



INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Transfert de radionucléides dans les sols forestiers : influence de la nature de la contamination



F. Coppin¹, T. Mengistu¹, L. Carasco¹, M-A Gonze²,
P. Calmon², P. Hurtevent¹

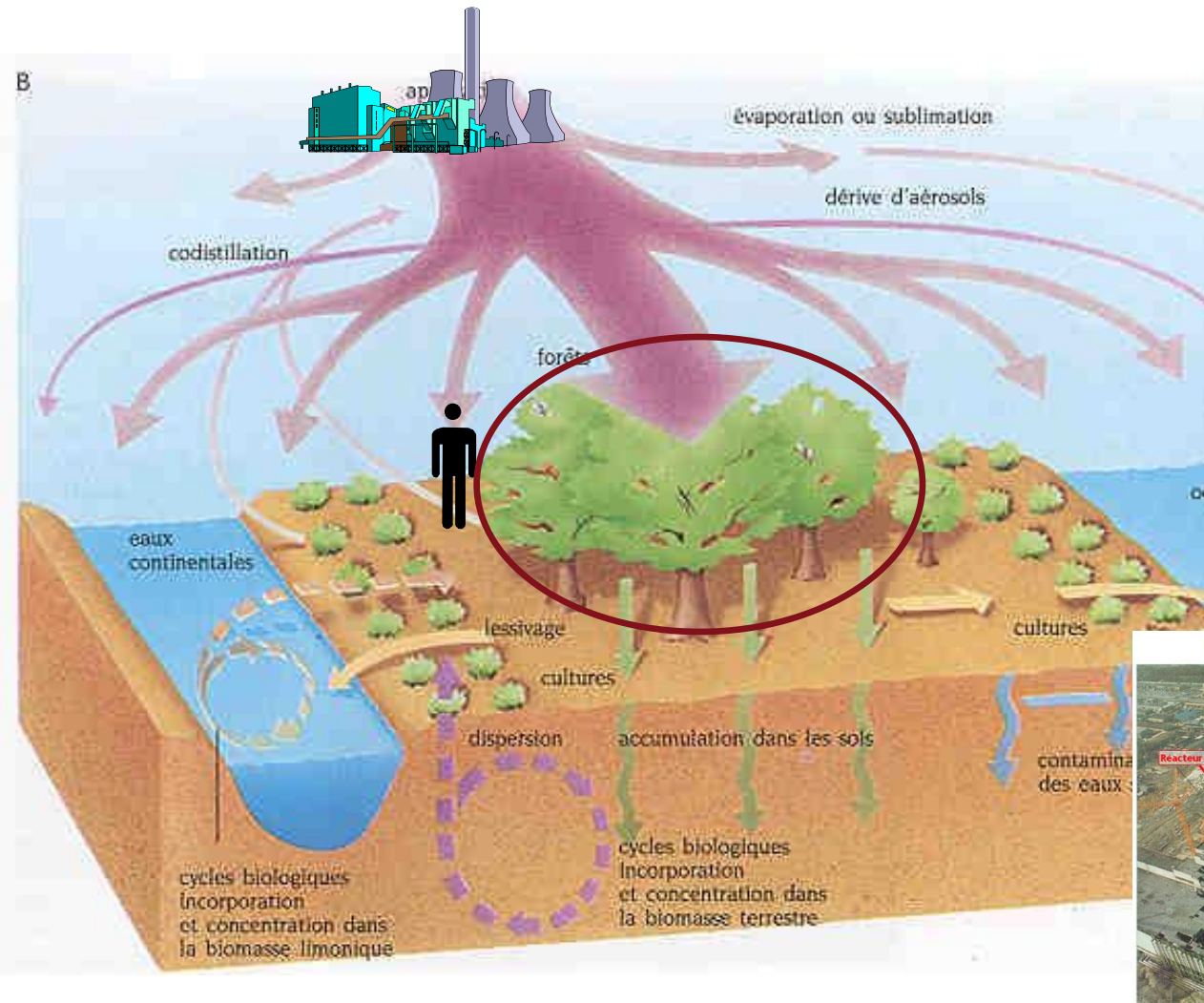
¹IRSN/PSE-ENV/SRTE/LR2T, ²IRSN/PSE-ENV/SEREN/LEREN



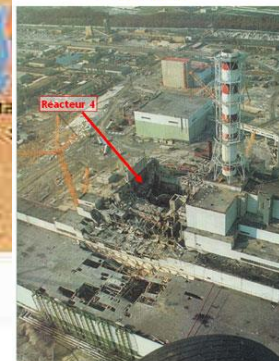
筑波大学
University of Tsukuba



- ✓ Contaminants issus du cycle des activités du combustible nucléaire vont se disperser dans les écosystèmes
- ✓ Rejets chroniques (fonctionnement normal) ou accidentels



Tchernobyl

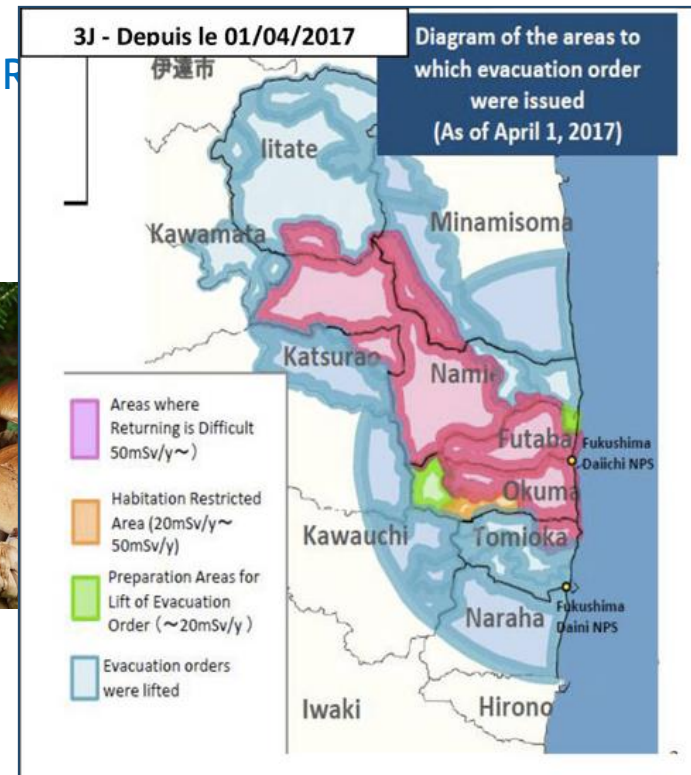
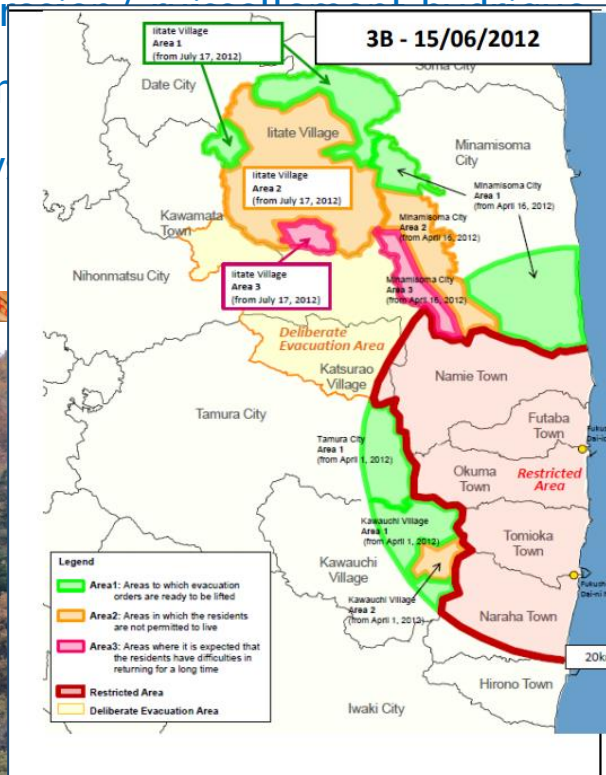


Fukushima Dai-ichi

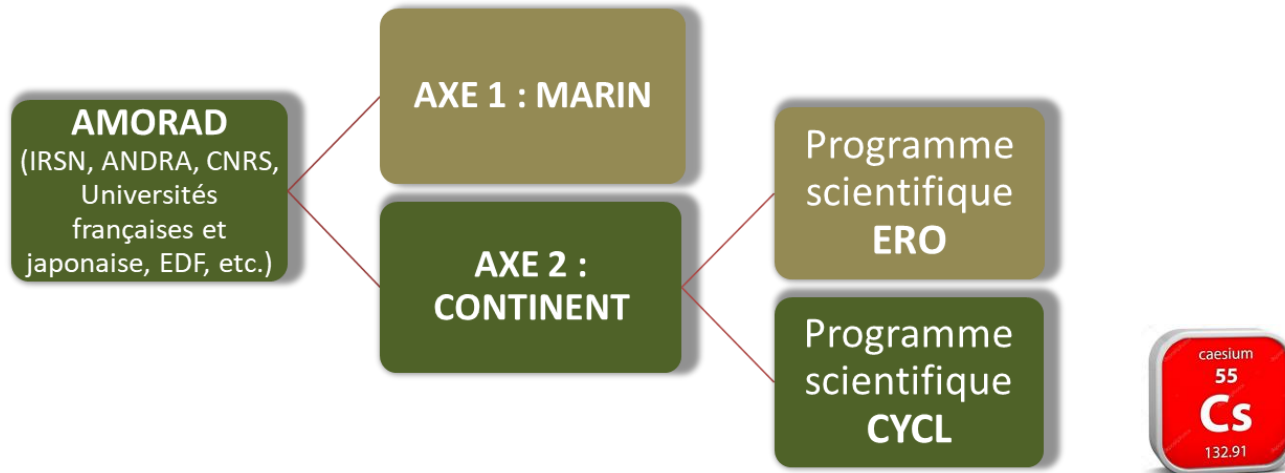


- ✓ Utilisation des ressources forestières par l'homme,
- ✓ Couvrent 75 % des territoires les plus contaminés,
- ✓ Région montagneuse, contamination secondaire des écosystèmes situés en aval des forêts

par écosystèmes forestiers
 ✓ Bonne gestion des R
 écosystèmes forestiers dans ces

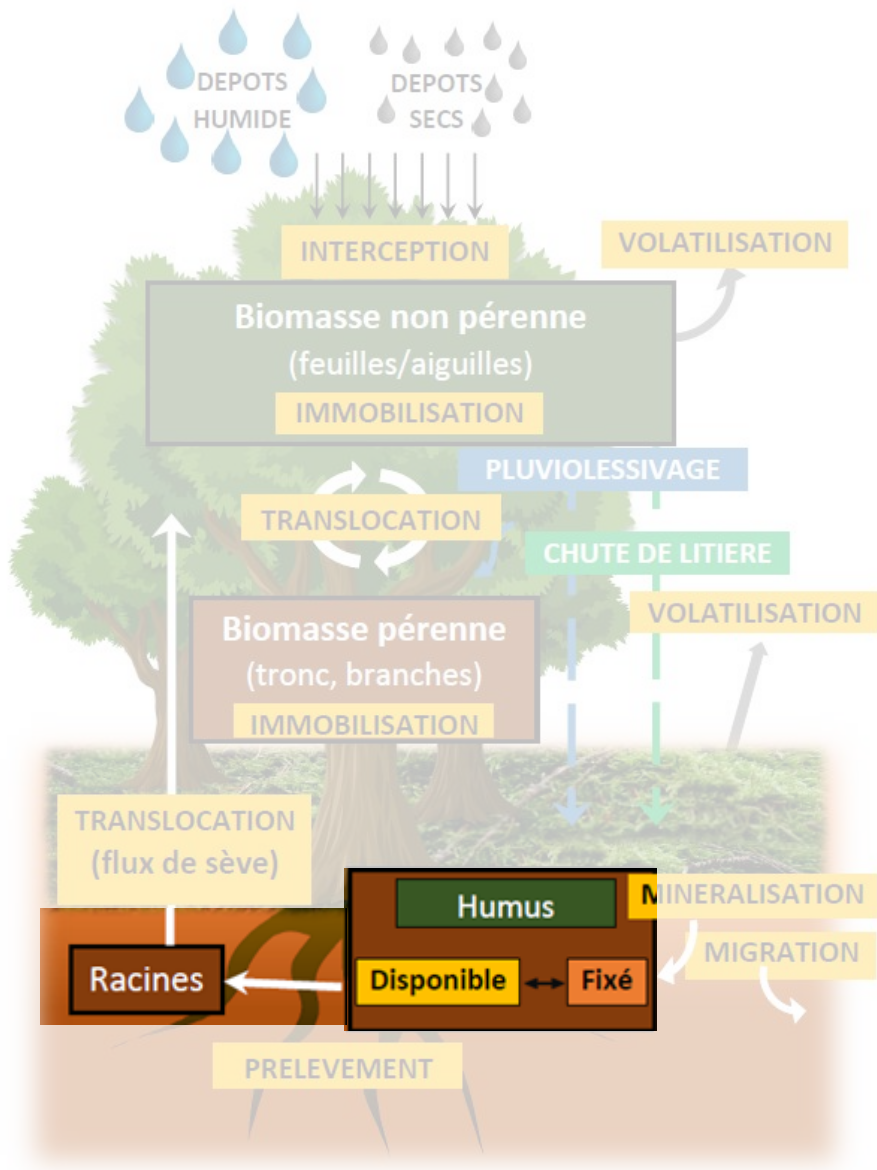


✓ Projet ANR AMORAD « Amélioration des MOdèles de prévision de la dispersion et l'évaluation de l'impact des RADionucléides au sein de l'environnement » (2013-2022)



✓ Amélioration des modèles de prévision des radionucléides en écosystèmes forestiers





Forêts contaminées

Phase post accidentelle <3ans

Redistribution rapide des dépôts entre l'arbre et le sol (>80 % de dépôts au sol)

État d'équilibre apparent

Stabilisation des transferts sol/arbre contrôlés par le transfert racinaire

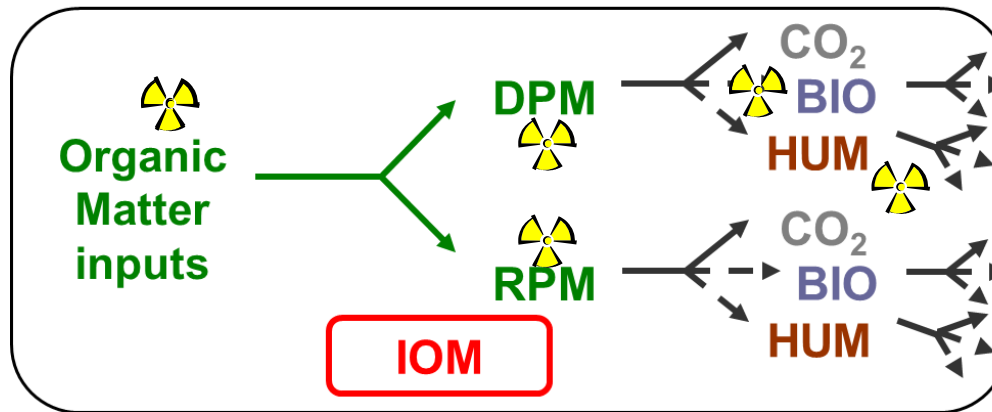
Modèles : ROTHCs, TRIPS, TREE4

Sols contaminés avec des feuilles ou solution de ^{137}Cs

(bio)disponibilité identique?

Nécessité de le prendre en compte en modélisation?

Degradation pathways

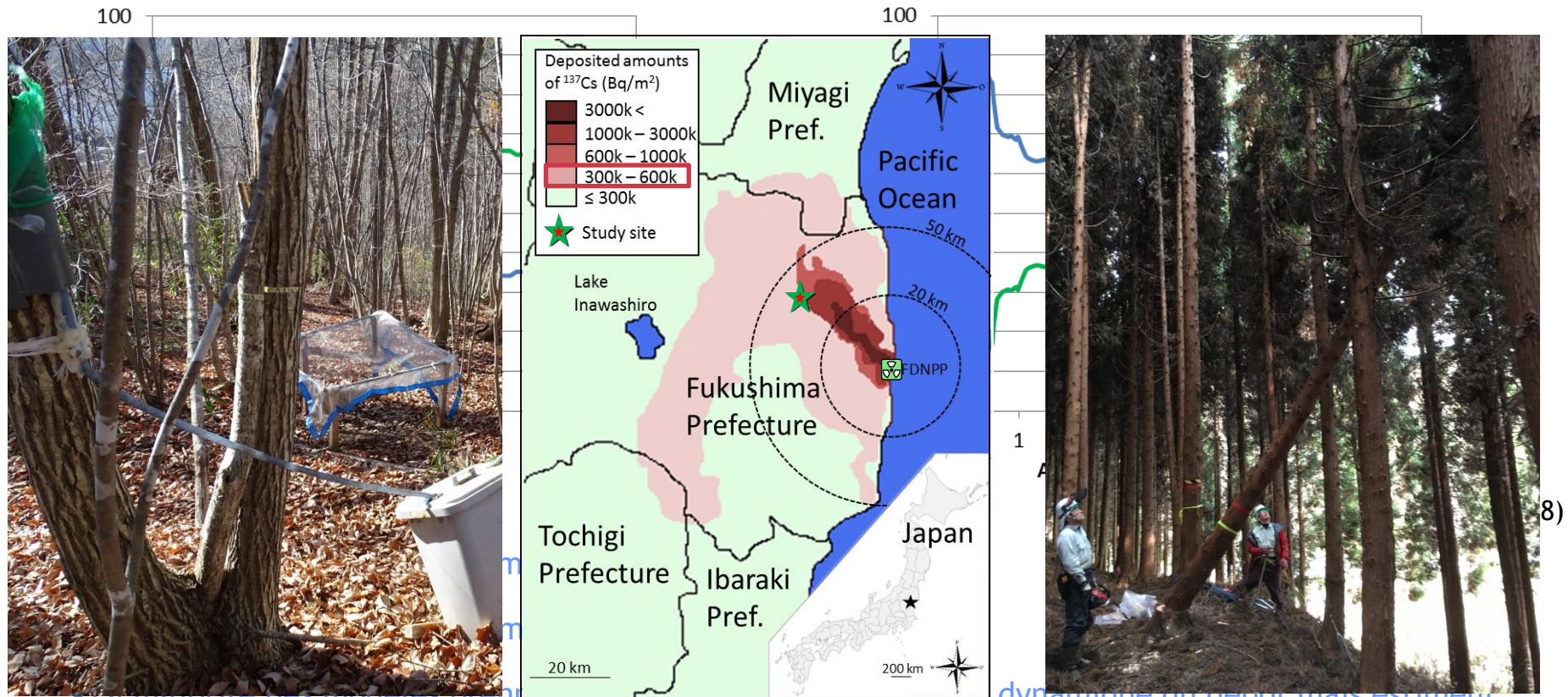


(Roth C, Jenkinson & Rayner, 1977)
(PAPRAN, NCSOIL, CENTURY, SOMM...)

- ✓ Un apport sous forme liquide va interagir avec les différents constituants (organiques et minéraux) du solide
- ✓ Un apport sous forme solide va être potentiellement lessivé et se dégrader avant d'interagir avec les différents constituants du solide
- Deux voies de transferts différentes qui impactent la (bio)disponibilité?

✓ Forêt de chênes, 20% d'interception

✓ Forêt de cèdres japonais, >80% d'interception



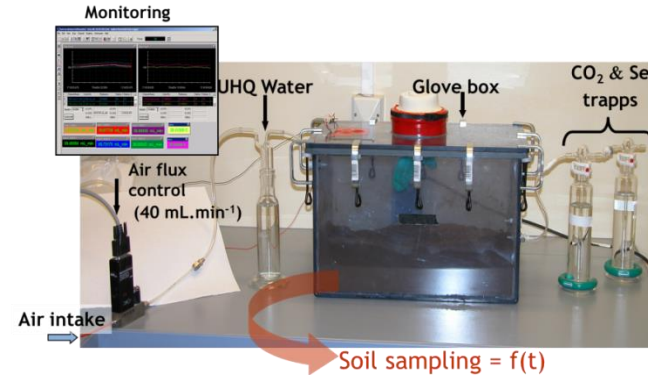
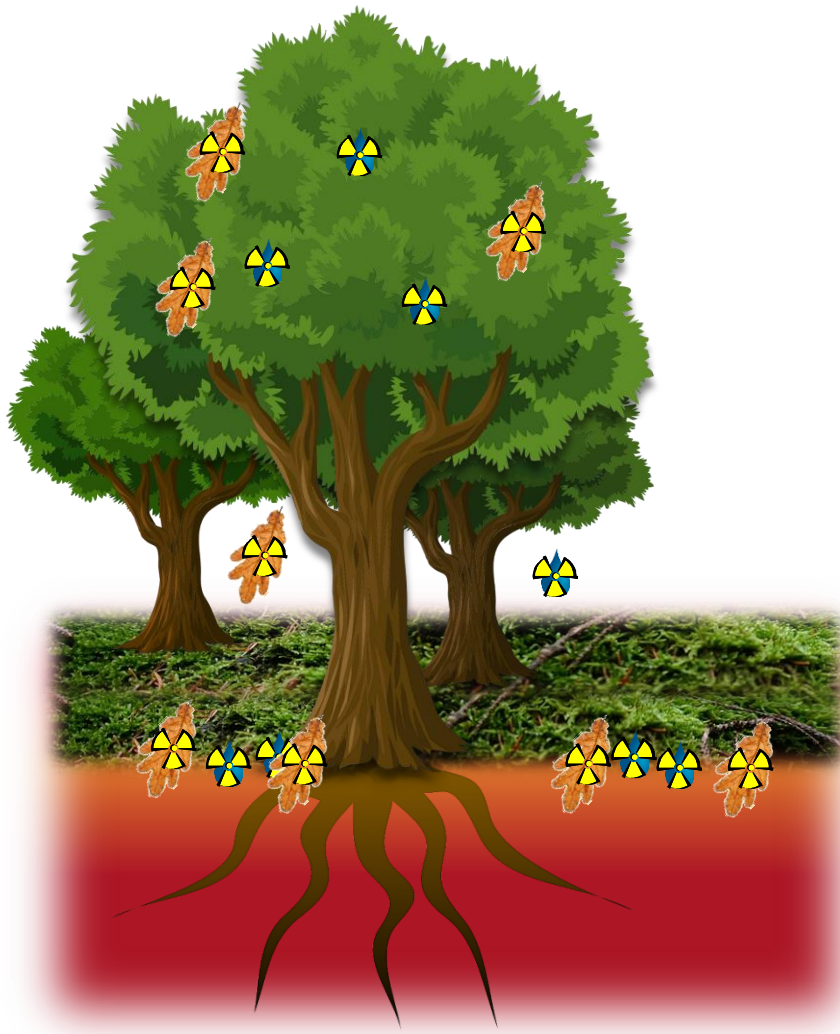
La majorité des modèles prennent généralement en compte la dynamique du dépôt mais estiment que la (bio)disponibilité est identique pour les différentes natures de dépôts (Hashimoto *et al.*, 2013; Nishina *et al.*, 2015; Thiry *et al.*, 2018; Kawamura *et al.*, 2014)

Quelques modèles distinguent les apports solides et liquides en terme de dynamique dans les sols (Ota *et al.*, 2016; Gonze *et al.*, 2018)

Forêts contaminées :

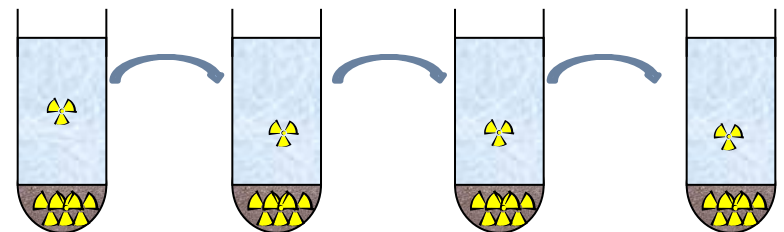
Chutes de litières vs pluviollessivats difficile *In Situ*

Incubation en laboratoire (>12 mois)

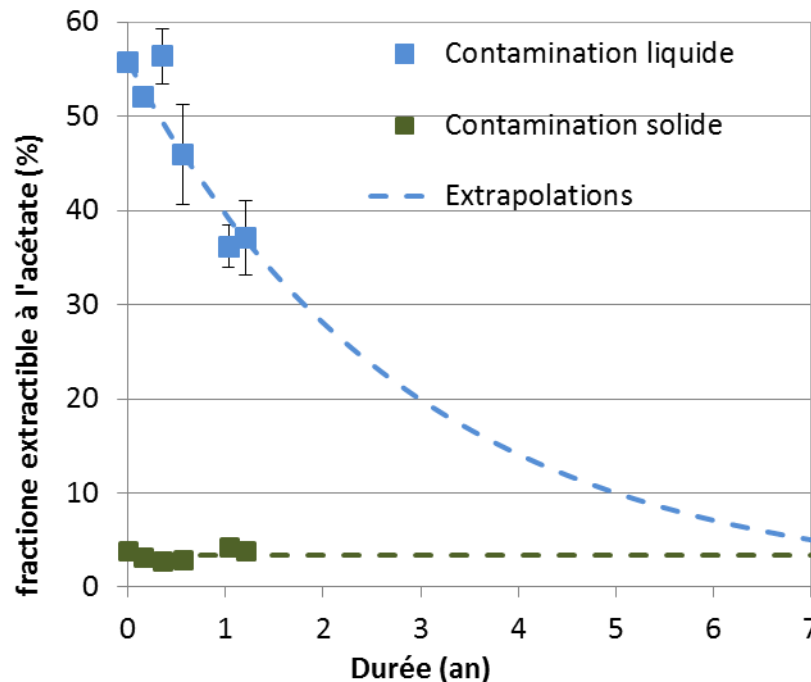


Sols contaminés avec des feuilles (aiguilles)
ou une solution de ^{137}Cs , prélèvements réguliers

Estimation fraction disponible avec eau/ $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$
par la méthode des extractions successives



Estimation fraction disponible de ^{137}Cs extractible à l'acétate (Cèdres Japonais)



Contamination par voie liquide : fraction initiale disponible 57 %

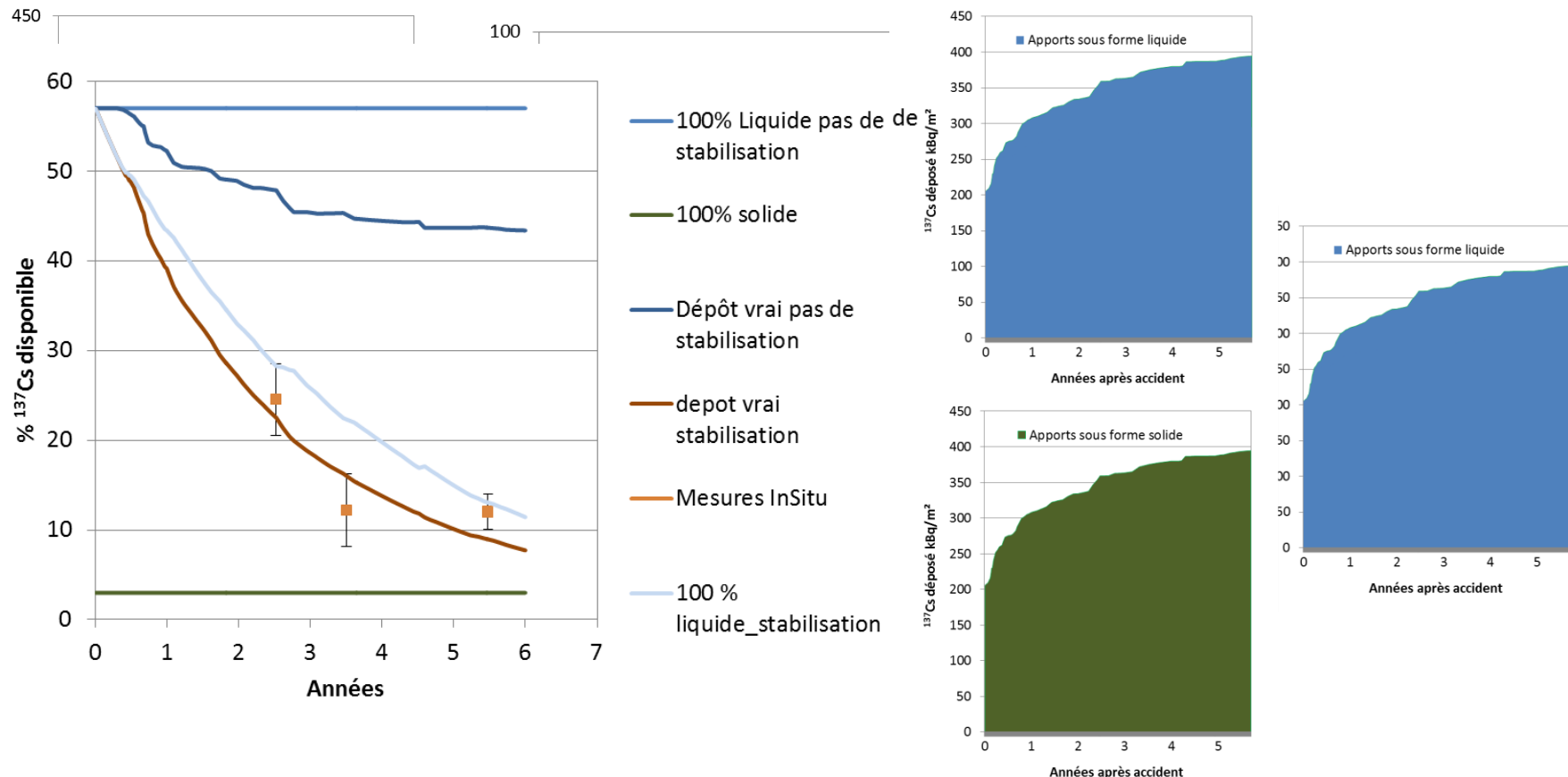
stabilisation de la fraction disponible avec le temps

Contamination par voie solide : fraction disponible 3%

Deux comportements différents en fonction de la nature du terme source

Etude de cas : forêt de Cèdres Japonais (Kato *et al.*, 2018)

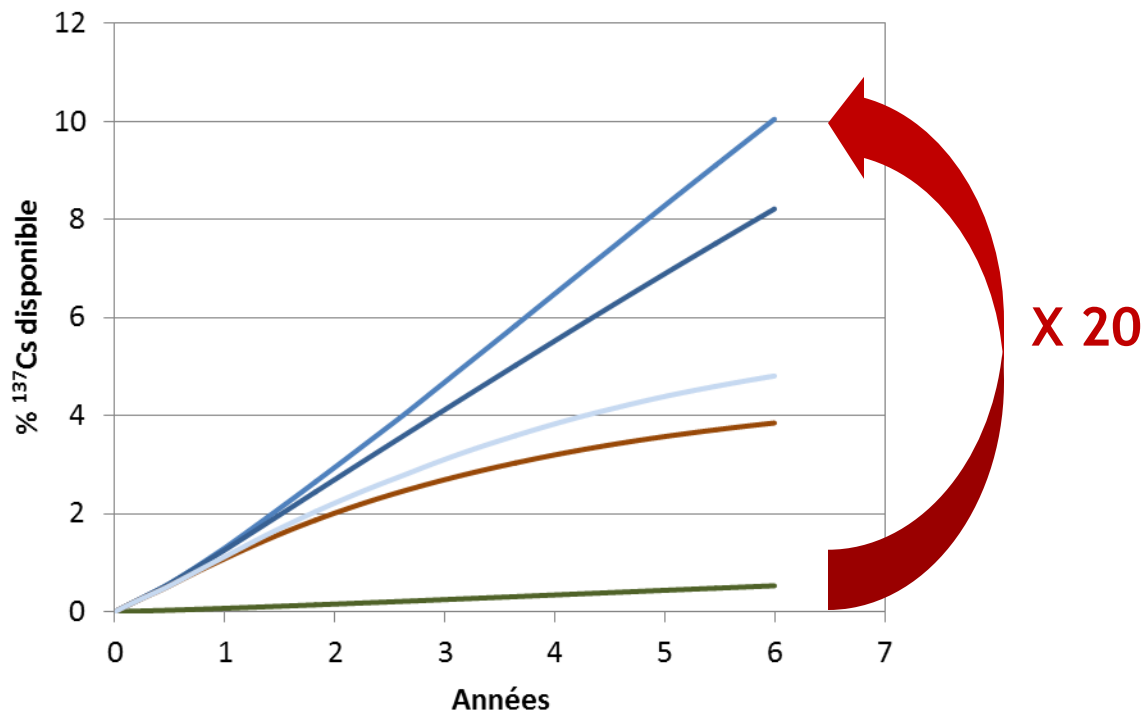
Mesures des dépôts à partir de 111 jours après l'accident



La prise en compte de la dynamique du dépôt et de la stabilisation du dépôt liquide mesurée en laboratoire permet de bien décrire l'évolution de la disponibilité du ^{137}Cs mesurée In Situ

Etude de cas : forêt de Cèdres Japonais (Kato *et al.*, 2018)

- Quantité de ^{137}Cs potentiellement transférable par pompage racinaire (10^{-4} j^{-1})
- Dépend de la densité et de l'âge du peuplement, de la migration verticale, de l'exsudation et du profil racinaire...



Transfert racinaire : 1 ordre de grandeur de différence suivant les scénarios

- La disponibilité du ^{137}Cs dans les sols forestiers est impactée par :
 - La nature de la contamination, solide ou liquide
 - Dépôts plus disponible sous forme liquide que solide
 - Stabilisation de la disponibilité pour les dépôts liquides
 - Le laps de temps écoulé entre la contamination et la mesure : processus de stabilisation
 - 1 mesure ponctuelle ne permettra pas d'être confiant dans des calculs prédictifs ou des rétrocalculs
- La prise en compte d'une bonne dynamique et de la nature du dépôt est importante pour modéliser la distribution du ^{137}Cs à différentes échelles de temps
 - La nécessité de bien estimer l'interception par la canopée
 - L'utilisation de dépôts de nature différentes permet :
 - D'intégrer les processus de dégradation de la matière organique qui génèrent un temps de transfert plus long de la contamination au sol et dans le sol
 - De proposer une modélisation rendant compte des processus de stabilisation observés pour le ^{137}Cs entre le cours et le long terme



Merci pour votre attention...

