



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Préservation des sols forestiers et de leur fonctionnement (fonctions physiques des sols)

Erwin ULRICH – Direction Forêts et Risques Naturels

Didier PISCHEDDA – Direction Commercial Bois et Services

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE FORESTIÈRE DE BELGIQUE

22 juin  
2022



## Plan de la présentation

---

- Les effets du tassement
  - La mécanisation inévitable
  - Le problème posé par la mécanisation
  - Amélioration de la connaissance
  - Les recommandations pour éviter le tassement
- 
- Lien avec l'adaptation de nos forêts au changement climatique



# Un bon sol forestier contient entre autres...



En plus :

- des éléments minéraux
- une faune du sol riches
- des mycorhizes
- de l'eau qui peut facilement circuler
- ...

# Les effets du tassement

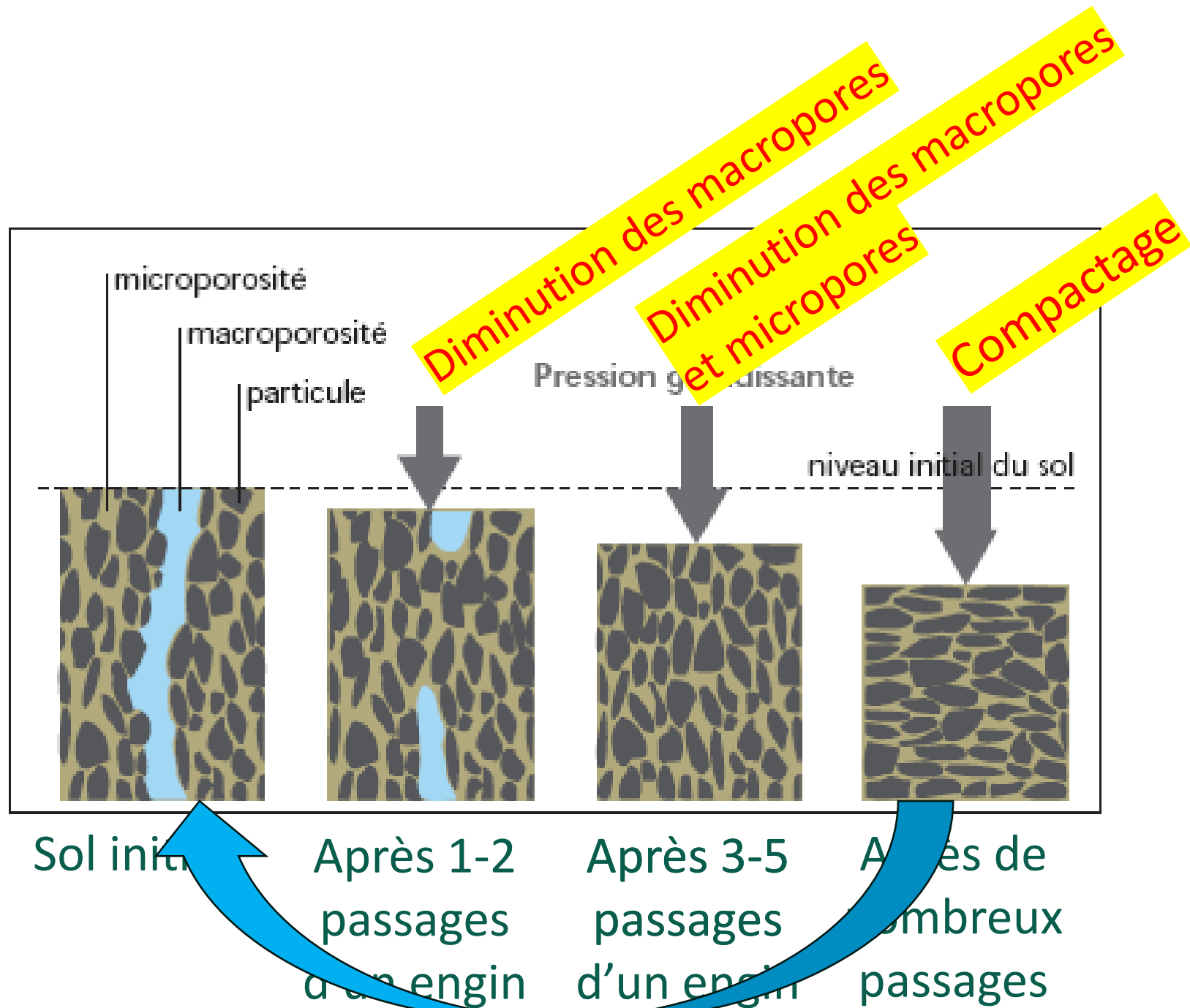




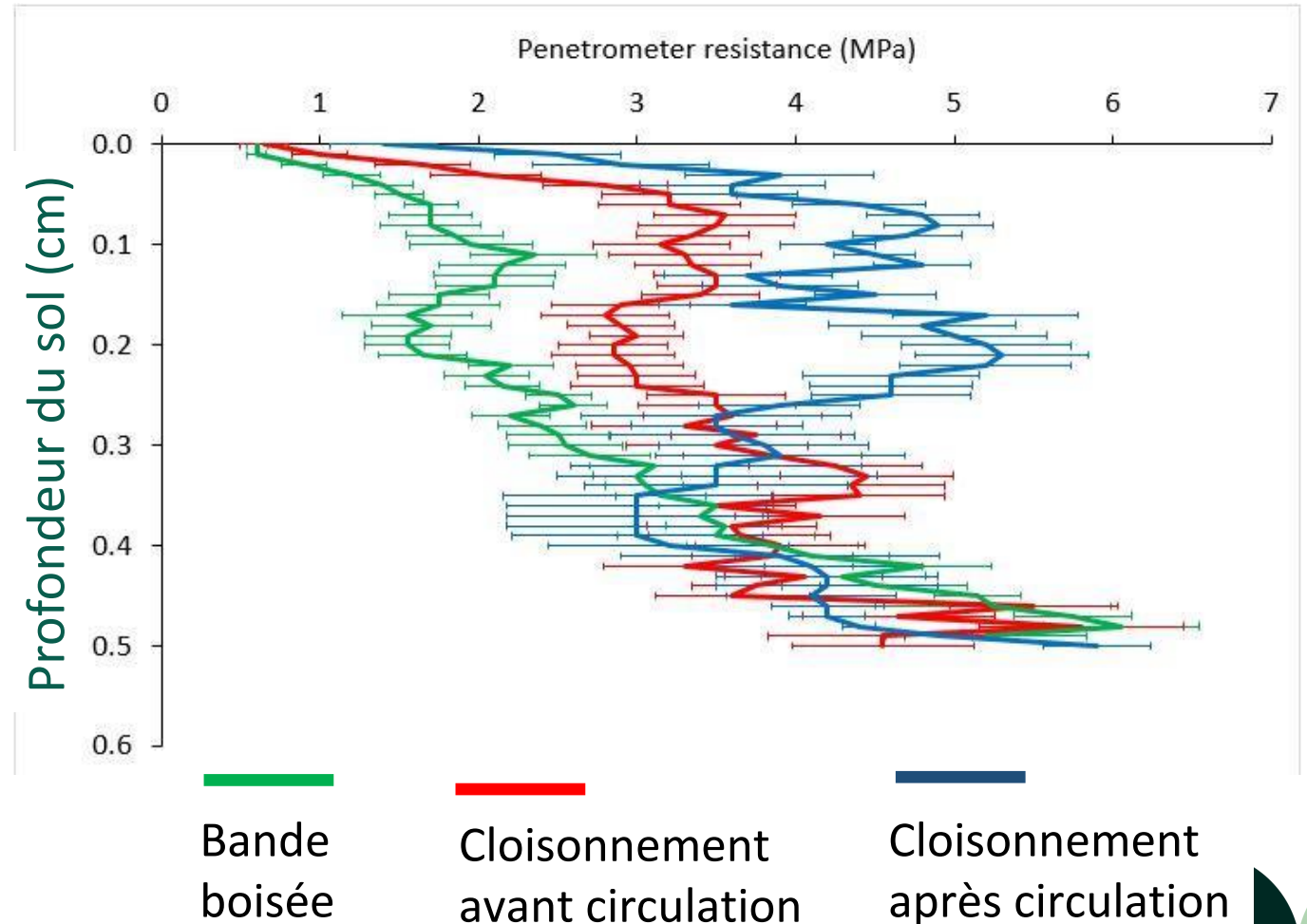
Durée de la  
« réparation »  
naturelle :

(100) – 1000  
ans

sans  
nouveaux  
passages !



- De moins en moins d'aération du sol → **asphyxie de la faune et des racines**
- De moins en moins de circulation d'eau à travers le sol → **formation de pseudogley**
- Plus d'accès au minéraux dans un sol de plus en plus compact → **les racines ne peuvent plus y pénétrer**
- diminution de la résistance aux stress (vent, sécheresse) → **un des facteurs de dépérissement**



# Site expérimental de tassement ONF-INRAE (BEF)

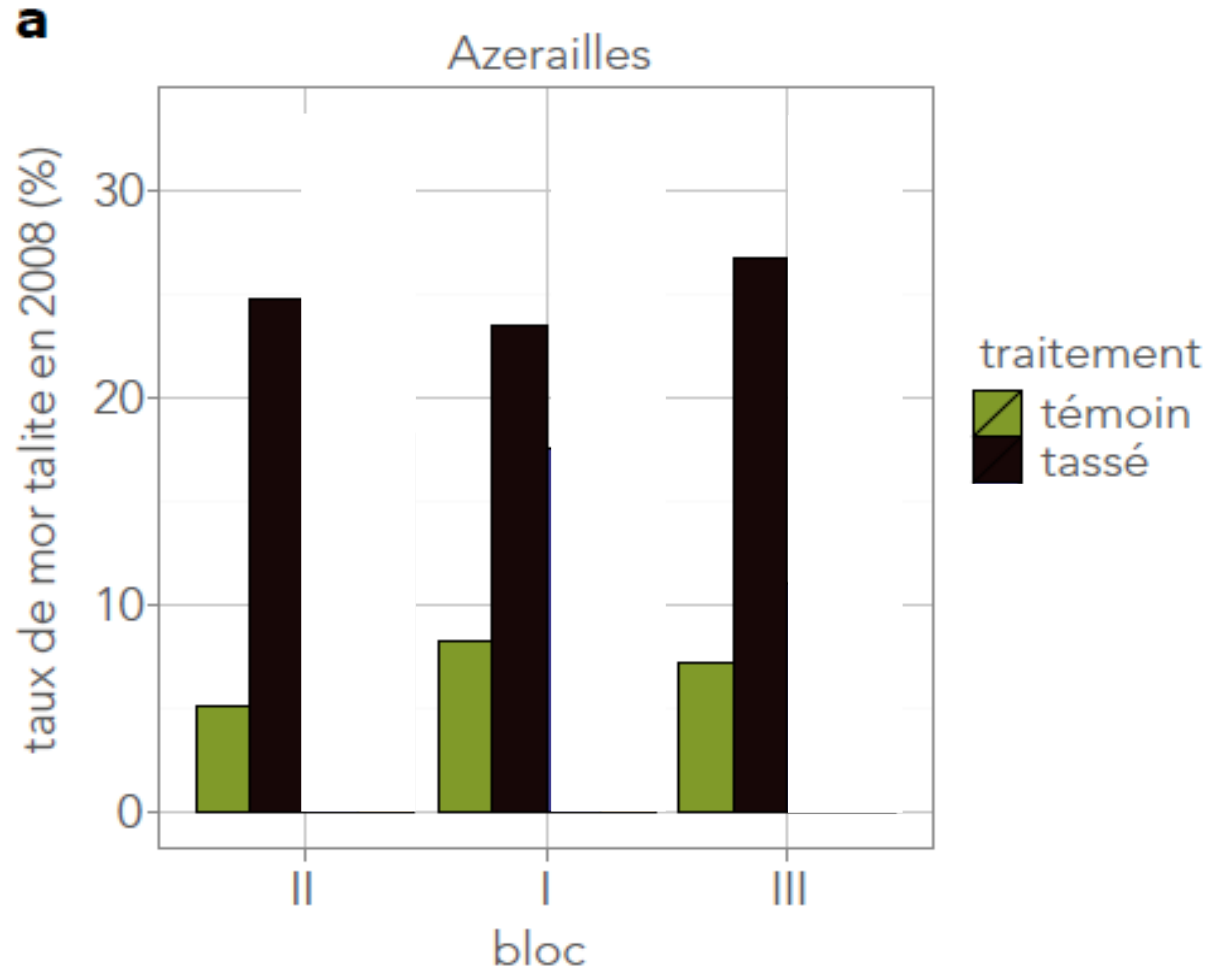


**2007** : Tassement avec porteur 8 roues Valmet 840, poids total avec charge :  $\geq 25$  tonnes, largeur roues 60 cm

**2012** : Effet durable de l'effet tassement sur la végétation spontanée et sur le jeune peuplement de chênes



Deux passages : un aller-retour



Effet du tassement sur  
la mortalité des plants 1  
an après plantation :  
témoin vs tassé

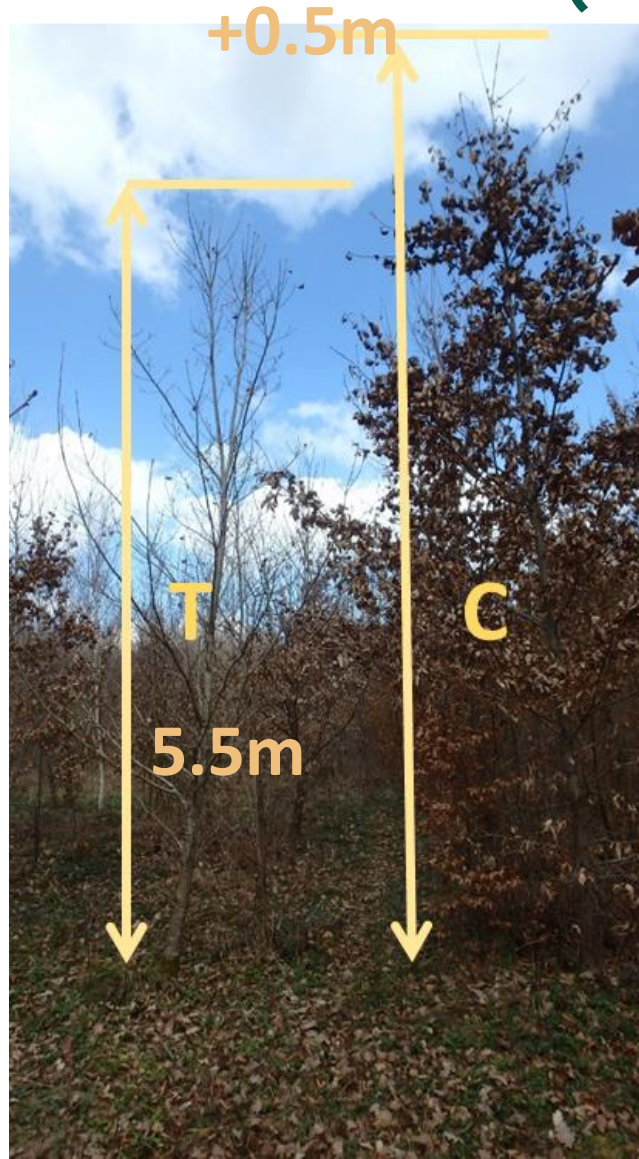
(étude INRA 2011)





# 10 ans après plantation - sites tassement ONF- INRAE : FD Haut-Bois (2007)

- ✓ Chênes d'environ 6 mètres
- ✓ Différence de hauteur entre la zone tassée et le contrôle
- ✓ **Déformations racinaires**



- ✓ Reprise de la végétation d'accompagnement dans le témoin : charmes, bouleaux, hêtres
- ✓ Pas de ligneux dans le tassé
- ✓ Différence de conformation des chênes



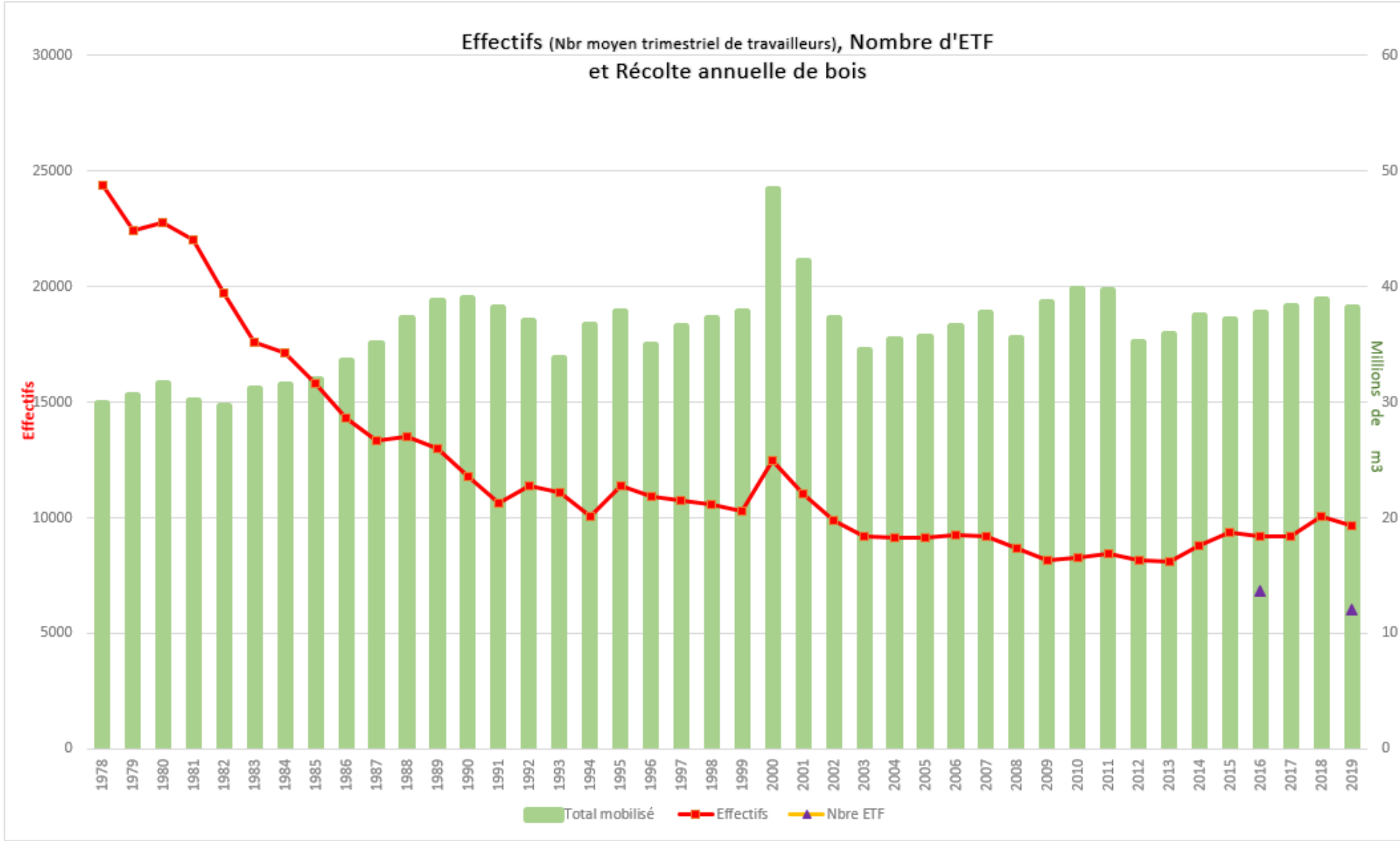
# La mécanisation inévitable





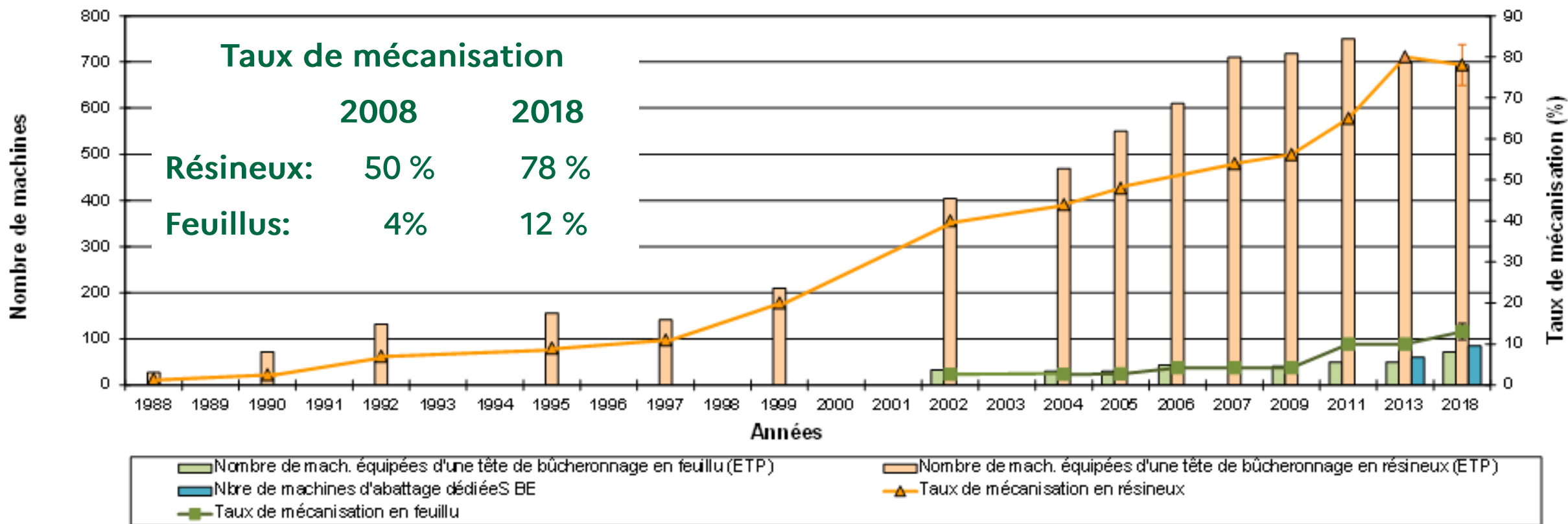
# Evolution des effectifs de travailleur en forêt

Baisse constante de la main d'œuvre, en particulier pour les petits bois feuillus



Source : FNEDT – CCMSA

# Evolution du taux de mécanisation en bûcheronnage



⇒ **Baisse des effectifs**

**MAIS besoin de main d'œuvre qualifiée**

Productivité : 15 à 40 000 m<sup>3</sup>/machine/an

# Evolution des matériels forestiers

## Bûcheronnage mécanisé

- **1980:** début des machines de bûcheronnage françaises et scandinaves (machines à deux prises)
- **1990:** Développement des systèmes hydrauliques et des ordinateurs de bord
- **1995:** Dispositifs anti-pollution (début des huiles biodégradables)
- **2000:** Informatique embarquée et systèmes de communication
- **2010:** Améliorations de l'ergonomie
- **2013:** Motorisation hybride
- **2015:** Développement de la mécanisation des feuillus



# Evolution des matériels forestiers

## Débardage


- 1900: Chariots à roue de bois cerclées de fer, trinqueballes tirés par des chevaux ou des bœufs
- 1920: Quelques rares tracteurs agricoles
- 1950: Utilisation de matériels militaires (GMC, ...)
- 1955: Tracteurs de débusquage 4x4 à châssis rigide (Agrip, Latil)
- 1960: Débusqueurs à châssis articulé équipés de **treuils** (Bois longs)
- 1970: Porteurs à châssis articulé équipés de grues (Bois courts)
- 1999: Débusqueurs à châssis articulé équipés de **pince, puis de grues ou de Klemmbanck** (Bois longs)





# Le problème posé par la mécanisation vu par les forestiers

Sur le temps de vie d'un peuplement forestier, ...  
les surfaces circulées par les machines (et donc tassées) augmentent



**=> Nécessité de cadrer la circulation des machines à l'intérieur du peuplement**

ONF – Forêt domaniale de Vierzon (18, Cher) (Photo IR)



# Amélioration de la connaissance








# Guide PROSOL (2009) – Sensibilité du sol au tassement


Après la tempête de 1999, un travail multi partenarial a été lancé (pédologues - INRA forestiers publics et privés - FCBA - ETF).


Il a permis d'établir un diagnostic de la sensibilité potentielle d'un sol en fonction de :

- sa texture ;
- et de son taux d'humidité .

Texture	État d'humidité*			
	Sol sec sur 50 cm de profondeur	Sol frais	Sol humide	Nappe d'eau à moins de 50 cm de la surface
Sol très caillouteux (Éléments grossiers > 50%)	Blue	Blue	Blue	Orange
Sol très sableux (sable > 70%)	Blue	Blue	Yellow	Orange
Argile dominante	Blue	Yellow	Yellow	Orange
Limon dominant et sable limoneux	Blue	Yellow	Orange	Orange

 Sol non sensible au tassement

 Sol sensible = précautions nécessaires pour le passage d'engins

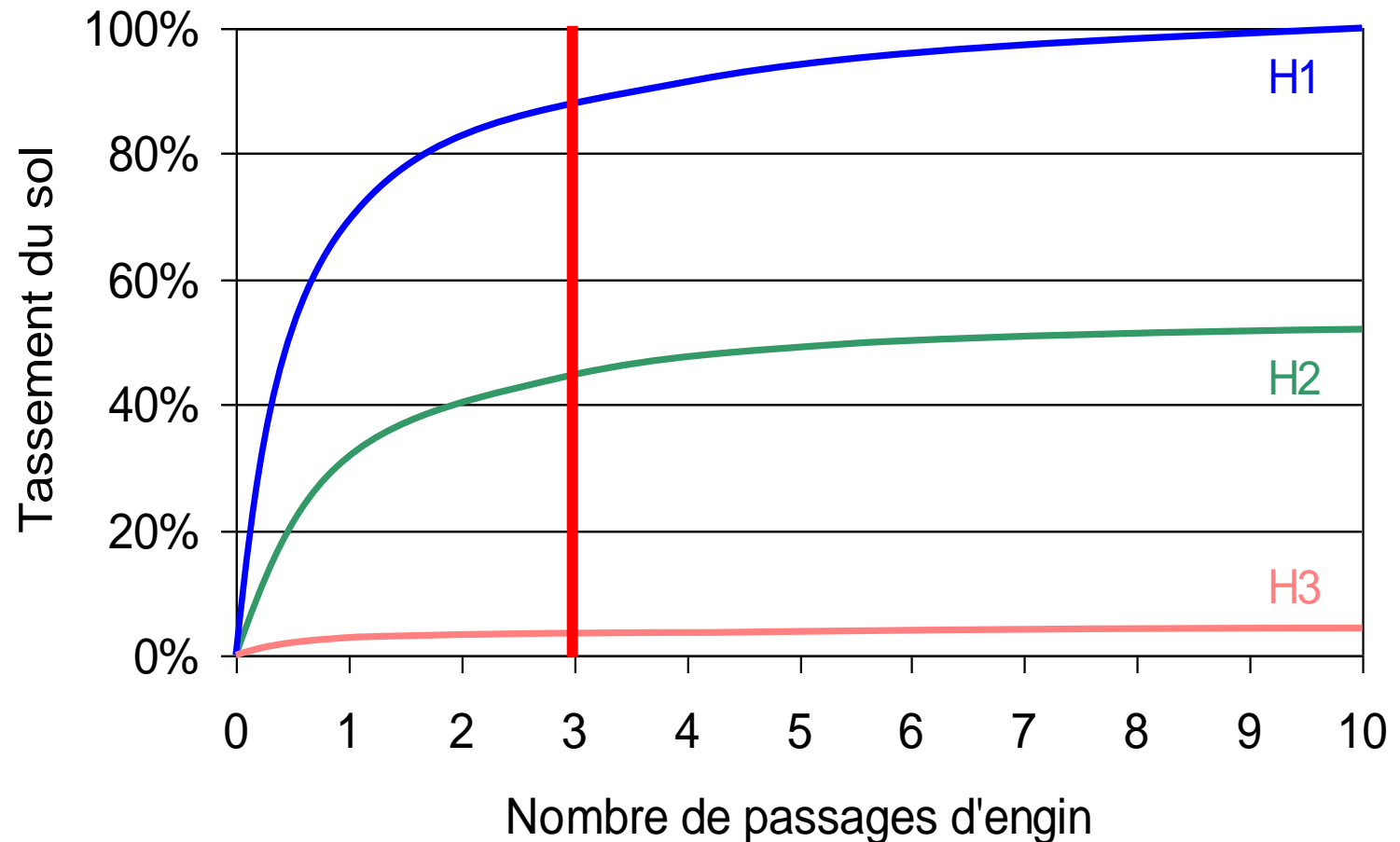
 Sol très sensible et impraticable pendant une période de l'année = passage d'engins impossible

# Tassement du sol en fonction du nombre de passages et de l'humidité du sol ( $H1 > H2 > H3$ )

80 à 90 % du tassement des horizons de surface a lieu entre le premier et le troisième passage

=> **Donc pas une bonne idée de circuler partout**

=> D'où les recommandations d'installation de réseaux de cloisonnements



# Les recommandations pour éviter le tassement



# Mettre en place de cloisonnements d'exploitation - 1

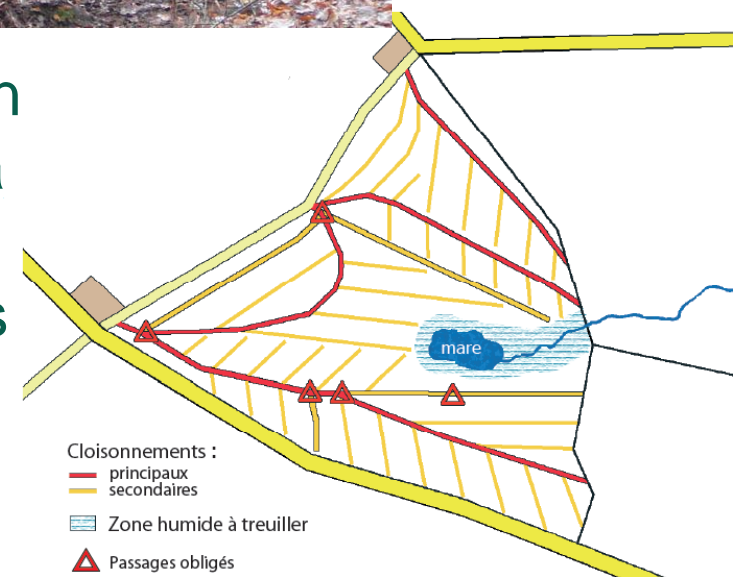
## Objectif :

Limiter la surface circulée par les engins forestiers tout en permettant la mécanisation des interventions

- **Largeur** : 4 m
- **Entre-axe optimum** : env. 18 m
- **Orientation** : dans le sens de la plus grande pente (celui de l'écoulement des eaux), en tenant compte des zones humides, cours d'eau et éléments remarquables (patrimoine, paysage...)



- **Imbrication** : selon un angle de 30° à 45° par rapport à la piste, en arêtes de poisson dirigées vers les dépôts de bois



# Mettre en place de cloisonnements d'exploitation - 2



## Protection du sol des cloisonnements

- Utilisation des rémanents sur sols sensibles
- Utilisation de tracks à tuiles larges

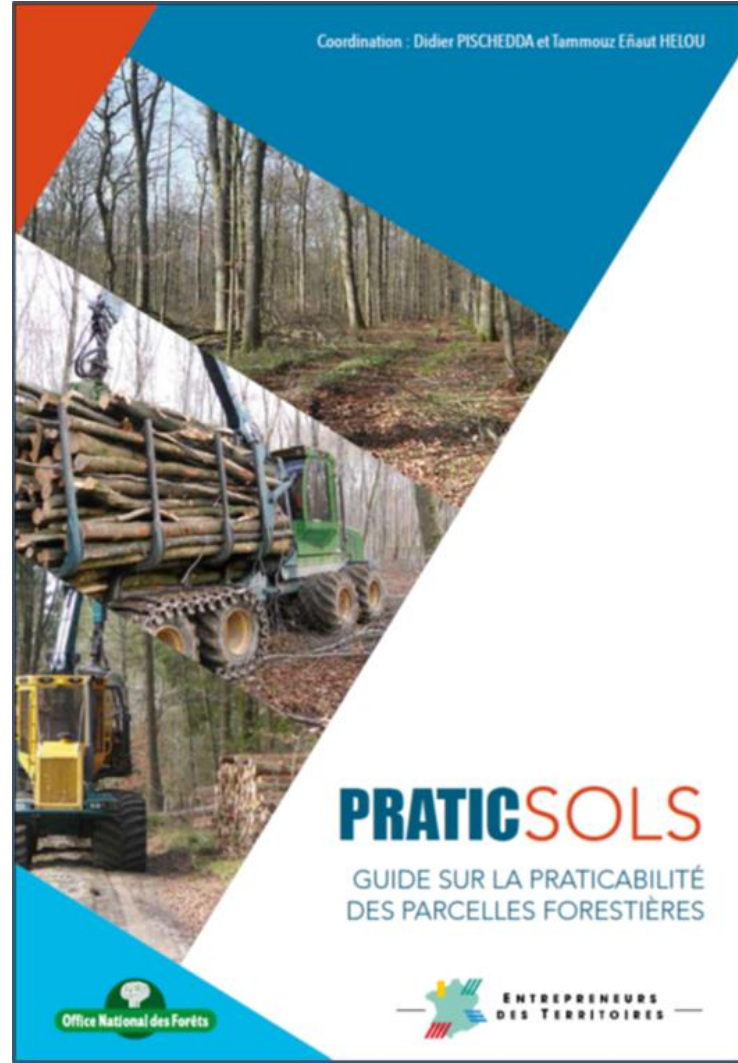
C'est une infrastructure pérenne :

**=> Ils doivent rester praticables sur le long terme**

# 2014 : questionnements des professionnels suite aux intempéries prolongées

Nécessité de mieux définir ce qu'est la praticabilité d'un cloisonnement

PDF téléchargeable sur :  
[www.onf.fr](http://www.onf.fr)  
[www.fcba.fr](http://www.fcba.fr)  
[www.fnedt.org](http://www.fnedt.org)



## Table des recommandations par acteurs concernés



Recommandations	Propriétaires, gestionnaires	Entreprises d'exploitation forestière	Donneurs d'ordres
<b>A/ Dans la gestion forestière</b>			
1 Classer les parcelles/zones selon leur sensibilité potentielle et les identifier dans le document de gestion	X		
2 Réfléchir au réseau de cloisonnement optimal vers les places de dépôts et adapter le réseau existant	X		
3 Réfléchir au devenir des menus bois/rémanents	X		X
<b>B/ Avant le chantier</b>			
4 Adapter les délais d'exploitation ou de réalisation à la sensibilité du sol des parcelles	X		
5 Adapter le nombre de produits pour limiter le nombre de passages des engins de débardage	X		X
6 Choisir l'entreprise et son matériel en fonction de la sensibilité potentielle des sols		X	X
7 Assurer la visibilité du mode de marquage/désignation des tiges	X		X
8 Mettre en route le chantier si la portance des sols est favorable		X	X
9 Transmettre les prescriptions de praticabilité aux intervenants	X		X
10 Définir lors de la rencontre préalable les seuils d'alerte de profondeur d'ornières pour les différentes zones circulées	X	X	X
11 Réaliser un état des lieux contradictoire avant le démarrage du chantier	X	X	X
12 S'organiser pour avoir un portefeuille de chantiers, incluant des chantiers de repli		X	X
<b>C/ Pendant le chantier</b>			
13 Orienter les bois en arête de poisson vers les cloisonnements lorsque l'abattage est manuel		X	
14 Ne pas sortir des itinéraires définis ou des cloisonnements avec les engins forestiers		X	
15 S'organiser pour respecter les seuils d'alerte de profondeur d'ornière en fonction des évolutions de portance des sols		X	X
16 Limiter le nombre de passages en réalisant si possible le tri des produits sur la place de dépôt		X	X
<b>D/ Après le chantier</b>			
17 Réaliser un état des lieux final contradictoire et définir, si besoin, les mesures à adopter	X	X	X
18 Maintenir la visibilité des cloisonnements pour la prochaine intervention	X		
<b>E/ Dans l'entreprise</b>			
19 Suivre la pluviométrie sur les zones de chantiers		X	X
20 Planifier les vérifications des matériels et les formations obligatoires pendant les périodes à risques d'arrêt		X	
21 Profiter des arrêts imposés de chantier pour se former		X	
22 Analyser le retour sur investissement des équipements limitant le tassement des sols		X	
23 Utiliser la modulation et l'annualisation du temps de travail		X	

# Comment mesurer une ornière ?

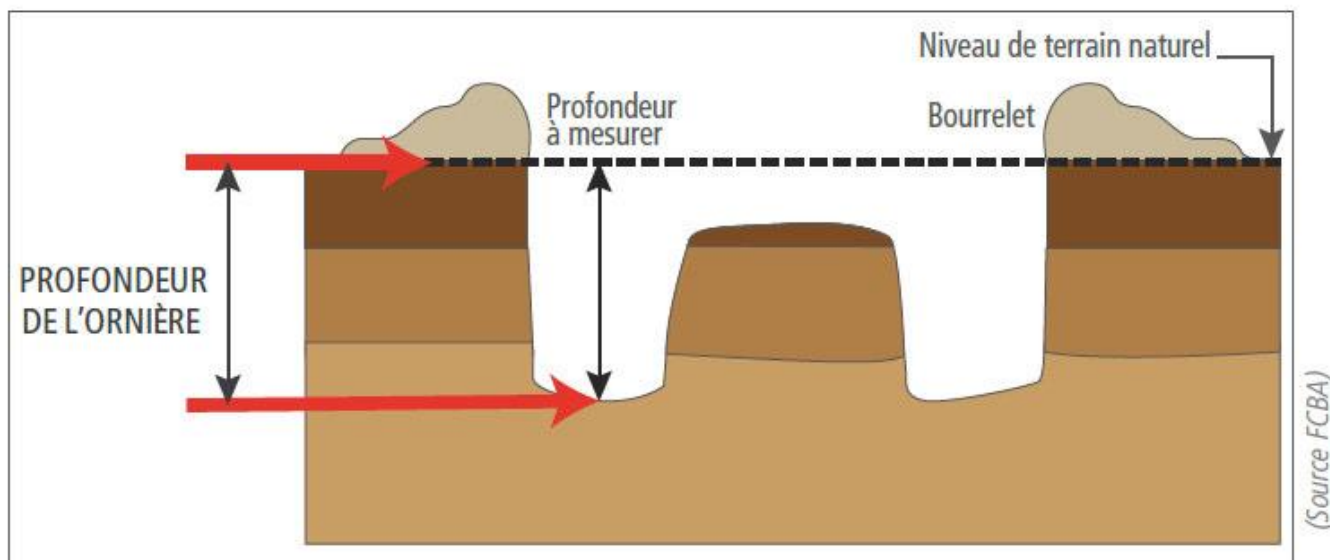
## Définir des seuils acceptables

Seuils proposés par le guide:

Dès l'apparition des premières ornières de :

- 20 cm sur les cloisonnements
- 30 cm sur les cloisonnements principaux (collecteurs)

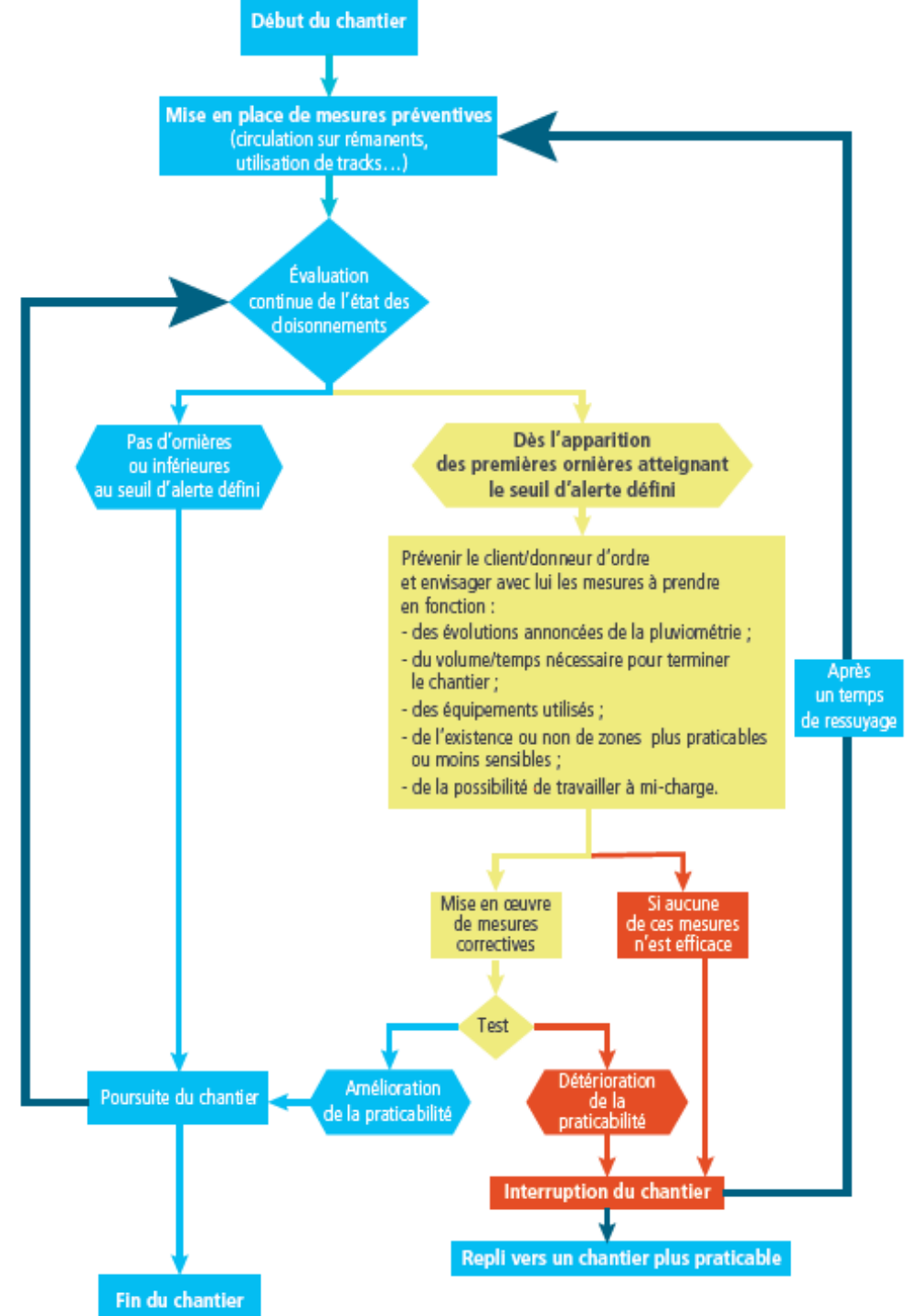
Il est recommandé de prendre contact avec le gestionnaire et de mettre en place des mesures correctives.



# Définir une méthode d'organisation

- ✓ En cas de dégradation des conditions météorologiques, il faut interrompre momentanément l'exploitation de la parcelle

R10 => définir lors de la rencontre préalable les seuils d'alerte de profondeur d'ornières pour les différentes zones circulées







## Organisation des chantiers, planification du travail : intervenir au moment opportun

---

Adapter les délais d'exploitation ou de réalisation à la sensibilité du sol des parcelles (R4)

Adapter le nombre de produits pour limiter le nombre de passages des engins de débardage (R5)

Limiter le nombre de passages en réalisant si possible le tri sur la place de dépôt (R16) – **utiliser deux places de dépôts diamétralement opposé** divise par deux le nombre de passages !

Réaliser un état des lieux préalables (R11) et final (R17)



## Circuler sur rémanents (R3)



Prendre en compte aussi le maintien  
de la fertilité des sols

# Choisir l'entreprise et son matériel en fonction de la sensibilité potentielle des sols (R6)

Exemples de solutions techniques pour diminuer la pression au sol  
*Augmenter la largeur des pneus*



HSM : Pneus 940 mm et bogies spéciaux pour largeur totale de 3 m → plus de 50% de surface de contact en plus par rapport à des 600 mm)



Porteur Ponsse Buffalo équipé de 10 roues

Développements techniques très intéressants !  
MAIS : équipements de plus en plus lourd et de plus en plus cher !

# Utiliser des tracks quand le sol devient sensible

Différents types de tracks métalliques et en matière plastique



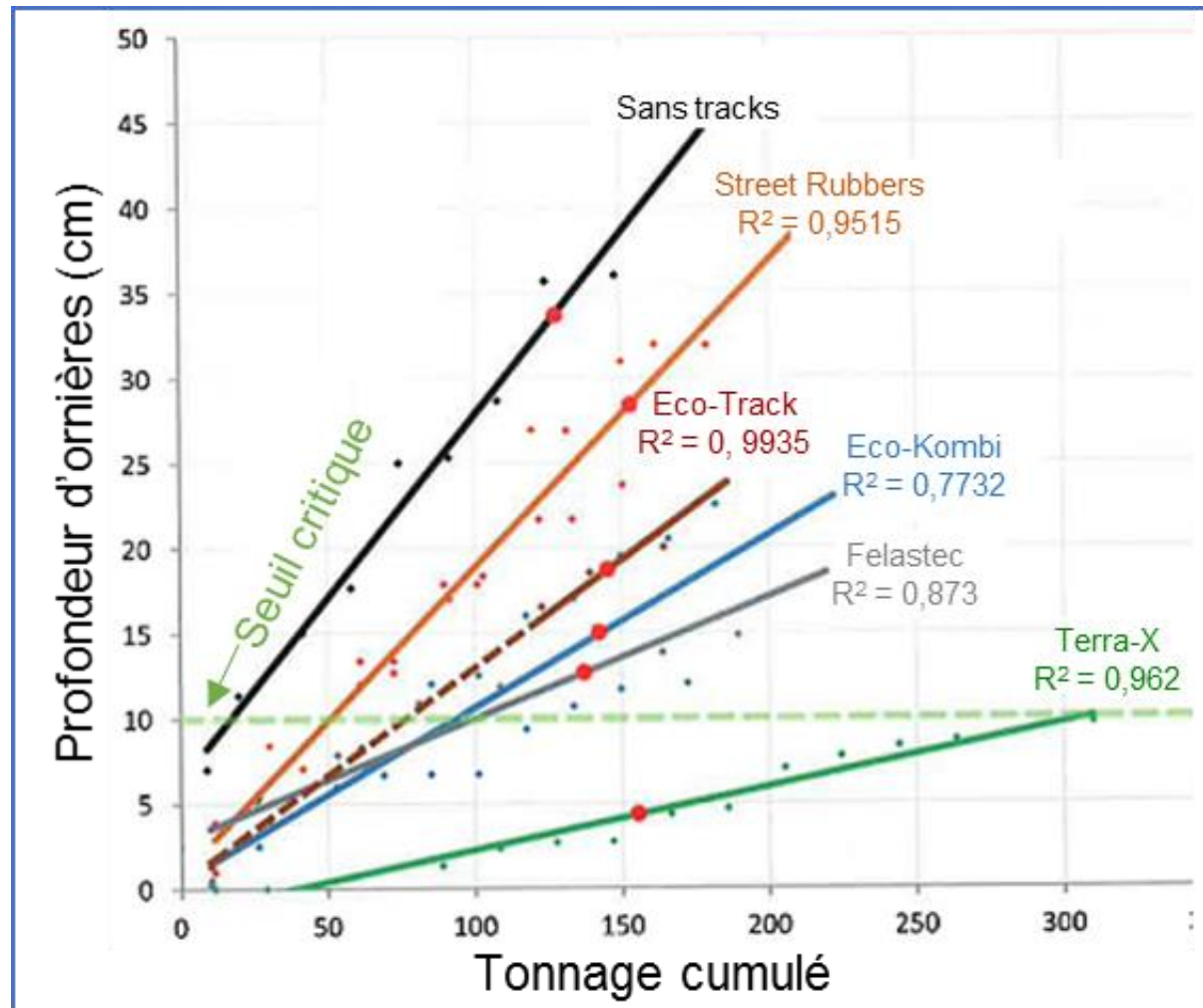
*Tracks « montagne »  
à barrettes pour  
une meilleure  
adhérence  
en zone de pente*



*Tracks « marais »  
à tuiles plates et larges pour  
une meilleure portance sur  
sols sensibles au tassement*

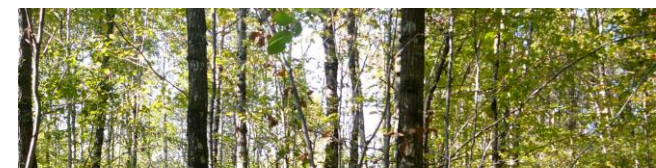


# Tests comparatifs de tracks réalisés en Allemagne



➤ PDF téléchargeable sur [www.fcba.fr](http://www.fcba.fr) :  
**INOFOX-T2 Tracks, 2015**

# Réfléchir aux solutions alternatives ...



**Petits bois**



**Bois moyens**



**Gros bois**



**Petite mécanisation**  
(Vimek 404 : 4 t)

Terri 34 : engin chenillé  
8,5 T en charge)



**Traction Animale**

**Débusquage au cheval en  
combinaison**

**avec les engins de débardage**



**Câble-mât en plaine**

# Grapple Skidder : seront de plus en plus bannis à l'ONF...



© sebastien rabany

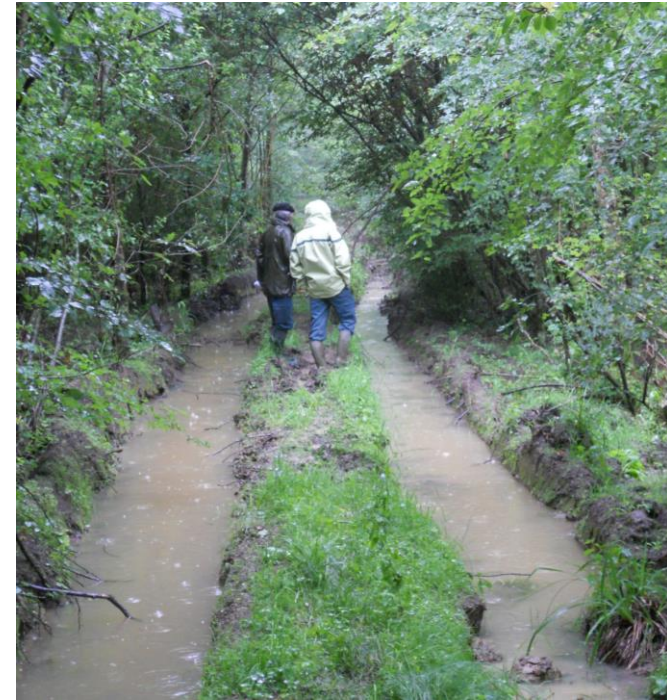
Car ils pénètrent dans les bandes boisées et tassent beaucoup !



Au profit des skidder à grue et à pince (portée jusqu'à 7 m)

# En conclusion : la prévention et la formation avant tout

- Pas de solution miracle unique : il faut mettre les bons outils aux bons endroits, aux bons moments et les utiliser à bon escient
- Former les opérateurs forestiers pour une meilleure prise en compte de l'environnement
- Travaux scientifiques en cours sur les liens entre les machines et le sol, notamment pour mieux définir la pression au sol et/ou une charge à la roue acceptable.
- Remise en état, labour ou sous-solage : des remèdes chers et pas obligatoirement couronnés de succès.
- Rester dans le préventif ! **L'organisation des chantiers est donc essentielle.**







RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

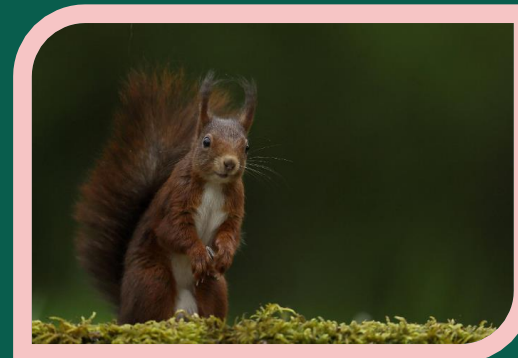
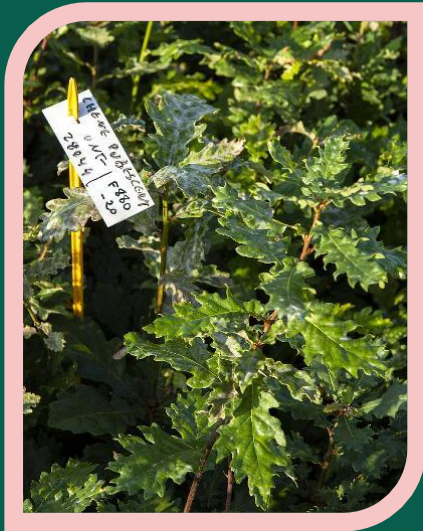


# La stratégie national d'adaptation des forêts au changement climatique de l'ONF

Direction forêt et risques naturels

Septembre  
2021

# La stratégie d'adaptation des forêts au changement climatique avec 19 volets - plus de 100 actions pour les prochaines 30 à 50 années



1

Rétablir durablement **l'équilibre forêt-gibier (S\*)**

2

Diversifier (**forêt mosaïque**), expérimenter et documenter de **nouveaux modes de gestion sylvicole (S)**

3

**Reconstituer les forêts** déjà atteintes par les effets des changements climatiques **(S)**

4

Aider à faire monter en capacité et en compétence la **filière graines et plants** sur les nouvelles provenances et essences **(S)**

5

**Transférer les connaissances** de la recherche déjà acquises vers la gestion : outils, méthodes et formations **(S)**

6

Poursuivre la **R&D et l'expérimentation** à plus large échelle pour les besoins opérationnels **(S)**

\*S = Niveau stratégique

7

Participer au monitoring, à **la veille et au suivi sanitaire** et **gérer les crises sanitaires (S)**

8

**Adapter** les **modes de travaux et d'exploitations mécanisés** pour préserver le capital sol **(PA\*\*)**

9

Améliorer les **infrastructures** forestières pour qu'elles soient adaptées aux phénomènes croissants de pluies intenses et aux sollicitations accrues **(PA)**

10

Adapter les **dispositifs** de gestion et de prévention des **risques naturels : incendies de forêts, gestion des dunes littorales, risques en montagne (S)**

11

**Adapter** la gestion de la forêt pour qu'elle continue à remplir sa fonction de protection contre les risques naturels dans le cadre du changement climatique **(S)**

12

Préserver la **biodiversité (S)**

**\*\*PA** = Plan d'action indissociable de la stratégie car très fortement lié aux besoins de l'AFCC

13

Créer de nouvelles **aires protégées** et contribuer à faire évoluer leur **gestion** pour le maintien de leur rôle **(S)**

14

Expérimenter de nouvelles modalités de **planification de la gestion (PA)**

15

**Optimiser la récolte et la valorisation des bois (S)**

16

Maintenir et étendre les **compétences des travaux sylvicoles (S)**

17

S'instruire des approches des **gestionnaires d'autres pays européens (PA)**

18

Chercher de nouvelles **sources de financement** pour réussir cette adaptation importante **(S)**

# Volet 8 : Adapter les modes de travaux et d'exploitations mécanisés pour préserver le capital sol



- Intégrer les adaptations organisationnelles permettant de réduire fortement l'impact des chantiers dans la gestion courante
- Faire développer, tester et déployer des modes de travaux mécanisés et d'exploitation à faible impact aux sols
- **Compensations des éventuels surcoûts : réfléchir comment et par qui ils peuvent être pris en charge**

# Une stratégie évolutive

En fonction :

- des nouveaux résultats de la recherche
- de l'expérience acquise en gestion suite aux nombreuses actions sur l'ensemble du territoire
- des résultats opérationnels
- de la vitesse d'évolution du climat, des dépérissements et des prévisions qui en découlent
- des choix politiques



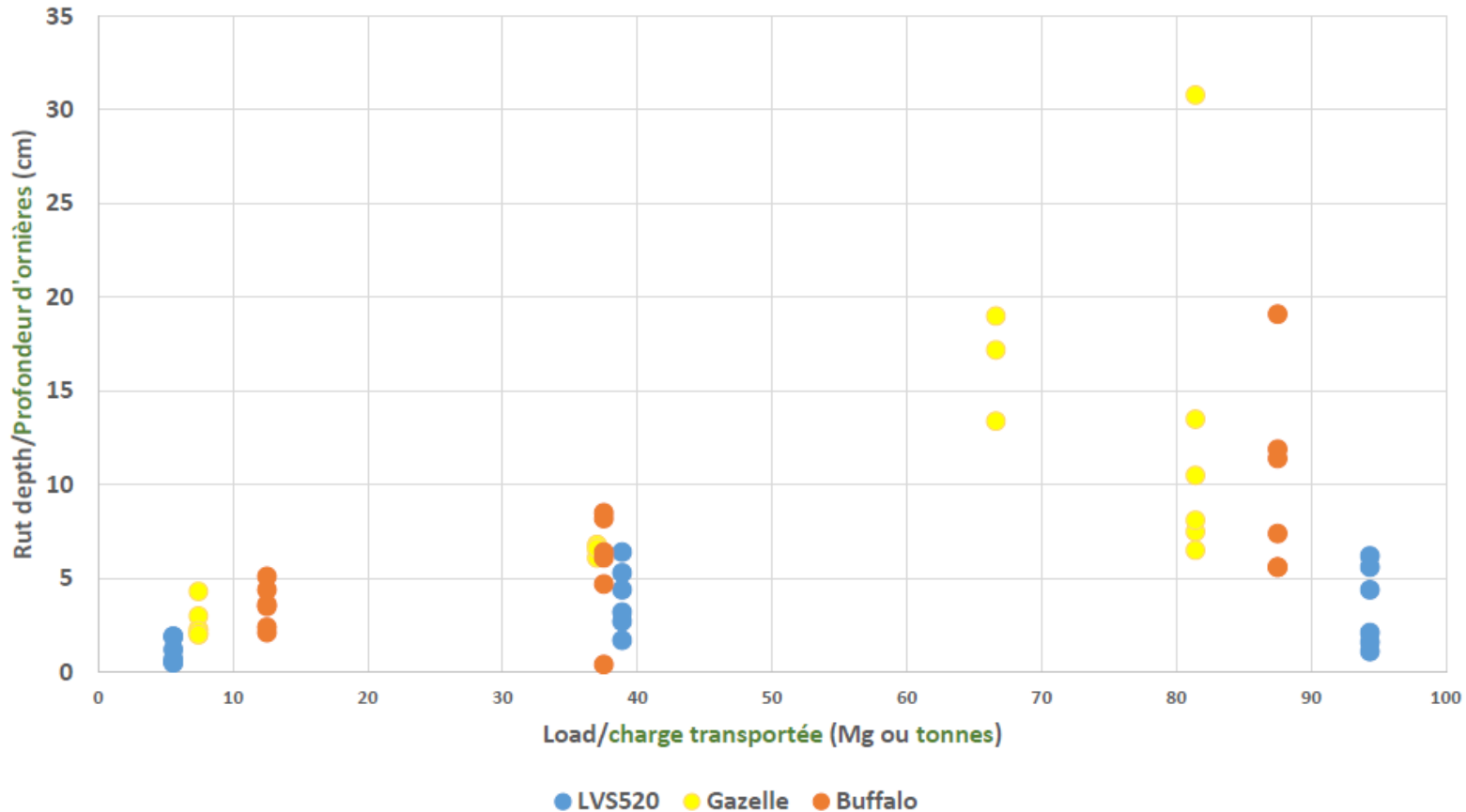


**Office National des Forêts**

Merci pour votre attention.



# Rut depth / profondeur d'ornières

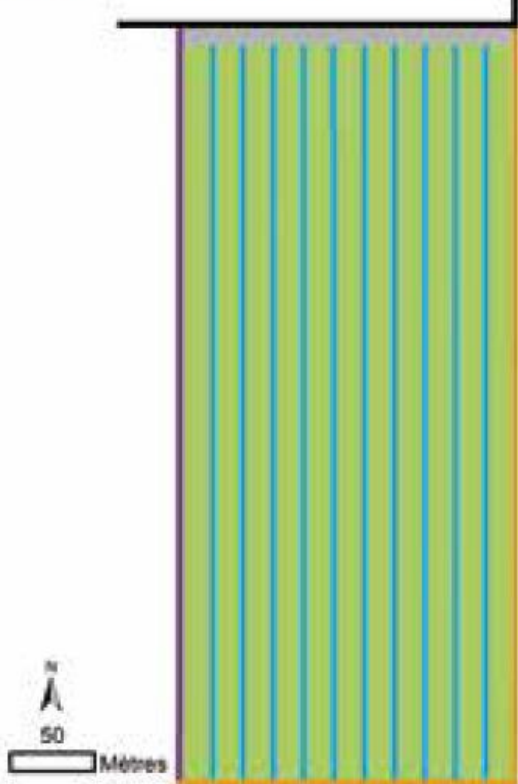


	Nb runs Nb de tours	Total mass Masse totale* (tonnes)
<b>Buffalo</b>	<b>7</b>	<b>216</b>
<b>Gazelle</b>	<b>11</b>	<b>258</b>
<b>LVS520</b>	<b>17</b>	<b>238</b>

\*Forwarder + load  
Masse engine + bois

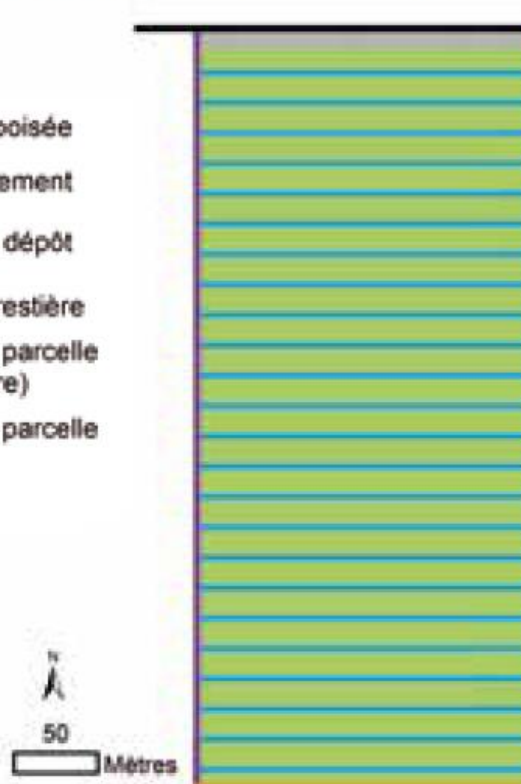


### Cloisonnement longitudinal

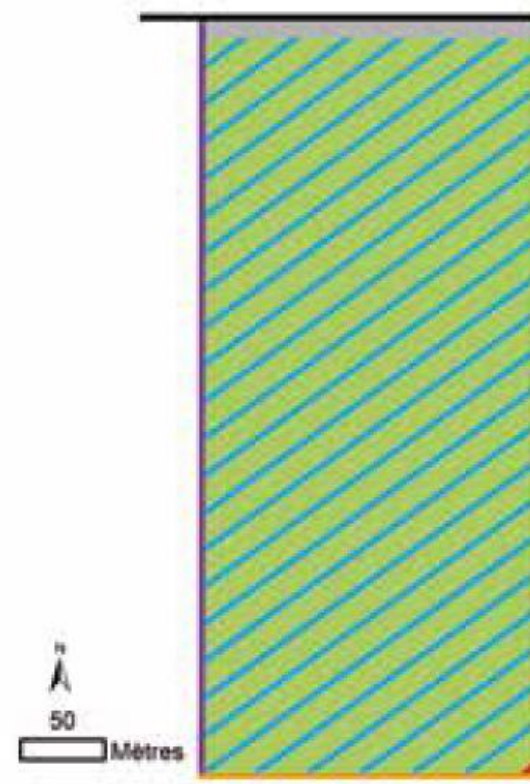


### Cloisonnement transversal

- Surface boisée
- Cloisonnement
- Place de dépôt
- Route forestière
- Ligne de parcelle (sommère)
- Ligne de parcelle



### Cloisonnement oblique



Nombre cloiso	10
Long. cloiso moy	437 m
Long. cloiso cumulée	4 365 m (référence)
Surface cloiso	20 %
Surface boisée restante	78 %

24
195 m
4 680 m (+7%)
22 %
76 %

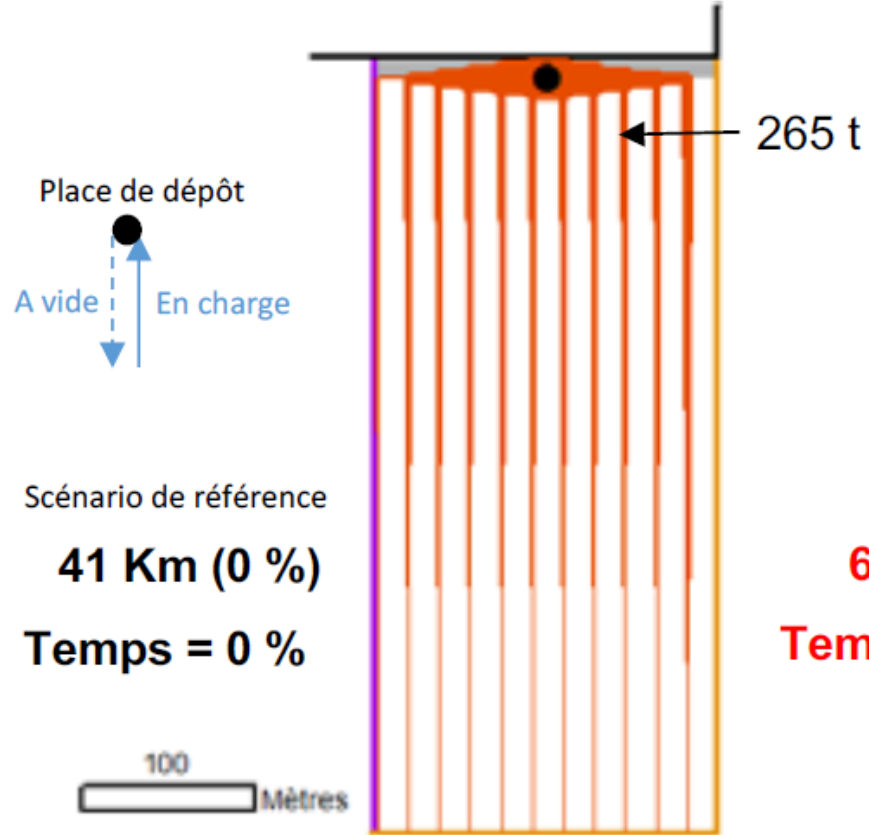
25
189 m
4 720 m (+8%)
22 %
76 %





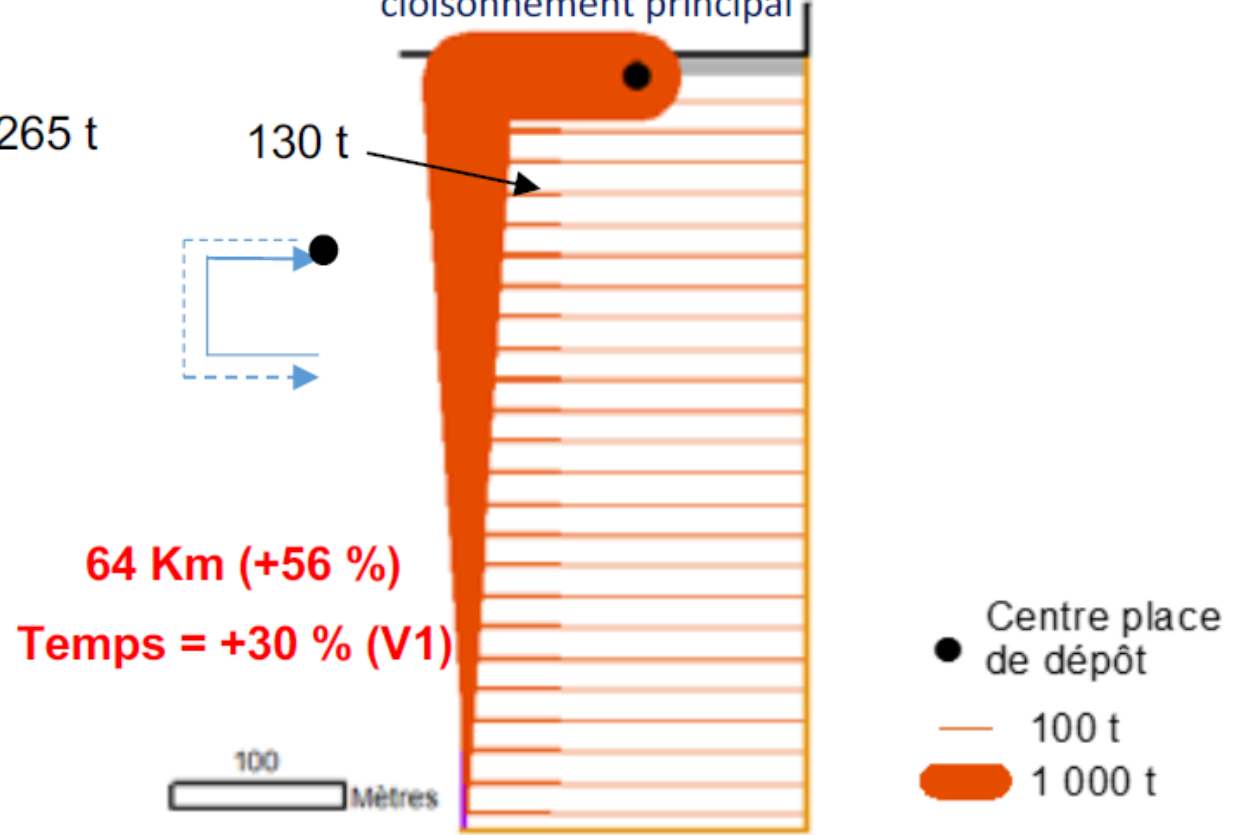
### ① Longitudinal aller / retour

Pas de cloisonnement principal



### ② Transversal aller / retour

La ligne de parcelle est utilisée comme cloisonnement principal



### ③ Transversal boucle et derniers retours incomplets

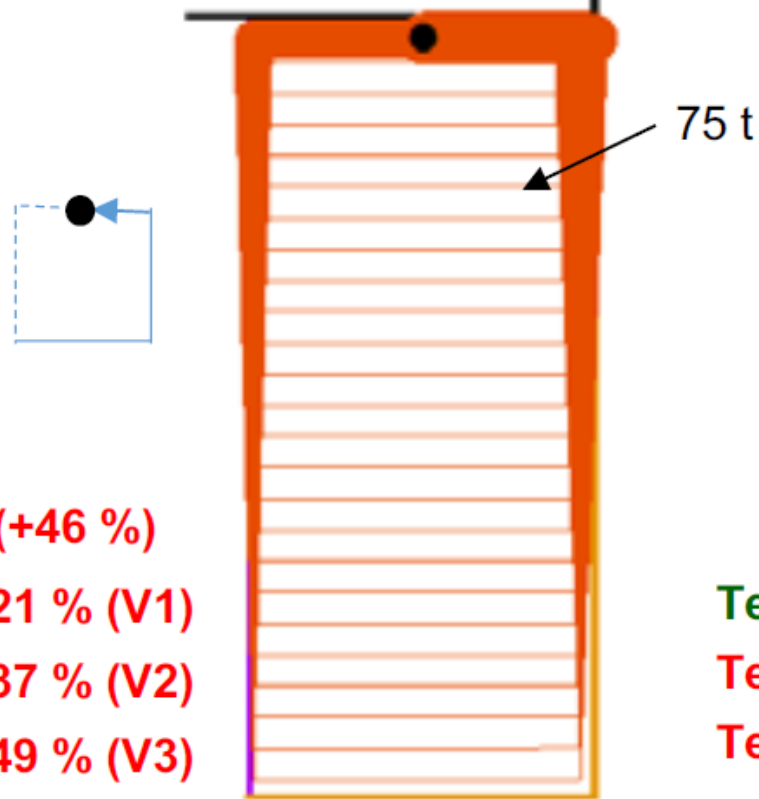
### ④ Transversal boucle et derniers retours complets





### ③ Transversal boucle et derniers retours incomplets

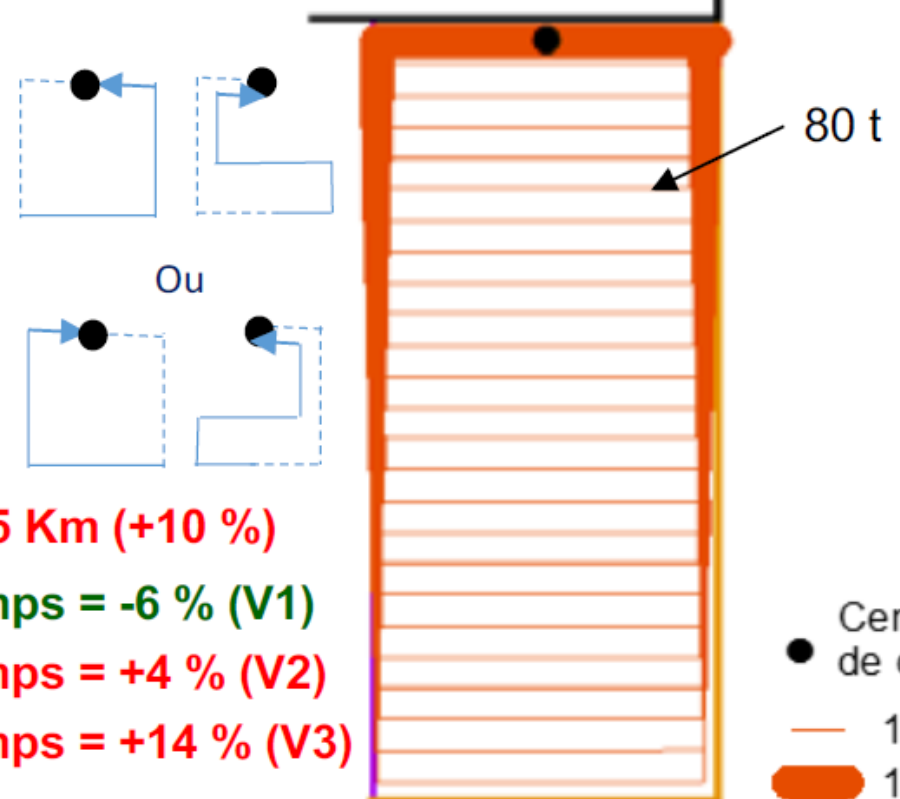
Deux lignes de parcelle utilisées comme cloisonnements principaux



**60 Km (+46 %)**  
**Temps = +21 % (V1)**  
**Temps = +37 % (V2)**  
**Temps = +49 % (V3)**

### ④ Transversal boucle et derniers retours complets

Deux lignes de parcelle utilisées comme cloisonnements principaux



**45 Km (+10 %)**  
**Temps = -6 % (V1)**  
**Temps = +4 % (V2)**  
**Temps = +14 % (V3)**

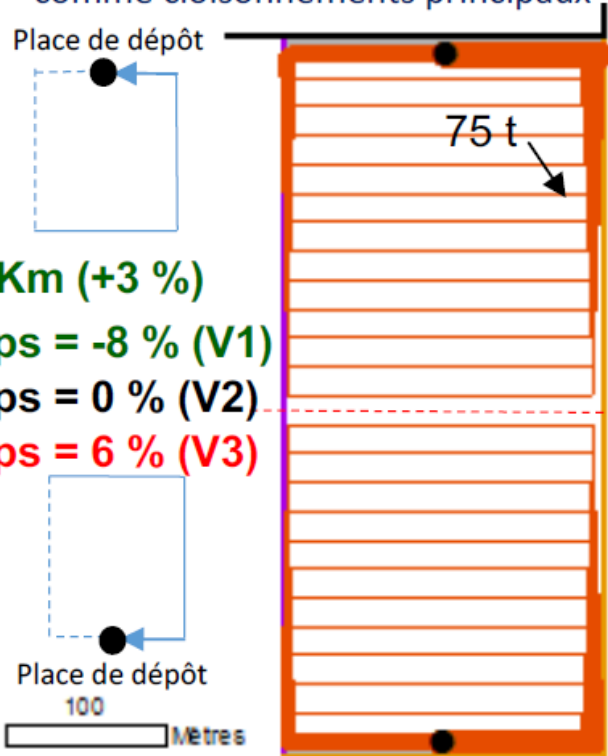
● Centre place de dépôt  
— 100 t  
— 1 000 t





### ⑤ Transversal boucle 2 places de dépôts et derniers retours incomplets

Deux lignes de parcelle utilisées  
comme cloisonnements principaux



42 Km (+3 %)

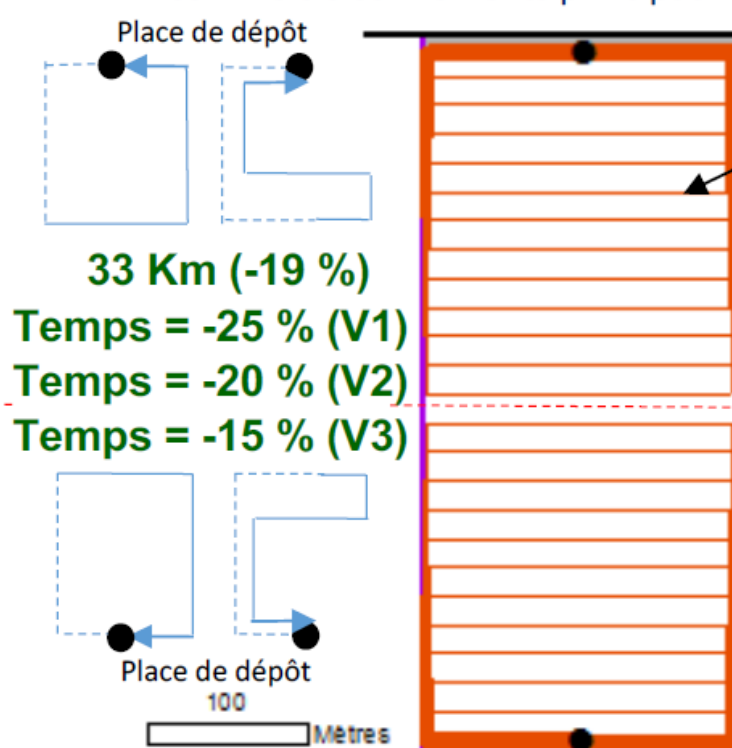
Temps = -8 % (V1)

Temps = 0 % (V2)

Temps = 6 % (V3)

### ⑥ Transversal boucle 2 places de dépôts et derniers retours complets

Deux lignes de parcelle utilisées  
comme cloisonnements principaux



33 Km (-19 %)

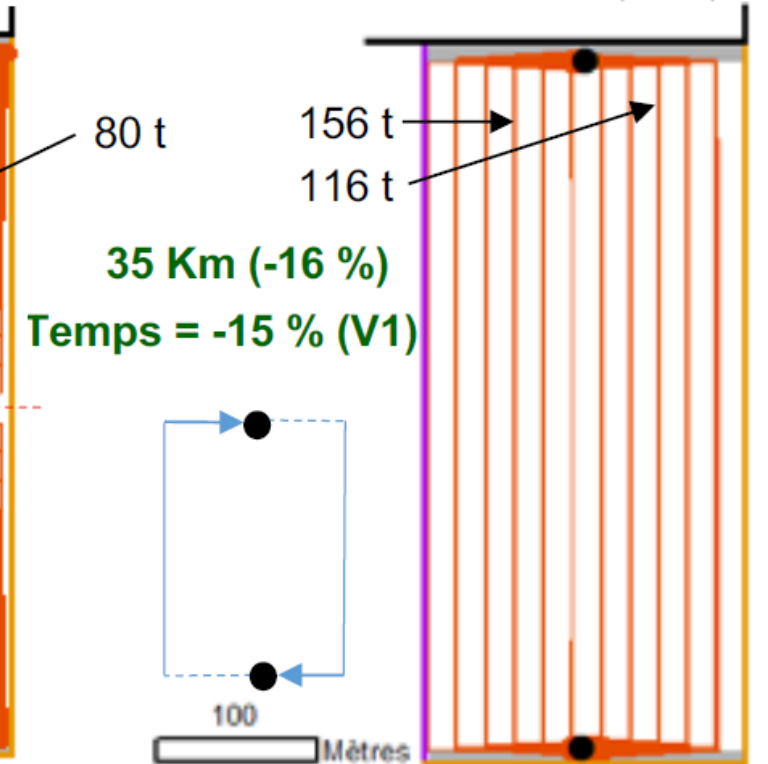
Temps = -25 % (V1)

Temps = -20 % (V2)

Temps = -15 % (V3)

### ⑦ Longitudinal 2 places de dépôt

Pas de cloisonnement principal



35 Km (-16 %)

Temps = -15 % (V1)

