

ETUDE DU TRITIUM DANS LA LOIRE AU PONT CESSART A SAUMUR

**Magali BEGUIN LEPRIEUR et Patrick BOYER,
Marc GLEIZES, Stéphane LORTHIOIR, Maxime MORIN, Christophe MOURLON,
Marie-Hélène PERTUISOT, Libuse PIAR**

Congrès SFRP - Dijon - juin 2023

Éléments de contexte et déroulement de la campagne



- Publication par l'**ACRO** d'une concentration atypique en tritium de **310 Bq/L** dans un prélèvement d'eau effectué dans la Loire au niveau du pont Cessart à Saumur (20 km en aval du CNPE de Chinon) le 21 janvier 2019 ($60 < \text{Max surveillance} < 80 \text{ Bq/L}$)



- Investigations préliminaires** ASN-IRSN : analyse du processus de prélèvement et de mesure du 21 janvier 2019, recherche des sources de tritium dans la Loire autres que les CNPE, interrogations sur les conditions de mélange à l'aval du CNPE de Chinon, le prélèvement ayant été effectué pendant le passage du panache de l'un de ses rejets



Réalisation d'une étude pour étudier la reproductibilité de la mesure atypique dans des conditions proches de celles du prélèvement de l'ACRO (température, débit, rejets...)



- **Constitution d'un comité de suivi auquel ont participé** la CLI de Chinon, l'ANCCLI, l'ACRO, la Mairie de Saumur, des élus locaux, la DDT-49, le Réseau Loire Alerte, EDF et l'IRSN pour partager sur le déroulement de l'étude, présenter et échanger sur les résultats au fur et à mesure de leur acquisition lors des 4 réunions organisées durant l'étude et la visite des dispositifs de prélèvement au pont Cessart.



- **Campagne de mesures** dans la Loire au niveau du pont Cessart entre le 9 novembre 2020 et le 8 avril 2021



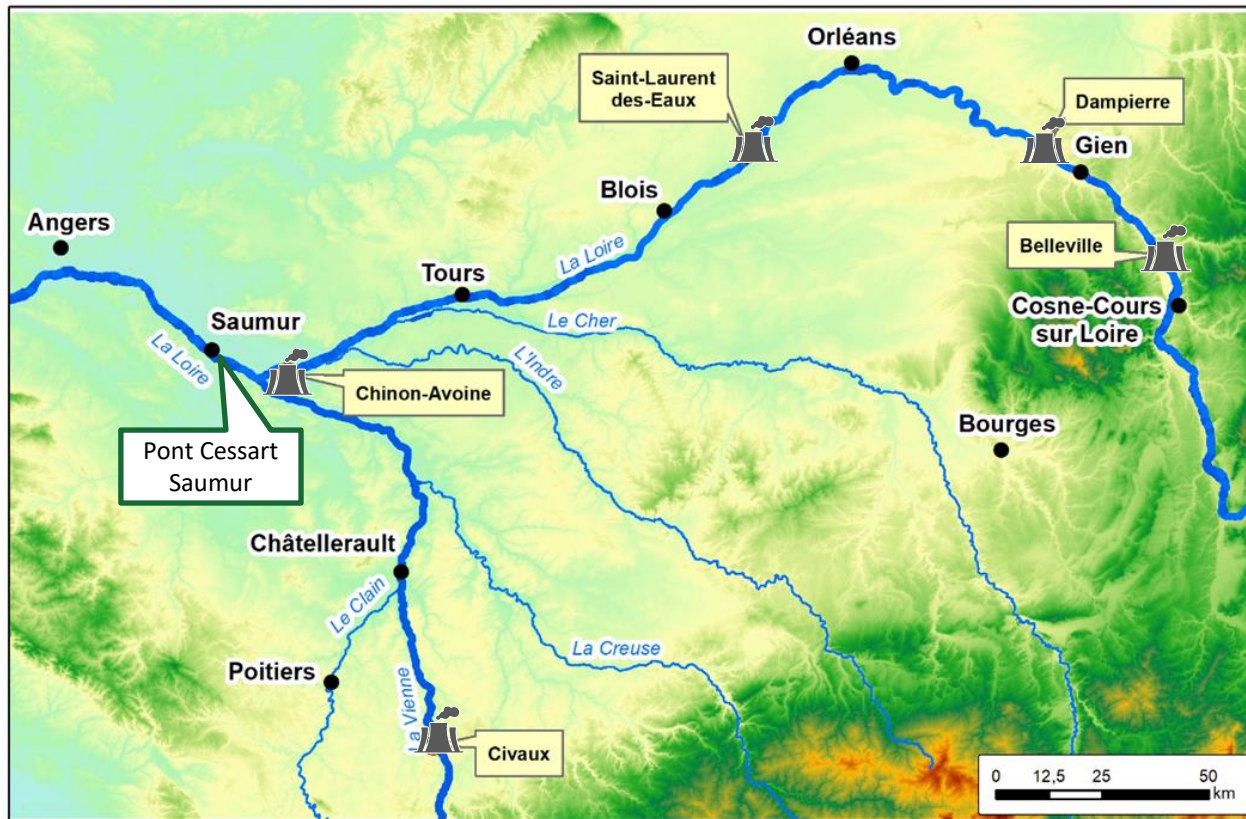
- **Modélisations 1D et 2D** pour analyser et interpréter les mesures



- **Rapport présentant les résultats des mesures, des modélisations ainsi que les enseignements** à en tirer, élaboré par l'IRSN et partagé avec les parties prenantes du Comité.

<https://www.irsn.fr/savoir-comprendre/environnement/etude-tritium-loire-pont-cessart-saumur>

Contexte géographique de l'étude

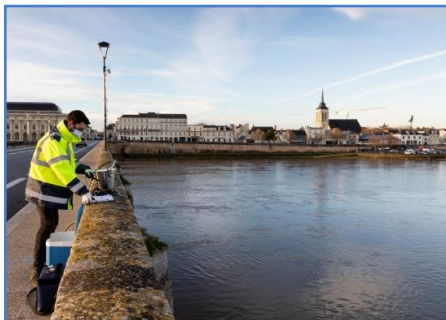


- En amont de Saumur :
 - 4 CNPE sur la Loire
 - 1 CNPE sur la Vienne
- Linéaire Loire + Vienne : ~ 400 km
- Pont Cessart à Saumur : ~13 km en aval de la confluence Vienne-Loire

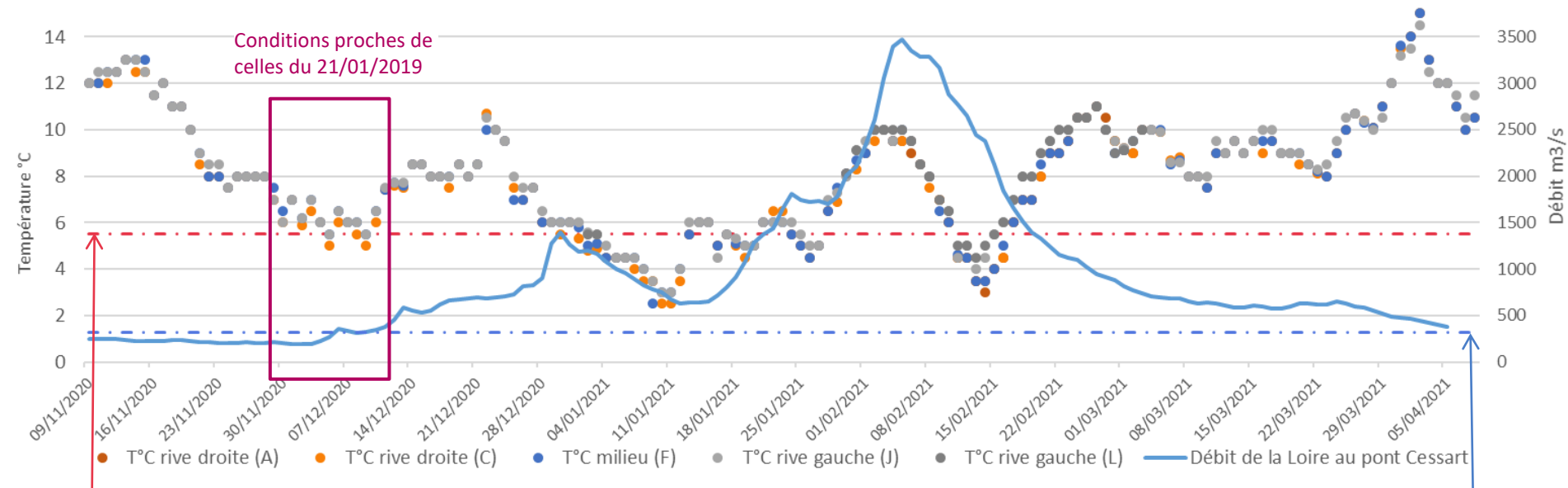
Campagne de mesure au Pont Cessart

Entre le 9 novembre 2020 et le 8 avril 2021

- 3 prélèvements manuels quotidiens réalisés au pont Cessart à 9h30
- 2 prélèvements biquotidiens par hydrocollecteurs automatiques à 9h30 et 21h30 en rive droite et rive gauche
- 1100 échantillons prélevés par Inovalys, traités et mesurés par l'IRSN



Campagne de mesures au Pont Cessart : conditions de température et de débit de la Loire



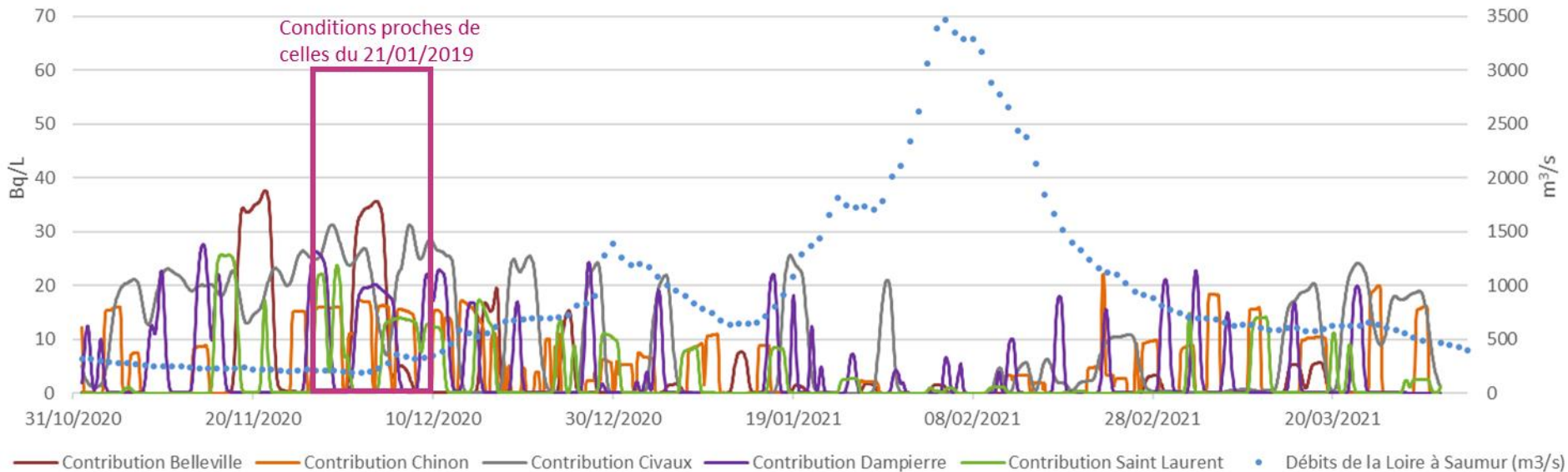
Température Loire à Saumur, le 21/01/19 : 5,5 °C (source : DREAL Pays de la Loire)

Débit Loire à Saumur, le 21/01/19 : ~320 m³/s (source : DREAL Pays-de-Loire/ HYDRO - MEDDE/DE)

Des conditions climatiques très variées, une large gamme de débits et de températures

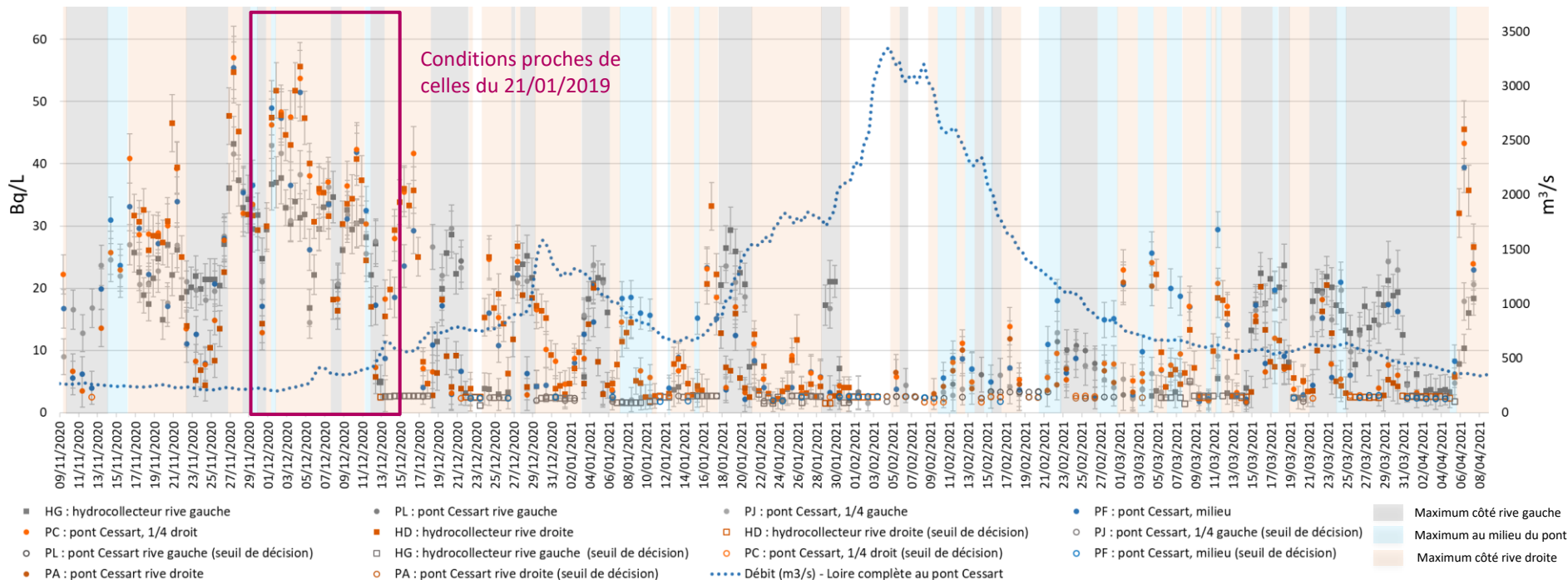
En décembre 2020 des conditions proches de celles du 21 janvier 2019

Campagne de mesures au Pont Cessart : débits de la Loire et contributions des CNPE



Rejets de tous les CNPE tout au long de l'étude hormis au plus fort de la crue de fin janvier à début février 2021

Campagne de mesures au Pont Cessart : résultats de mesures



Mesures entre le seuil de décision de 2,3 et 60 Bq/L au maximum

Les valeurs maximales quotidiennes évoluent de la rive droite à la rive gauche

Les valeurs les plus élevées (> 40 Bq/L) sont majoritairement observées en rive droite



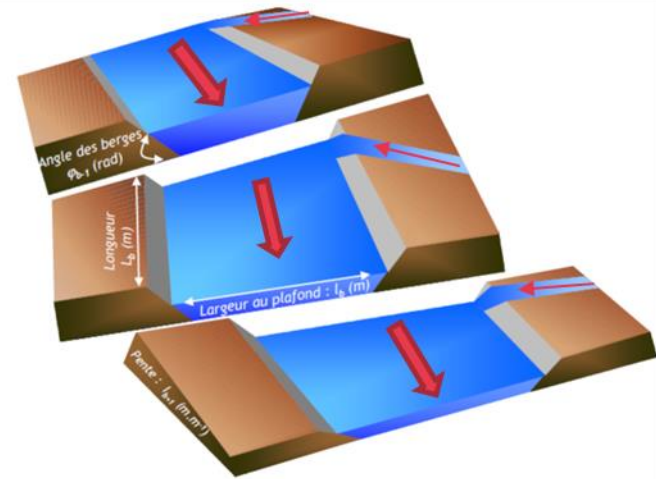
Modélisation 1D sur le bassin versant de la Loire jusqu'à Saumur

Objectif : Modéliser (Code SYMBIOSE de l'IRSN) l'évolution temporelle des concentrations en tritium moyennées sur la largeur du cours d'eau (modèle 1D) en janvier 2019 et pendant la campagne de mesures de novembre 2020 à avril 2021 :

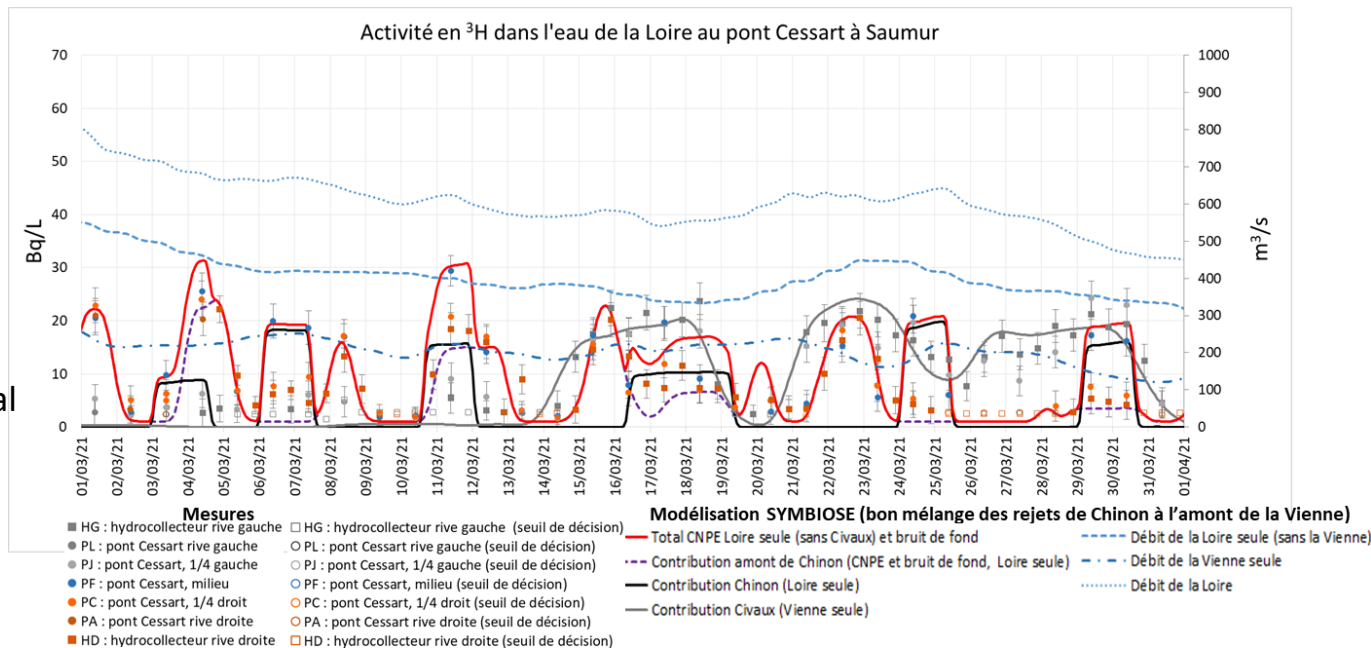
- Dans les eaux de la Vienne et en Loire jusqu'à Saumur
- En tenant compte des rejets des 5 CNPE du bassin versant
- En évaluant les contributions de chaque CNPE aux concentrations totales
- Sur l'ensemble du domaine (400 km) au pas d'espace de 250 m et au pas de temps de 15 min

Données :

- Images satellitaires pour construire le maillage de calcul géoréférencé
- Chroniques de débit de la Loire et de la Vienne (banque HYDRO <http://www.hydro.eaufrance.fr/>)
- Chroniques des rejets liquides des 5 CNPE du bassin versant de la Loire



Modélisation 1D : comparaison modèle-mesures à Saumur sur la campagne de mesure



Deux hypothèses de calcul à l'aval de la confluence Loire/Vienne :

1. Mélange des deux cours d'eau
2. Pas de mélange



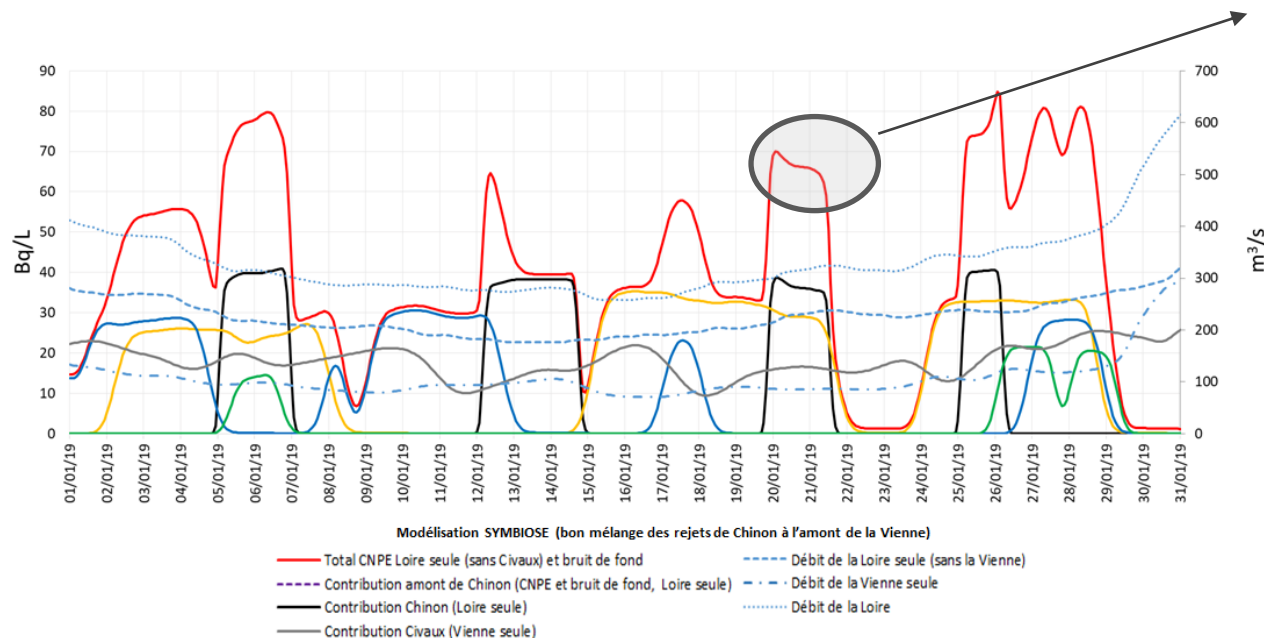
La modélisation 1D rend bien compte de l'évolution de la concentration en tritium mesurée, avec hypothèse :

- D'absence de mélange pour la plupart des régimes hydrauliques
- De mélange pour les débits faibles



Les rejets de Chinon ne sont pas toujours complètement mélangés au niveau de Saumur

Modélisation 1D : prévision de la concentration moyenne en tritium à Saumur en janvier 2019



Sur la base des données de rejets liquides et de débits des cours d'eau, la modélisation 1D :

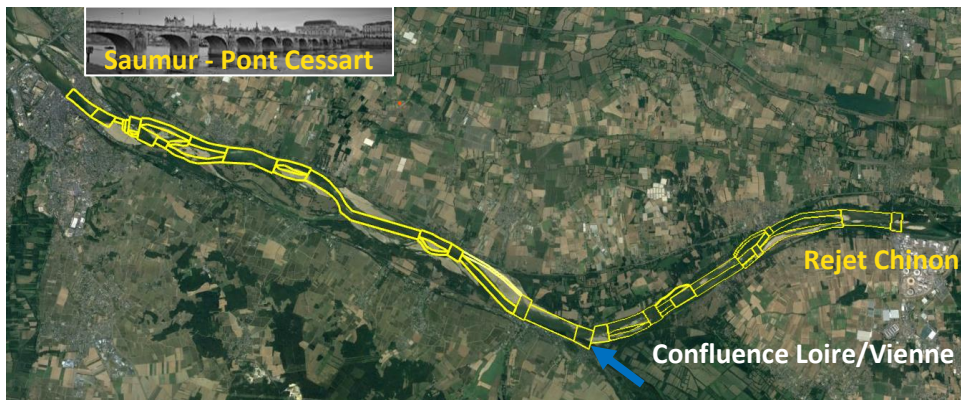
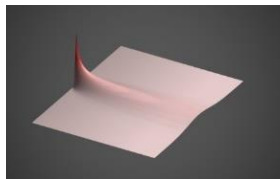
- Prévient une concentration moyenne d'environ 70 Bq/L au pont Cessart le 21/01/2019
- Reste très inférieure à la valeur mesurée de 310 Bq/L



La modélisation 1D ignorant les hétérogénéités latérales, besoin d'investiguer avec un modèle 2D

Modélisation 2D entre le CNPE de Chinon et Saumur

Objectif : Modéliser (Code **CASTEAUR 2D** de l'IRSN) la répartition transversale des concentrations en tritium dans la Loire entre le CNPE de Chinon et Saumur en fonction des conditions de débit de la Loire et la Vienne et des rejets des CNPE de Chinon, Loire amont et Civaux



Données :

- Maillage de la zone d'étude
- Débit Loire à Chinon (issu du calcul 1D)
- Rejet CNPE Chinon
- Concentration amont Chinon (issu du 1D)
- Débit et concentration Vienne à la confluence (issu du 1D)

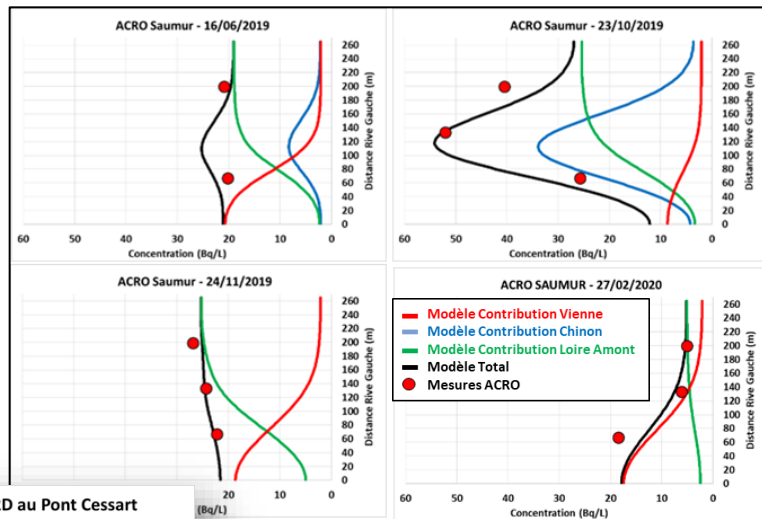
Calibration (hydraulique, dispersion) à partir de 3 traçages EDF :

- 25 octobre 2017 : $Q_{\text{Loire}}(\text{Chinon}) : 95 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{Vienne}} : 38 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{Loire}}(\text{Saumur}) : 133 \text{ m}^3/\text{s}$
- 24 juin 2020 : $Q_{\text{Loire}}(\text{Chinon}) : 346 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{Vienne}} : 57 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{Loire}}(\text{Saumur}) : 403 \text{ m}^3/\text{s}$
- 27 mars 2019 : $Q_{\text{Loire}}(\text{Chinon}) : 377 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{Vienne}} : 105 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{Loire}}(\text{Saumur}) : 482 \text{ m}^3/\text{s}$

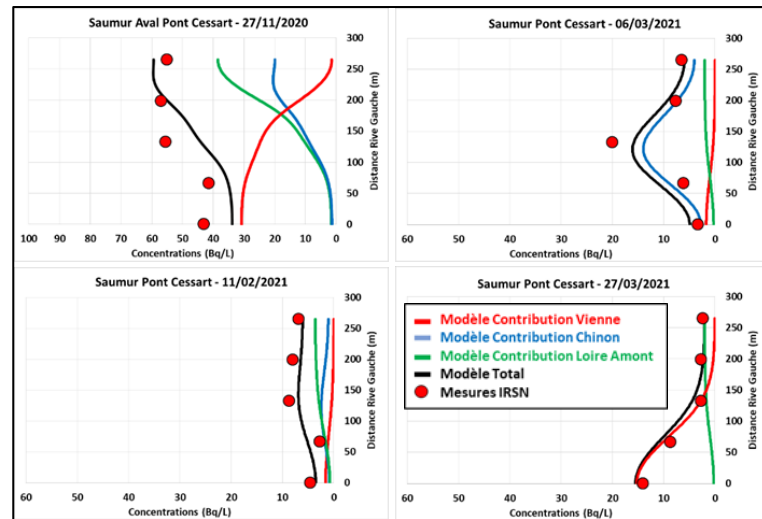
Modélisation 2D des concentrations à Saumur : Application aux mesures ACRO et IRSN

Exemples de confrontations modèle/mesures à Saumur pour différentes conditions de débits et d'apports

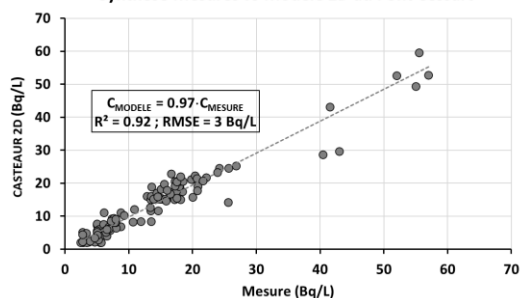
vs mesures ACRO



vs mesures IRSN



Synthèse Mesures vs Modèle 2D au Pont Cessart

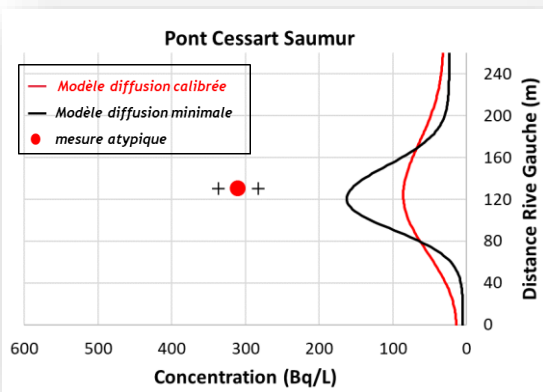


Comportement satisfaisant du modèle au pont Cessart à Saumur

Modélisation 2D des concentrations à Saumur : Application au 21 janvier 2019

Conditions du 21/01/2019

$Q_{\text{LoireAmont}}$ (m^3/s)	Q_{Vienne} (m^3/s)	$C_{\text{LoireAmont}}$ (Bq/L)	C_{Vienne} (Bq/L)	Chinon (MBq/s)
225	75	20	5	8.35

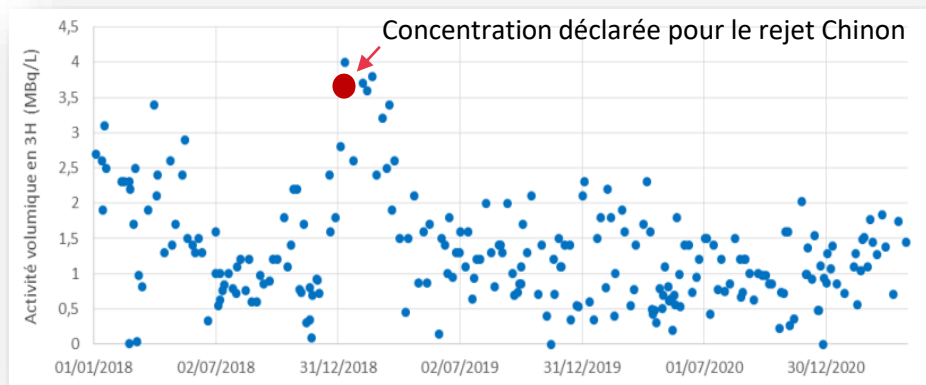


Pour les conditions connues :

- Le modèle n'arrive pas à 310 Bq/L (~ 160 Bq/L en diffusion min et 90 Bq/L en diffusion calibrée)
- Panache inhomogène sur plusieurs dizaines de km à l'aval du rejet.
- Le max est au centre du pont, point de prélèvement de l'ACRO

Conditions de rejet pour atteindre 310 Bq/L

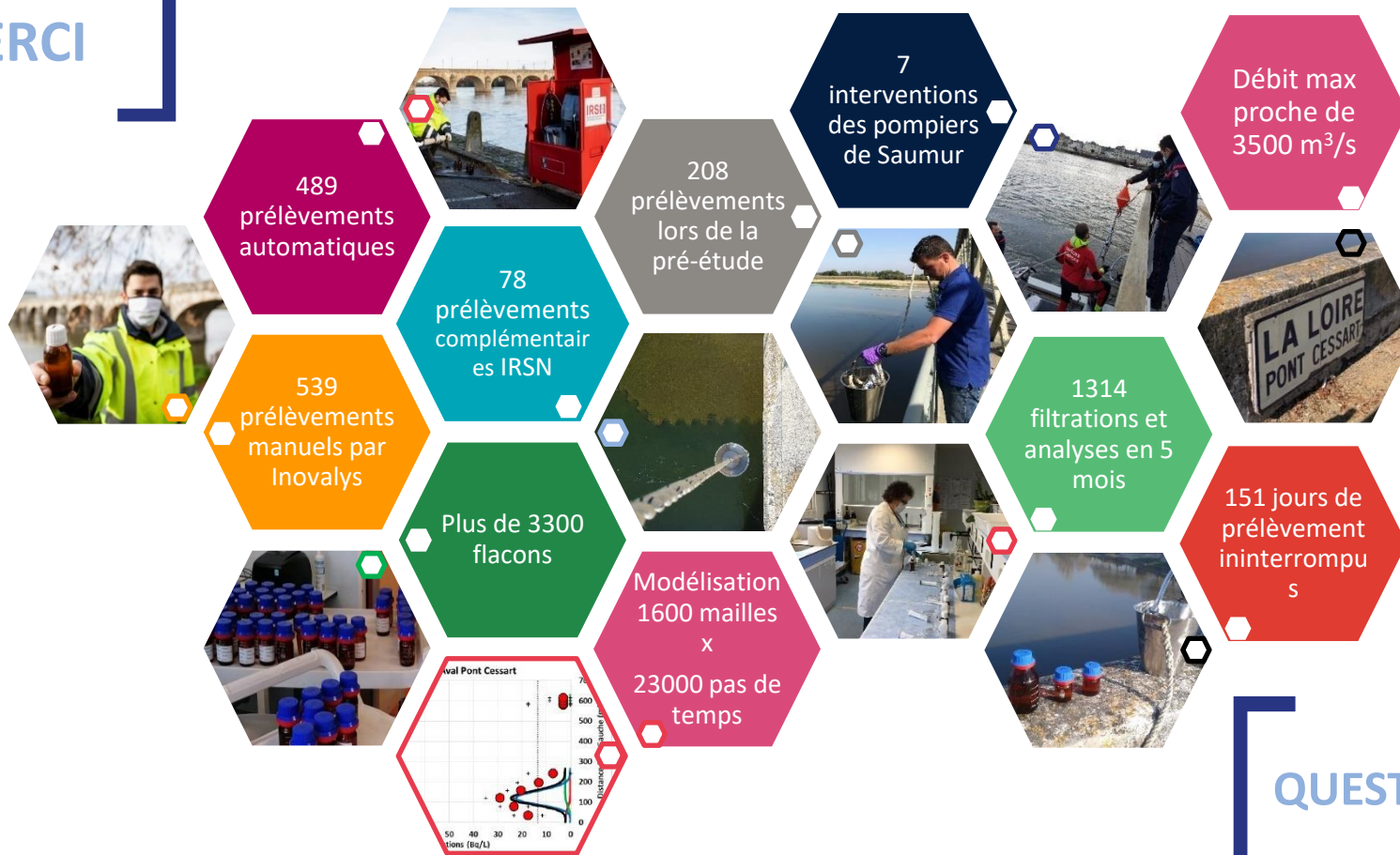
- La mesure atypique pourrait être atteinte pour un rejet 2 à 4 fois supérieur à la valeur déclarée.
- La concentration de l'effluent sortirait alors significativement de la gamme des concentrations déclarées entre 2018 et 2020.



Conclusions

- Les mesures réalisées (plus de 1000) au cours des 5 mois de cette étude, dont les niveaux ont varié entre le seuil de décision (2,3 Bq/L environ) et 57 Bq/L, n'ont pas mis en évidence de concentrations en tritium dans la Loire au niveau du pont Cessart à Saumur comparables à la mesure atypique de 310 Bq/L du 21 janvier 2019.
- Le mélange des rejets liquides du CNPE de Chinon dans la Loire n'est pas complet au pont Cessart à Saumur ni à la Station Multi-Paramètres, située à 6 km en aval du CNPE Chinon où l'étude a montré qu'en fonction des conditions hydrauliques, les prélèvements de cette SMP ne permettent pas de détecter systématiquement les rejets du CNPE. L'IRSN recommande d'étudier comment la détection des rejets du CNPE de Chinon par sa SMP aval pourrait être rendue moins dépendante des différents régimes hydrauliques de la Loire.
- Au niveau du pont Cessart à Saumur, considérant les rejets déclarés par l'exploitant, les modélisations conduisent à une concentration maximale en tritium dans la Loire le 21 janvier 2019 variant entre 70 Bq/L (1D), 90 Bq/L (2D calibré) et 160 Bq/L (2D avec une hypothèse de diffusion minimale).
 - ➡ Les mesures et modélisations n'ont pas permis, même sous hypothèse majorante, de retrouver le niveau de la mesure atypique (310 Bq/L).
 - ➡ L'étude illustre l'intérêt de la modélisation pour interpréter et analyser les données de la surveillance.

MERCI



QUESTIONS ?