et animaux ; dans ce cas on parle de Tritium libre (HTO).



On appelle « bruit de fond » radiologique, l'activité liée aux radionucléides d'origine naturelle + ceux rémanents des retombées anciennes.

## CONTEXTE

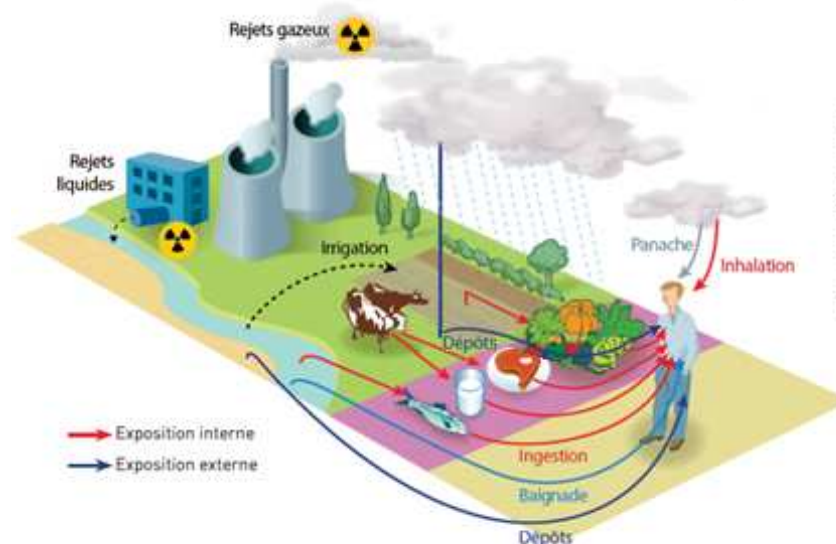
### [ COMMENT UNE PERSONNE EST EXPOSÉE AUX REJETS RADIOACTIFS DE LA CENTRALE ?



Une personne peut être exposée de plusieurs manières :

- Si la source de rayonnement est extérieure, dans l'air ou le sol par exemple, on parle d'**exposition externe**.
- Si le radionucléide pénètre dans l'organisme par inhalation ou ingestion, on parle d'**exposition interne**.

Cette exposition va persister jusqu'à ce que le radionucléide disparaisse par **décroissance radioactive** ou soit éliminé par l'organisme. Cette élimination peut être très rapide ou très longue.



Mode d'exposition d'une personne à la radioactivité environnementale



**Décroissance radioactive** : phénomène naturel d'atténuation de la radioactivité. Cette atténuation dépend de la période radioactive, propriété caractéristique d'un radionucléide, qui est la durée au bout de laquelle la moitié des atomes présents dans un échantillon est désintégrée.

## CONTEXTE

### [ COMMENT EST ESTIMÉE L'EXPOSITION DES POPULATIONS AUX REJETS RADIOACTIFS DE LA CENTRALE ?



- | Pour évaluer l'impact des rejets radioactifs des centrales nucléaires sur le public, la **réglementation** demande de calculer la **dose efficace annuelle** des personnes susceptibles d'être les plus exposées.
- | Cette dose est évaluée à l'aide de **codes de calcul**, en tenant compte des mécanismes de transfert des radionucléides depuis l'environnement jusqu'à l'homme :
  - Une **dose efficace** dite « **a priori** » est évaluée sur la base des **limites réglementaires annuelles des rejets** ;
  - Une **dose efficace** dite « **a posteriori** » est évaluée à partir des **rejets réels effectués dans l'année**.
- | **Saint-Alban** : la dose efficace annuelle « a posteriori » pour un adulte est estimée par EDF à **0,15 µSv en 2019** et **0,12 µSv en 2020** (EDF: *Rapport environnemental Saint-Alban 2019 et 2020*).



Dans le cadre de l'ERS, l'IRSN utilise les activités mesurées dans l'environnement et les informations issues des enquêtes sur les habitudes de vie menées auprès de la population locale pour calculer cette dose efficace.

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ UNE ETUDE PILOTE POUR L'IRSN

■ La centrale nucléaire de Saint-Alban a été choisie pour réaliser une « **étude pilote** » sur 3 années (2019-2021).

#### ■ Pourquoi la centrale de Saint-Alban ? :

- Pas de préoccupation environnementale ou sanitaire particulière.
- Volonté de l'IRSN de réaliser une première étude dans l'environnement d'une centrale nucléaire qui représente une majorité des 35 sites nucléaires sur le territoire.
- Les acteurs locaux, au travers de la **Commission Locale d'Information (CLI)** de Saint-Alban, et l'exploitant (EDF) ont accepté d'en faciliter la réalisation.



**CLI** : Instance d'information et de concertation regroupant les élus locaux, les représentants d'associations de protection de l'environnement, les représentants des syndicats de salariés du nucléaire, les experts : scientifiques, médecins, chefs d'entreprises, universitaires...



## L'ERS SAINT-ALBAN

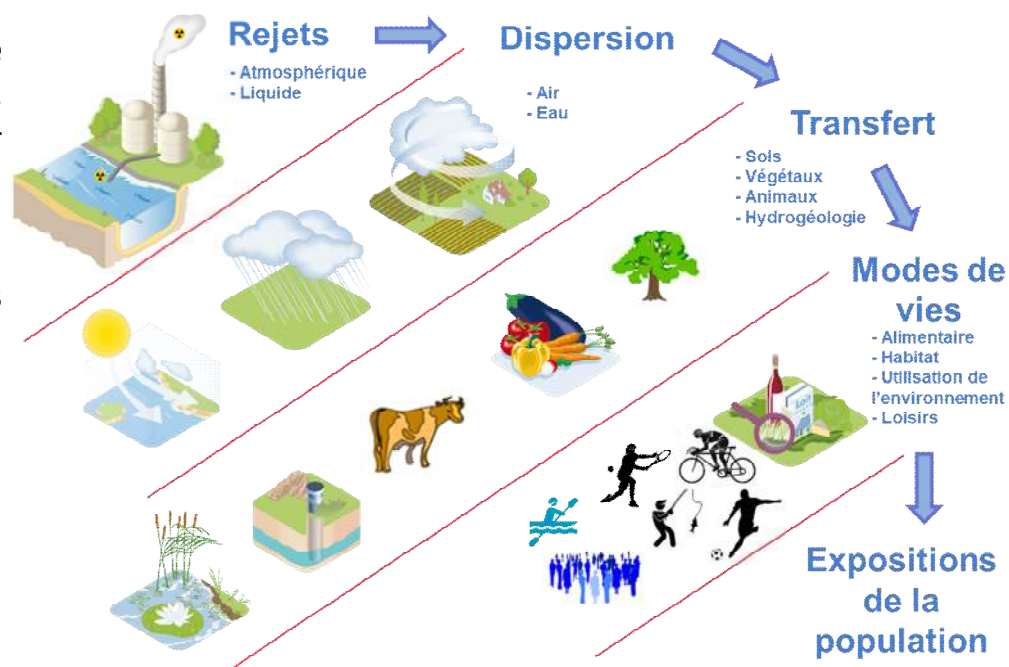
### [ LES OBJECTIFS PRINCIPAUX

Améliorer les connaissances scientifiques sur l'influence des rejets radioactifs de la centrale sur son environnement.

Estimer de manière la plus réaliste possible l'exposition des populations avoisinantes (10 km), en tenant compte des spécificités locales, par l'utilisation combinée :

- des résultats de mesures dans l'environnement
- des informations sur le mode de vie des habitants

Répondre aux préoccupations des riverains, les informer et leur restituer de manière pédagogique l'état radiologique de leur environnement et les niveaux de radioactivité auxquels ils sont exposés.



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ LE PROGRAMME D'ÉTUDES

Il est organisé autour de trois axes :

#### [ L'IMPLICATION DES ACTEURS LOCAUX ]

Les associer au programme d'études.

Adapter le programme d'étude afin de répondre à leurs préoccupations.

Les informer et leur restituer régulièrement les résultats de manière pédagogique.

#### [ DES ÉTUDES DE TERRAINS ]

Déploiement à proximité et à distance du site d'instruments de mesure et de prélèvements très performants dans les milieux :

- Atmosphérique.
- Aquatique.
- Terrestre.

#### [ DES ENQUÊTES DE PROXIMITÉ ]

Mettre à jour les informations concernant les habitudes de vie des populations riveraines :

- Habitudes alimentaires.
- Gestion de l'espace et du temps.



ERS = augmentation des prélèvements et mise en place de moyens de prélèvement et de techniques d'analyses nouveaux/expérimentaux très performants, qui permettent de mesurer la radioactivité à des niveaux plus bas que ceux nécessaires à la vérification du respect des seuils fixés par la réglementation.

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ RÉALISATIONS

- Synthèse des données historiques :
  - du fonctionnement de l'installation
  - de la surveillance radiologique de l'environnement
- Utilisation des codes de calculs pour établir les stratégies

Etudes  
préalables

Influence  
des  
rejets  
atmosphériques

- À proximité et à distance de la centrale :
  - Air :  $^3\text{H}$
  - Végétaux et denrées terrestres :  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , Sp.  $\gamma$
- À 1 km au sud de la centrale :
  - Air :  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$
  - Aérosols : Sp.  $\gamma$

CONCERTATION/COLLABORATION AVEC LES ACTEURS LOCAUX

- Poissons et chaîne trophique :  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ 
  - Suivi du  $^3\text{H}$  dans le Rhône lors de rejets en fonction du débit
    - $^3\text{H}$  dans les eaux de nappes phréatiques
- Végétaux aquatiques :  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , Sp.  $\gamma$

Influence  
des  
rejets  
aquatiques

Acquisition  
de données  
sur les modes de  
vie des habitants

- Habitudes alimentaires
- Budget espace-temps
- Analyse de plateaux repas d'établissements scolaires :  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , Sp.  $\gamma$ ...
- Caractérisation du territoire



+ de 960 prélèvements, + de 1200 analyses, + de 270 personnes interrogées

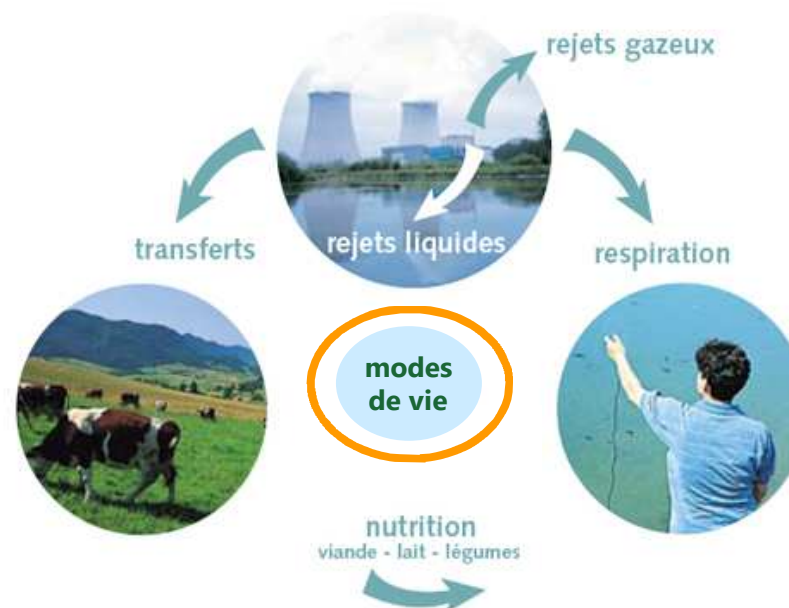
## L'ERS SAINT-ALBAN

[ POUR CALCULER L'EXPOSITION DES RIVERAINS DE LA CENTRALE IL FAUT :

- | Connaître les modes de vie
- | Connaître la radioactivité dans l'air
- | Connaître la radioactivité dans les denrées consommées

[ CALCULER L'EXPOSITION À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

[ AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES



## L'ERS SAINT-ALBAN

## CONNAITRE LES MODES DE VIE DES RIVERAINS DE LA CENTRALE

### ■ Périmètre de l'étude :

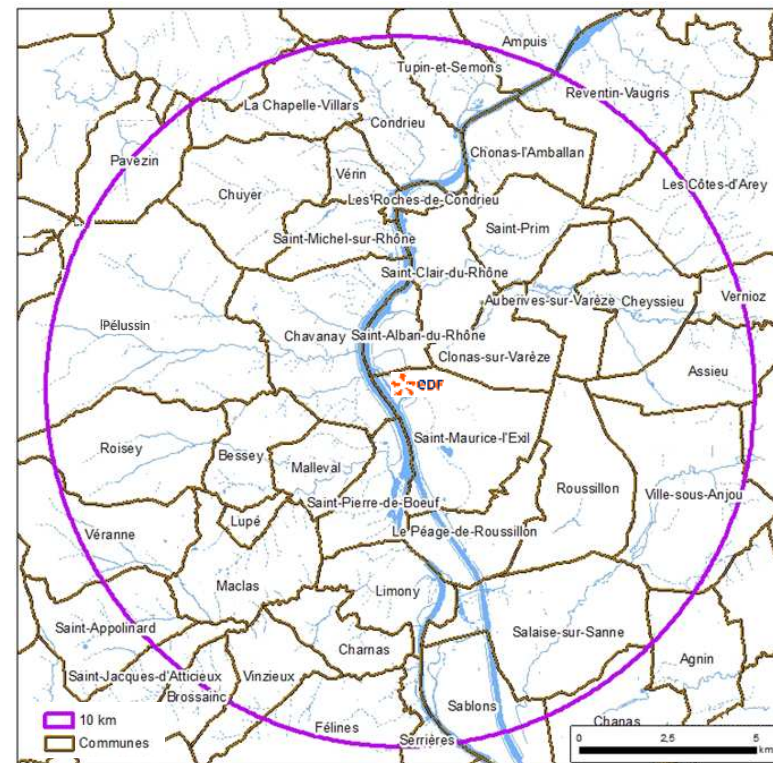
- Un rayon de 10 km pour le lieu de résidence
- Un rayon de 20 km pour l'origine des denrées « locales »

## Personnes interrogées

- Pratiquer la consommation de produits locaux issus d'un jardin potager, de producteurs locaux, de la chasse, de la pêche...

## Informations recueillies

- Habitudes « alimentaires »
- Gestion de l'espace et du temps
- Caractéristiques de l'environnement de la centrale (occupation des sols, infrastructures, mouvements de population)



**115 foyers (275 personnes) de 34 communes ont participé à ces enquêtes.**

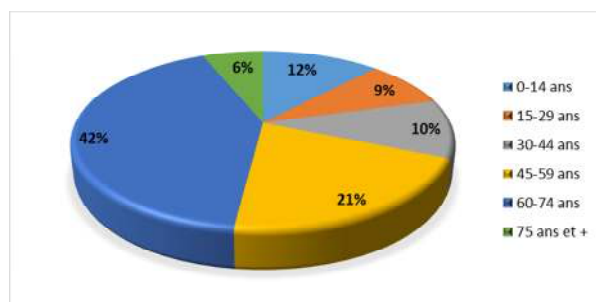
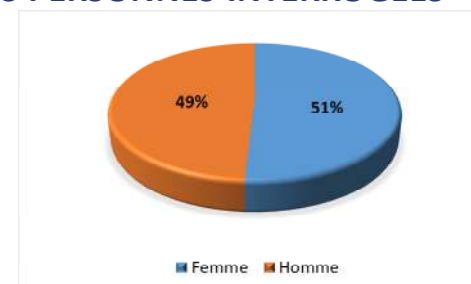
**Ces informations locales sont indispensables pour réaliser une évaluation réaliste des expositions potentielles de la population, calculées habituellement sur des données nationales.**

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES MODES DE VIE DES RIVERAINS DE LA CENTRALE : PROFILS DES PERSONNES INTERROGÉES

#### ■ Répartition Femme/Homme :

- Une répartition égale entre les femmes (51%) et les hommes (49%).

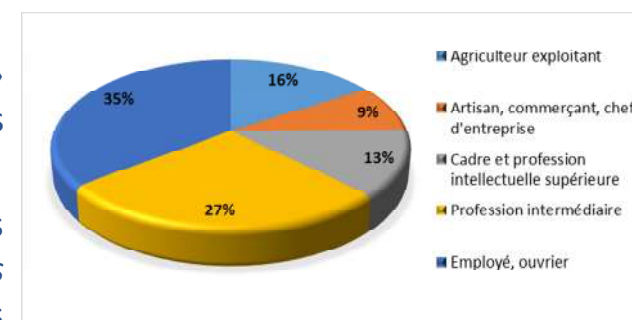


#### ■ Démographie :

- La tranche d'âge la plus représentée des habitants interrogés concerne les personnes de 60-74 ans (42%). Les personnes de 45-59 ans représentent près d'un quart du panel. On retrouve une proportion similaire entre les 15-29 ans, les 30-44 ans et les 0-14 ans. Les personnes de 75 ans et plus, représentent 6 % des personnes interrogées.

#### ■ Catégories socioprofessionnelles :

- Une majorité de personnes « retraitées » (43%). Les personnes « actives » représentent 37 % du panel, les « élèves scolarisés » 17% et les personnes « au foyer » (3%).
- Parmi les actifs interrogés : 35% sont des « employés, ouvriers », 27% des « professions intermédiaires » (*infirmiers, techniciens, professions paramédicales, etc.*), 16 % des agriculteurs, 13% des cadres et 9 % des artisans, commerçants et chefs d'entreprise.



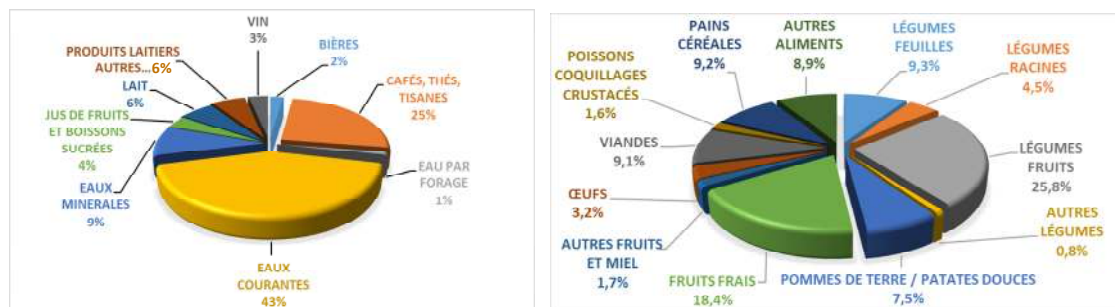
## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES MODES DE VIE DES RIVERAINS DE LA CENTRALE : L'ENQUÊTE ALIMENTAIRE (115 FOYERS)

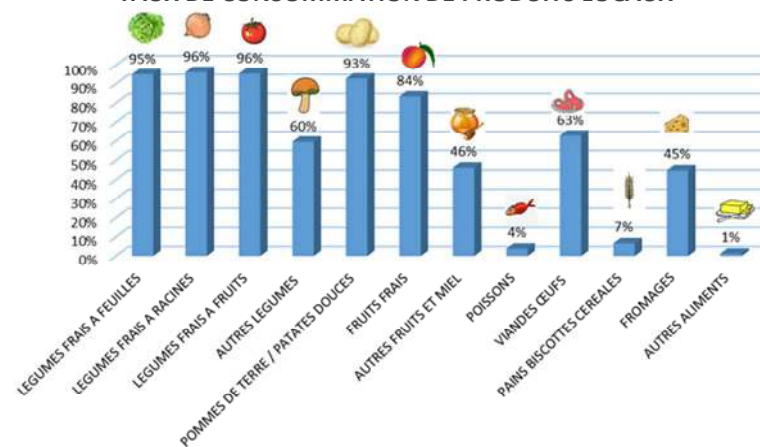
#### ■ Enquête sur les habitudes alimentaires :

- Permet de disposer de données actualisées et représentatives des spécificités locales pour chaque catégorie d'aliments consommés.

COMPOSITION DES RATIONS ALIMENTAIRES MOYENNES



TAUX DE CONSOMMATION DE PRODUITS LOCAUX



La consommation de produits locaux, tous aliments solides confondus, représente 1,3 kg/jour (71% de la ration solide moyenne). Les taux de consommation de certaines catégories d'aliments sont très élevés (légumes, pommes de terre, fruits..) par rapport aux données nationales.

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES MODES DE VIE DES RIVERAINS DE LA CENTRALE : L'ENQUÊTE BUDGET-TEMPS (275 PERSONNES)

#### ■ Enquête sur la gestion du temps :

- Permet de disposer de données sur les déplacements quotidiens de chaque membre du foyer



#### ■ Jours passés dans le périmètre

- En moyenne, les habitants interrogés quittent la zone d'étude deux mois par an (1 mois pour des activités professionnelles ou scolaires, et 1 mois pour les congés). Ces jours hors zones sont étalés sur l'année.

#### ■ Intérieur/extérieur

- En moyenne les personnes interrogées restent majoritairement à l'intérieur de bâtiments dans la zone d'étude que ce soit en journée normale d'activité ou en journée de congé;



Ces informations moyennes varient selon les catégories socioprofessionnelles, la tranche d'âge...

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES MODES DE VIE DES RIVERAINS DE LA CENTRALE : DES PROFILS SPÉCIFIQUES

■ Certains foyers/personnes interrogés présentent des **écarts importants par rapport aux valeurs moyennes issues de l'enquête**. Ces informations sont importantes à prendre en compte pour les **différents scénarios d'exposition**.

■ Parmi ces profils spécifiques retenons :

- Des taux de **consommation de productions locales importants** :
  - légumes feuilles :  $\approx 220$  kg/an (profil moyen  $\approx 60$  kg/an).
  - légumes racines :  $\approx 130$  kg/an (profil moyen  $\approx 29,4$  kg/an).
  - fruits frais :  $\approx 200$  kg/an (profil moyen  $\approx 104$  kg/an).
- Un **chasseur** peut consommer 100 kg/an de gibier (profil moyen  $\approx 2,3$  kg/an).
- Un **pêcheur** peut consommer 8 kg/an de poissons du Rhône (profil moyen  $\approx 0,3$  kg/an).
- Certains habitants **restent 100% du temps dans la zone d'étude** et passent beaucoup de temps en extérieur (8h/j)
- ...



Le terroir local est très riche, les habitants interrogés accordent beaucoup d'importance aux produits locaux. L'enquête faisant suite au confinement lié au COVID, de nombreux potagers ont été agrandis, complétés, et les récoltes ont été conséquentes. Le contexte sanitaire a été propice à la culture des jardins et le besoin d'autonomie alimentaire a été très important.

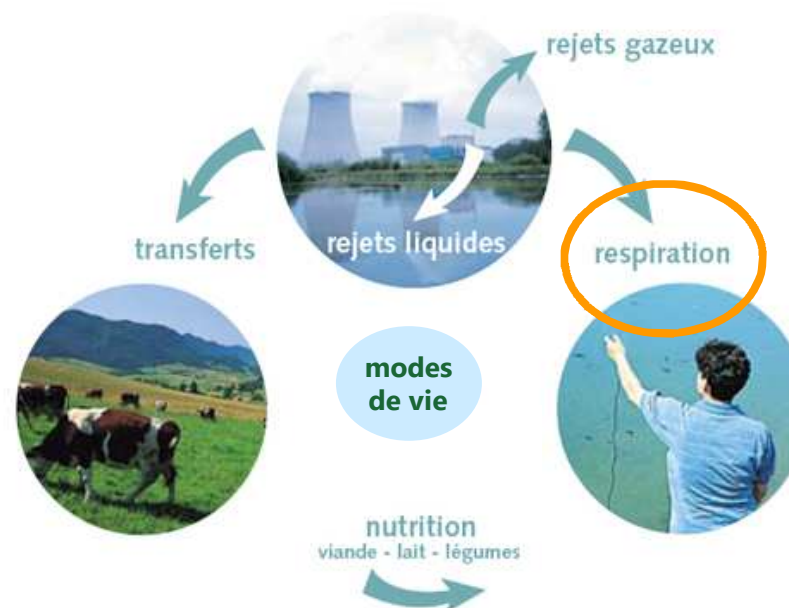
## L'ERS SAINT-ALBAN

[ POUR CALCULER L'EXPOSITION DES RIVERAINS DE LA CENTRALE IL FAUT :

- | Connaître les modes de vie
- | Connaître la radioactivité dans l'air
- | Connaître la radioactivité dans les denrées consommées

[ CALCULER L'EXPOSITION À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

[ AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS L'AIR

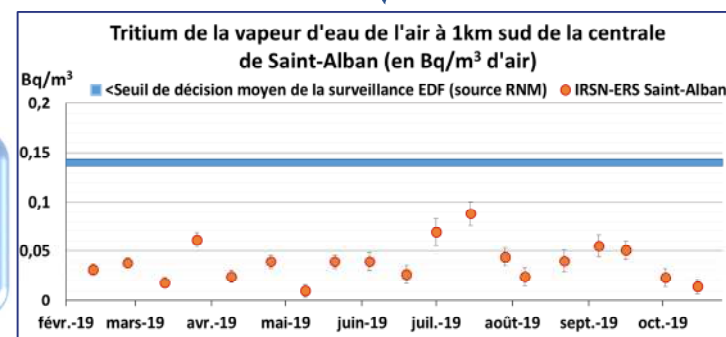
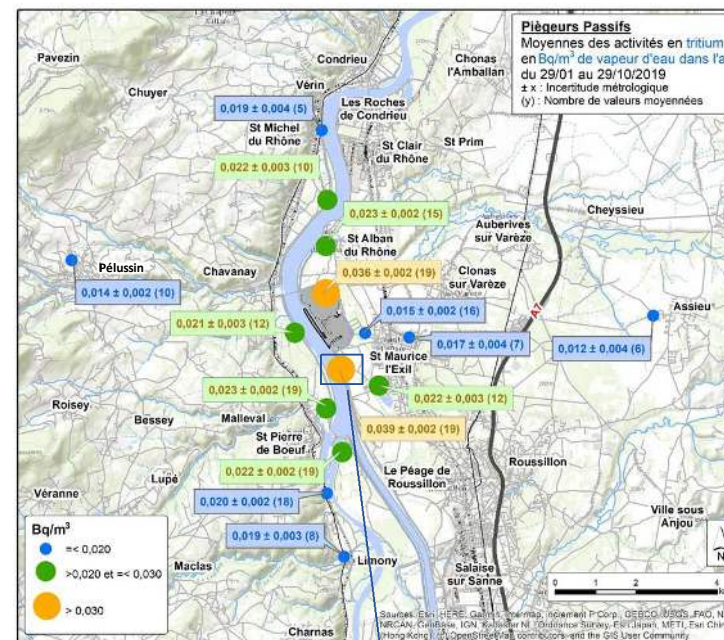
#### ■ Tritium dans l'air entre 1 et 10 km de la centrale :

- 195 prélèvements (d'une durée de 15 jours), en 15 points, de janvier à octobre 2019.
- Moyennes des activités comprises entre :
  - **0,012 Bq/m<sup>3</sup> d'air** hors influence = bruit de fond.
  - **0,04 Bq/m<sup>3</sup> d'air** à 1 km au nord et au sud = influence des rejets de la centrale.
- Sous les vents dominants (axe nord-sud) les activités rejoignent les activités hors influence vers 4 km et dès le 1<sup>er</sup> km à l'est et à l'ouest de la centrale.

**Activité moyenne ajoutée par les rejets au point d'activité maximale**  
**0,04 - 0,012 ≈ 0,03 Bq/m<sup>3</sup>**



Une activité maximale ponctuelle mesurée de 0,09 Bq/m<sup>3</sup>  
 Utilisation de dispositif innovant : Piégeurs Passifs Tritium  
 Une caractérisation précise de la zone influencée par les rejets atmosphériques de la centrale.



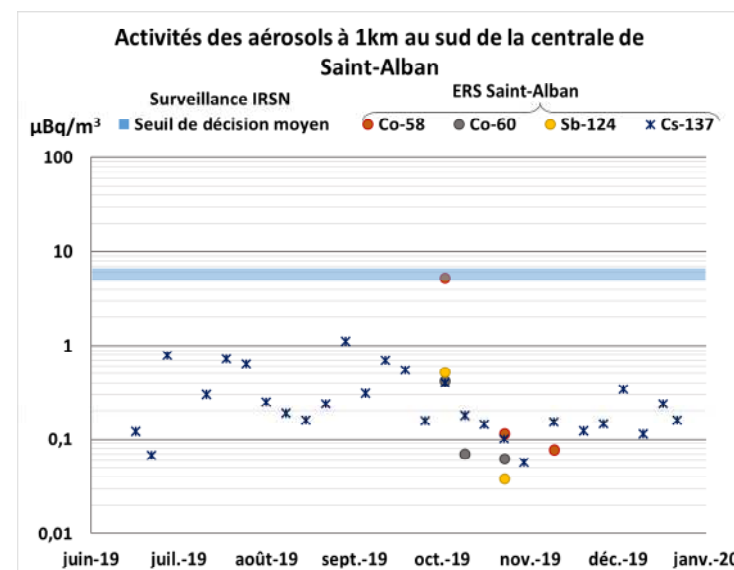
## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS L'AIR

#### ■ Aérosols à 1 km au sud de la centrale :

- Dispositif de prélèvement (d'une durée d'une semaine) par filtration d'air grand débit 300 m<sup>3</sup>/h, 24h/24h (27 filtres).
- Des radionucléides quantifiables à partir de 0,1 µBq/m<sup>3</sup> ;  
(SD surveillance régulière de l' IRSN de l'ordre de 4-5 µBq/m<sup>3</sup>).
- Sur 4 filtres : présence de cobalt 58, de cobalt 60 ou d'antimoine 124, entre **0,06 et 5,4 µBq/m<sup>3</sup>** d'air. Ces radionucléides, **non présents dans l'environnement hors influence**, sont **issus des rejets** autorisés de la centrale.
- Sur tous les filtres : **césium 137** entre **0,06 et 1,1 µBq/m<sup>3</sup>** d'air. Radionucléide **présent dans l'environnement hors influence**.

**L'apport des rejets de la centrale en césium 137  
est estimé à 0,1 µBq/m<sup>3</sup> d'air.**



**Des activités ajoutées par la centrale trop faibles pour être mesurées dans les sols (exposition externe), les végétaux et les denrées terrestres (ingestion)**

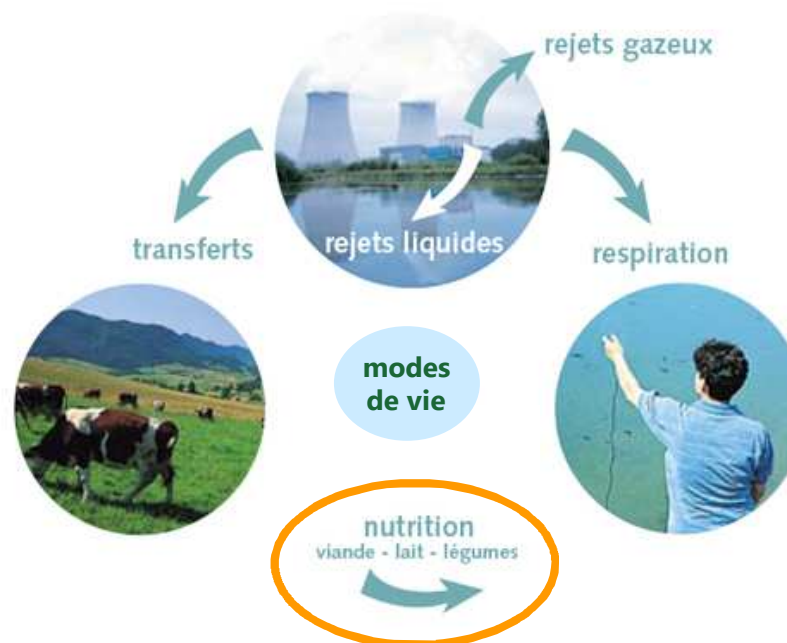
## L'ERS SAINT-ALBAN

[ POUR CALCULER L'EXPOSITION DES RIVERAINS DE LA CENTRALE IL FAUT :

- | Connaître les modes de vie
- | Connaître la radioactivité dans l'air
- | Connaître la radioactivité dans les denrées consommées

[ CALCULER L'EXPOSITION À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

[ AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS LES DENRÉES CONSOMMÉES

■ + de 100 prélèvements de denrées terrestres entre 1 et 10 km de la centrale :

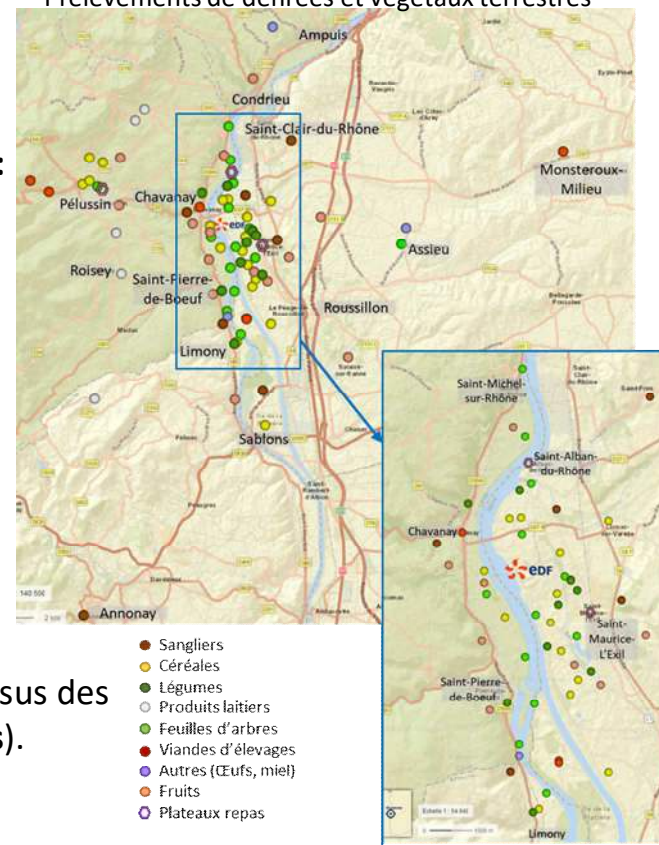
➤ Carbone 14 et tritium :

- Denrées végétales (fruits, légumes, céréales) :
  - Carbone 14 de **221 à 240 Bq/kg de carbone (91% dans le bdf\*)**
  - Tritium organiquement lié de **0,8 à 3 Bq/L (70% dans le bdf\*)**
- Autres denrées (viandes d'élevage, œufs, lait, fromages, gibiers...):
  - Carbone 14 de **220 et 231 Bq/kg de carbone (96% dans le bdf\*)**
  - Tritium organiquement lié de **<0,7 à 2,2 Bq/L (87% dans le bdf\*)**

\*bdf= Bruit de fond

- Le **césium 137** est le seul radionucléide d'origine artificielle mesuré au-dessus des seuils de décision par spectrométrie gamma (entre **<0,03 et 1,2 Bq/kg frais**).  
**Les activités sont comparables à celles du bruit de fond.**

Prélèvements de denrées et végétaux terrestres

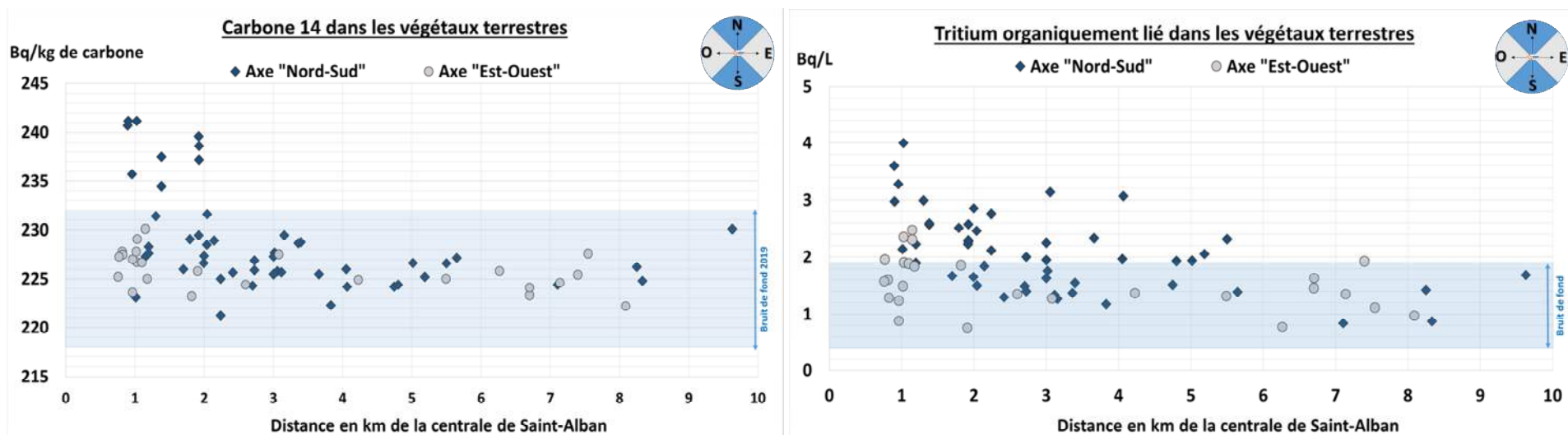


Participation d'une 40<sup>aine</sup> d'exploitations agricoles, plusieurs riverains, fédérations de chasse...

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ TRITIUM ET CARBONE 14 DANS LES VÉGÉTAUX TERRESTRES (*denrées végétales + feuilles d'arbres*) :

- Le **tritium** et le **carbone 14** présents dans l'air **intègrent la matière organique par la photosynthèse** ; ils témoignent de l'activité moyenne dans l'air pendant la croissance des végétaux.



Les activités dans les végétaux terrestres sont majoritairement comprises dans la gamme du bruit de fond. Les activités les plus élevées sont mesurées dans l'axe Nord-Sud, entre 1 et 5 km de la centrale pour le tritium et, entre 1 et 2 km pour le carbone 14. Ces activités témoignent de l'influence des rejets autorisés de la centrale.

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS LES DENRÉES CONSOMMÉES

#### ■ Plateaux repas et eaux de boissons de cantines d'établissements scolaires privilégiant les produits frais, de saison et locaux :

- Etude réalisée sur une semaine en mai 2021 en partenariat avec **3 communes** :
  - Pélussin, Saint-Maurice-l'Exil, Saint-Alban-du-Rhône ;
  - **13 plateaux repas**
  - **3 eaux d'adduction publique**
- **61 analyses effectuées** :
  - Sur l'eau : alpha global, bêta global et tritium ;
  - Sur le contenu du plateau : spectrométrie gamma (césium, cobalt,...) , carbone 14, tritium (libre et organiquement lié).



SP du PILAT  
RHODANIE  
Centre médico-  
environnemental

Chez le producteur, de son entrée à la sortie de la chaîne agricole traditionnelle, tout l'ensemble de produits réguliers quant à sa traçabilité, sa fraîcheur, la transformation, le stockage, la température et le conditionnement, les approvisionnements en produits d'approvisionnement sont soumis aux mêmes exigences. Ainsi, il peut arriver que notre plateforme d'approvisionnement ne puisse pas avoir l'approvisionnement et que nous soyons dans l'obligation de basculer sur du conventionnel.

**VOTRE MENU de la SEMAINE**  
**Du lundi 17 au vendredi 21 mai 2021**



|                     | LUNDI                           | MARDI                                   | JEUDI               | VENREDI                        |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| <b>ENTREE</b>       | Salade de cœur de palmier       | Salade de pois chiches                  | Salade composée     | Concombre/basilic              |
| <b>PLATS CHAUDS</b> | Steak haché<br>Pommes dauphines | Quenelles gratinées<br>Salais persillés | Poulet<br>Spaghetti | Quiche lorraine<br>Petits pois |
| <b>FROMAGE</b>      | Brin d'affinois                 | Fromage blanc                           | Yaourt nature       | Fromage sec                    |
| <b>DESSERT</b>      | Fruit                           | Fruit                                   | Compote de pommes   | Mousse au chocolat             |

bon appétit !

Les menus de vos enfants sont établis en fonction des normes en vigueur : repas équilibrés, découverte des goûts...  
Notre cuisine traditionnelle privilégie les produits frais, locaux et de saison, pour des plats et desserts confectionnés par l'équipe de cuisine.  
Les viandes bovines sont d'origine française.

**Semaine du 17 Mai au 21 Mai 2021**

| Lundi              | Mardi            | Jeudi                          | Vendredi            |
|--------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|
| Salade coleslaw    | Plat croustille  | Salade de tomates et concombre | Salade verte        |
| Potée à l'indienne | Sauté de porc    | Merguez                        | Poisson aux amandes |
| Riz                | Harcots verts    | Pâtes                          | Courgettes          |
| Camembert          | Yaourt aromatisé | Faiselle de vache              | Carre du tréves     |
| Compote de pommes  | Crème vanille    | Fraises à la chantilly         | Muffin au chocolat  |



Etude réalisée à la demande des élus locaux.

Aucun radionucléide d'origine artificielle n'a été quantifié par sp.  $\gamma$ , les résultats en carbone 14 et en tritium sont dans la gamme du bruit de fond pour les plateaux repas, le tritium dans l'eau est conforme à l'attendu.

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS LES DENRÉES CONSOMMÉES

#### ■ Poissons :

- Remis par pêcheurs locaux + pêches scientifiques
  - Une vingtaine d'individus : Sandre, Perche, Barbeaux, Carpe, Brème, Silure, Friture,
- Analyse du carbone 14, du tritium libre et du tritium organiquement lié
- Analyses réalisées sur les parties consommées (filets)

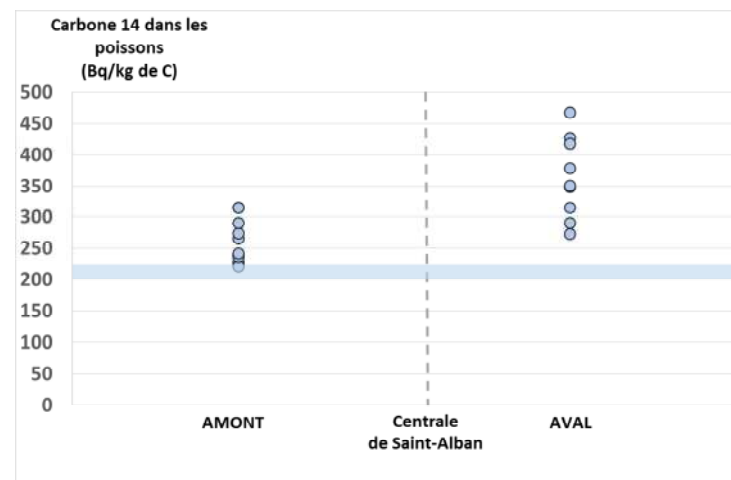
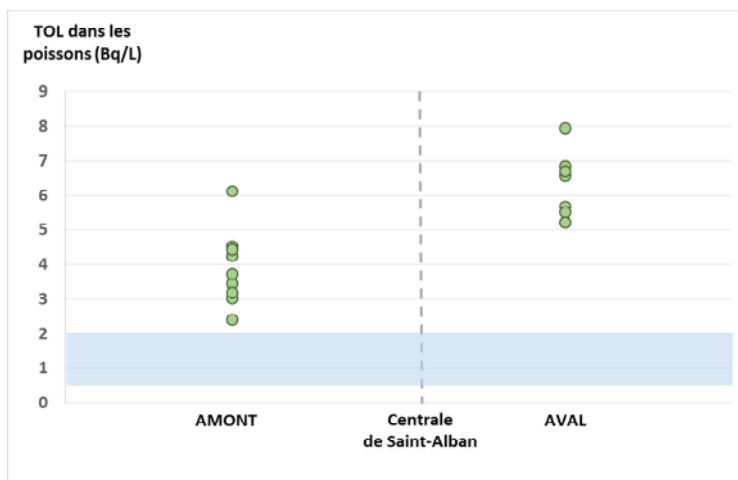


## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS LES DENRÉES CONSOMMÉES

#### Poissons :

- Influence des rejets de **tritium** et de **carbone 14** de la centrale du Bugey visible dès l'amont de la centrale de Saint-Alban
- **Influence accrue à l'aval** par les rejets de **tritium** et de **carbone 14** de la centrale de Saint-Alban



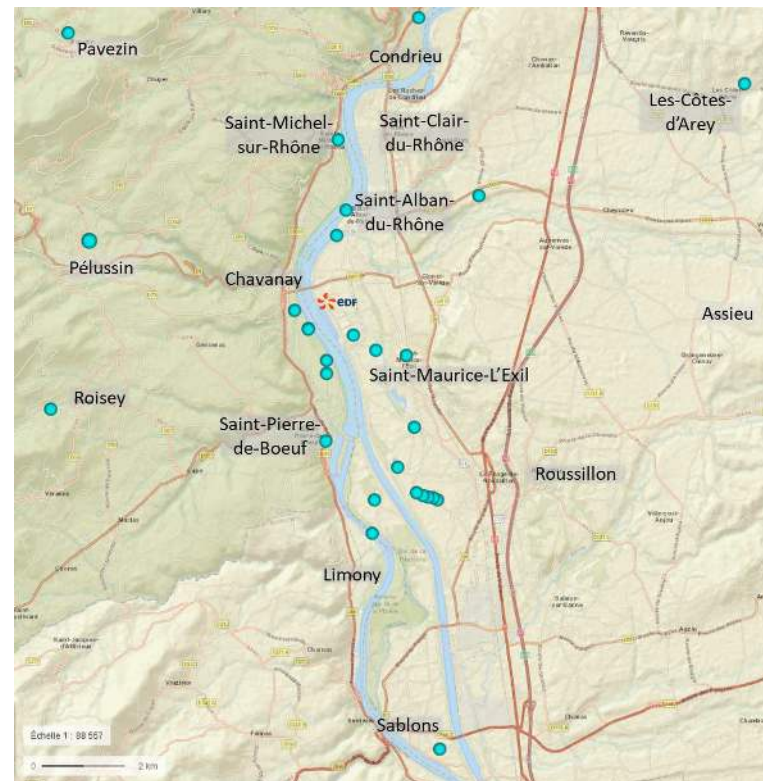
Les rejets autorisés d'effluents radioactifs de la centrale influencent l'activité du tritium (environ +2 Bq/L) et du carbone 14 (environ +100 Bq/kg de C) des poissons

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS LES DENRÉES CONSOMMÉES

#### ■ EAUX DE BOISSON ET EAUX D'IRRIGATION (EAUX SOUTERRAINES)

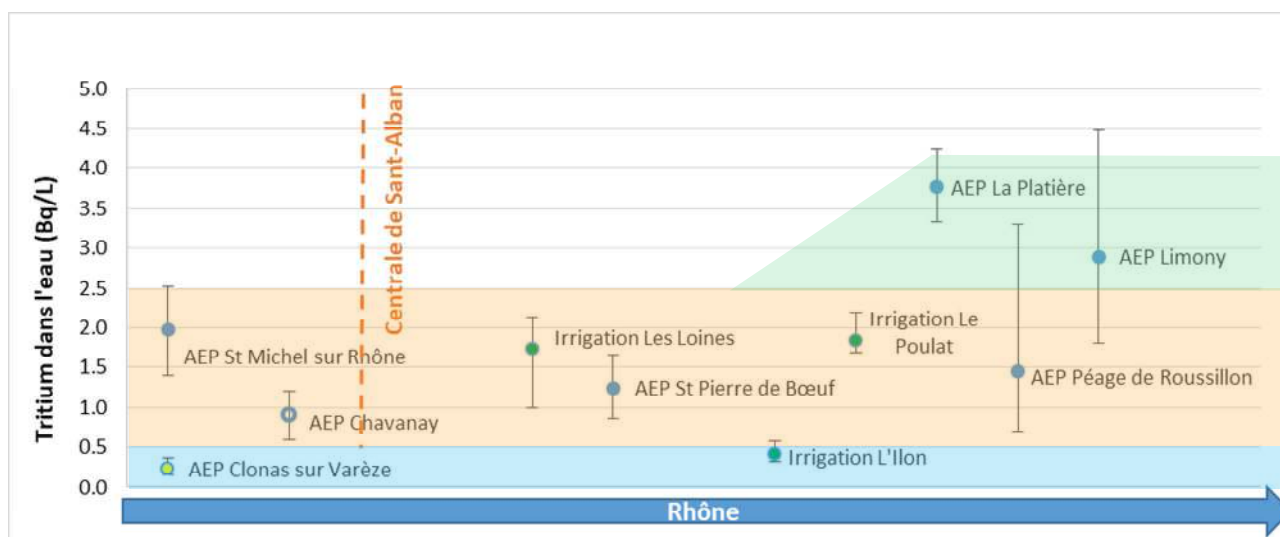
- **127 prélèvements** d'eaux souterraines
- Suivi pendant une année de 7 puits d'alimentation en eau potable
- Suivi pendant l'été de 3 puits destinés à l'irrigation des cultures
- Prélèvements ponctuels sur tous les points d'alimentation en eau potable (AEP) desservant les communes situées dans un rayon de 10 km autour de la centrale
- Prélèvements ponctuels sur des eaux d'irrigation de cultures analysées dans le volet « denrées »



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CONNAITRE LES ACTIVITÉS DANS LES DENRÉES CONSOMMÉES

- Les résultats obtenus sont conformes aux activités attendues
- Tous les résultats de mesure **sont inférieurs** au seuil de décision de l'Agence Régionale de Santé (9 à 10 Bq/L)



Bruit de fond + Influence  
centrale Bugey + Saint-  
Alban

Bruit de fond + Influence  
centrale de Bugey

Bruit de fond



Le suivi des eaux souterraines permet d'identifier 2 contributions : les apports des rejets liquides de la centrale de Bugey en amont de la centrale de Saint-Alban et les rejets liquides de la centrale de Saint-Alban

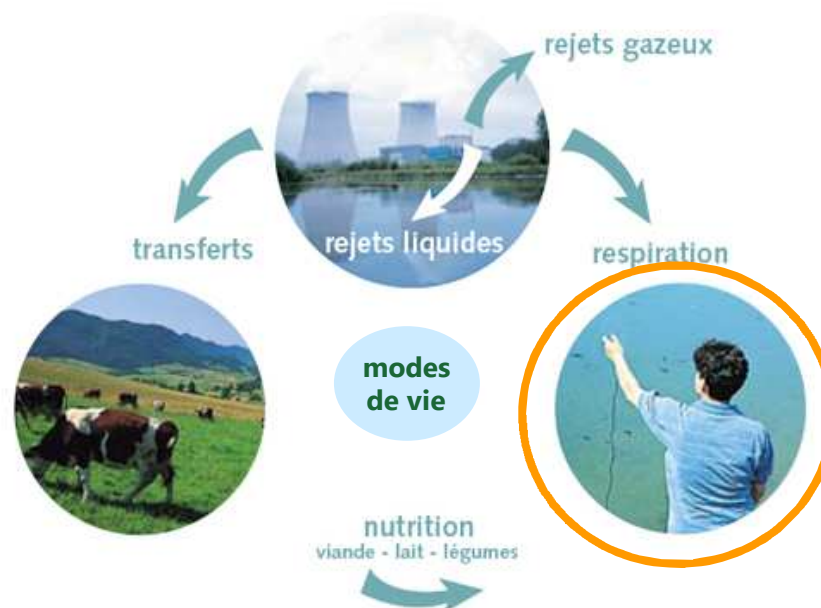
## L'ERS SAINT-ALBAN

[ POUR CALCULER L'EXPOSITION DES RIVERAINS DE LA CENTRALE IL FAUT :

- | Connaître les modes de vie
- | Connaître la radioactivité dans l'air
- | Connaître la radioactivité dans les denrées consommées

[ CALCULER L'EXPOSITION À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

[ AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CALCULER L'EXPOSITION DE LA POPULATION LIÉE AUX REJETS DE LA CENTRALE À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

- Prendre en compte les voies d'exposition : externe et interne ✓
- Prendre en compte les habitudes de vie : alimentaires, espace temps ✓
- Sur la base des activités ajoutées par les rejets de la centrale, pour chaque radionucléide mesuré :
  - Calculer l'activité ingérée annuellement de chaque denrée consommée ( $^3\text{H}$  et  $^{14}\text{C}$ ) :  
*Activité ajoutée (Bq/kg) x Quantité (kg/an ou L/an) x taux de consommation de produits locaux (%) = Activité ajoutée consommée (Bq/an)* ✓
  - Calculer l'activité inhalée annuellement ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{124}\text{Sb}$ ) :  
*Activité ajoutée dans l'air (Bq/m<sup>3</sup>) x Quantité d'air respiré (m<sup>3</sup>/an) = Activité ajoutée inhalée (Bq/an)* ✓
- Appliquer un **facteur de dose** exprimé en Sv/Bq, ce qui permet d'estimer la dose efficace en Sievert par an (Sv/an).
  - La somme des doses par radionucléides mesurés, hors bruit de fond, et par voies d'exposition permet d'estimer la dose totale imputable aux rejets de la centrale.



Les **facteurs de dose** sont très différents suivant le radionucléide et le mode d'exposition. Pour l'ingestion, il est exprimé en Sv/Bq ingéré ; pour l'inhalation en Sv/Bq inhalé ; et pour l'exposition externe en Sv/h par Bq/m<sup>3</sup> (air) ou en Sv/h par Bq/m<sup>2</sup> (sol/surface).

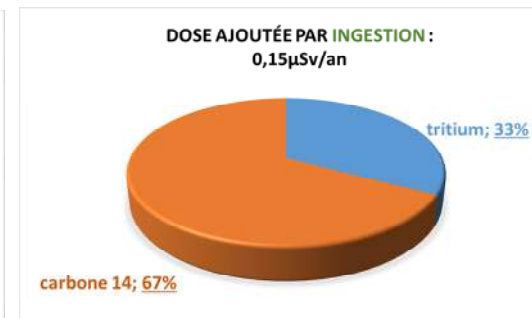
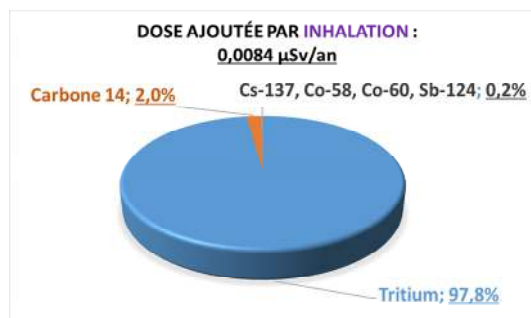
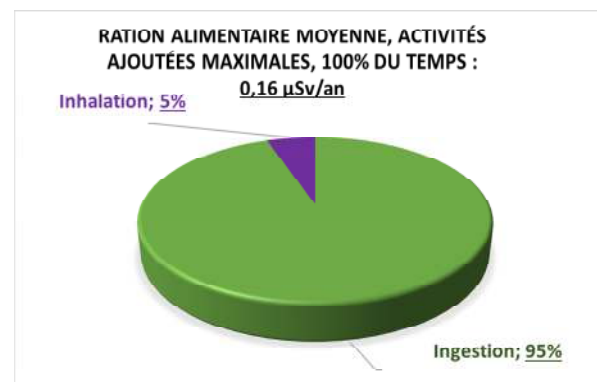
## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CALCULER L'EXPOSITION DE LA POPULATION À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

■ En prenant la **ration alimentaire moyenne**, les **moyennes des activités mesurées** dans le périmètre d'étude et pour un **temps de résidence de 10 mois par an**, la dose ajoutée est d'environ **0,07 µSv/an**.

■ Sur la base de la ration alimentaire moyenne, pour un adulte résidant au **point d'activité maximum dans l'air**, puisant son **eau de boisson dans une nappe phréatique en communication avec le Rhône**, consommant les **produits les plus influencés** par les rejets et **ne quittant pas la zone**, la dose efficace ajoutée par les rejets autorisés de la centrale de Saint-Alban est de :

- **0,16 µSv/an** ;
- La voie d'exposition principale est l'ingestion (95%) ;
- Le carbone 14 est le principal contributeur à la dose par ingestion (70%) ;
- L'exposition par inhalation est quasiment exclusivement due au tritium (97,8%).



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ CALCULER L'EXPOSITION DE LA POPULATION À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

#### Scénarios maximisant :

■ Pour un adulte résidant au point d'activité maximum dans l'air, puisant son eau de boisson dans une nappe phréatique en communication avec le Rhône, consommant les produits les plus influencés par les rejets et ne quittant pas la zone, la dose efficace ajoutée, peut légèrement augmenter :



- Pour un **chasseur** consommant 100 kg de sangliers : **0,2  $\mu\text{Sv}/\text{an}$**
- Pour un **gros consommateur de légumes feuilles** : **0,2  $\mu\text{Sv}/\text{an}$**
- Pour un **pêcheur** consommant 8 kg de poissons du Rhône : **0,25  $\mu\text{Sv}/\text{an}$**



Ces doses ajoutées par les rejets de la centrale, de 0,07 à 0,25  $\mu\text{Sv}/\text{an}$ , sont inférieures de plusieurs ordres de grandeur au seuil réglementaire de 1 000  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  et proches de celles estimées par EDF sur la base des rejets réels (0,15-0,12  $\mu\text{Sv}/\text{an}$ ).

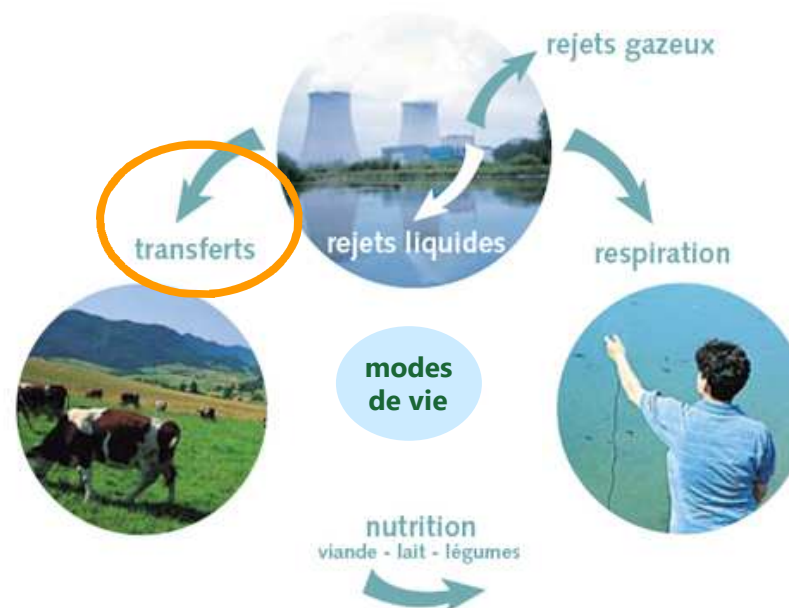
## L'ERS SAINT-ALBAN

[ POUR CALCULER L'EXPOSITION DES RIVERAINS DE LA CENTRALE IL FAUT :

- Connaître les modes de vie
- Connaître la radioactivité dans l'air
- Connaître la radioactivité dans les denrées consommées

[ CALCULER L'EXPOSITION À PARTIR DES RÉSULTATS DE L'ERS

[ AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

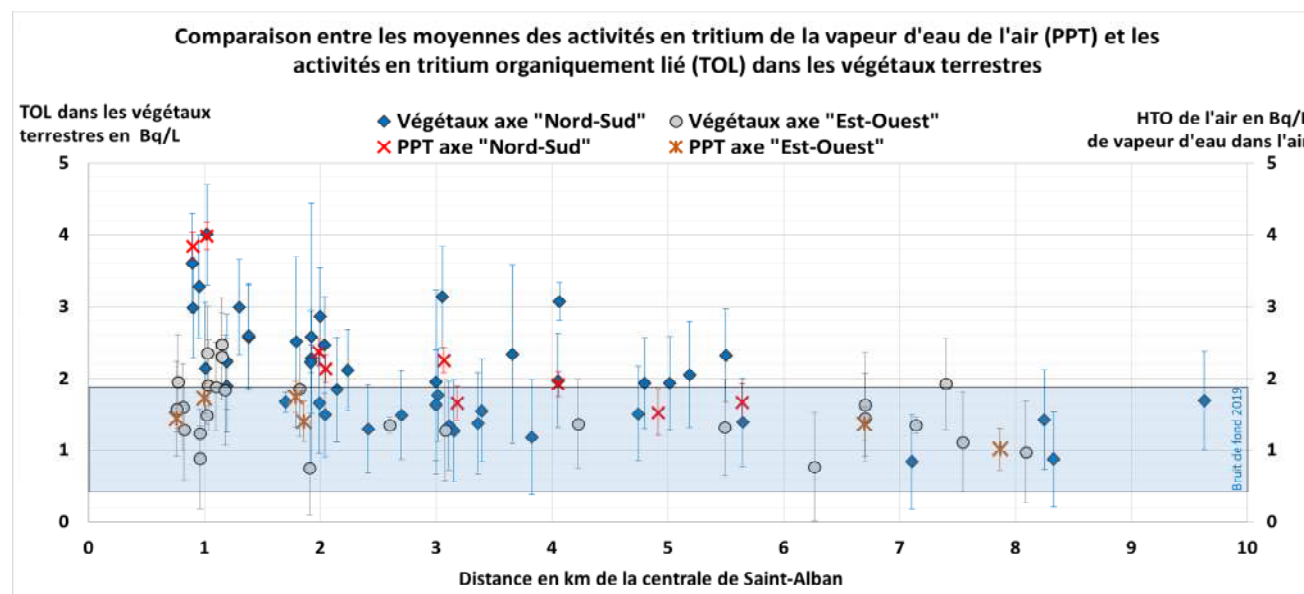
#### ■ Etudes des formes chimiques du tritium et du carbone 14 à 1 km au sud de la centrale :

- Carbone 14 : dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et méthane ( $\text{CH}_4$ )
- Tritium : vapeur d'eau tritiée (HTO) et hydrogène tritié (HT)



#### ■ Etude du transfert du tritium de l'air aux végétaux terrestres :

- Comparaisons entre les moyennes des activités en tritium de la vapeur d'eau de l'air et les activités en tritium organiquement lié dans les végétaux terrestres.



## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

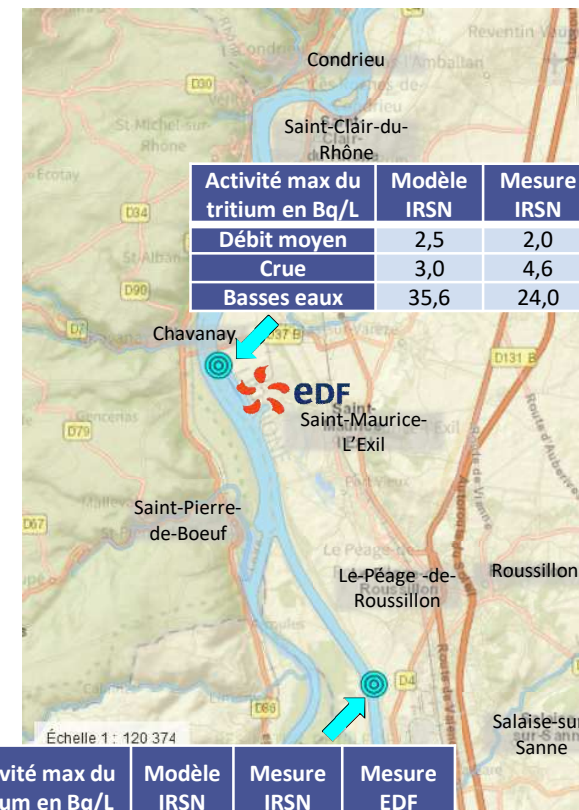


#### Etude du transfert du tritium et du carbone 14 au sein de la chaîne alimentaire aquatique :

- Prélèvements de végétaux aquatiques, de crustacés, de mollusques, de poissons juvéniles et adultes (carnassiers et omnivores) au printemps et à l'automne

#### Suivi des activités de tritium dans l'eau du Rhône pendant un rejet liquide :

- + de 300 prélèvements ; suivi de 3 rejets pour 3 régimes de débit du Rhône en 5 points de l'amont de St-Alban jusqu'à Arles
- Les premiers résultats montrent que la station de surveillance d'EDF est bien positionnée
- L'outil de modélisation de l'IRSN simule bien l'activité du tritium dans le fleuve et le temps de transit entre le point de rejet et le point de surveillance situé en aval de la centrale
- Plus en aval, les temps de transit du tritium sont sous-estimés par le modèle. Une des pistes d'amélioration envisagée est la prise en compte des ouvrages hydroélectriques.



| Activité max du tritium en Bq/L | Modèle IRSN | Mesure IRSN |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| Débit moyen                     | 2,5         | 2,0         |
| Crue                            | 3,0         | 4,6         |
| Basses eaux                     | 35,6        | 24,0        |

| Activité max du tritium en Bq/L | Modèle IRSN | Mesure IRSN | Mesure EDF |
|---------------------------------|-------------|-------------|------------|
| Débit moyen                     | 36,8        | 30,8        | 30,2       |
| Crue                            | 13,2        | 15,1        | 12,5       |
| Basses eaux                     | 49,2        | 49,3        | 28,7       |

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ PARTICIPATION DES ACTEURS LOCAUX, MISE À DISPOSITION DES RÉSULTATS : LA DÉMARCHE

**Objectifs** : répondre aux attentes et aux interrogations ; rendre accessible et intelligible la présentation des résultats

**Défi** : prendre en compte l'hétérogénéité du public « de l'expert au profane »



**Retrouvez dès à présent sur le site de l'IRSN 3 rapports (Historique des données, Synthèse des études atmosphériques et Habitudes vie des riverains) ainsi que l'outil de mise à disposition des résultats**

## L'ERS SAINT-ALBAN

### [ SYNTHÈSE

- L'ensemble des études menées a permis de mieux caractériser l'influence des rejets autorisés de la centrale ; d'améliorer et conforter les connaissances scientifiques, théoriques et expérimentales, sur le devenir des radionucléides dans l'environnement ; d'actualiser les informations sur le mode de vie des habitants ;
- L'influence des rejets de la centrale n'a pu être mise en évidence dans certains milieux que grâce à l'utilisation de moyens technologiques et métrologiques habituellement employés dans le cadre d'études de recherche et d'expertise pour mesurer des niveaux de radioactivité dans l'environnement à l'état de traces ;
- Tous les résultats sont cohérents avec les activités attendues dans l'environnement d'une centrale nucléaire et avec les activités mesurées dans le cadre de la surveillance ;
- L'exposition des populations riveraines, estimée sur la base des résultats des études, est proche de celle calculée a posteriori par l'exploitant sur la base des rejets réels.



**La mobilisation et la participation active des acteurs locaux a été un des facteurs de réussite de cette étude.**

## L'ERS SAINT-ALBAN EN QUELQUES CHIFFRES

### COLLABORATIONS LOCALES :



- 34 COMMUNES
- + DE 110 FOYERS ENQUÊTÉS
- + DE 270 PERSONNES INTERROGÉES
- + DE 40 EXPLOITATIONS AGRICOLES
- 4 FÉDÉRATIONS DE CHASSE ET 1 DE PÊCHE

### TECHNIQUES :



- 12 ÉTUDES RÉALISÉES
- 223 JOURS DE DÉPLACEMENT DES ÉQUIPES IRSN
- + DE 970 PRÉLÈVEMENTS
- + DE 1200 ANALYSES
- DÉPLOIEMENT DE DISPOSITIFS INNOVANTS

### RESTITUTION DES RÉSULTATS :



- 6 PRÉSENTATIONS EN AG DE CLI
- 7 RÉUNIONS DU GROUPE DE SUIVI
- + DE 40 COURRIERS INDIVIDUELS DE RESTITUTION DE RÉSULTATS
- 1 PAGE INTERNET
- 1 OUTIL DE RESTITUTION
- DES RAPPORTS PUBLICS

### COÛTS ENGAGÉS PAR L'IRSN :

- 75 K€ D'ENQUÊTES ALIMENTAIRES ET BUDGET TEMPS
- 135 K€ DE MATÉRIELS ET DE DÉPLACEMENTS
- 210 K€ COÛTS MÉTROLOGIQUES (ANALYSES)
- + DE 7 « PERSONNES.AN » DE MAIN D'ŒUVRE IRSN (À CE JOUR)



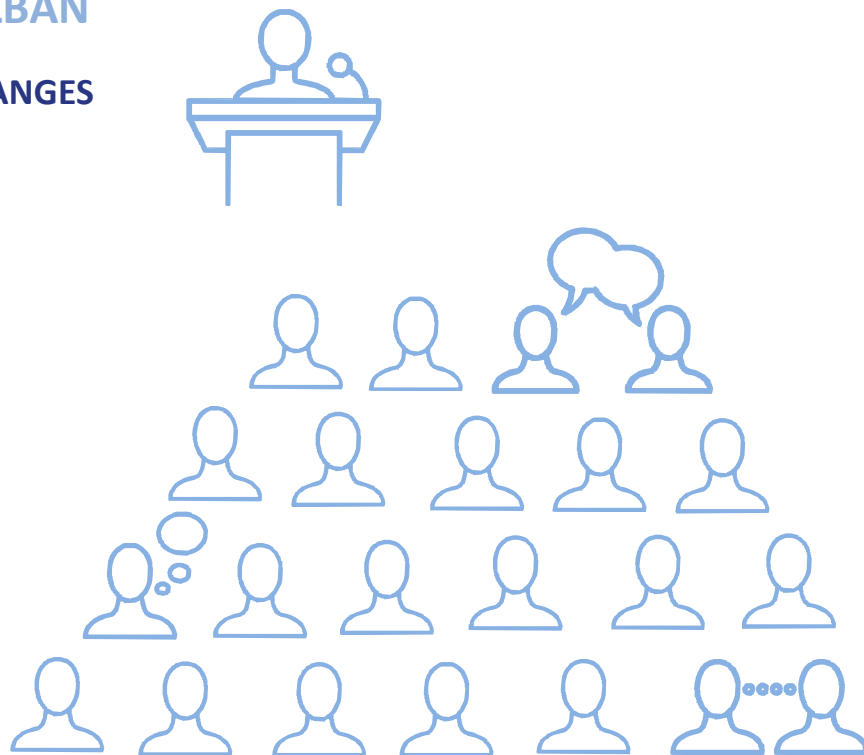
**OBJECTIFS ATTEINTS ✓  
PLANNING TENU ✓**



© IRSN

## L'ERS SAINT-ALBAN

[ PLACE AUX ÉCHANGES



Rendez vous sur le site internet de l'IRSN pour retrouver toutes les informations et accéder aux résultats : [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)  
Encore des questions ? : [contact-ERS@irsn.fr](mailto:contact-ERS@irsn.fr)



Merci pour votre attention

