

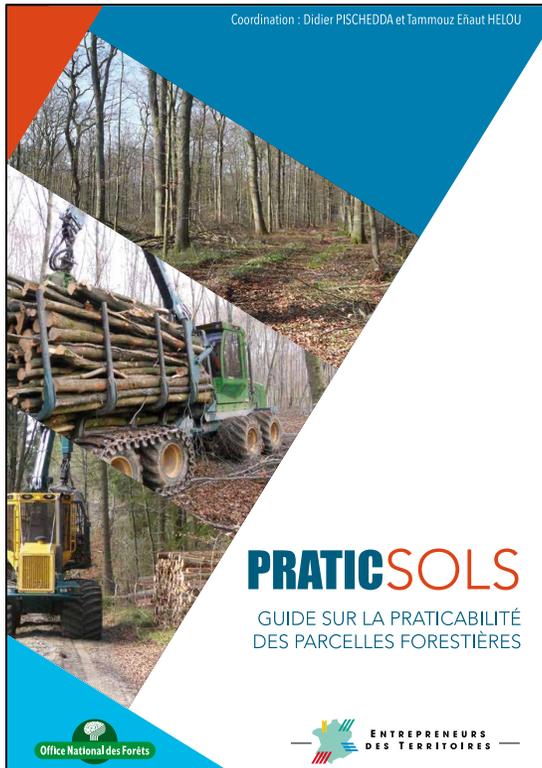
EFFETS DES COUPES RASES SUR LE MILIEU PHYSIQUE

(MICROCLIMAT;
STRUCTURE, CARBONE ET NUTRIMENTS DU SOL;
DÉBIT ET QUALITÉ CHIMIQUE DES COURS D'EAU)

Jérôme Ogée, INRAE
Laurent Augusto, INRAE

Contributeurs: Klara Bouwen (INRAE); Yves Brunet (INRAE); Fabrice Bureau (Univ. Rouen);
Lauric Cécillon (INRAE); Frédéric Darboux (INRAE); Jean-Christophe Domec (Bordeaux Sciences Agro);
Frédéric Frappart (INRAE); Barry Gardiner (EFI); Arnaud Legout (INRAE); Denis Loustau (INRAE);
Noémie Pousse (ONF); Jacques Ranger (INRAE)

guide PraticSols



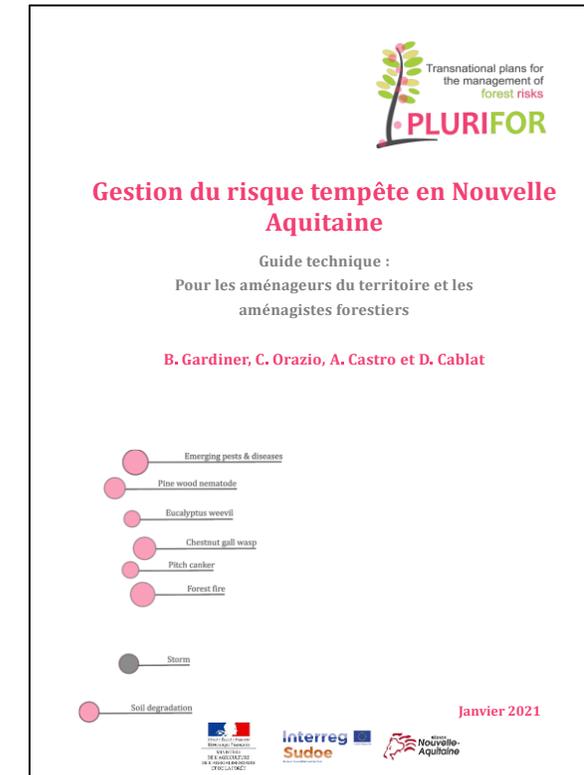
Décembre 2017
Expertise sur l'impact de la **circulation des engins forestiers** sur l'**intégrité physique des sols**

guide Gerboise



Mars 2019
Expertise sur l'impact de la **récolte de souches et menus bois** sur l'**intégrité physique et la fertilité des sols**

guide PluriFor



Janvier 2021
Expertise sur l'impact de la **coupe rase** sur les **risques de chablis** (en Nouvelle Aquitaine)

Quelle est l'effet des coupes rases et du mode de renouvellement associé sur :

- le **microclimat** forestier ?
- le **régime hydrique** (eau du sol, débit des cours d'eau, niveau de nappe) ?
- l'**érosion** des sols ?
- la **fertilité** des sols et la qualité des eaux ?
- le **carbone** dans les sols ?
- l'**intégrité** physique des sols ?

Quand c'était possible, des précisions ont été apportées concernant l'impact :

- des modalités **pendant la coupe** (circulation des engins, gestion des rémanents...)
- des modalités **avant reboisement** (couverture du sol, travail du sol...)
- du **changement climatique** en cours
- de la **géométrie de la coupe** (taille, forme, distribution dans le paysage...)
- par rapport à **d'autres types de coupes** (progressives, par trouées, de jardinage, de taillis...)

- recherche bibliographique *via* le Web of Science (base de données de la littérature scientifique internationale)
- requête avec mots-clés sur les **types de coupes** (communs avec expertise sur la biodiversité)

TOPIC (forest* OR forêt* OR wald*)

AND TOPIC (clearcut* OR clear-cut* OR clear-fell* OR clearfell* OR "clearcut logging" OR "Patch cut*" OR "Strip cut*" OR "row cut*" OR "strip fell*" OR "one-cut shelterwood" OR "one-step overstory removal" OR "coupe rase" OR "coupe à blanc" OR "blanc-étoc" OR "blanc etoc" OR "CPRS" OR "coupe avec protection de la régénération et des sols" OR "Kahlschlag" OR "Saumhieb" OR "Saumschlag" OR "shelterwood, progressive cut" OR "Extended shelterwood" OR "Extended irregular shelterwood" OR "Slow or delayed regeneration" OR "Reserved shelterwood" OR "Deferment cutting" OR "coupe* progressive" OR "coupe d'ensemencement" OR "coupe secondaire" OR "coupe finale" OR "Coupe progressive irrégulière à régénération lente" OR "CPI-RL" OR "Selection fell*" OR "selection management" OR "selection cut*" OR "Uneven-Aged forestry" OR "continuous cover forestry" OR "group selection cut*" OR "gap fell*" OR "Single tree selection cut*" OR "Single tree selection fell*" OR "irregular shelterwood" OR "delayed shelterwood" OR "reserved shelterwood" OR "extended shelterwood" OR "Femelschlag" OR "Expending-gap irregular shelterwood" OR "Irregular group shelterwood" OR "Bavarian shelterwood" OR "Continuous cover irregular sheltewood" OR "Swiss or Baden Shelterwood" OR "coupe progressive irrégulière" OR "coupe jardinatoire" OR "coupe par trouée*" OR "Plenterwald" OR "Dauerwald" OR "Plenterung" OR "coppice" OR "coppice with standard*" OR "coppice-with-standard*" OR "taillis" OR "TSF" OR "taillis-sous-futaie" OR "recépage" OR "rajeunissement" OR "Undergrowth cutting" OR "coupe* d'abri" OR "Seed tree system" OR "Seed cutting" OR "Reserve cutting" OR "deferment harvest" OR "Coupe avec semenciers" OR "coupe rase avec semenciers" OR "coupe rase avec retention")

- requête avec mots-clés spécifiques à chaque question (exemple pour la question sur le **microclimat**)

(...)

AND TITLE (microclimate OR microclimatic* OR micrometeorology OR heatwave OR frost OR temperature OR "relative humidity" OR windspeed OR light OR radiation OR microclimate OR "canicule" OR gel OR "humidité de l'air" OR "vent" OR "lumière" OR "rayonnement")

question	facteurs d'interaction				
	modalités pendant la coupe (circulation des engins, gestion des rémanents...)	modalités avant reboisement (couverture du sol, travail du sol...)	changement climatique (et extrêmes climatiques)	vs. autres types de coupes (progressives, par trouée...)	géométrie de la coupe (taille, forme, distribution dans le paysage...)
microclimat	+	+	++	+	++
hydrologie	++	+	+	-	+
érosion	++	+++	-	-	+
fertilité chimique	++	++	-	+	+
carbone du sol	+++	+	-	+	-
structure du sol	+++	++	-	-	-

information
abondante
dans la
littérature

information
limitée sur
plusieurs
questions

Information
d'abondance
hétérogène
selon question

question	nb d'études	par biome			par pays		
		tempéré	boréal	méd.	France	Europe	Hors Europe
microclimat	128	70 %	18 %	1 %	2 %	28 %	72 %
hydrologie	106	55 %	34 %	10 %	-	-	-
érosion	18	88 %	6 %	6 %	-	33 %	67 %
fertilité chimique	93	46 %	23 %	26 %	-	31 %	69 %
carbone du sol	71	51 %	32 %	6 %	1 %	30 %	70 %
structure du sol	58	41 %	26 %	5 %	5 %	31 %	69 %

zone tempérée prépondérante (liée au filtre sur les types de coupes)

assez peu en France uniquement

environ 1/3 Europe, 2/3 Hors Europe (principalement Amérique du Nord)

Effets des coupes rases sur...

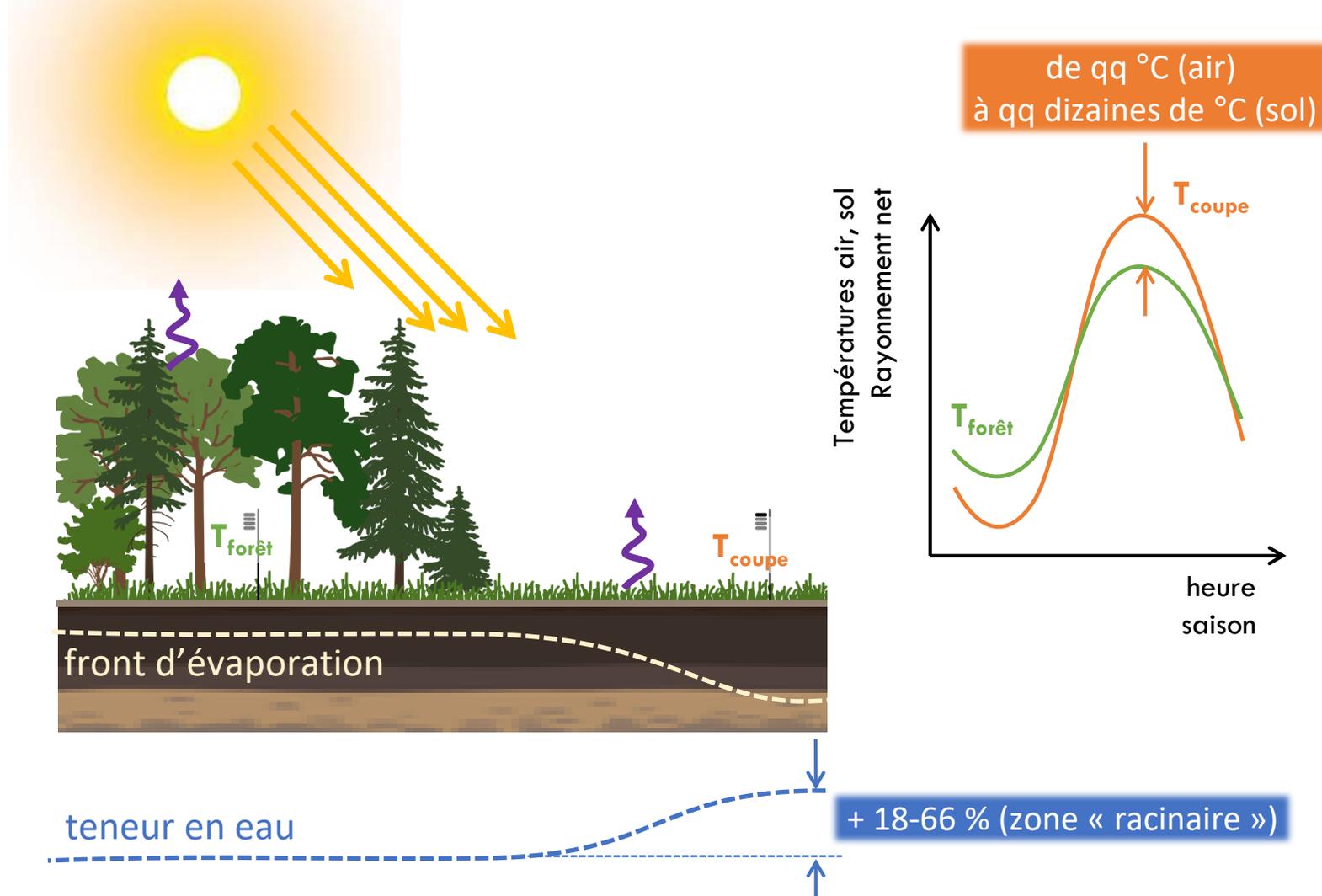
La coupe rase...

... augmente les **échanges radiatifs** (gains et pertes)

... accroît les amplitudes de **températures** journalières et saisonnières

... augmente **l'eau du sol** (sauf en surface)

le microclimat forestier ?



Effets des coupes rases sur...

La coupe rase...

... augmente les **échanges radiatifs** (gains et pertes)

... accroît les amplitudes de **températures** journalières et saisonnières

... augmente l'**eau du sol** (sauf en surface)

... augmente la vitesse du **vent**

le microclimat forestier ?

risques de chablis x 3 si coupe > 0.3-0.5 ha

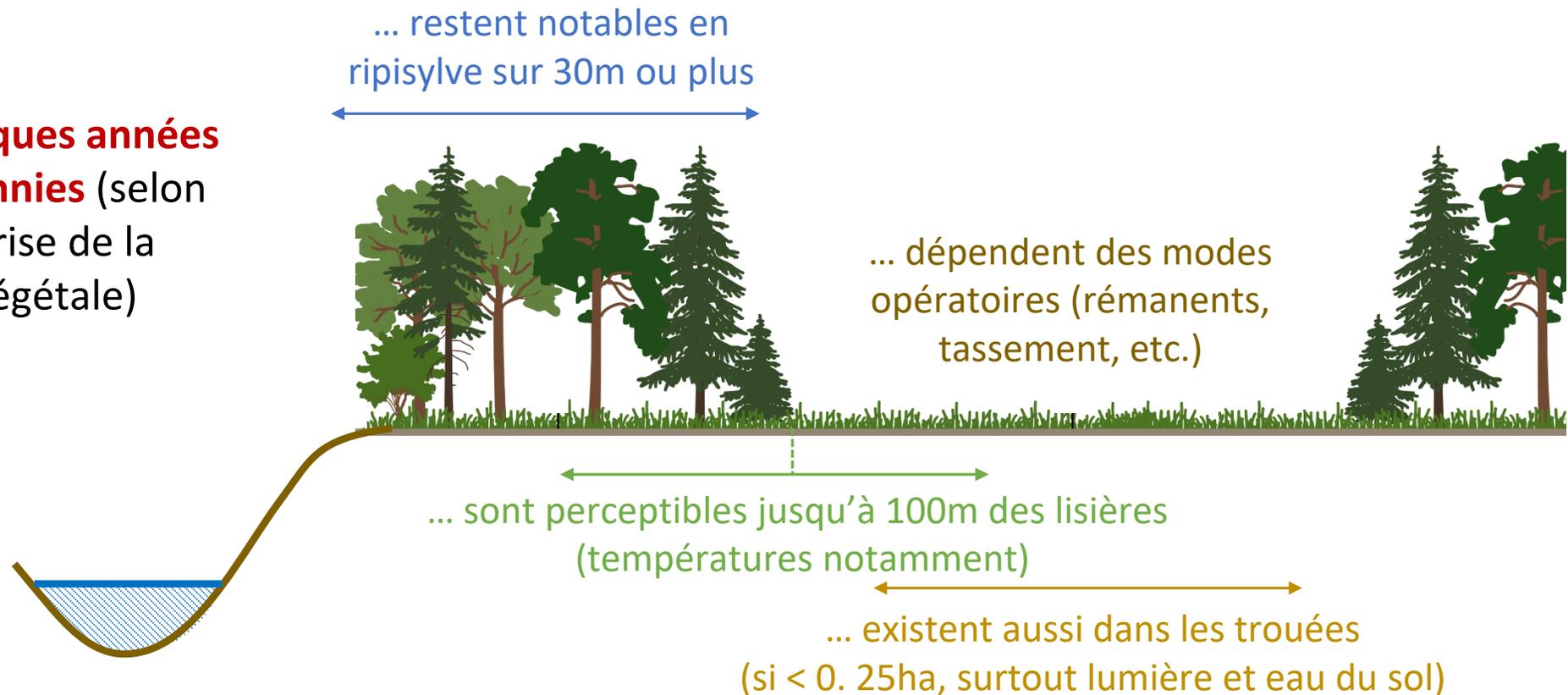


Effets des coupes rases sur...

le microclimat forestier ?

Ces effets de la coupe rase...

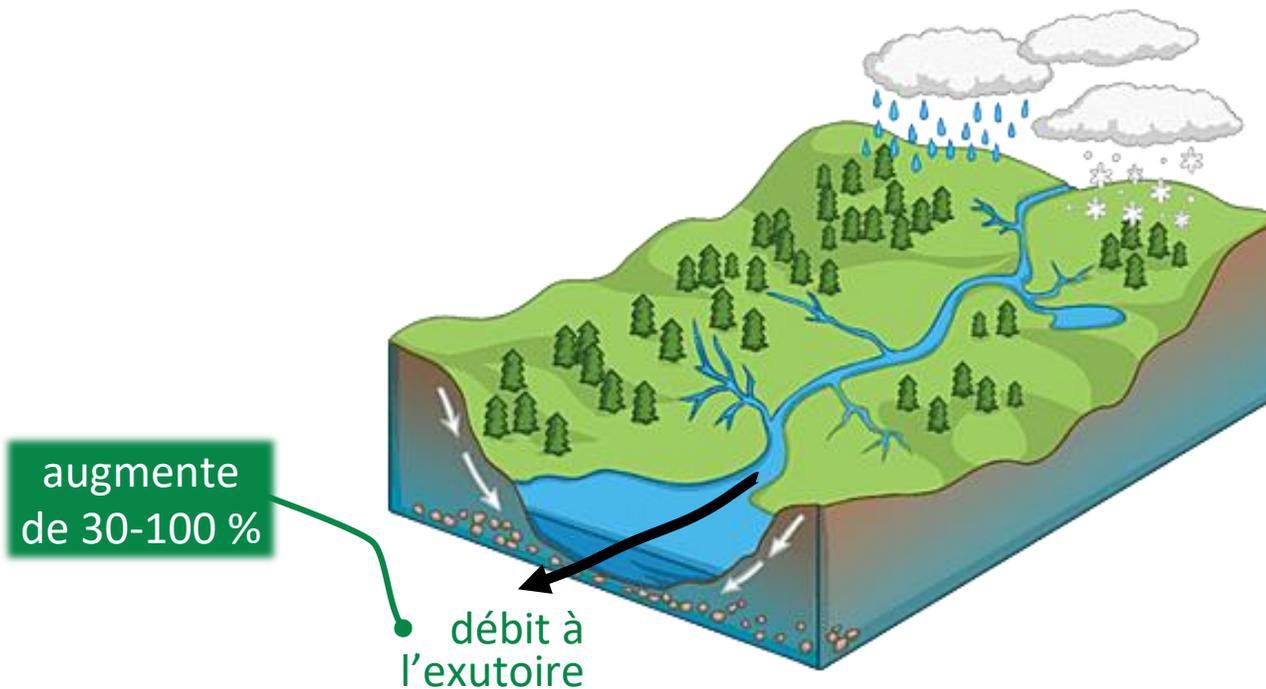
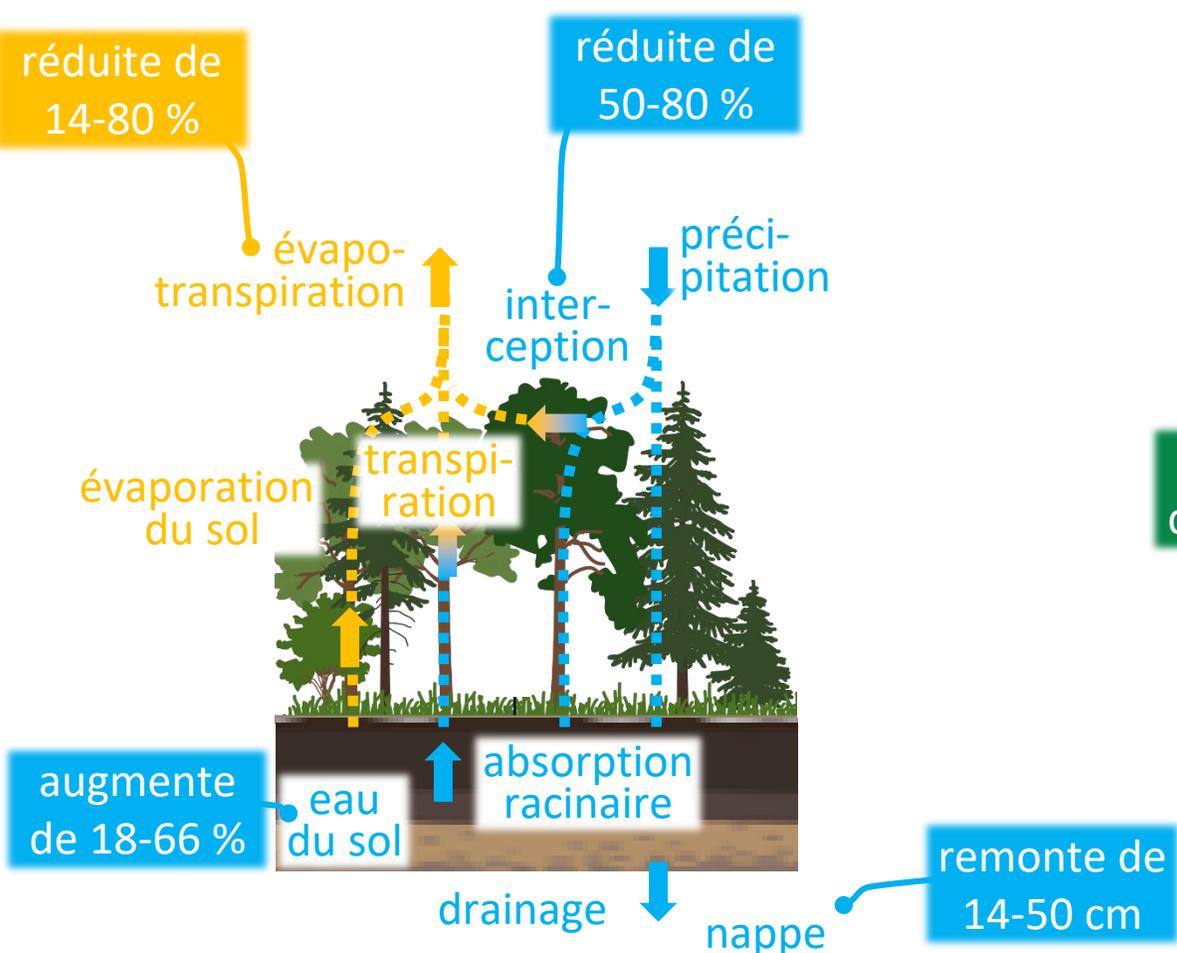
... durent de **quelques années**
à **plusieurs décennies** (selon
vitesse de reprise de la
couverture végétale)



Effets des coupes rases sur...

le régime hydrique ?

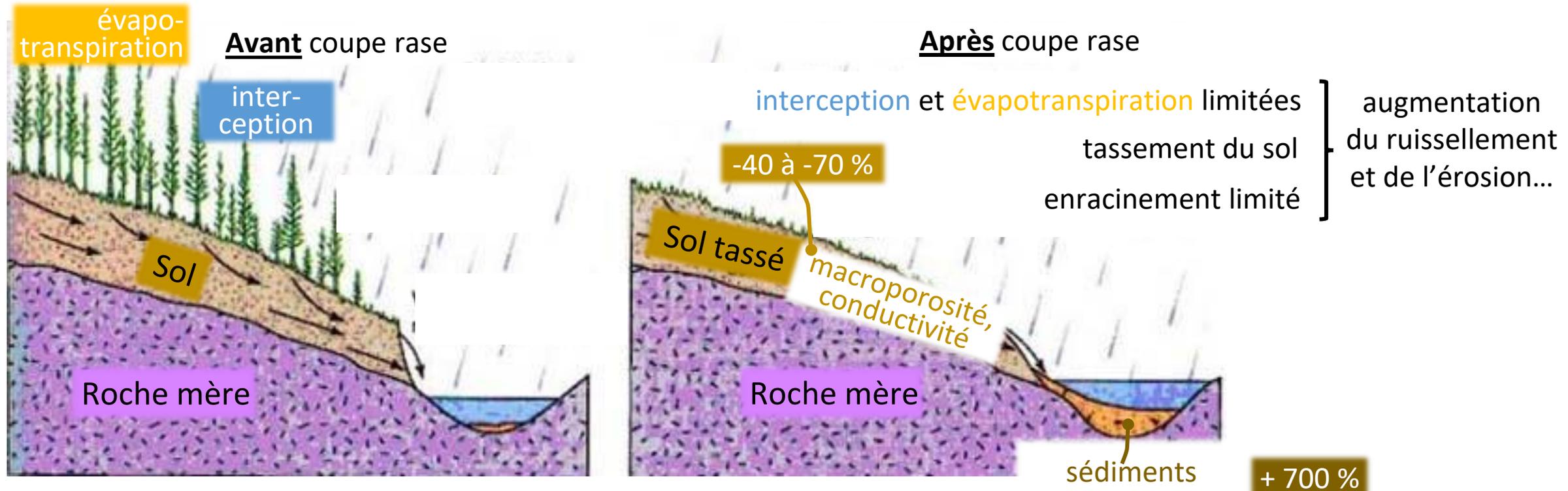
Dans les **5 premières années** après la coupe



Durée des effets sur les débits de **plusieurs décennies**

Effets des coupes rases sur... l'érosion des sols ?

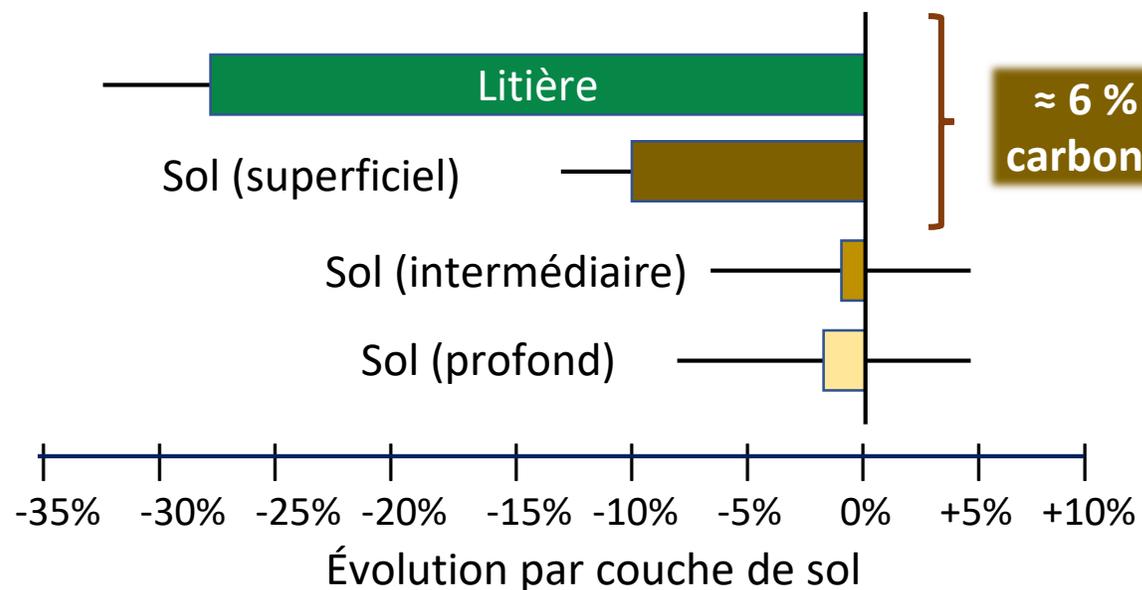
Une coupe rase augmente les risques d'érosion des sols **pendant plusieurs années** après la coupe



Erosion et sédiments moindre si rémanents, végétation spontanée ou zones tampons

Effets des coupes rases sur... le carbone du sol ?

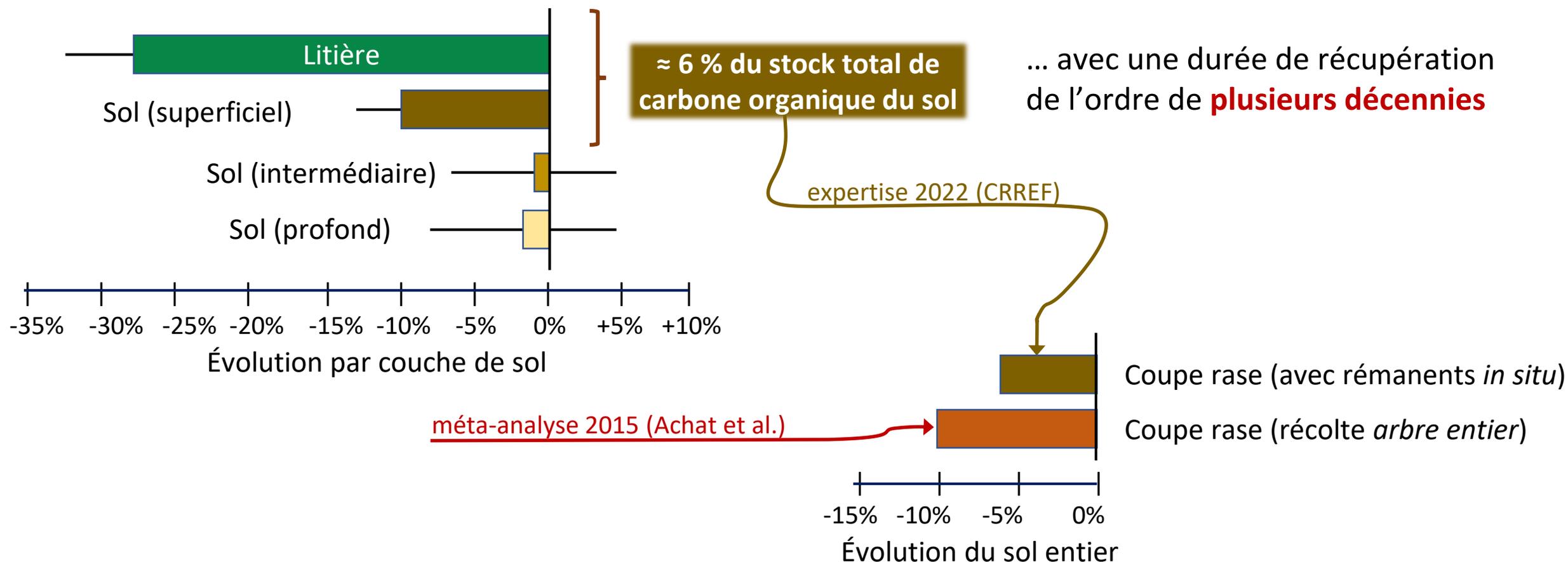
La coupe rase induit en général une **perte de carbone du sol** dans **les premières années** après la coupe...



... avec une durée de récupération de l'ordre de **plusieurs décennies**

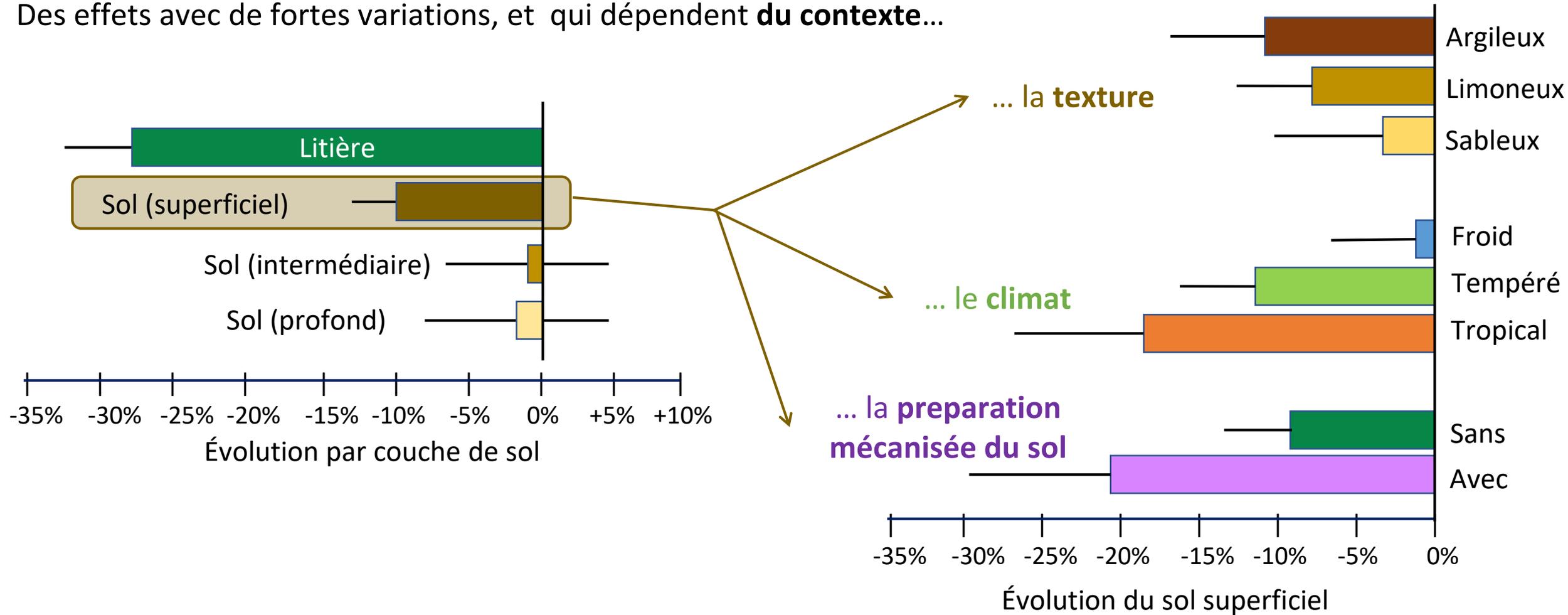
Effets des coupes rases sur... le carbone du sol ?

La coupe rase induit en général une **perte de carbone du sol** dans **les premières années** après la coupe...



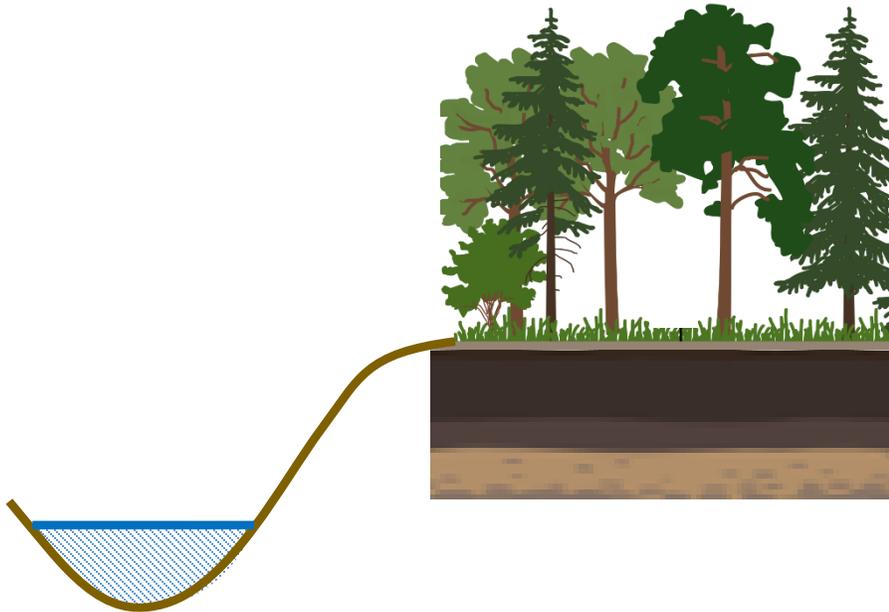
Effets des coupes rases sur... le carbone du sol ?

Des effets avec de fortes variations, et qui dépendent **du contexte**...



Effets des coupes rases sur...

la fertilité chimique des sols et des cours d'eau?

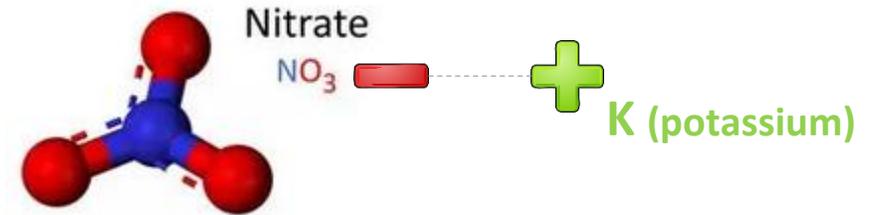
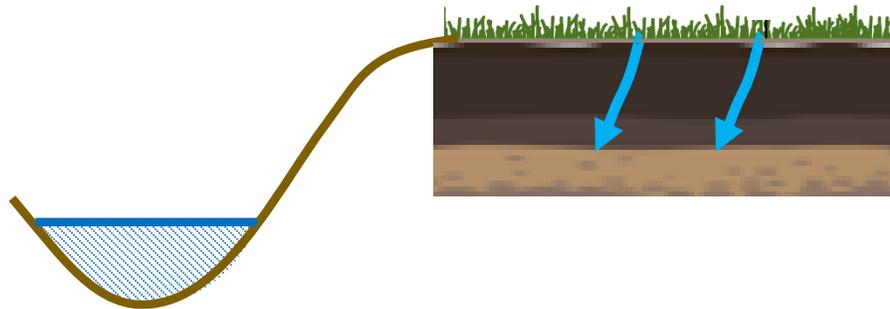


Effets des coupes rases sur...

la fertilité chimique des sols et des cours d'eau?

Dans **les premières années** après la coupe...

les nitrates « entraînent » les cations



Eau du sol

- Azote : nitrate NO_3^- (ammonium)
- Cations nutritifs : K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- Aluminium : Al^{3+}

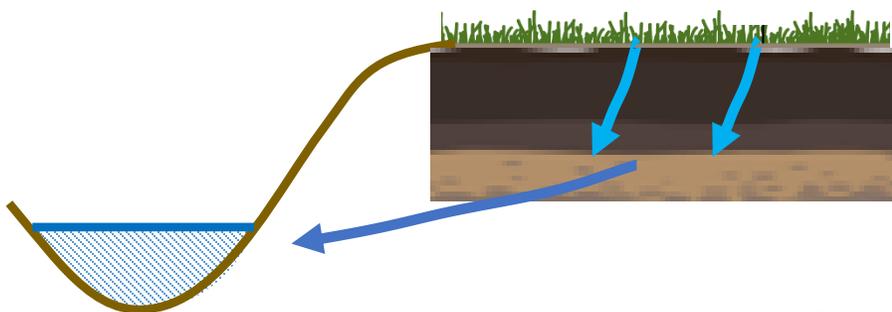
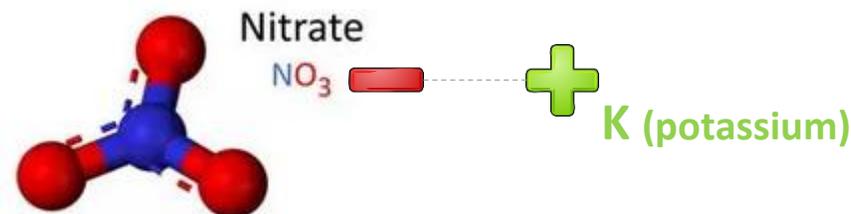
≈ 55-65 %
des études

Effets des coupes rases sur...

la fertilité chimique des sols et des cours d'eau?

Dans **les premières années** après la coupe...

les nitrates « entraînent » les cations



Cours d'eau

- Azote : nitrate NO_3^- (ammonium)
- Cations nutritifs : K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- Aluminium : Al^{3+}

≈ 70-90 %
des études

Eau du sol

- Azote : nitrate NO_3^- (ammonium)
- Cations nutritifs : K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- Aluminium : Al^{3+}

≈ 55-65 %
des études

Effets des coupes rases sur...

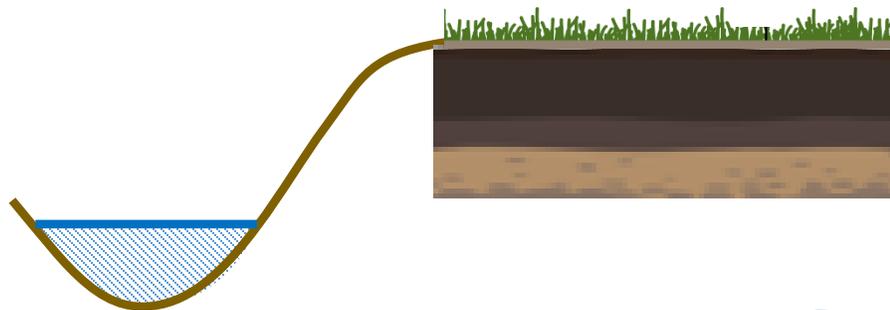
la fertilité chimique des sols et des cours d'eau?

Fertilité du sol

- ↘ Azote total
- ↘ Cations nutritifs : K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}

≈ 45-65 %
des études

... avec une durée de récupération de l'ordre de **plusieurs décennies**



Cours d'eau

- ↗ Azote : nitrate NO_3^- (ammonium)
- ↗ Cations nutritifs : K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- ↗ Aluminium : Al^{3+}

≈ 70-90 %
des études

Eau du sol

- ↗ Azote : nitrate NO_3^- (ammonium)
- ↗ Cations nutritifs : K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- ↗ Aluminium : Al^{3+}

≈ 55-65 %
des études

Effets des coupes rases sur...

l'intégrité physique des sols ?

La **circulation des engins** lors des coupes rases impacte négativement l'**intégrité physique** des sols :

Notamment pour les sols à texture fine (limons, argiles) et les sites naturellement mal drainés

- ↗ tassement (98% des études)
- ↘ aération du sol
- ↘ enracinement des jeunes plants
- ↘ transferts d'eau

... avec une durée de récupération de l'ordre de **plusieurs années à plusieurs décennies**

Effets des coupes rases sur...

l'intégrité physique des sols ?

La **circulation des engins** lors des coupes rases impacte négativement l'**intégrité physique** des sols :

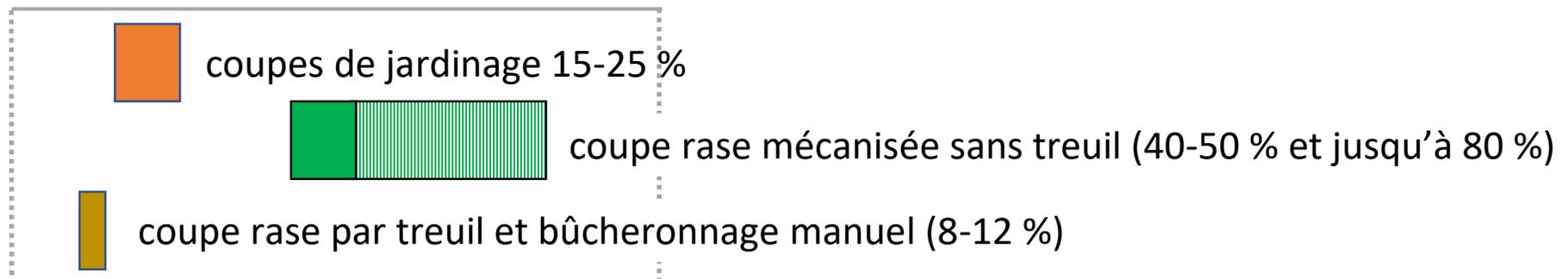
Notamment pour les sols à texture fine (limons, argiles) et les sites naturellement mal drainés

- ↗ tassement (98% des études)
- ↘ aération du sol
- ↘ enracinement des jeunes plants
- ↘ transferts d'eau

... avec une durée de récupération de l'ordre de **plusieurs années à plusieurs décennies**

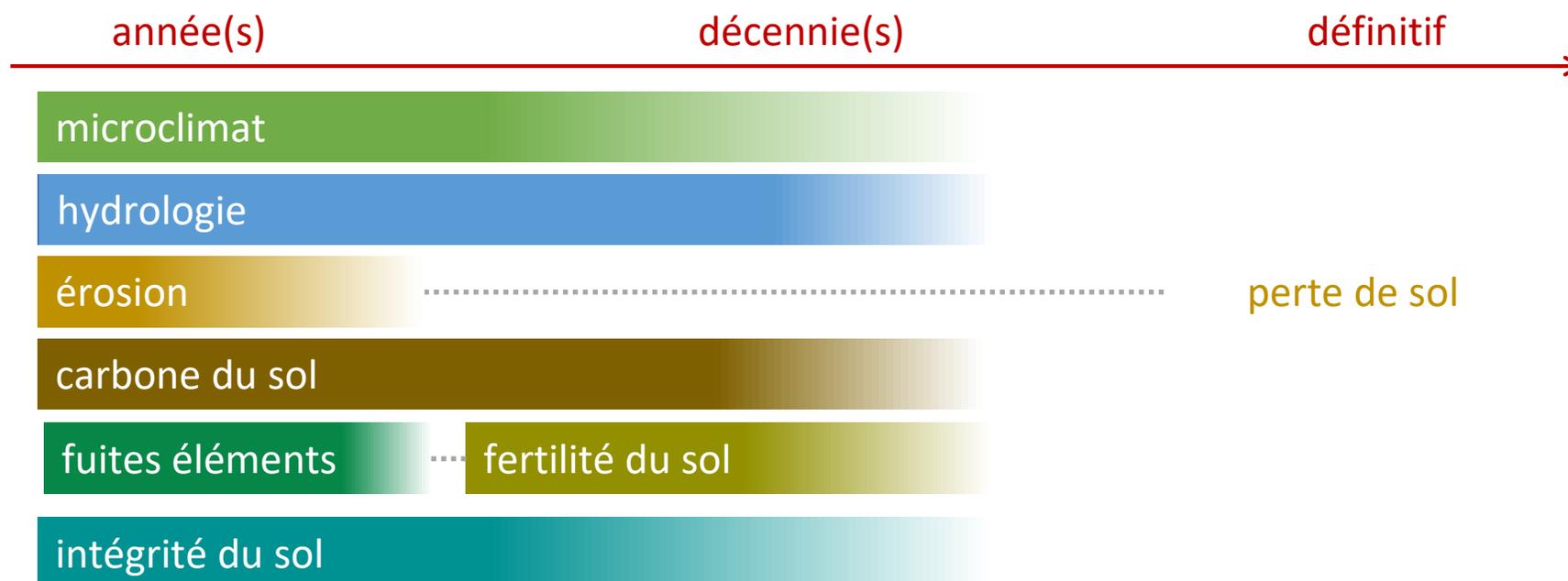
Degré de perturbation très variable selon le **% de surface circulée** :

% surface circulée en fonction du type de coupe
0 % 100 %



En **résumé**, les effets d'une coupe rase sur le **milieu physique** :

- sont **négatifs ou au mieux neutres** (et dans ce cas seulement pour certaines variables ou situations)
- varient d'un site à un autre (**climat, pente, texture du sol...**) et avec les **modalités de coupe et renouvellement**
- augmentent avec la **taille des coupes**, sans effet de seuil (ou alors très faible, < 1 ha)
- s'estompent avec le temps, mais avec une **durée des effets** différente selon les processus



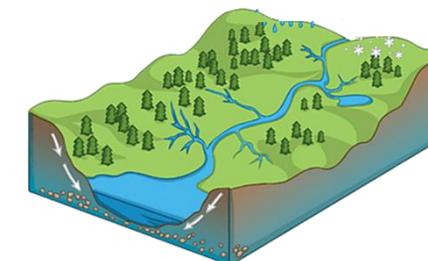
Des **leviers d'atténuation** des impacts, souvent **communs à différents critères**, existent :

	microclimat	hydrologie et érosion	fertilité chimique	carbone du sol	structure du sol
Tenir compte du contexte pédo-topo-climatique	++	++	+++	+++	+++
Limiter la taille individuelle des coupes	+++	++	++		(+)
Limiter le passage des engins sylvicoles	(+)	++			+++
Favoriser le maintien ou la reprise de la végétation spontanée	++	+++	+		
Laisser des rémanents (notamment feuillage) sans andainage	+	+	+++	+++	+
Limiter la préparation mécanisée du sol	(+)	+	+++	++	+
Maintenir non exploitées les zones riveraines (distance au cours d'eau >30m)	+++	++	+++		
Encadrer la quantité de coupes rases sur un bassin versant et leur agencement dans le paysage	++	+++	++		

échelle de
la **parcelle**



échelle du
paysage



Des leviers d'atténuation des impacts, souvent communs à différents critères, existent :

	microclimat	hydrologie et érosion	fertilité chimique	carbone du sol	structure du sol
Tenir compte du contexte pédo-topo-climatique	++	++	+++	+++	+++
Limiter la taille des coupes individuelles	+++	++	++		(+)
Limiter le passage d'engins	(+)	++			+++
Favoriser le maintien ou la reprise de la végétation spontanée	++	+++	+		
Laisser des rémanents (notamment feuillage) sans andainage	+	+	+++	+++	+
Limiter la préparation mécanisée du sol	(+)	+	+++	++	+
Maintenir non exploitées les zones riveraines (distance au cours d'eau >30m)	+++	++	+++		
Encadrer la quantité de coupes rases sur un bassin versant et leur agencement dans le paysage	++	+++	++		



Guide PraticSols (2017)



guide Gerboise (2019)



guide PluriFor (2021)