

# CYCLE DE L'URANIUM AU SEIN DE LA VÉGÉTATION PÉRENNE SUR UN SITE MINIER

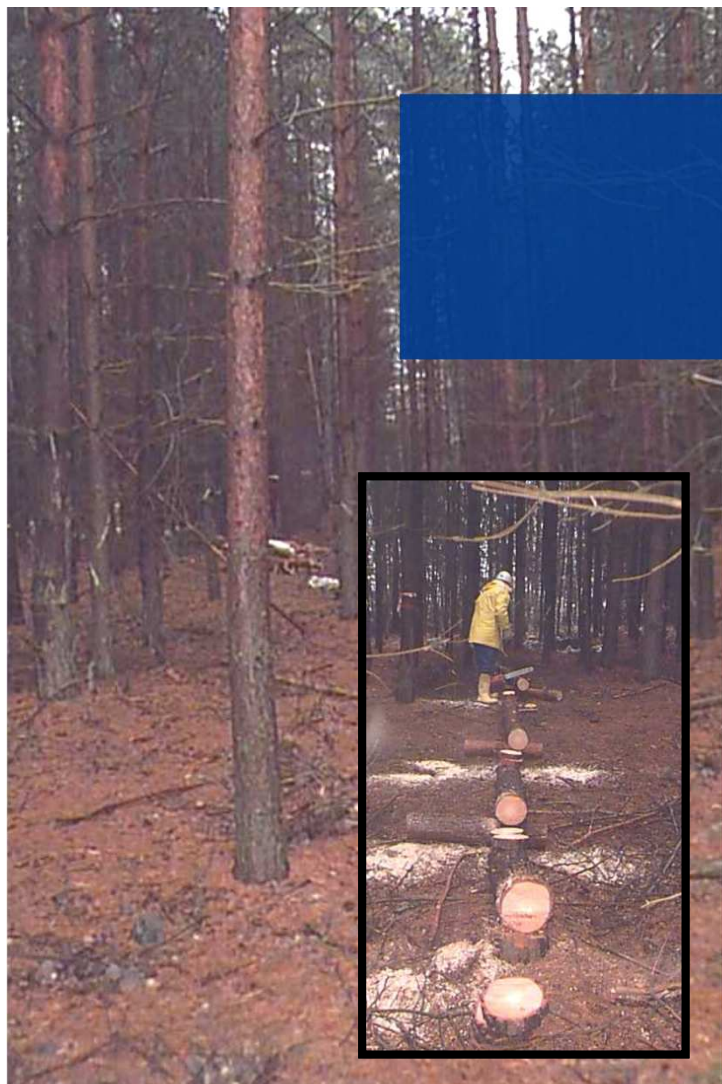
Yves Thiry

Direction Scientifique et Technique



SFRP - Au cœur de l'uranium  
1-2 février 2023, Paris.

Ce document est la propriété de l'Andra.  
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



# Assainissement des verses de stériles uranifères

Renivellement et reprofilage des pentes en fonction de la topographie environnante

Recouvrement avec des matériaux inertes pour réduire l'infiltration d'eau, la resuspension ou l'émanation de radon

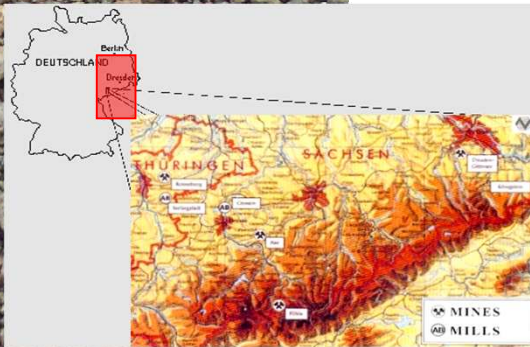
Mise en place d'une végétation/couverture végétalisée

- Réduire les infiltrations d'eau via une évapotranspiration (ETP) augmentée,
- Stabiliser la couverture de sol grâce à l'ancrage des racines,
- Améliorer l'aspect esthétique du paysage.

Quel rôle de la végétation dans le cycle à long terme des contaminants ?



## Le site d'étude: le plateau d'un vaste stockage de stériles près de Schlema (Wismut GmbH, Allemagne)



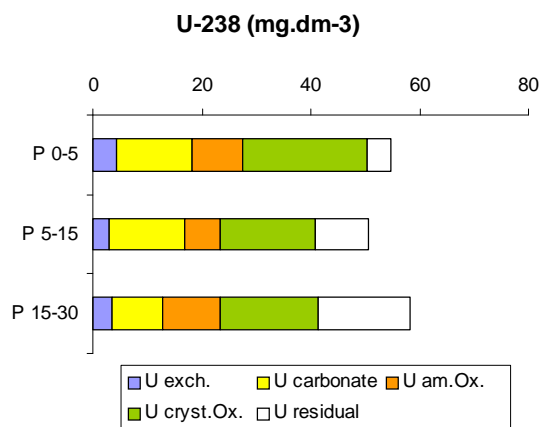
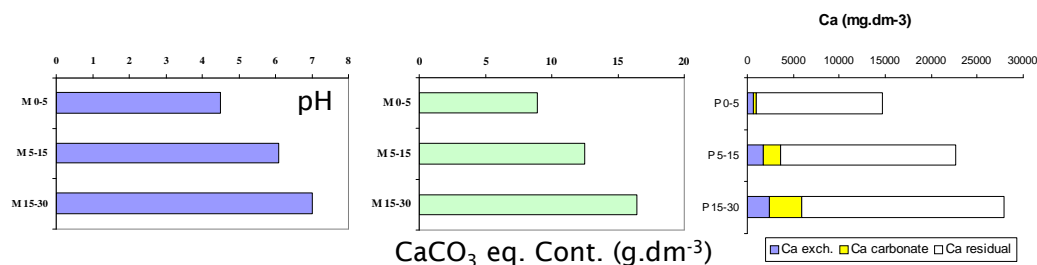
Roche mère: shiste micacé, siliceux et carbonaté (phyllite)

Occurrence de U: Filon enrichi en Pitchblende, ( $\text{UO}_2$  voire  $\text{U}_3\text{O}_8$ )



Très caillouteux	~70 % of >2mm
pH	7.0
$\text{CaCO}_3$ eq.cont.	16 g $\text{kg}^{-1}$
Tot. Ca-Mg	16-18 g $\text{kg}^{-1}$
Tot. Fe-Al	65-75 g $\text{kg}^{-1}$
Tot. S	0.15 %
<b>Tot. U</b>	<b>30-40 mg.kg<sup>-1</sup></b>
<small>(1-2)</small>	
<b>Tot. Ra-226</b>	<b>1100 Bq.kg<sup>-1</sup></b>
<small>(40)</small>	

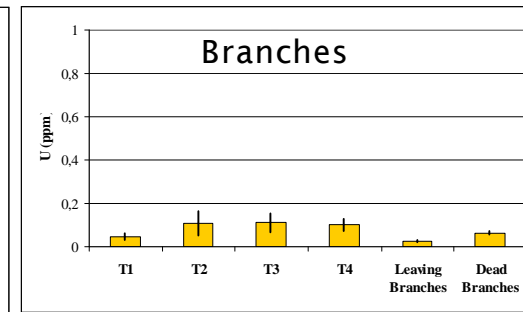
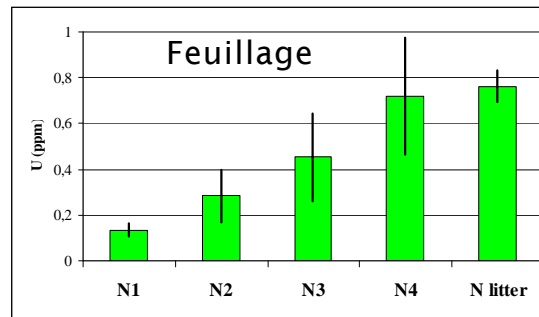
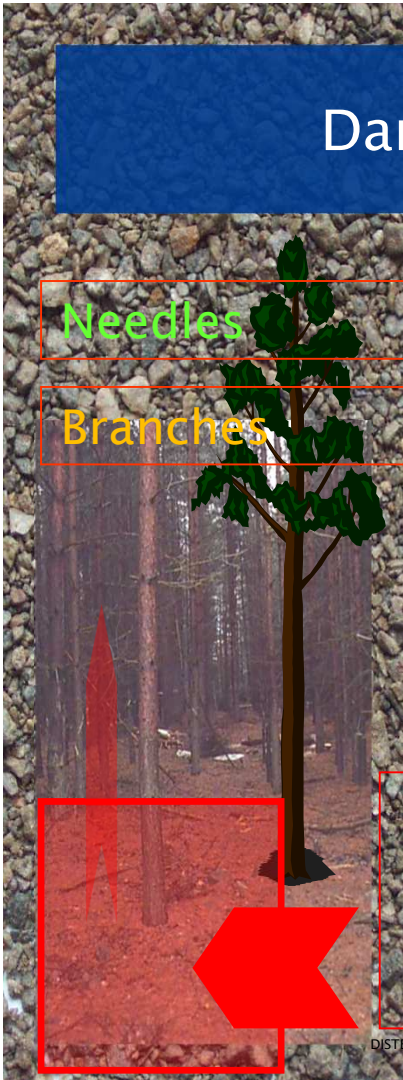
# Caractérisation des pools d'uranium dans le profil (0-30 cm)



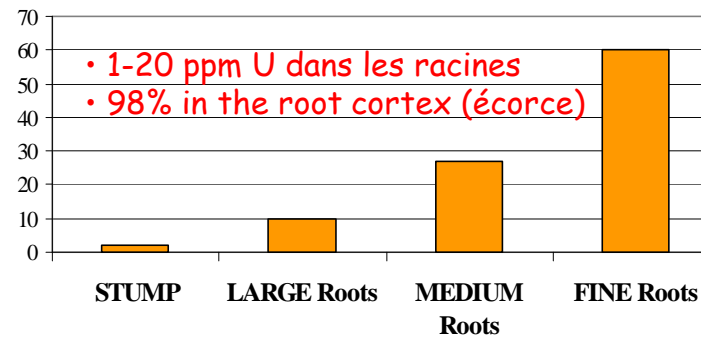
- Teneur Moyenne en U: 30-40 mg.kg<sup>-1</sup>, (~ 80 ppb in solution, soit un Kd~440; TRS-472: 180-740)
- Espèces solubles dominantes: Complexes U-carbonate ???
- Avec l'altération de surface (acidification-décarbonatation), une mobilité et une répartition de U faiblement affectée

# Dans quels organes se concentre l'uranium?

- Feuillage sénéscent = détoxification // Système racinaire = barrière



U distribution in roots (%)

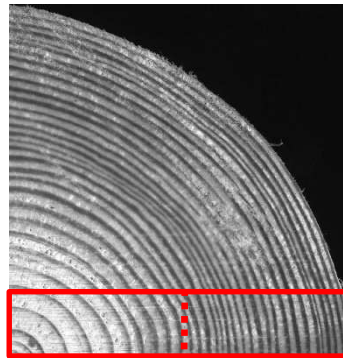


DISTEC/EES/23-0016

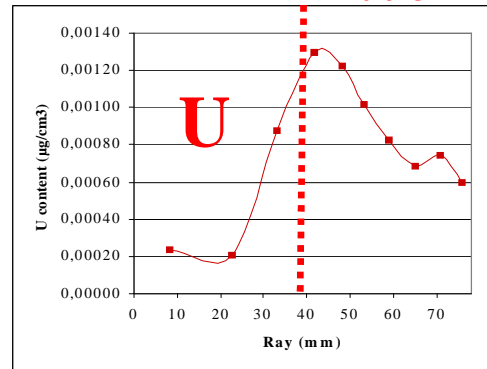
Ce document  
Il ne peut être



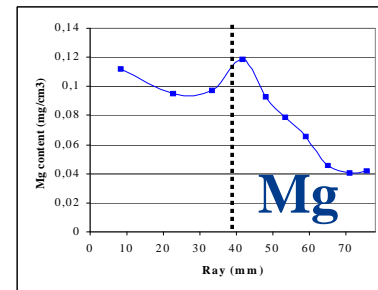
# Distribution de U dans le bois de tronc



Duramen Aubier

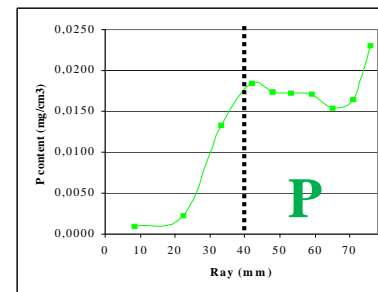


Des teneurs en U très faibles (< ppt) mais un gradient radial insolite



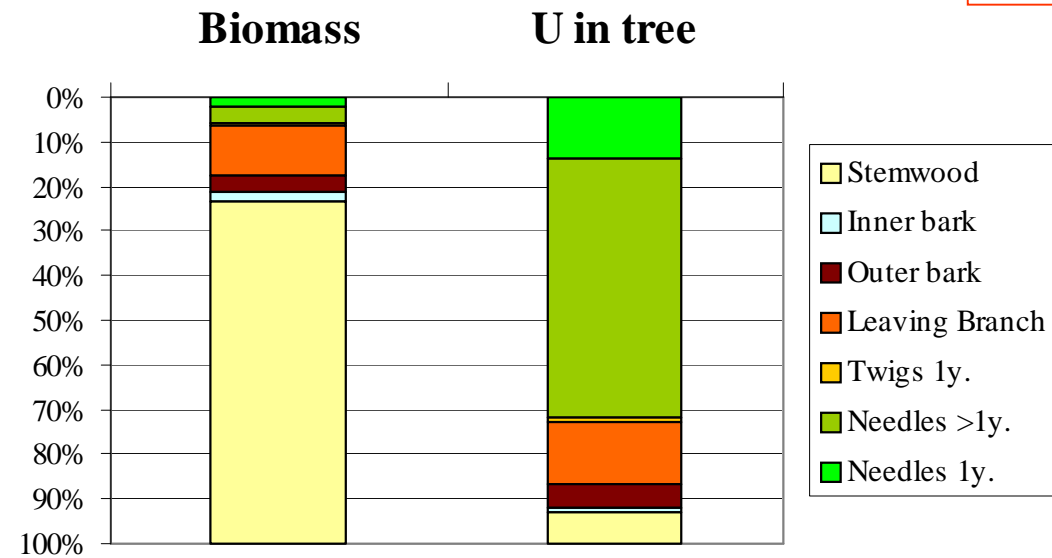
Hypothèse:

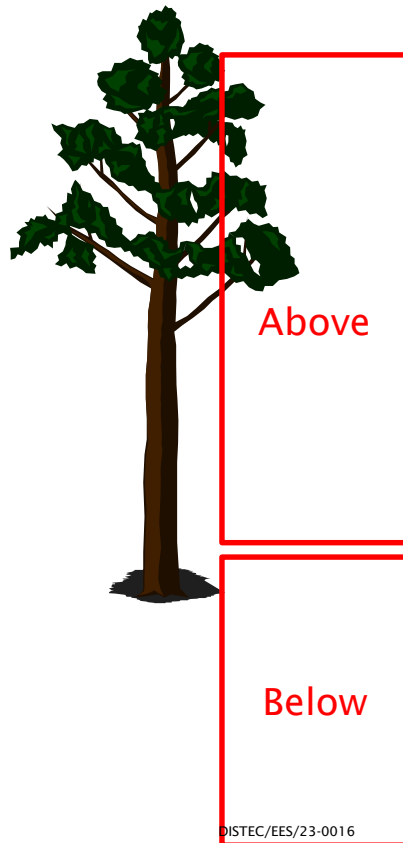
$UO_2^{++}$  s'accumulerait comme  $Mg^{++}$  dans l'aubier



Et serait mobilisé comme P lors de la formation du duramen

- Le feuillage agit comme un puit d'U
- Le bois de tronc (xylème) n'est qu'un vecteur
  - Transport sous forme de complexe soluble

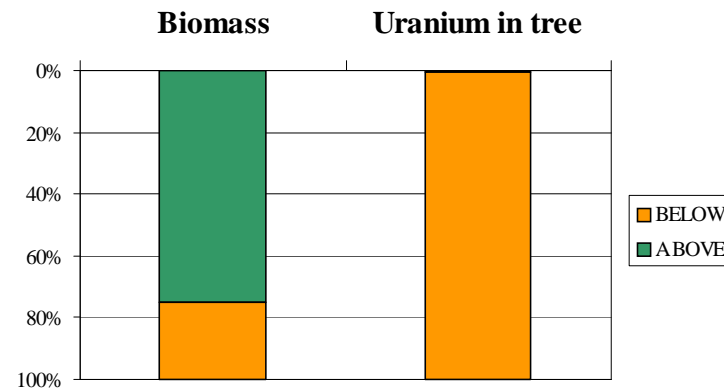




DISTEC/EES/23-0016

Biomasse aérienne: 170 t d.m./ha - 4 g U/ha

Biomasse racinaire: 56 t d.m./ha - 510 g U/ha



**Sol (0-30 cm): 165000 g U/ha (40 ppm)**

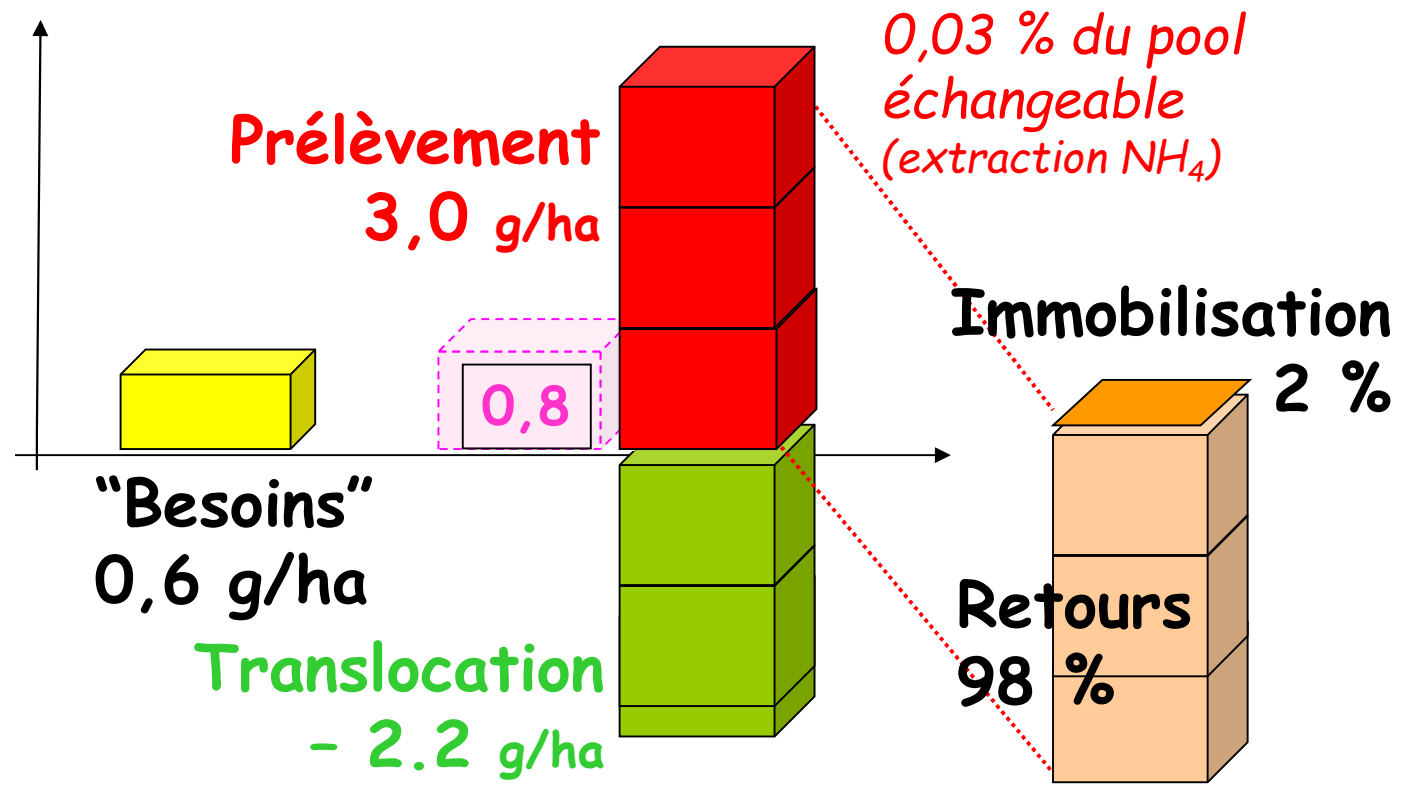
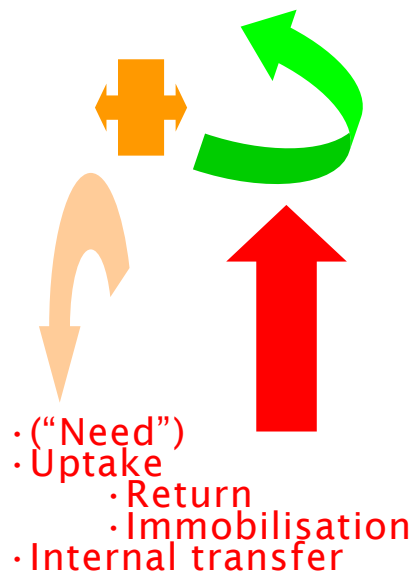
**Biomasse aérienne: ~ 4 g U/ha (0,023 ppm)**

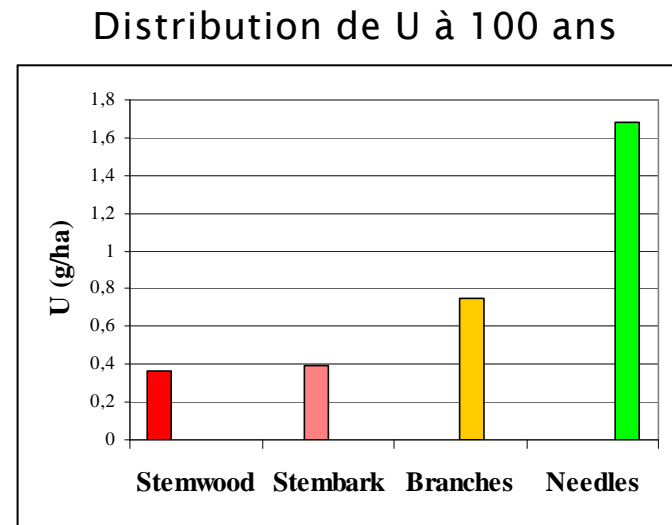
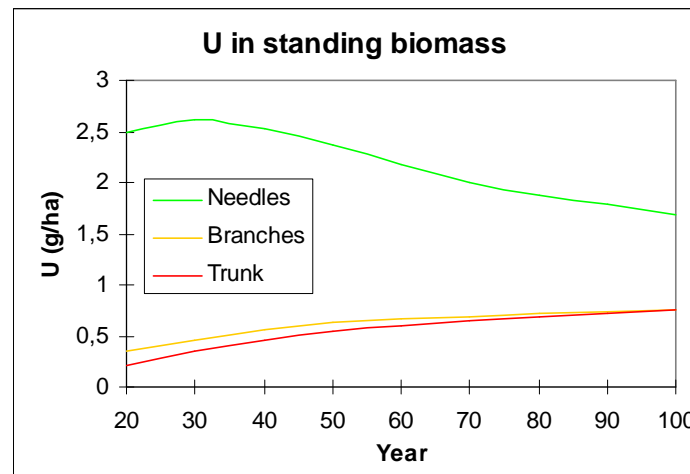
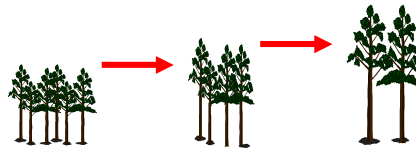
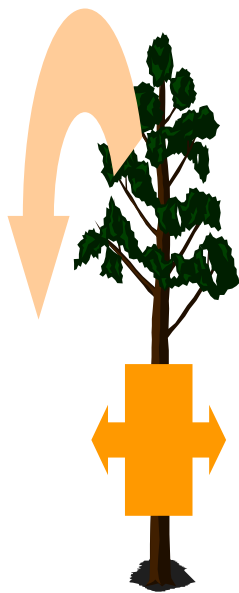
**FT biomasse aérienne: ~6 10<sup>-4</sup>**

**< FT du TRS-479 (GM-trees): 2,9 10<sup>-3</sup>**

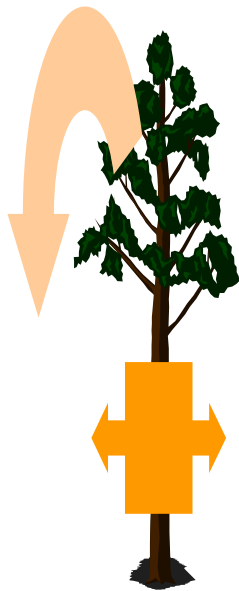
Ce document est la propriété de l'Andra.  
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



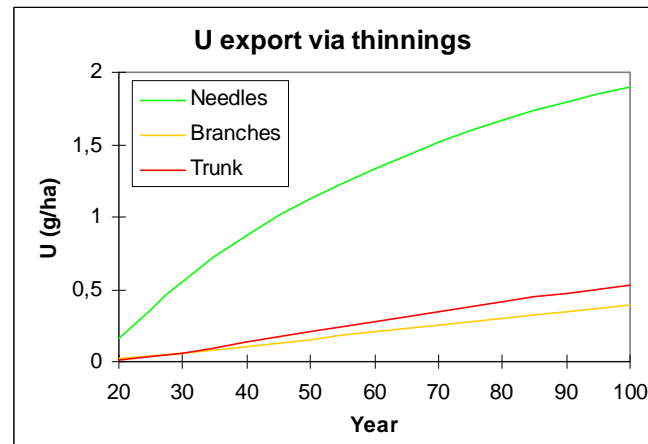




A la récolte finale, moins de 0,4 g/ha (bois de tronc écorcé) serait transféré vers la filière industrielle

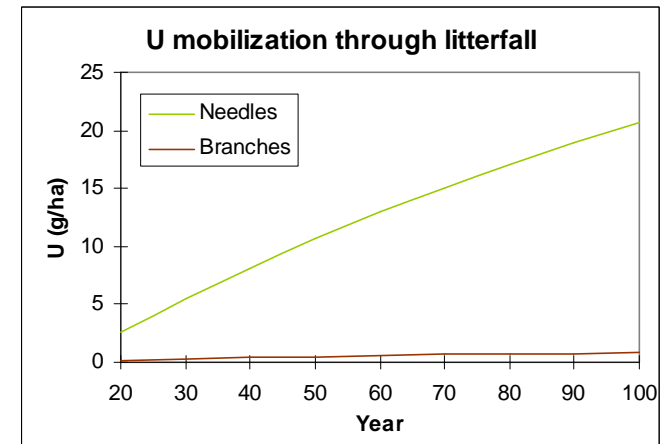


## Les éclaircies



Exportation faible d'U  
(0.25 g/ha via bois écorcé)

## Les chutes de litière

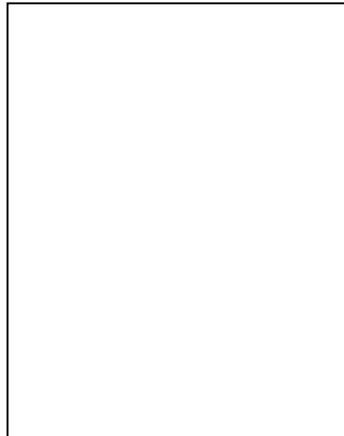


La voie principale de recyclage *in situ* d'U (20 g/ha via le feuillage)

- Une faible mobilisation de U via le cycle biologique de la végétation forestière, doublée d'une faible accumulation dans la biomasse, donc un faible risque de dissémination de U-238
  - Stratégie d'exclusion (racines), de remobilisation (bois du tronc) et de détoxification (feuillage)
- On a réalisé une étude site-spécifique - German Radiation Protection Ordinance (2001): "exemption level" (< 40 ppm ou Tot. 0,04 g) respecté pour le bois (2 ppb)
- Non-Human Biota et ERICA: le pin = organisme de référence  
L'exposition est-elle bien représentée? Pour quelle distribution de U? Quelle sensibilité des divers organes (e.g. système racinaire) ?

Thiry et al., JER 2005

Thiry & Van Hees, 2007.  
In Zhu *et al.* (Eds), ICOBTE  
2007, 15-19 July 2007 Beijing,  
China,, p. 449-450.



Thiry & Van Hees, STOTEN 2008