



Systemes alluviaux alpins: des modèles pour la revitalisation

Journée technique « Génie végétal en région de montagne. Espèces alpines et modèles naturels »

Bessans, mardi 28 septembre 2010

Christian Roulier, Service conseil Zones alluviales, Yverdon-les-Bains

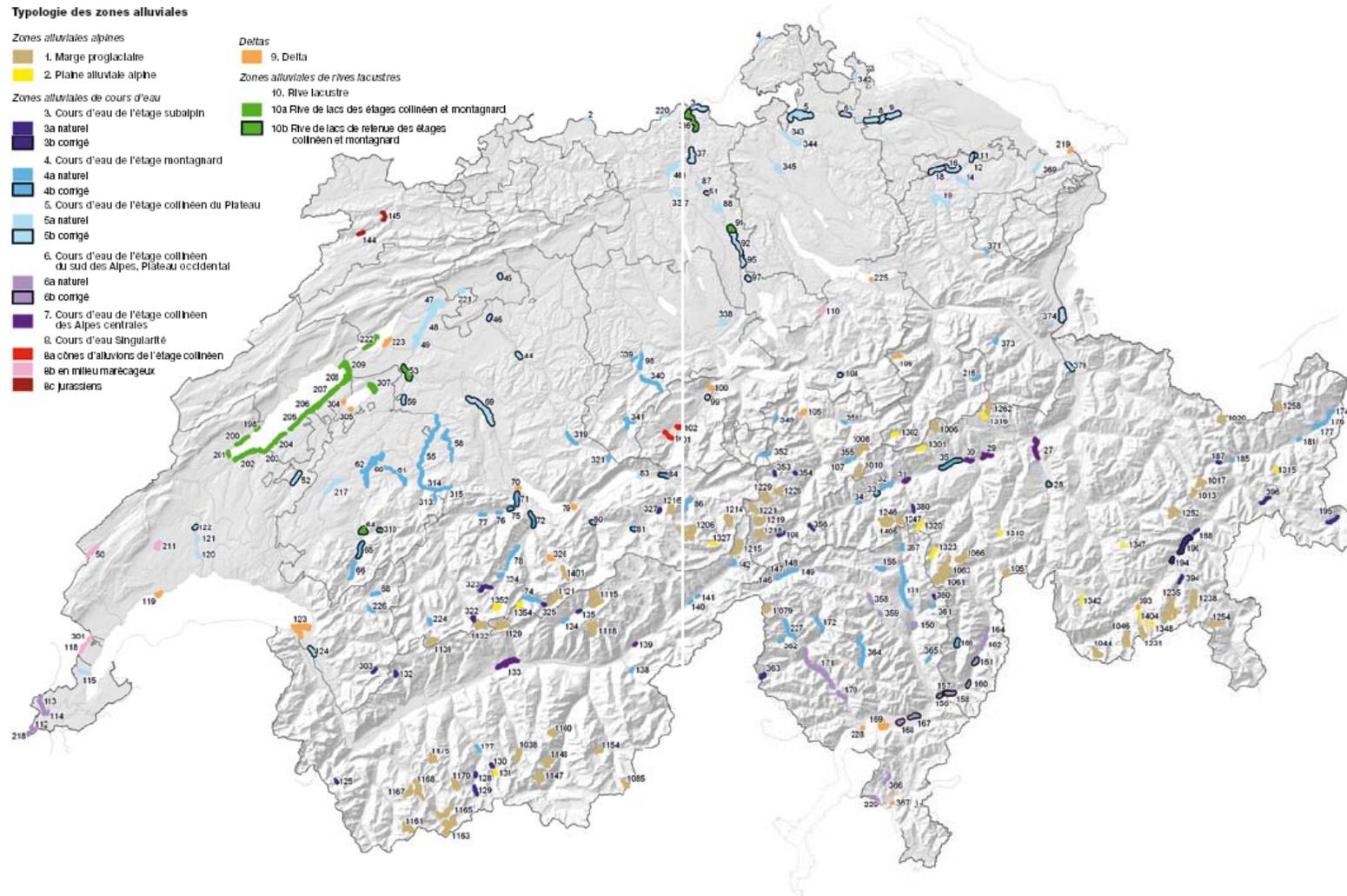
*Biotopes d'importance nationale
Soutien technique sur mandat de
l'Office fédéral de l'environnement OFEV*



Plan

1. Inventaire des zones alluviales
2. Quatre systèmes alluviaux alpins
3. Lois de fonctionnement
4. Revitalisation
5. Références et image directrice
6. Optimisation des revitalisations

1. Inventaire des zones alluviales 283 objets, 226 km²





Ordonnance sur les zones alluviales

Art. 4 Buts visés par la protection:

- a. conservation de la flore et de la faune indigènes typiques des zones alluviales et des éléments écologiques à leur existence;*
- b. conserver et rétablir, pour autant que ce soit judicieux et faisable, la dynamique naturelle des eaux et du charriage*

2. Système collinéen des Alpes centrales



Etude de la végétation

bleu: communautés pionnières

blau: Pioniergesellschaften

vert: c. post-pionnières

grün: Post-Pioniergesellschaften

rouge: c. des stations stables

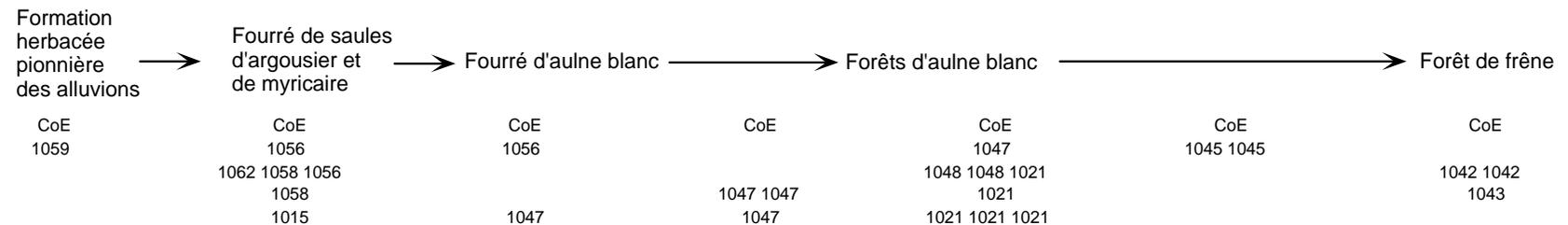
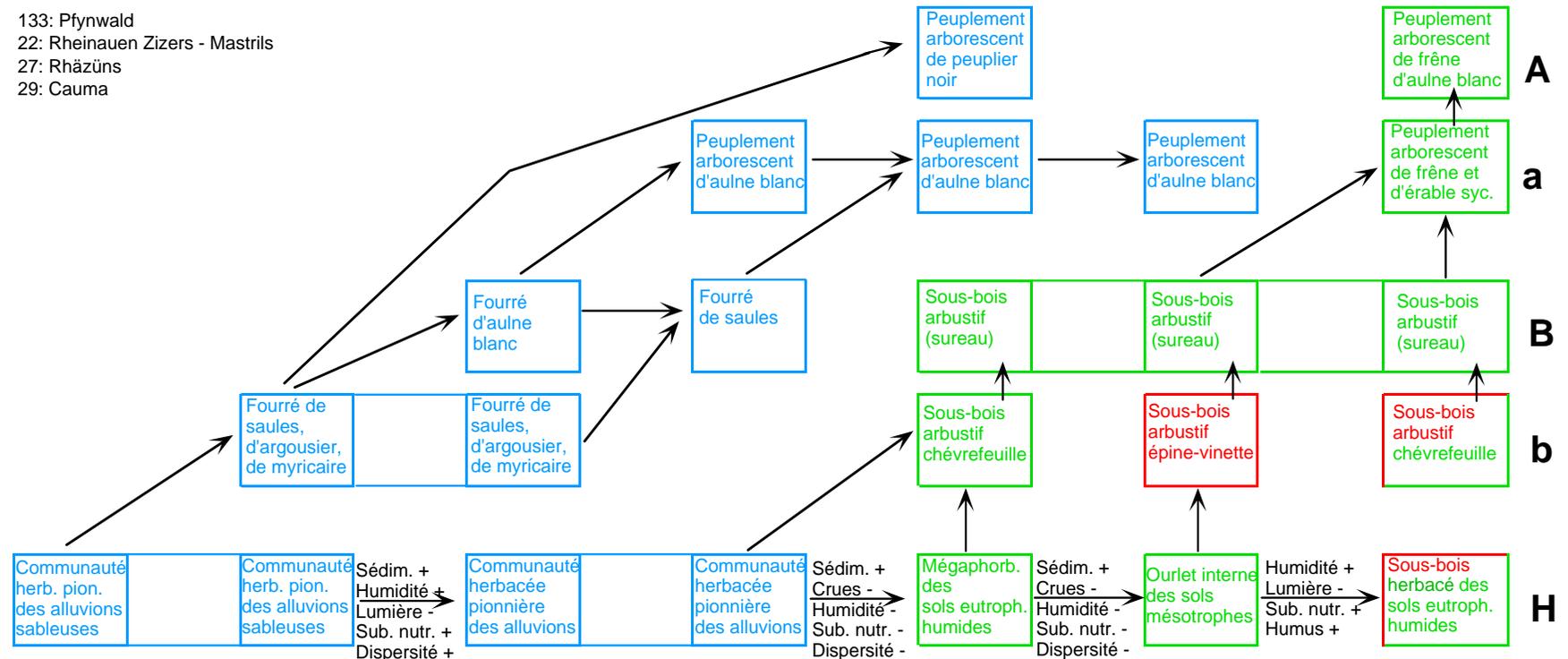
rot: G. der stabilen Stationen



Graphe systémique généralisé

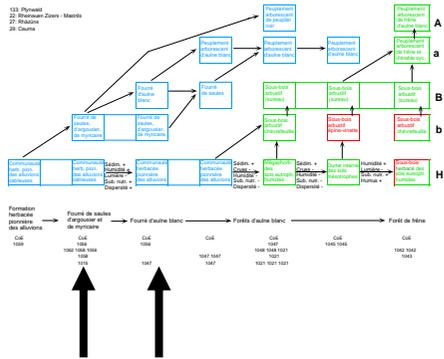
Fig. 8.29.a Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens des Alpes centrales (4a: forêt d'aulne blanc)

133: Pfywald
22: Rheinauen Zizers - Mastrils
27: Rhäzüns
29: Cauma



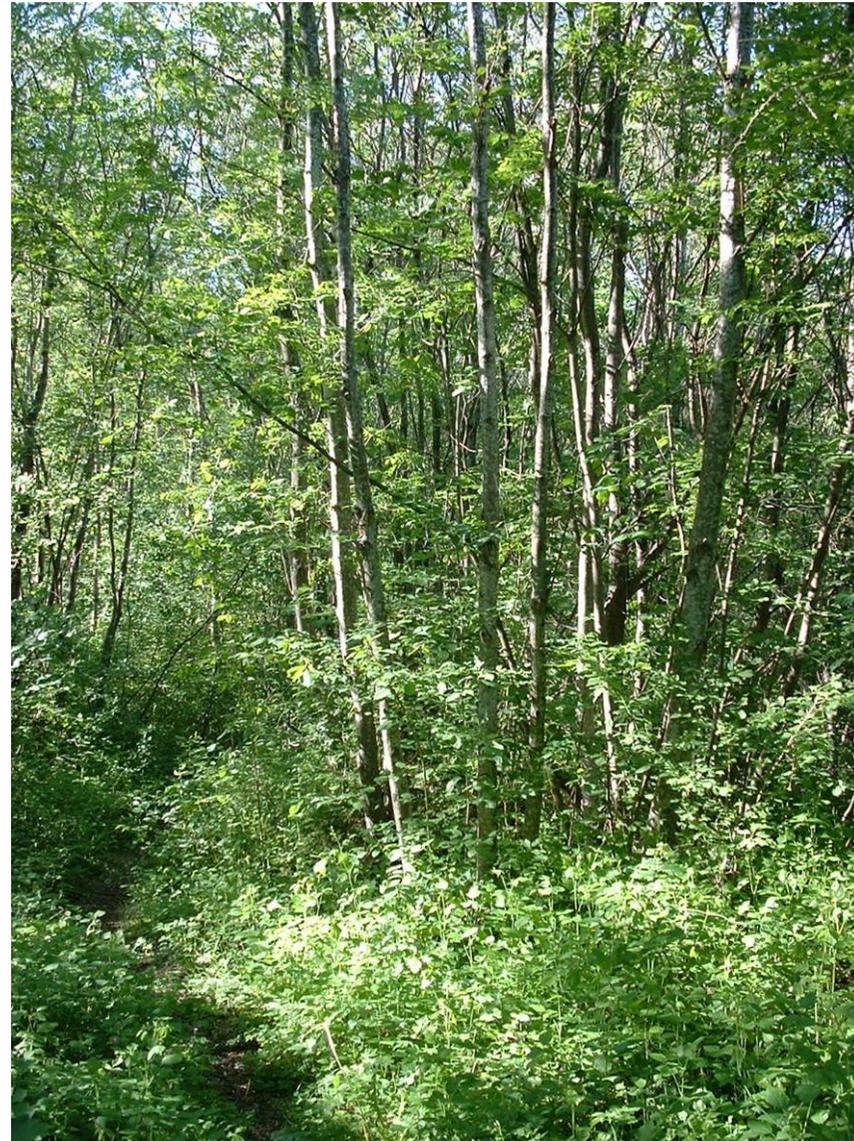
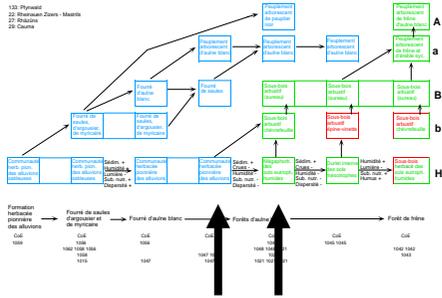
Graphe systémique généralisé

Fig. 6.29.a Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes colliniens des Alpes centrales (da: forêt d'aulne blanc)



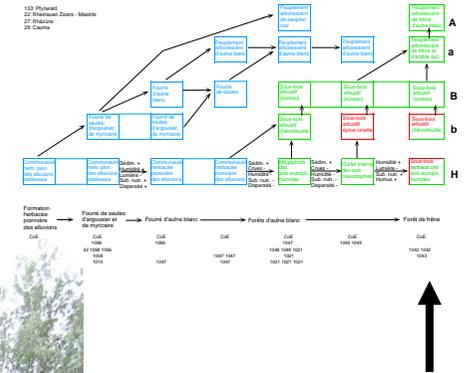
Graphe systémique généralisé

Fig. 8.29.a Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes colliniens des Alpes centrales (4a: forêt d'aune blanc)



Graphe systémique généralisé

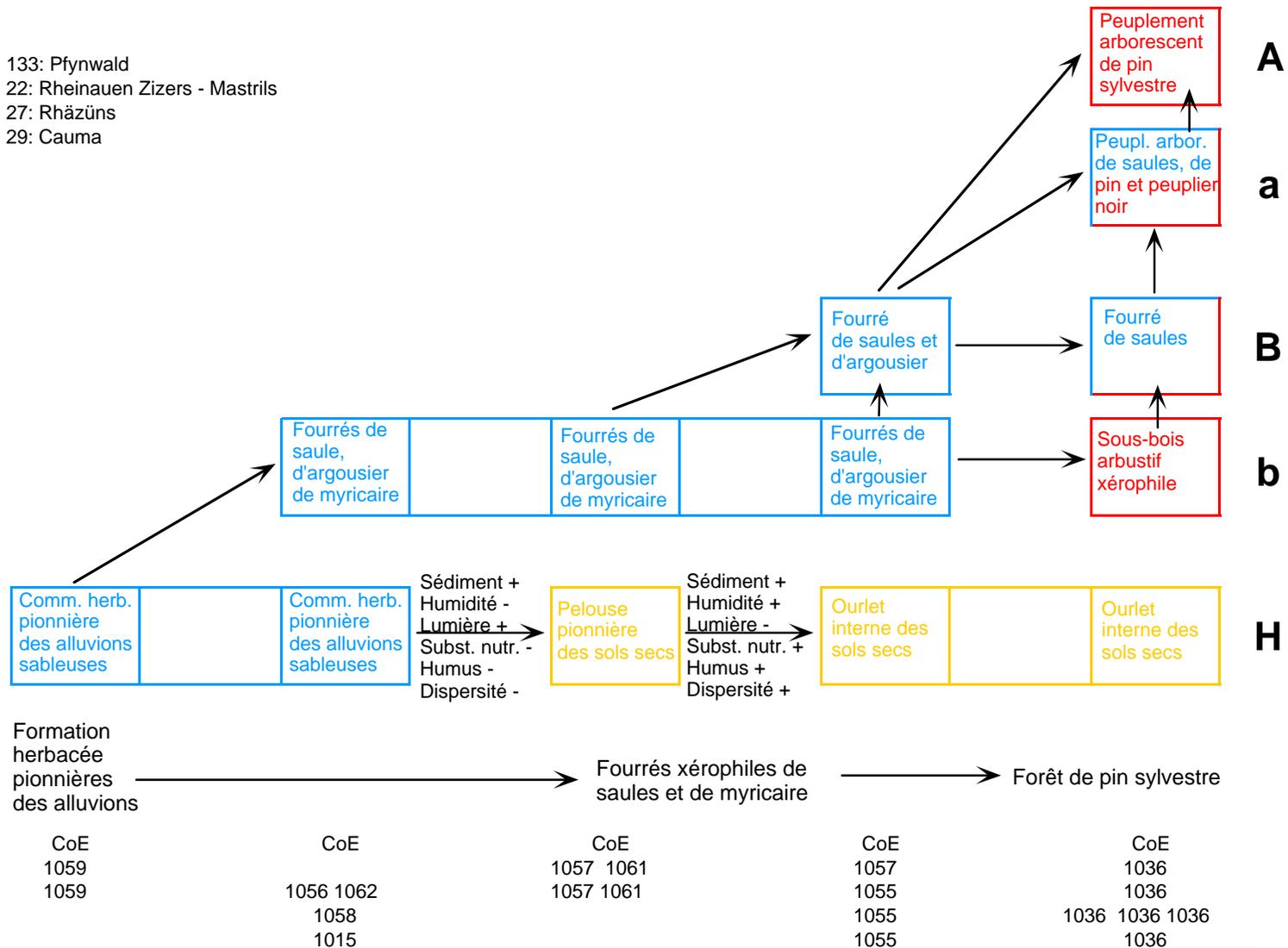
Fig. 8.29.a Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes colliniens des Alpes centrales (4e forêt d'austral blanc)



Graphe systémique généralisé

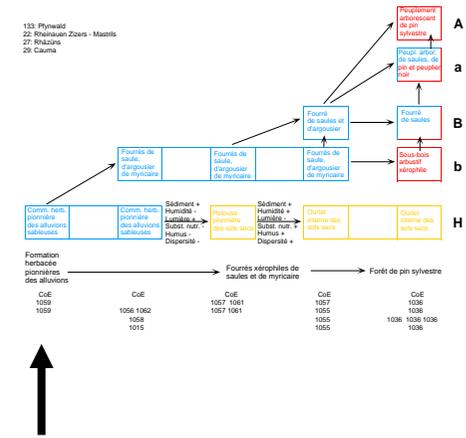
Fig. 8.29 b **Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens des Alpes centrales (4b: forêt de pin sylvestre)**

133: Pfywald
 22: Rheinauen Zizers - Mastrils
 27: Rhäzüns
 29: Cauma



Graphe systémique généralisé

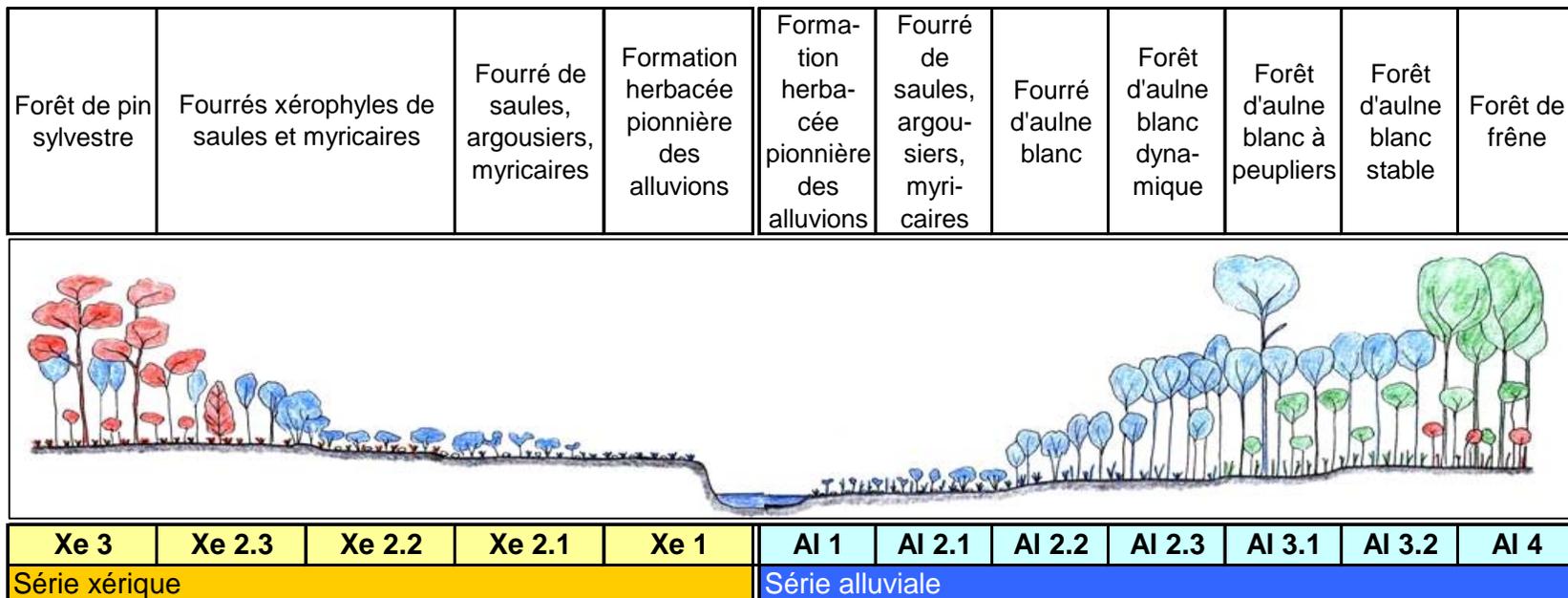
Fig. 8.29 b Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens des Alpes centrales (4b: forêt de pin sylvestre)





2 types de séries dynamiques:

- Une série alluviale colonisant le lit mineur et les terrasses alluviales
- Une série xérique colonisant les levées de sédiment de texture grossière (steppe alluviale)



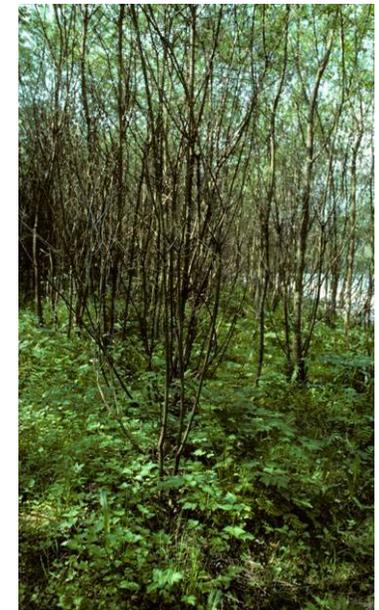
Systeme montagnard



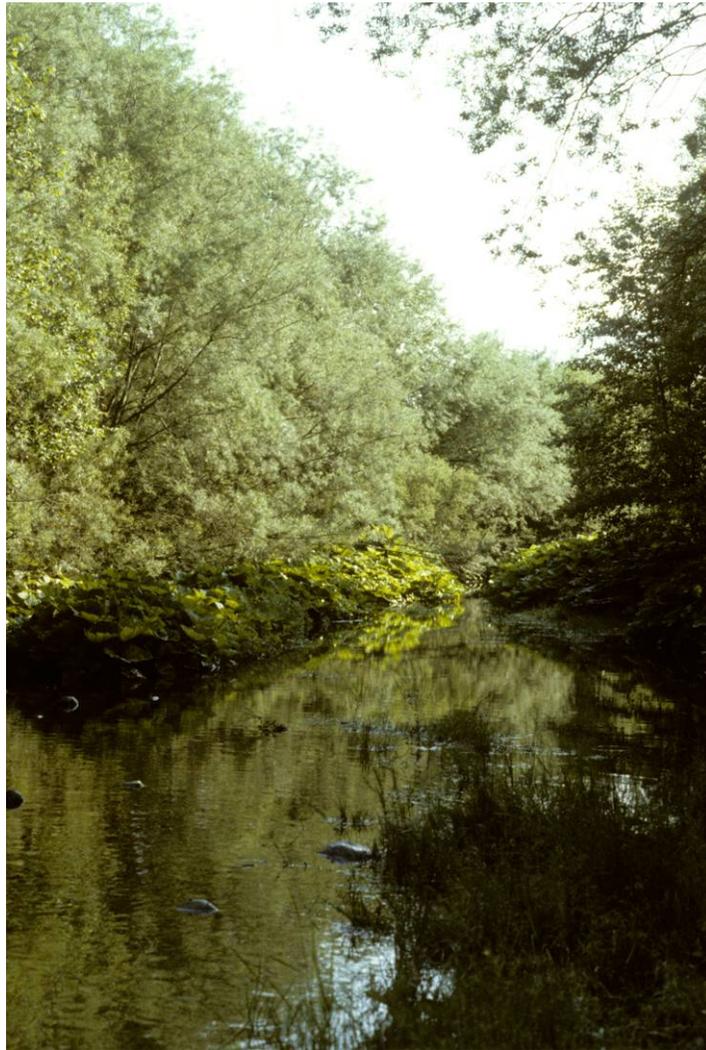
Systeme montagnard



Systeme montagnard



Systeme montagnard



Systeme montagnard



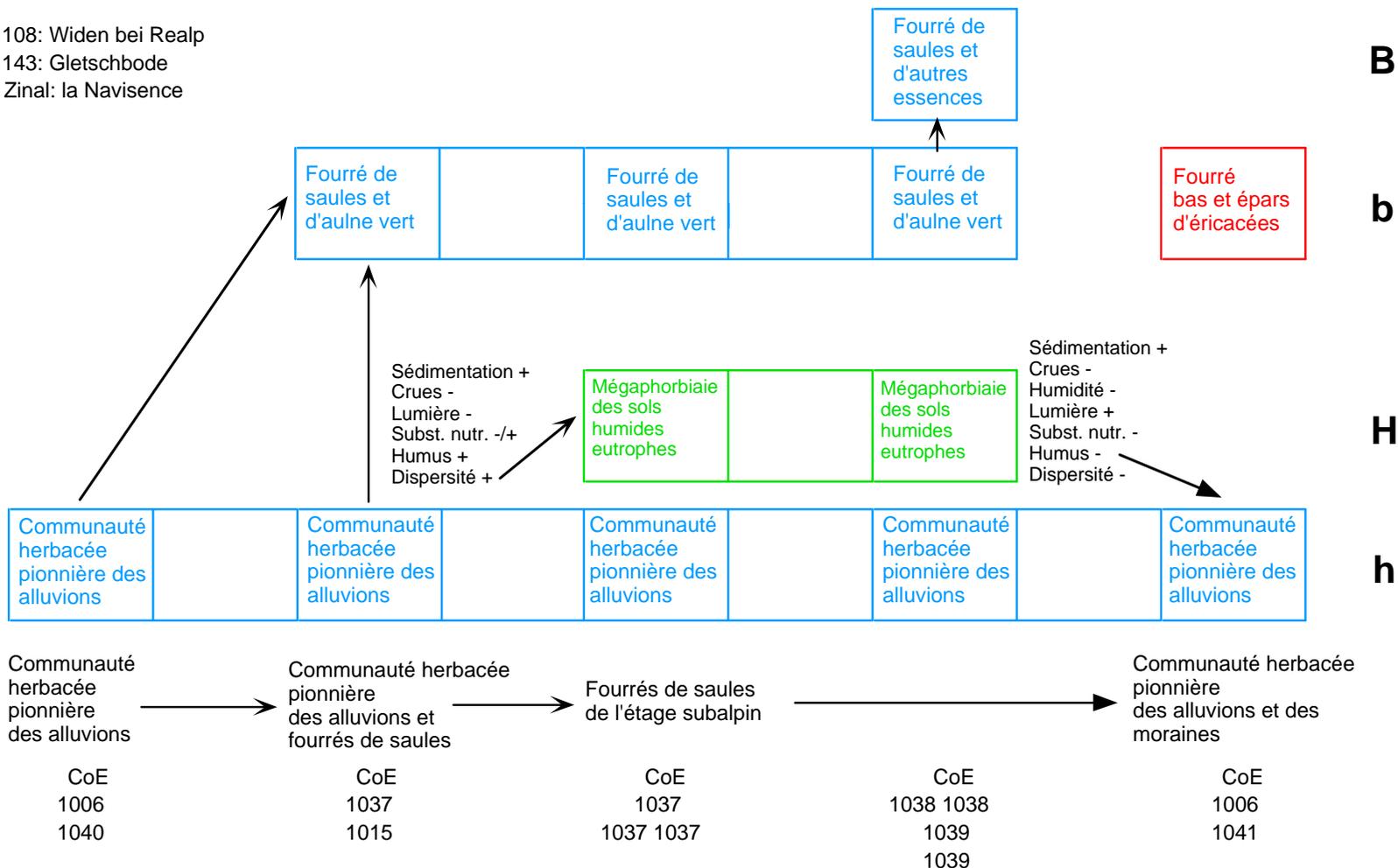
Systeme de l'etage subalpin



Gletsch, marge proglaciaire du glacier du Rhône

Systeme subalpin

108: Widen bei Realp
143: Gletschbode
Zinal: la Navisence

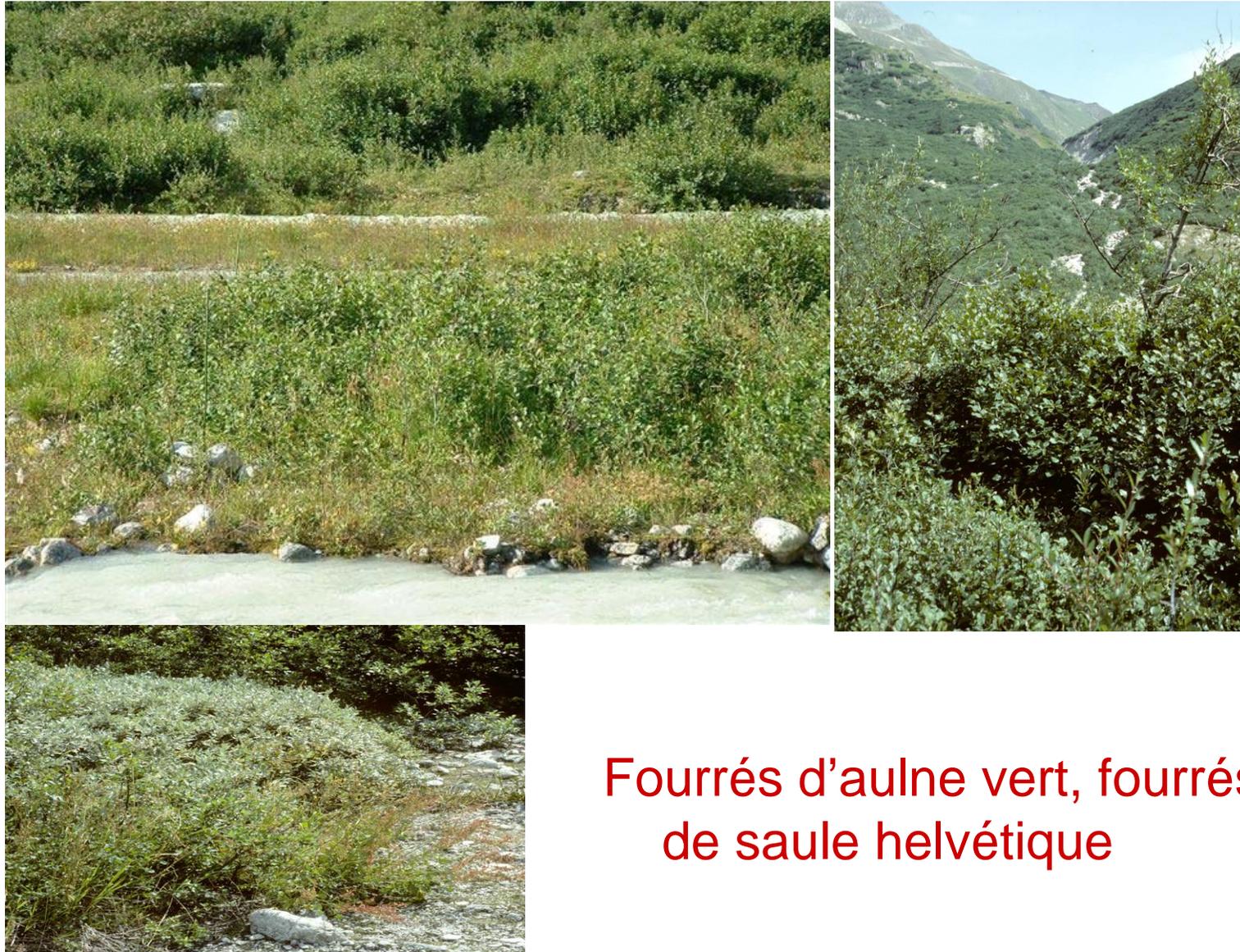


Systeme de l'etage subalpin



Communautés pionnières herbacées, fourrés d'aulne vert

Systeme de l'etage subalpin



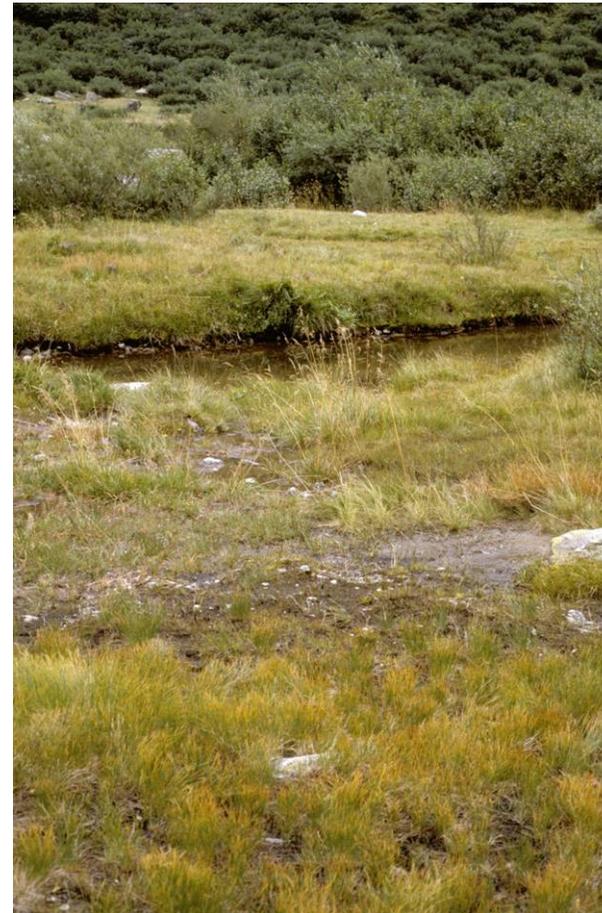
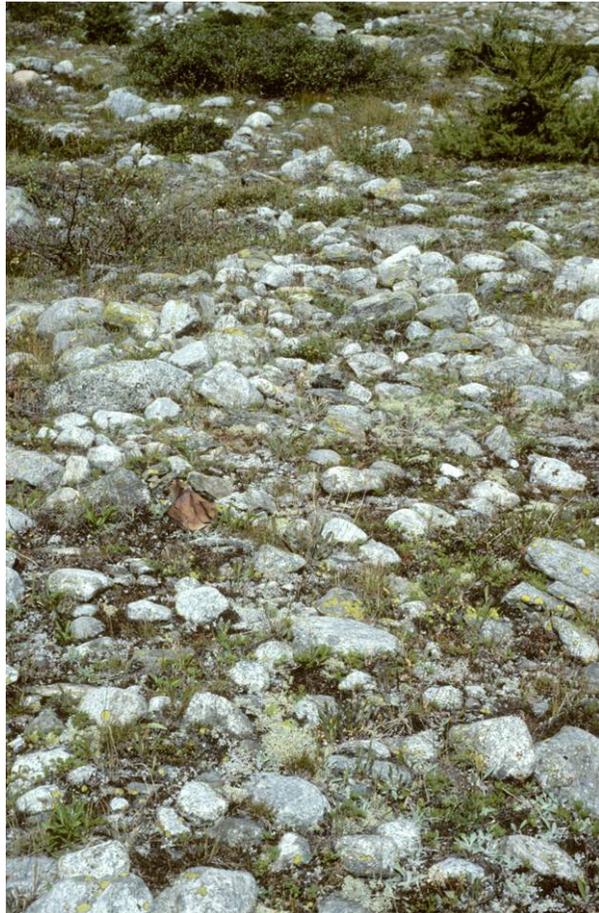
Fourrés d'aulne vert, fourrés
de saule helvétique

Systeme de l'etage subalpin



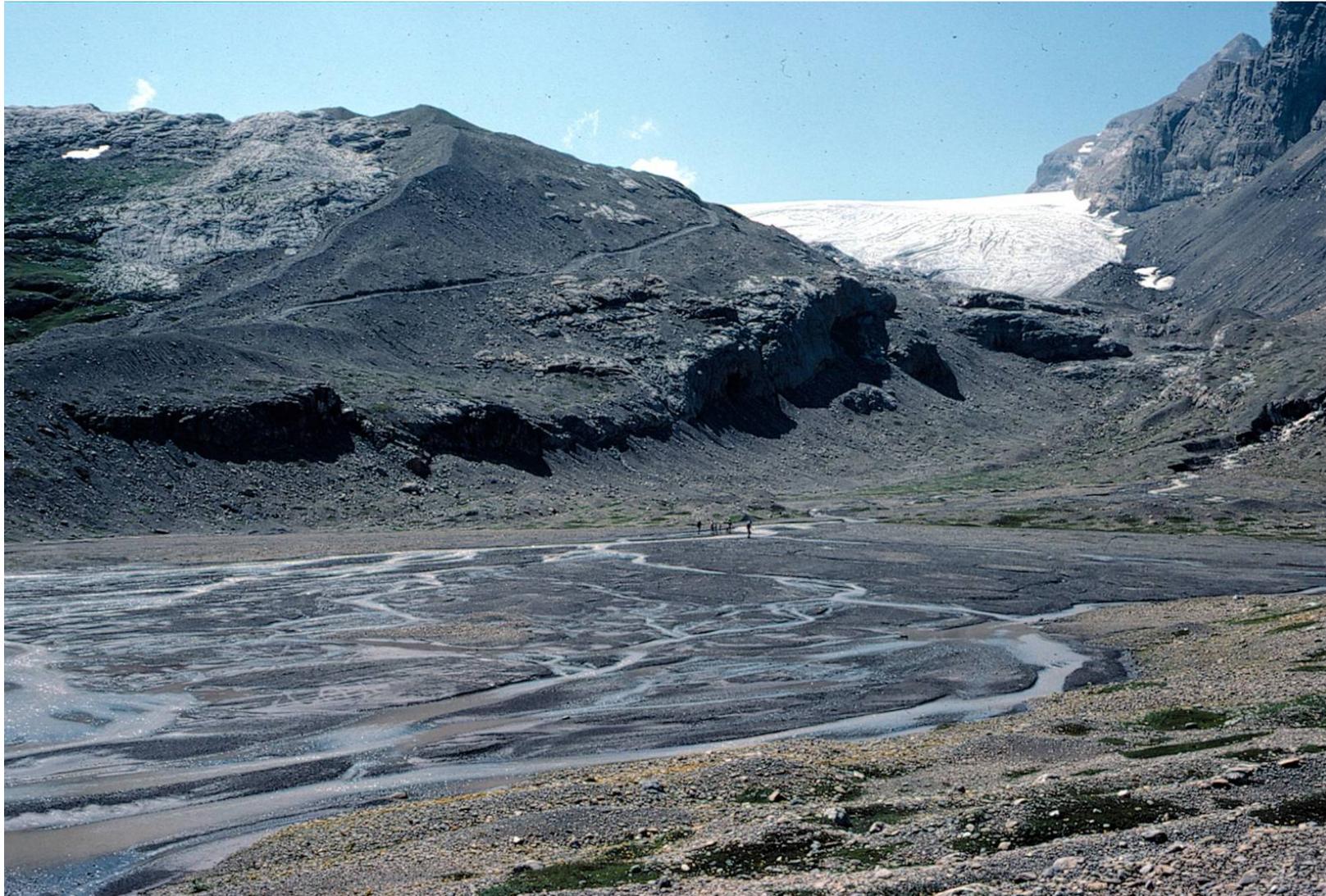
Salix daphnoides, nigricans, helvetica, hastata

Systeme de l'etage subalpin



Moraines, marais et affluents

Marges proglaciaires (étage alpin)



Marges proglaciaires

Espèce boréo-alpine (*Carex bicolor*)



3. Lois de fonctionnement

Les systèmes se simplifient avec l'altitude

Etage	Höhenstufen	Formations végétales Vegetationsformationen			
Alpin	Alpin	> 1800 m			
Subalpin supérieur / Subalpin hoch		1500-1800 m	herbacée pionnière Pionier- Kraut- fluren	à bois tendre Weich- hölzer	forestière climacique Klimax Wald
Montagnard sup. et subalpin inf. Montan hoch und subalpin tief		1000-1500 m			
Collinéen et montagnard inférieur Kollin und montan tief		190-1000 m		à bois dur Hart- hölzer	

Lois de fonctionnement

L'implantation des essences pionnières s'effectue uniquement par semis sur des sédiments minéraux neufs



Lois de fonctionnement



Loi de fonctionnement

Les communautés arborescentes post-pionnières et climaciques sont issues « de l'intérieur » des phytocénoses car les graines de ces essences sont capables de germer à la mi-ombre ou à l'ombre



Un antagonisme permanent



Dynamique autogène tend vers un état stable: climax



Dynamique exogène tend vers un état abiotique





4. Revitalisation

Régénérer les processus dynamiques:
érosion, sédimentation, inondation

Donner de l'espace au cours d'eau

Exemples de revitalisations

Pascoletto, Moesa (GR)



1997



2002



2009

Ruppoldingen SO: création d'une nouvelle zone alluviale

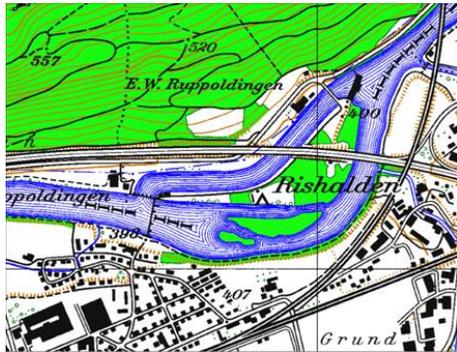


Photo: www.atel.ch

5. Quelle modèle, quelle référence ? Référence temporelle ?



Référence spatiale ?





Référence théoriquement
reconstruite ?

A partir des références spatiales et
temporelles

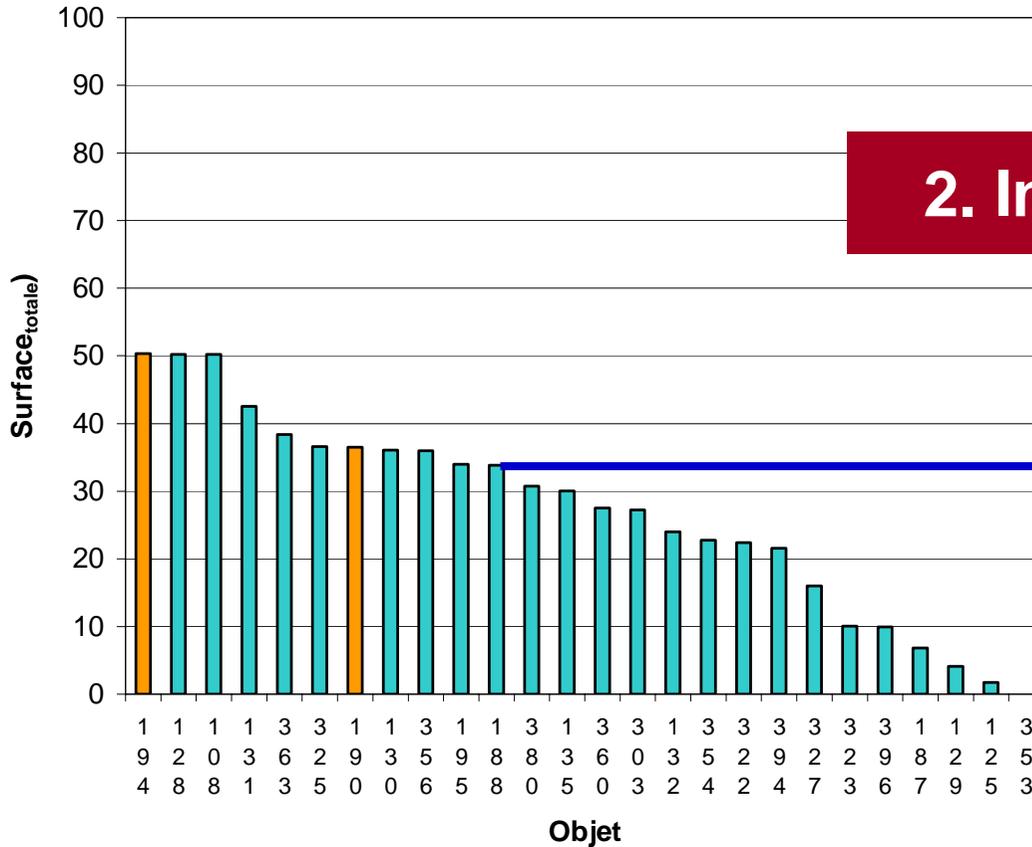


3 indices

- Diversité des formations de cartographie (Indice de Shannon)
- Taux de formations pionnières
- Taux de forêts alluviales typiques

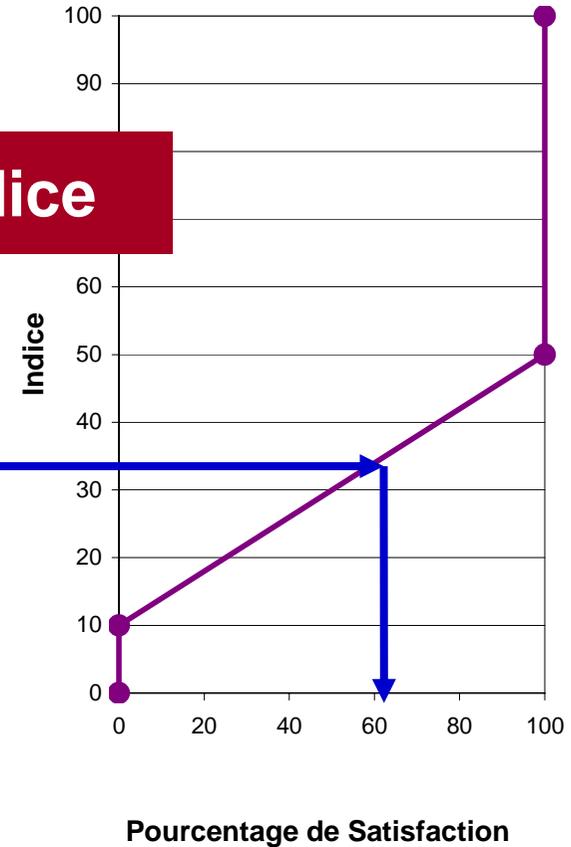
Taux de formations pionnières

Taux de surface dynamique : $\text{Pourcentage de formations pionnières} (F3 / \text{Surface}_{\text{totale}}) + (F4 / \text{Surface}_{\text{totale}})$



1. Données

2. Indice



3.

Images directrices pour la végétation

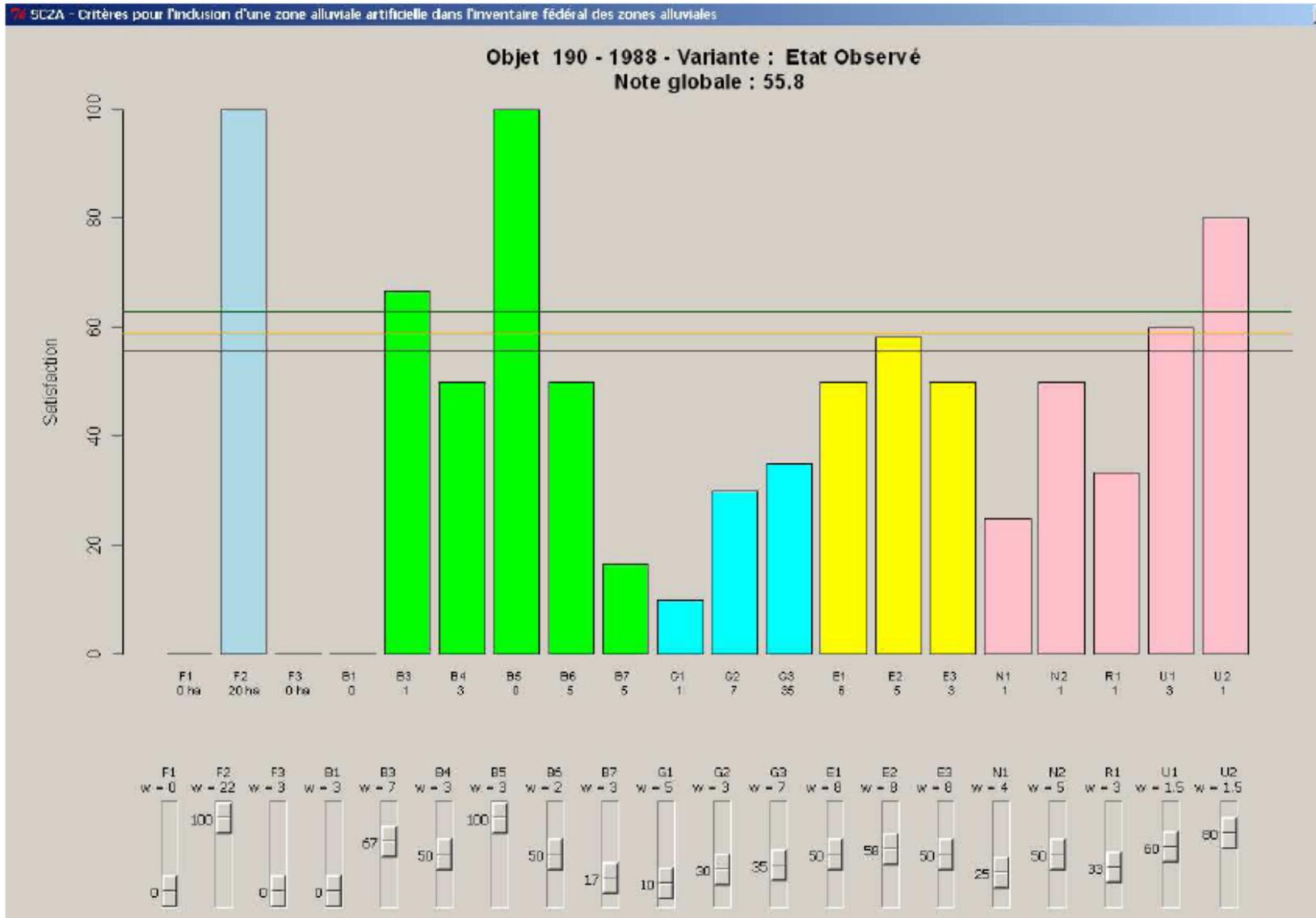
	Type d'objet	Indice de Shannon 6 formations		Surface HERB et FBT / Surface totale objet		Surface des forêts alluviales typiques / Surface totale des forêts		
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	
3	Cours d'eau de l'étage subalpin	1	1.4	20	50	20	60	
4	Cours d'eau de l'étage montagnard	1.2	1.6	20	50/60/80	20	60	
5	Cours d'eau de l'étage collinéen du Moyen-Pays	1.2	1.6	10	40/50/70	20	60	
6	Cours d'eau de l'étage collinéen du Sud des Alpes	1.2	1.6	10	40/50/70	20	60	
7	Cours d'eau de l'étage collinéen des Alpes centrales	1	1.4	20	50/60/80	20	60	
8a	Cone d'alluvions de l'étage collinéen	1.2	1.6	20	50/60/80	20	60	
8b	Cours d'eau en milieu marécageux	1	1.4	20	40/80/90	20	60	
8c	Cours d'eau jurassien	1	1.4	0	20	20	60	
9	Deltas	1.2	1.6	20	40/80/90	20	60	
10	Rive lacustre	1	1.4	20	40/80/90	20	60	



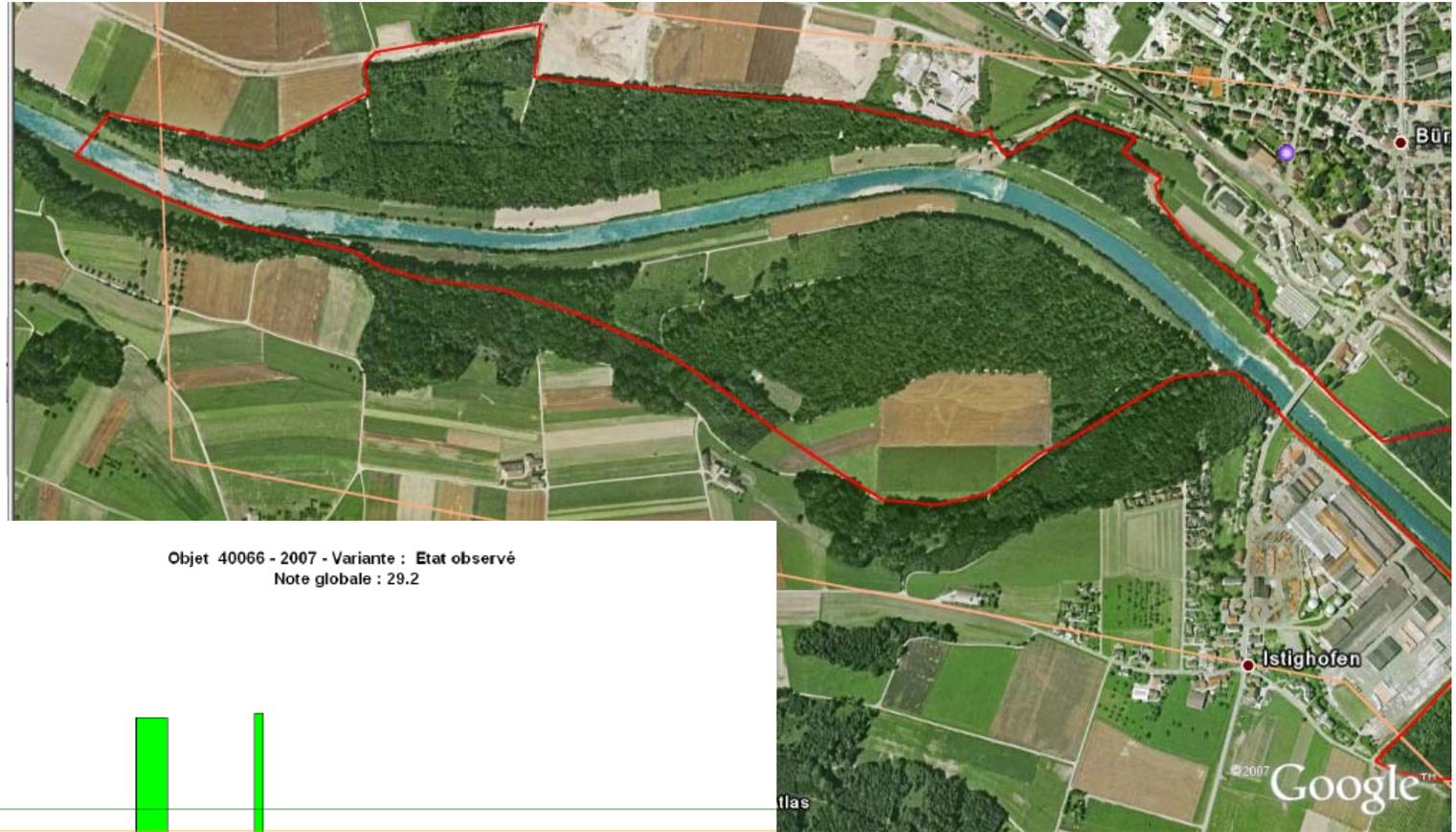
Système d'évaluation des zones alluviales artificielles au-dessous de 1000 m (Groupe 1).

Critères					Pondérations (%)				
N°	Nom	Description	Fonction de préférence	Polarité du critère	Critères synthétiques d'appréciation				Total
					Surface	Biodiversité	Dynamique alluviale	Qualité	
					F	BD1	D1	Q1	
F1	Forêt alluviale à bois dur	Surface FBD (ha)		+	8				25
F2	Formation alluviale à bois tendre Formation alluviale herbacée	Surface FBT + FH (ha)		+	14				
F3	Bancs de sédiments	Surface BS (ha)		+	3				
B1	Indice de dynamique	Proportion des surfaces: BS / (FBD+FBT+FH+BS) (-)		+			3		21
B2/3	Indice de diversité	Nombre d'unités entre 3 et 15 (données avant 1998) (-)		+		7			
		Indice de Shannon sur les unités de 3 à 15 $I = - \sum \ln(\pi_i) \cdot \pi_i$ où $i=13$ (données depuis 1998) (-)							
B4	Variantes positives	Nombre de variantes: 3.1 3.2 4.2 4.3 5 (total) 6.1 6.2 6.4 6.5 7.1 7.2 7.4 8.1 8.2 8.5 8.6 8.7 9 (total) 10.1 10.3 11.1 14 15.1 15.2 15.3		+				3	
B5	Variantes négatives	Nombre de variantes: 4.1 6.3 7.3 8.3 8.4 10.2 11.2 11.3 12.1 12.3 12.4 13.1 13.2 16.1 16.3 18.1 18.3		-				3	
B6	Perturbations positives de la végétation (dynamique alluviale)	Somme des points*		+			2		
B7	Perturbations négatives de la végétation	Somme des points*		-				3	

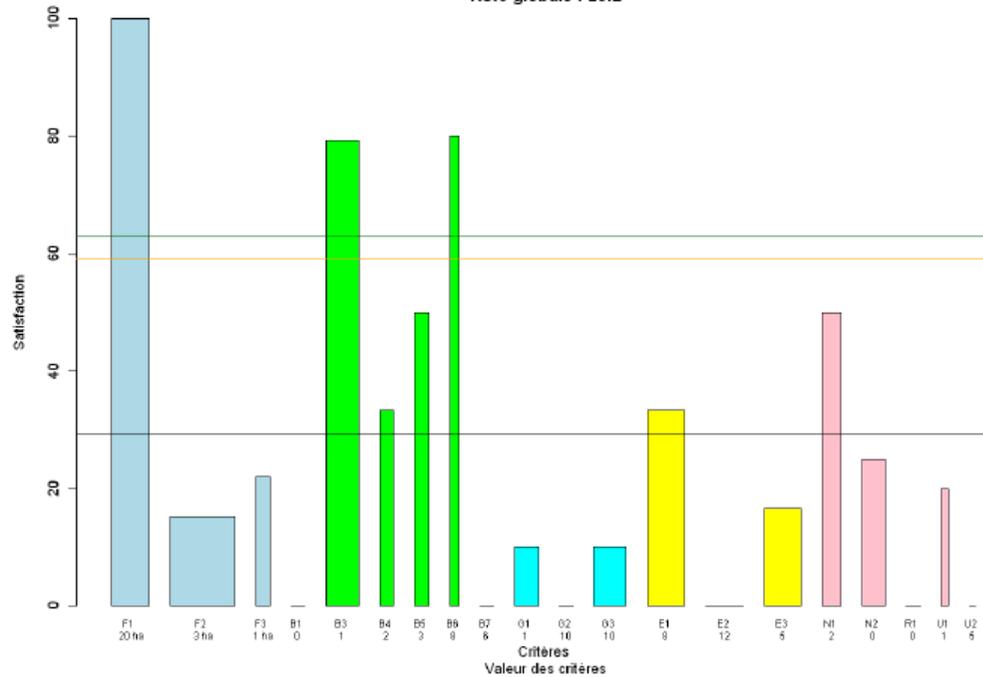
6. Revitalisation. Un outil pour optimiser les revitalisations



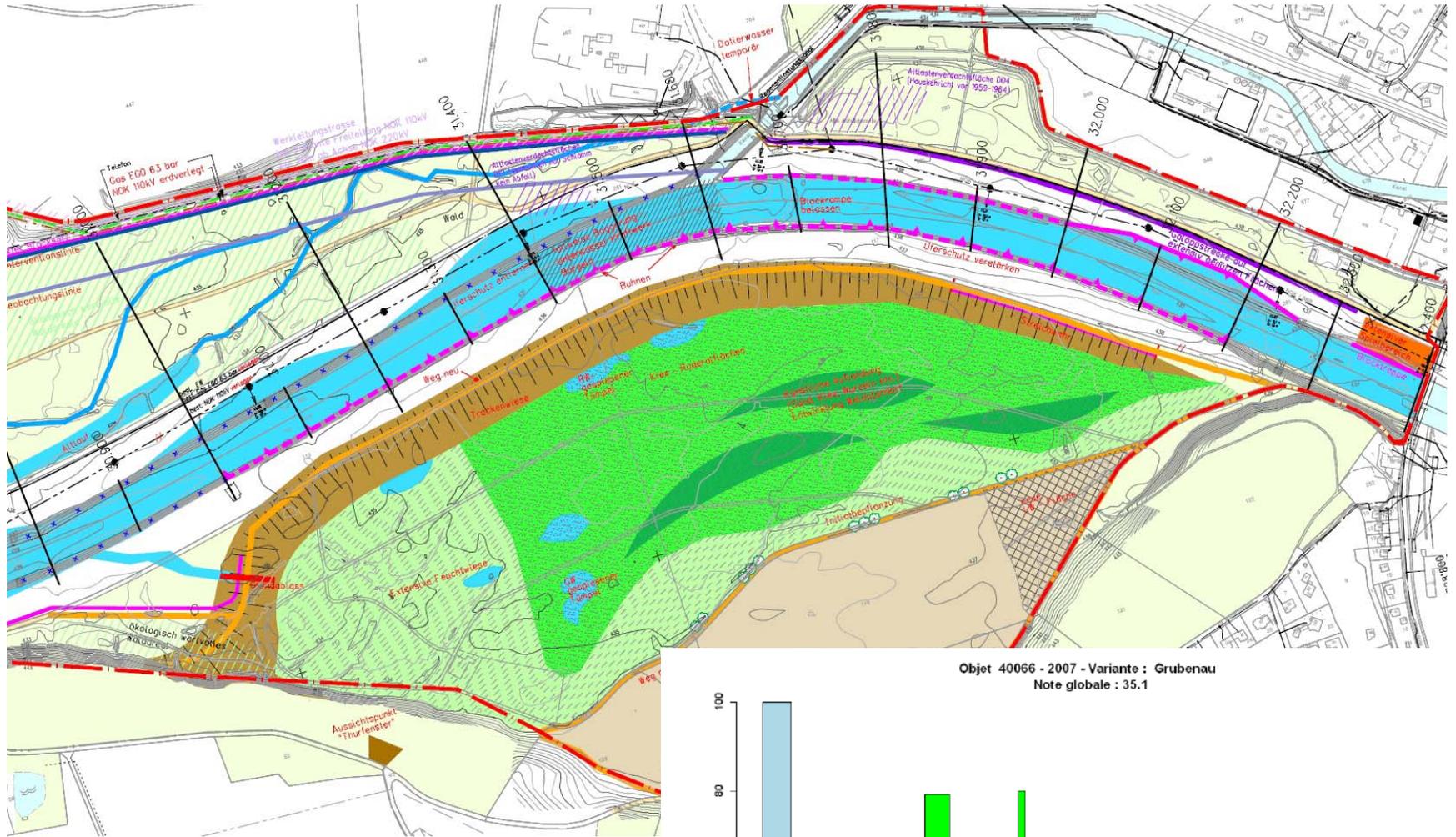
Revitalisation Thur « Weinfelden-Bürglen TG »



Objet 40066 - 2007 - Variante : Etat observé
Note globale : 29.2



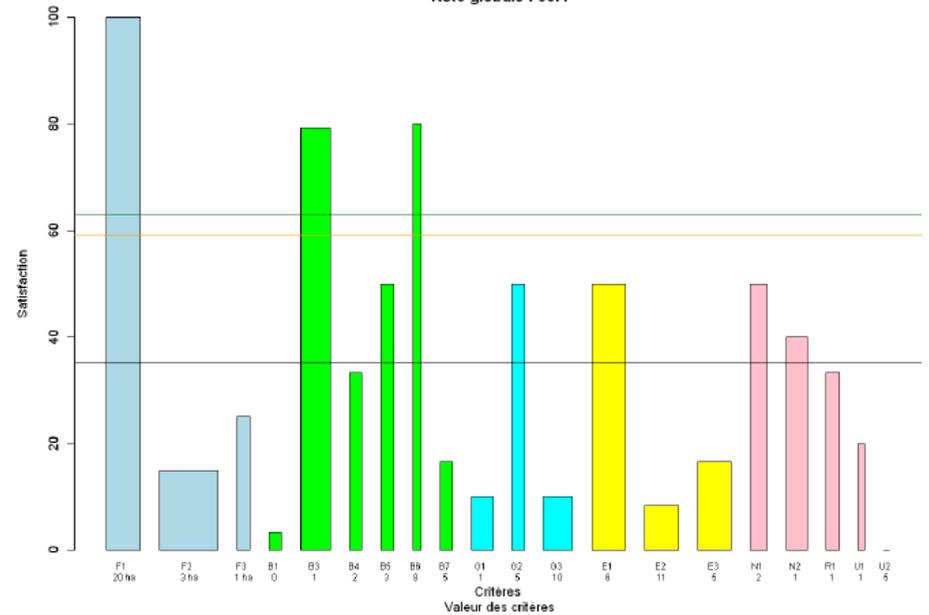
Note: 29,2/100

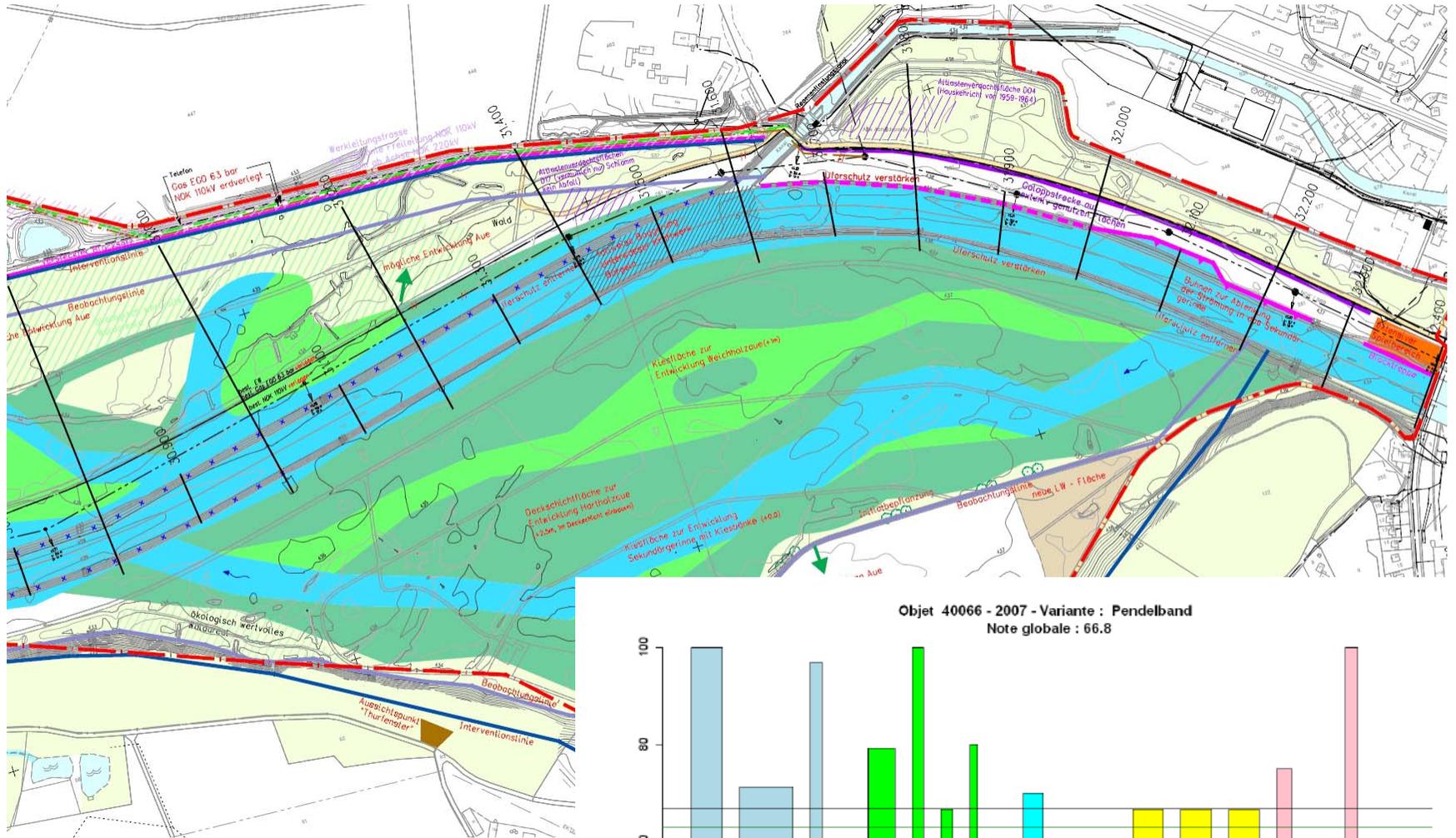


Bassin de rétention

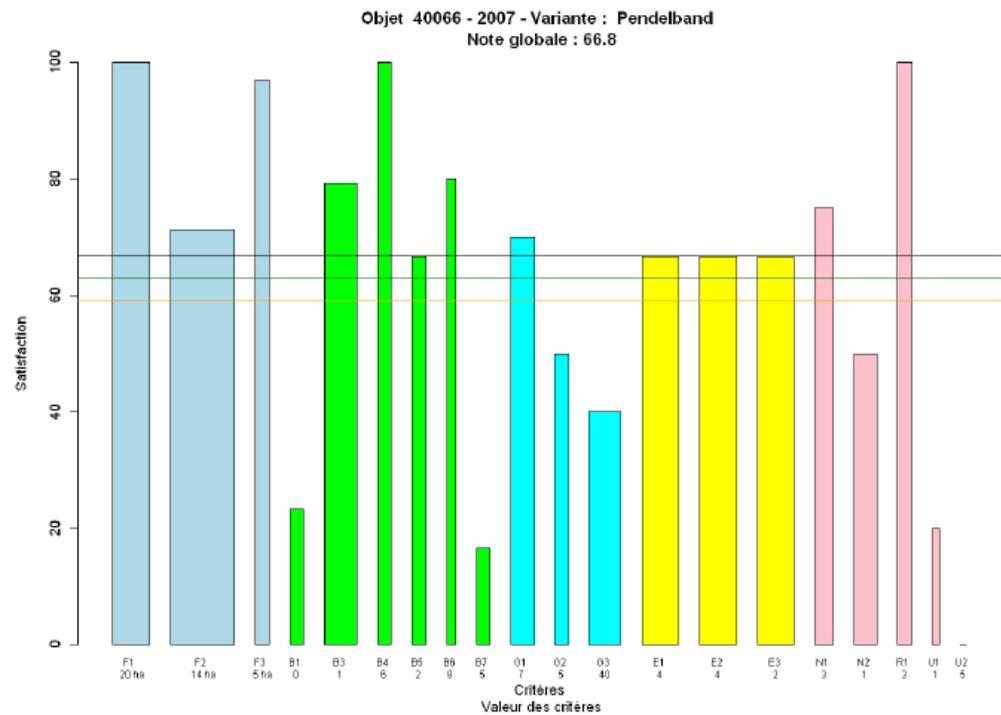
Note: 35,1/100

Objet 40066 - 2007 - Variante : Grubenau
Note globale : 35.1

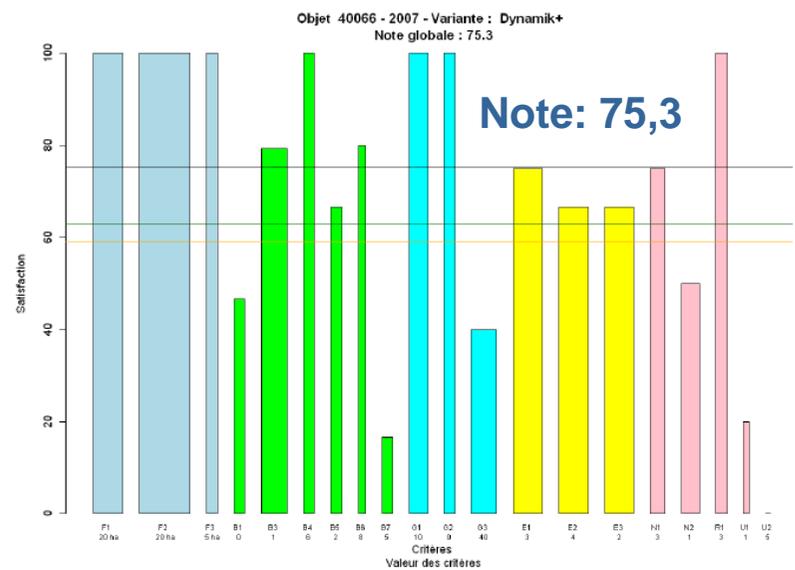
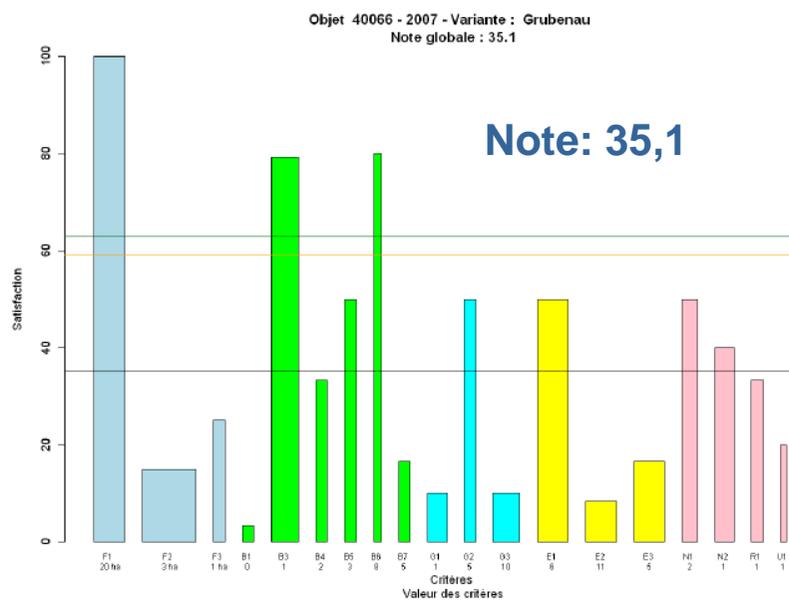
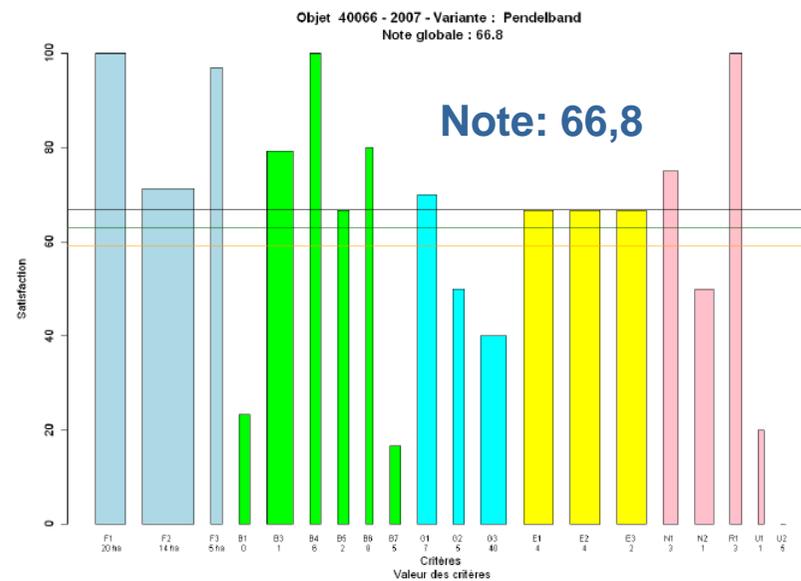
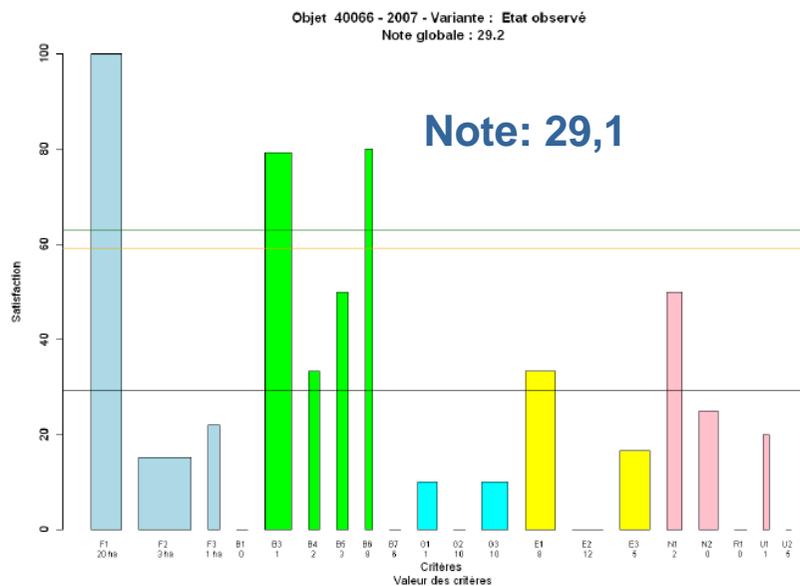




Surface de divagation
Note: 66,8/100



Revitalisation Thur « Weinfelden-Bürglen TG »



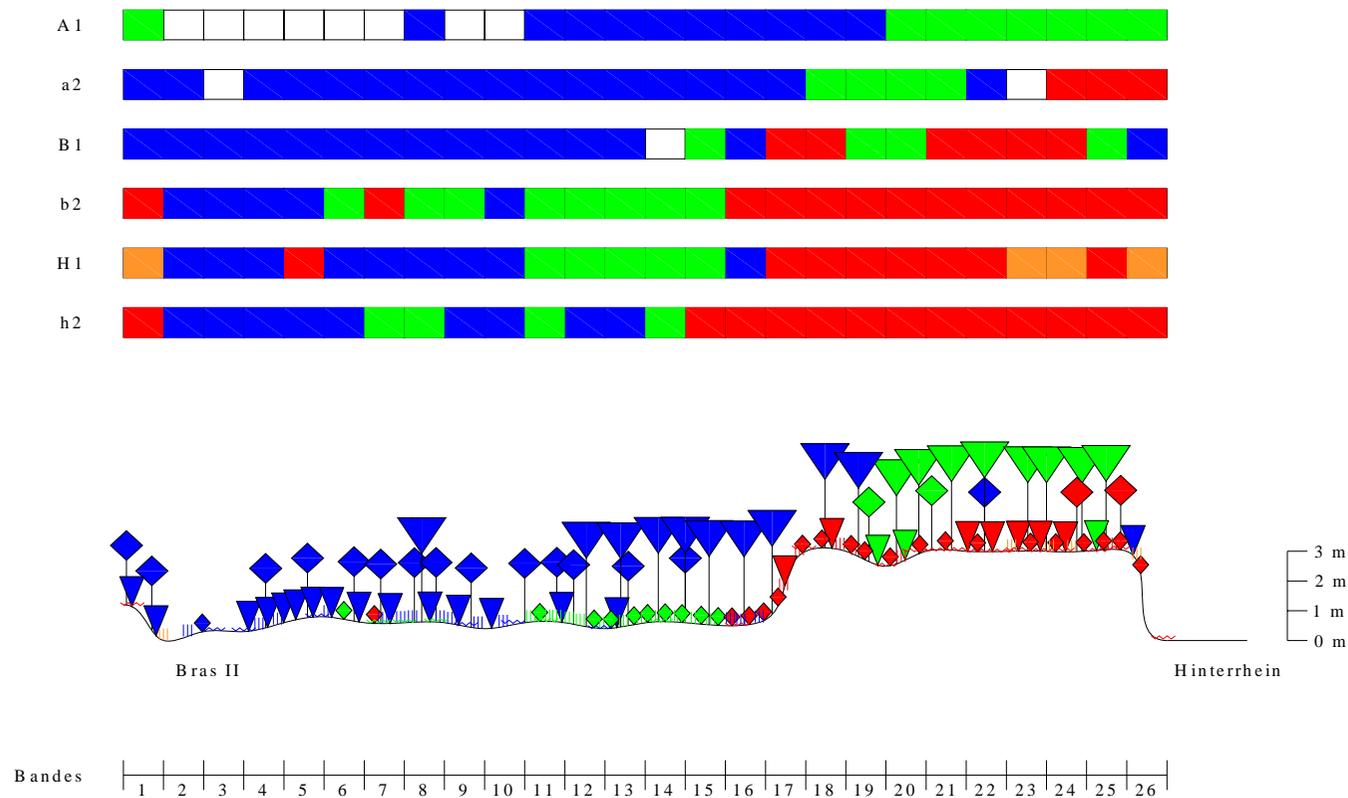


Merci de votre attention



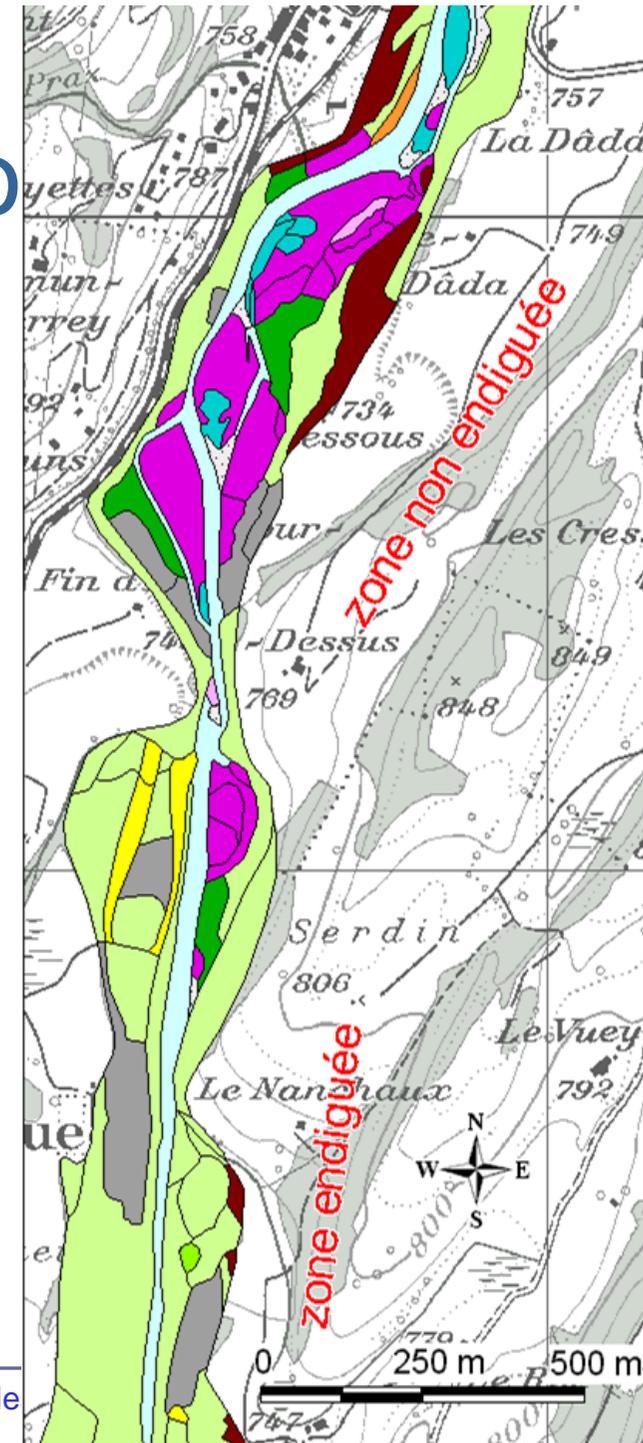


Objet de référence: Rhäzüns



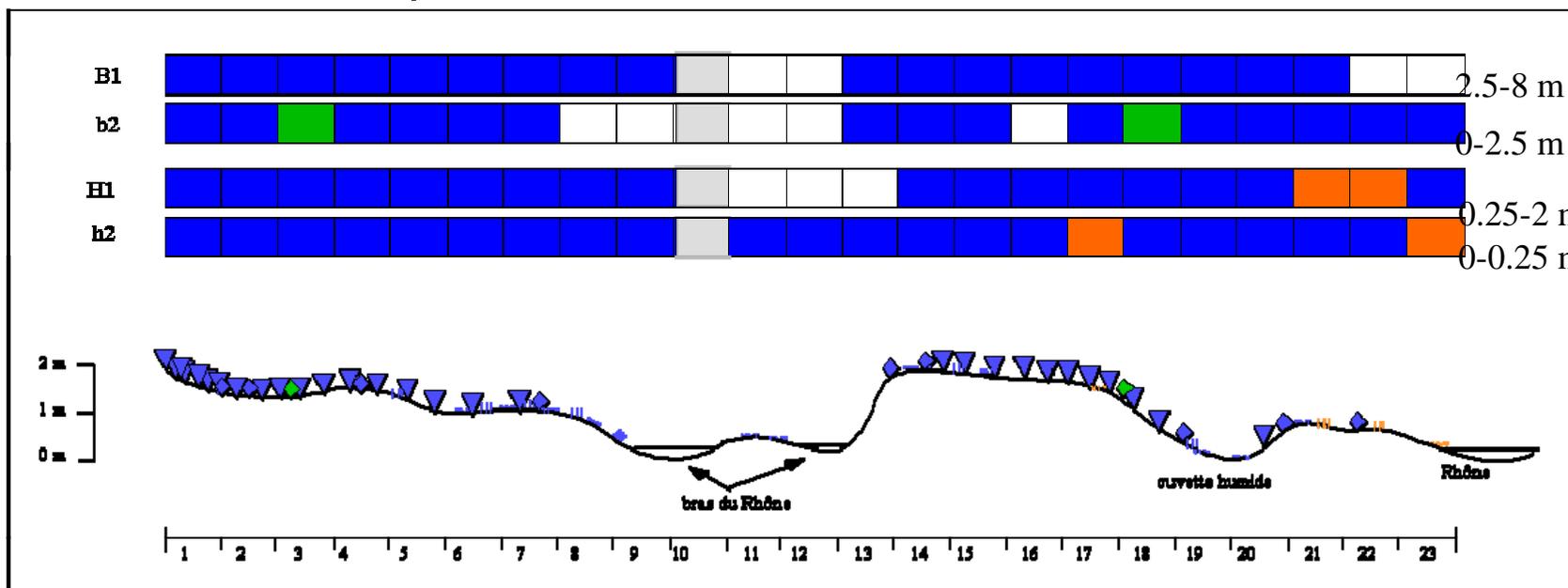
Carte de la végétation

N° 66 Les Auges de Neirivue FR

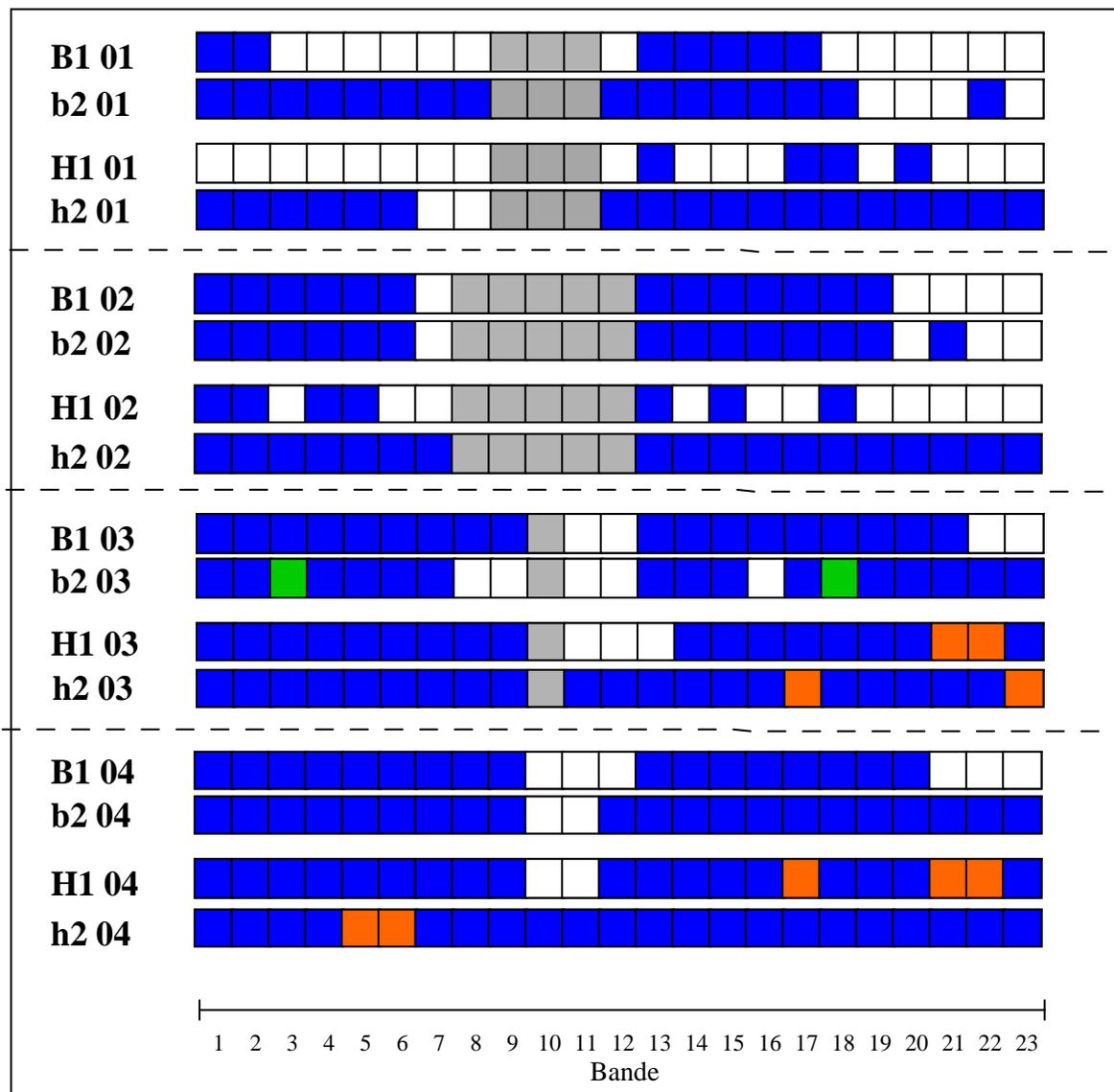


La végétation devient-elle plus typique?

Relevés de végétation sur des transects permanents



Série temporelle

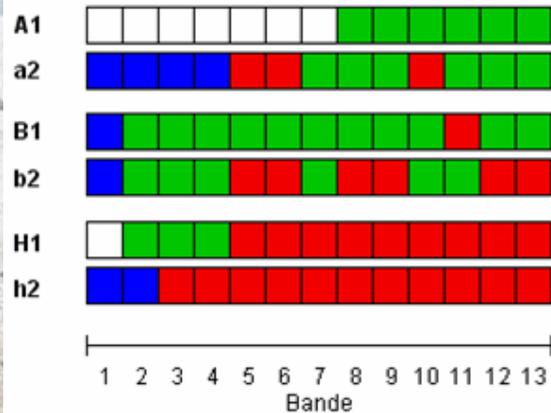


Répartition des communautés.

Exemple de Wilerau

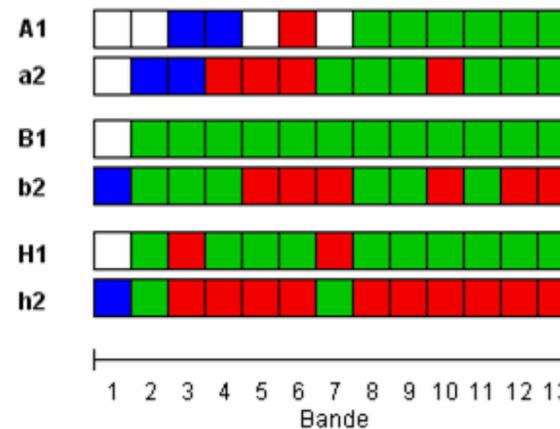
Dynamik-Index = Anzahl Zellen, die von Pionier-Homecien besetzt sind / Anzahl besetzte Zellen

$I = 0.11$



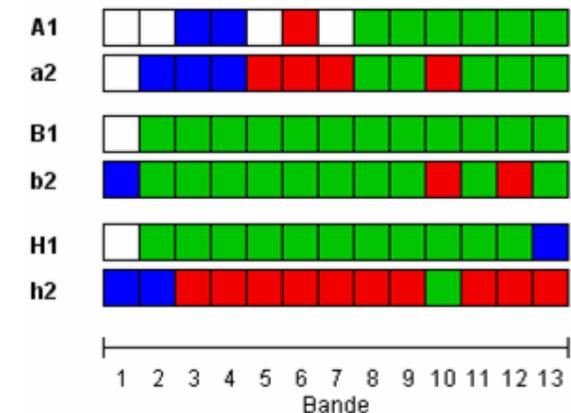
1999

$I = 0.08$



2003

$I = 0.12$



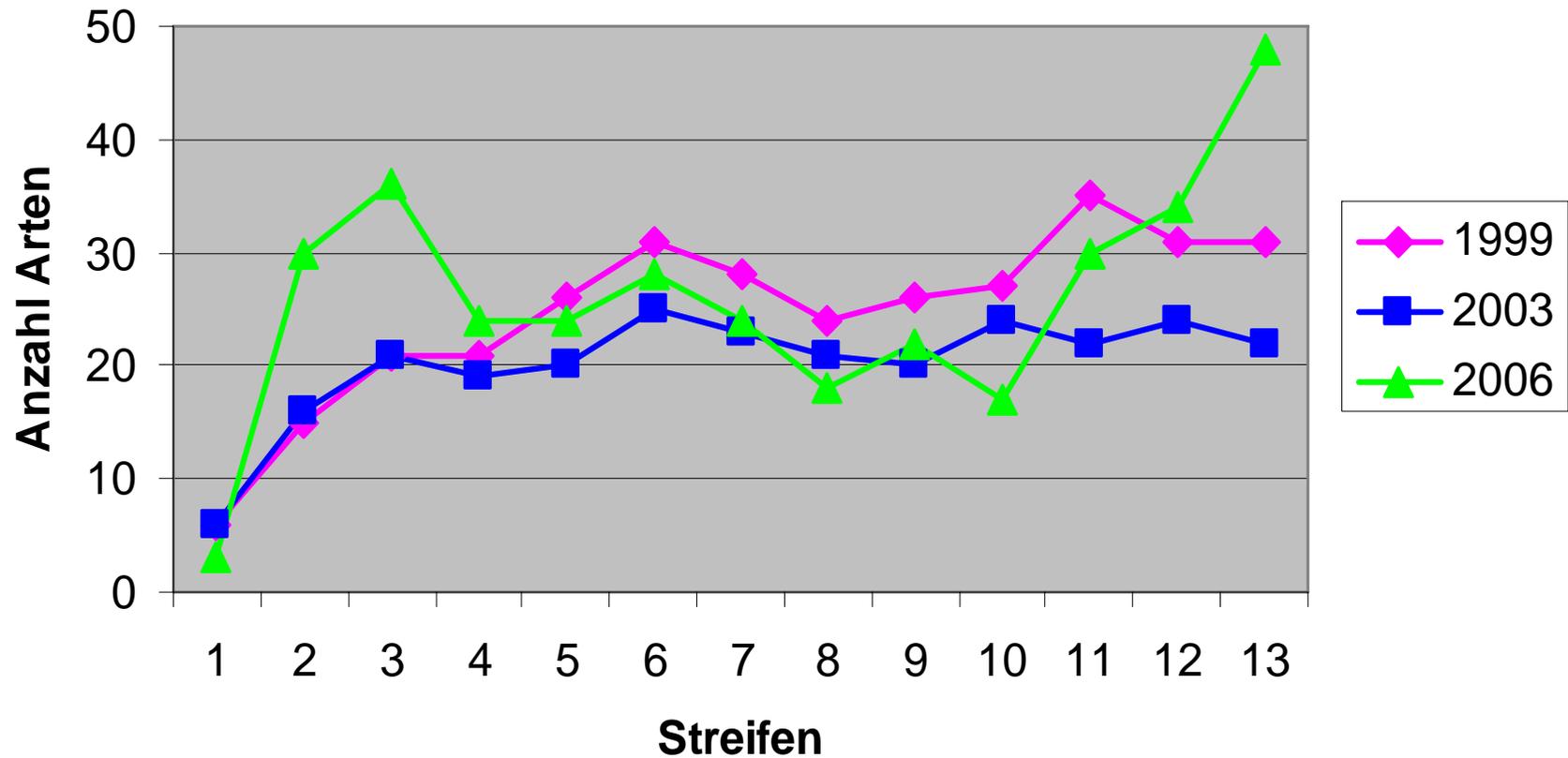
2006

Sense 2005: $I = 0.41$

- Pioniergesellschaften
- Postpioniergesellschaften
- Klimaxgesellschaften

Entwicklung der Biodiversität

Biodiversität, Wilerau T1



Les profils en travers

Le niveau de plein bord

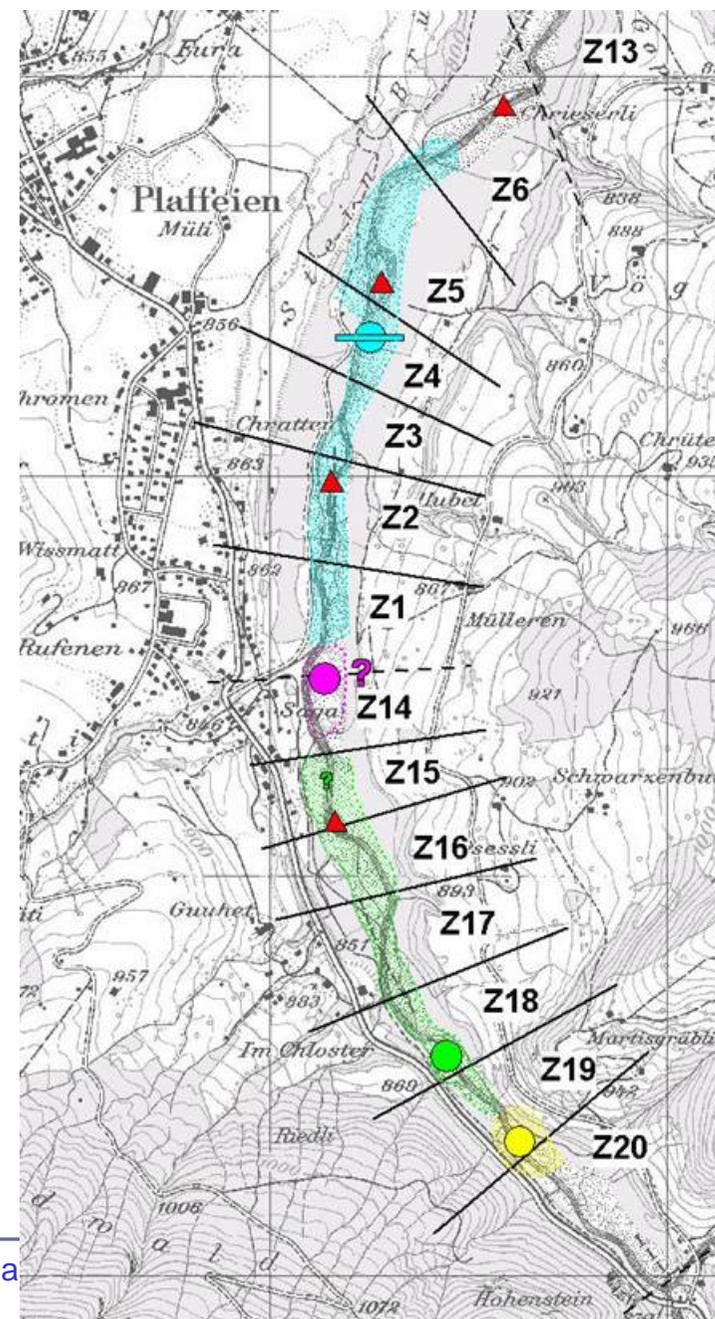


Les espèces animales typiques des zones alluviales ont-elles augmenté?



Chevalier guignette

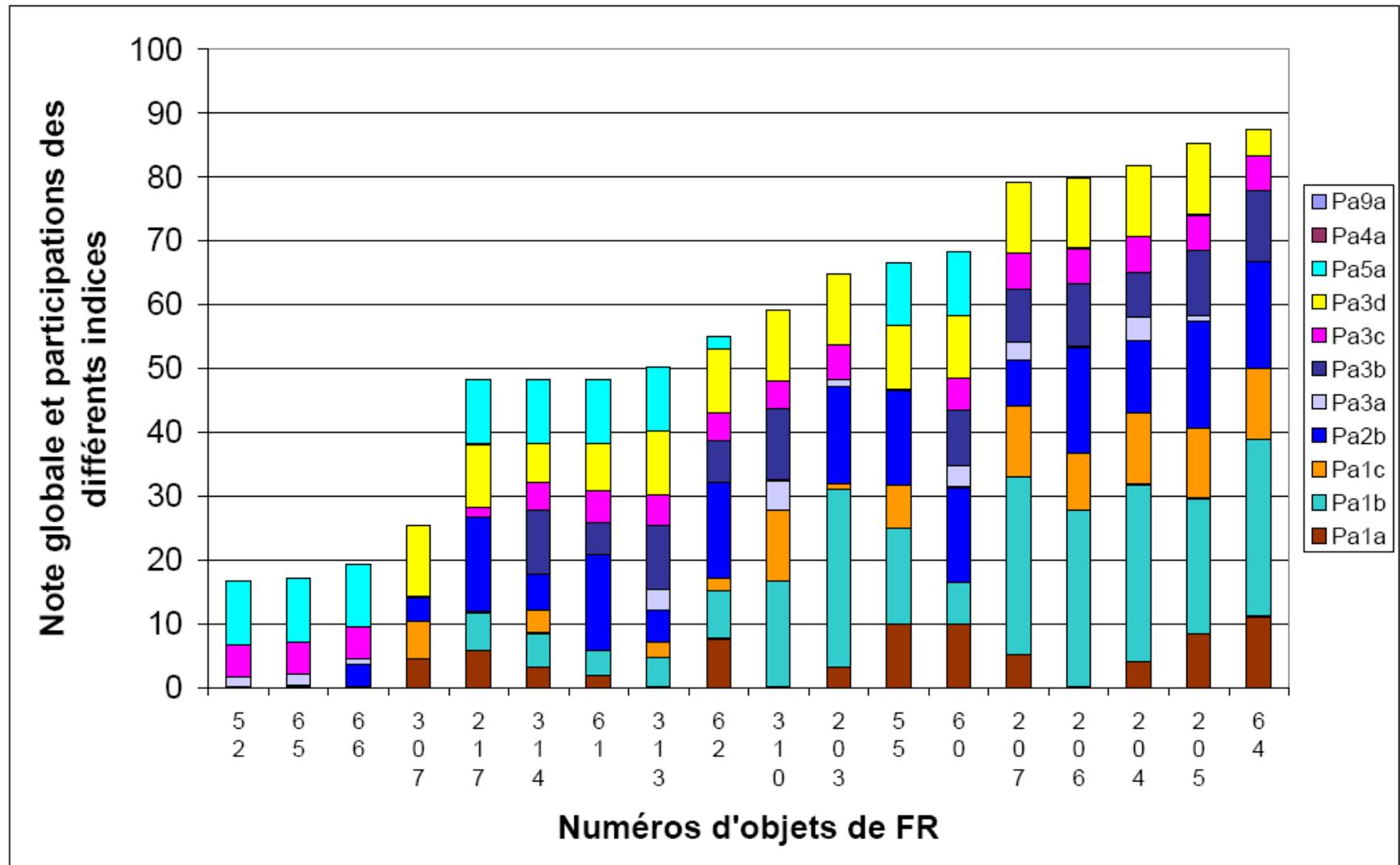
Recensement des effectifs



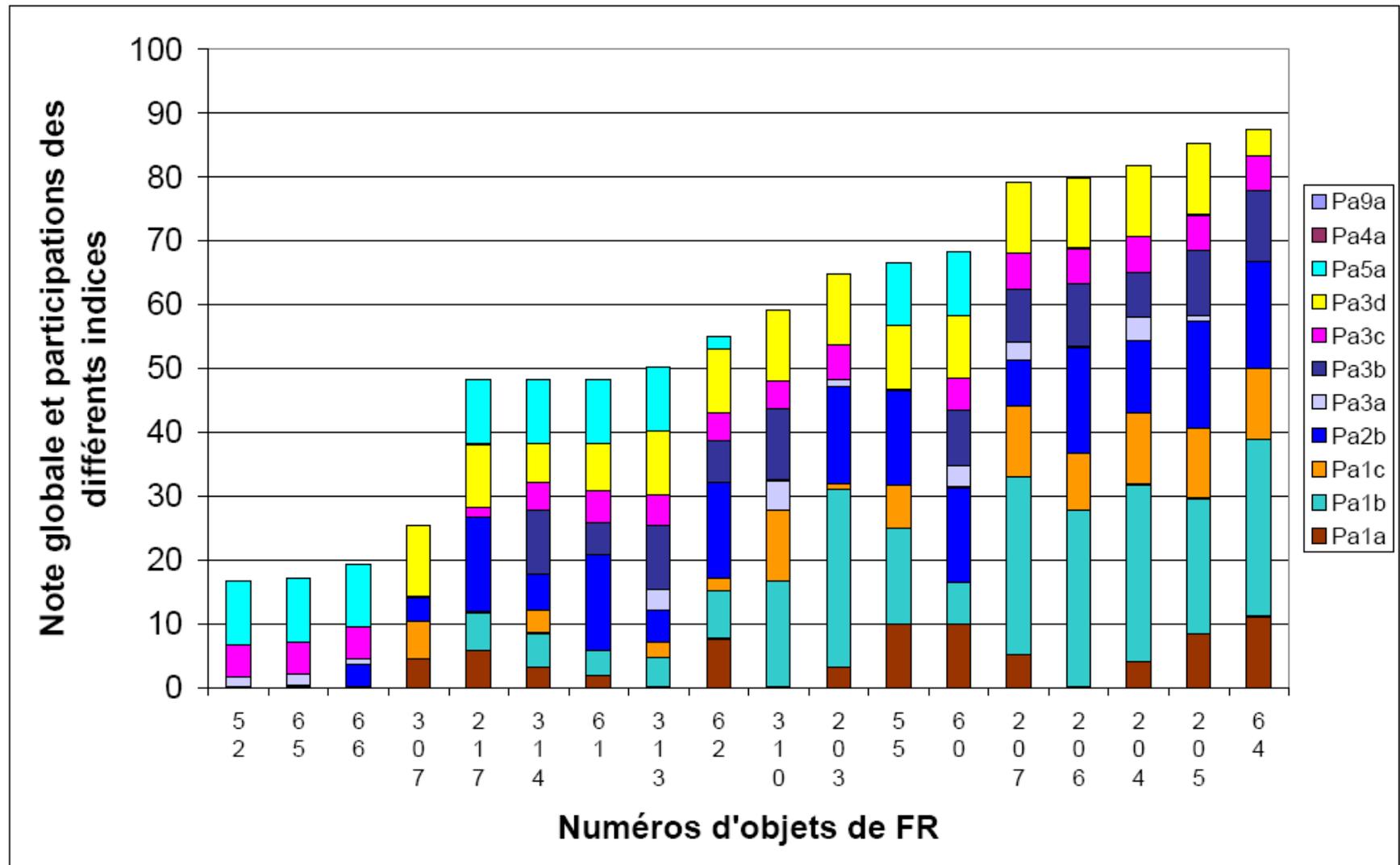
Diagnostic: une vue générale

Thema \ Typ	Dyn	Geom	Hyd	Flora	Eingr
Vorfeld	83	85	76	69	92
S.ebene	44	89	86	77	76
Fl. subalpin	41	33	76	56	65
Fl. montan	36	46	62	50	60
Fl. ML	16	41	79	31	45
Fl. ASS	21	38	68	37	48
Fl. ZA	50	43	51	k.A.	63
Sing.	81	k.A.	81	54	67
Delta	61	61	73	46	55
S.ufer	64	48	61	54	58

Description d'un état: une note par objet. Canton de Fribourg

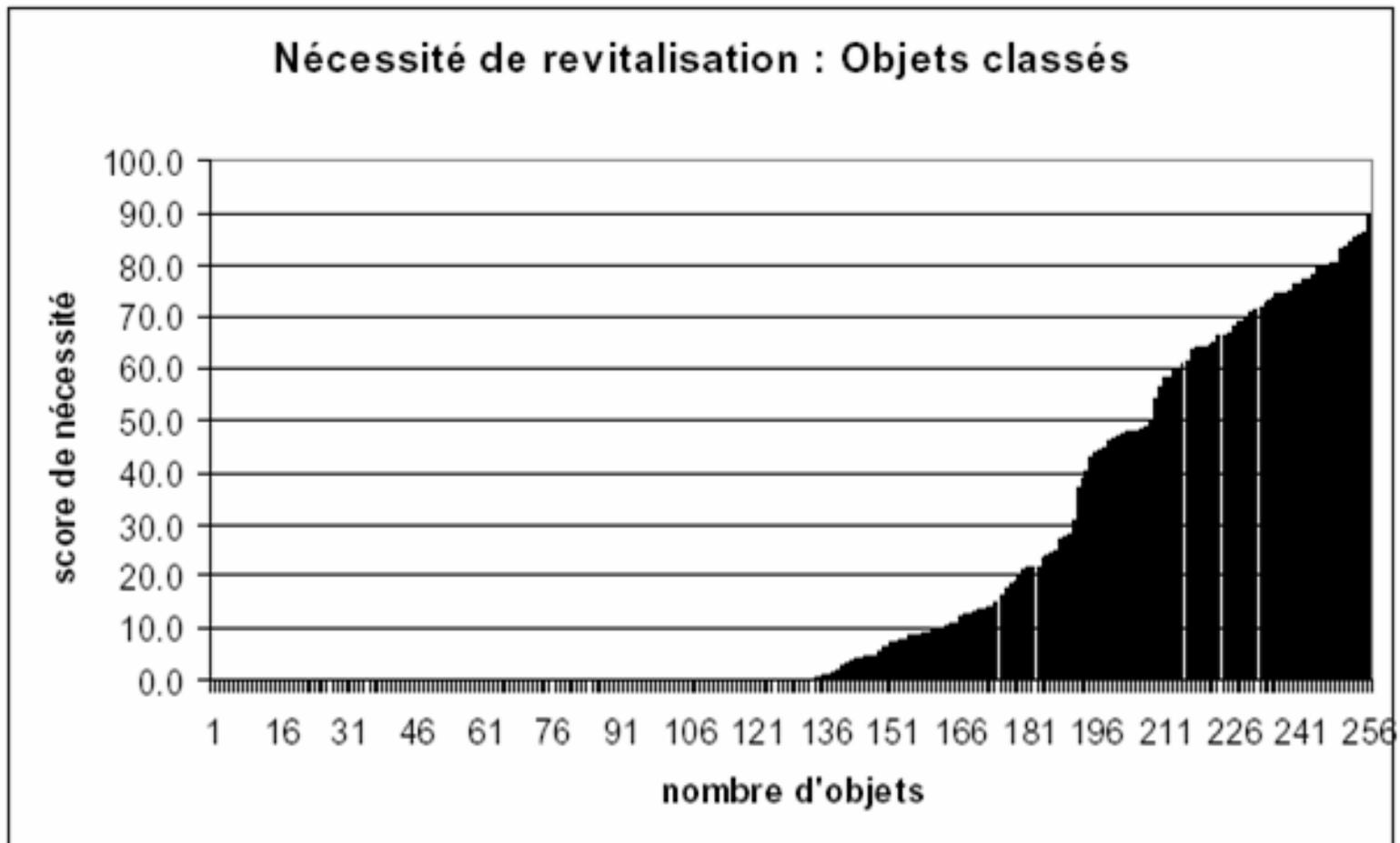


Description d'un état: une note par objet. Canton de Fribourg



Revitaliser: une nécessité

Nécessité = Marge de progression x levier d'action



Revitaliser: une difficulté

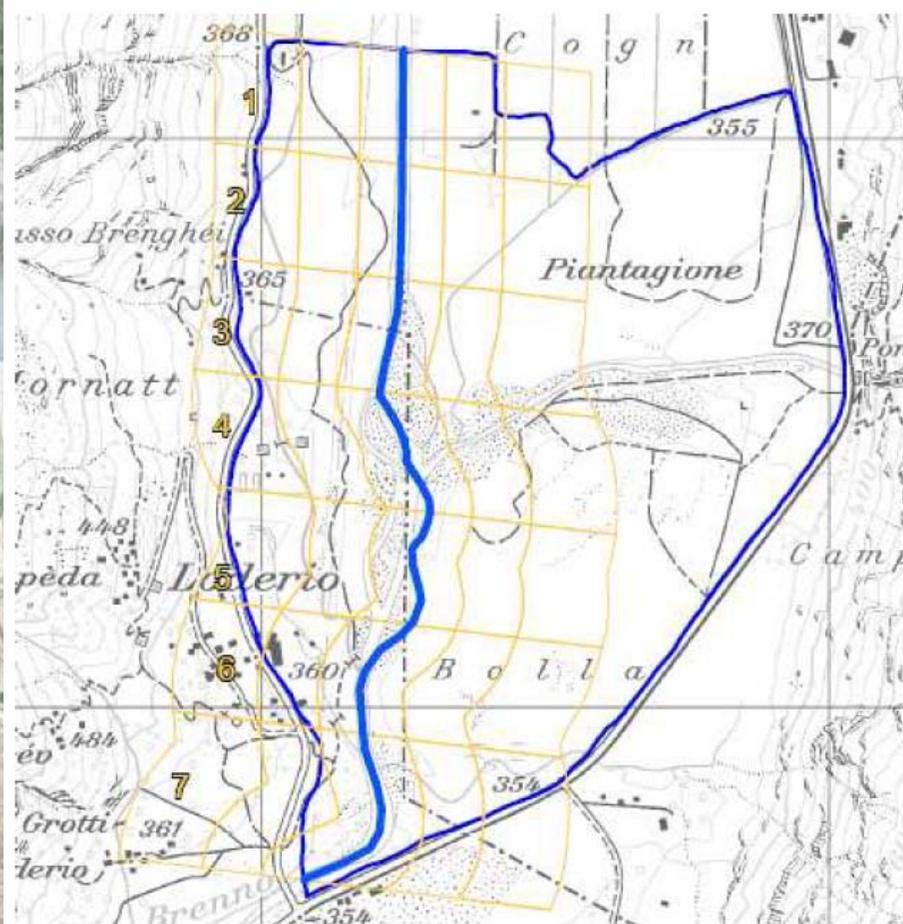


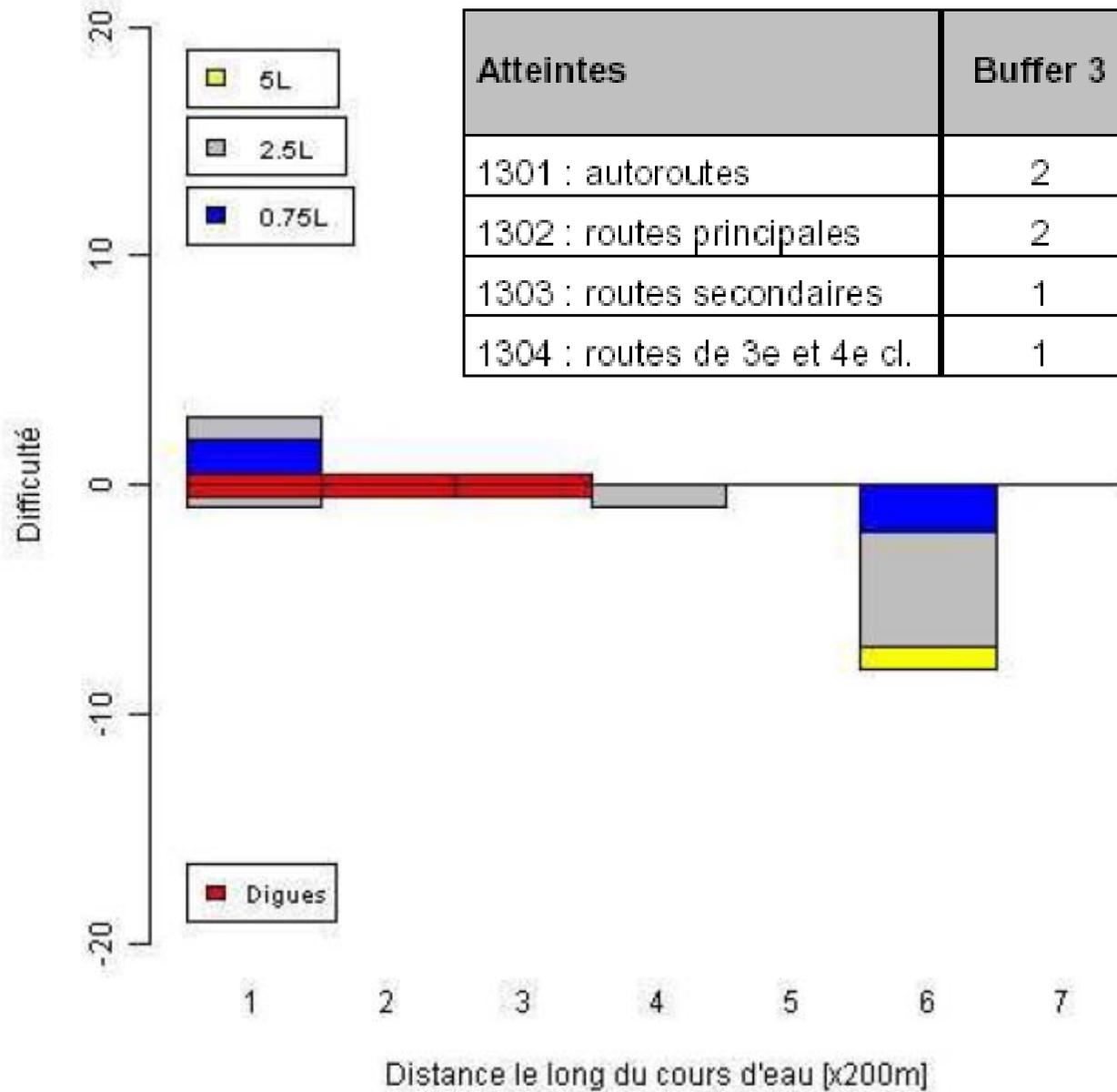
Figure 10 : Carte de l'objet 150, superposé à la carte topographique. Les buffers et tronçons sont en orange.



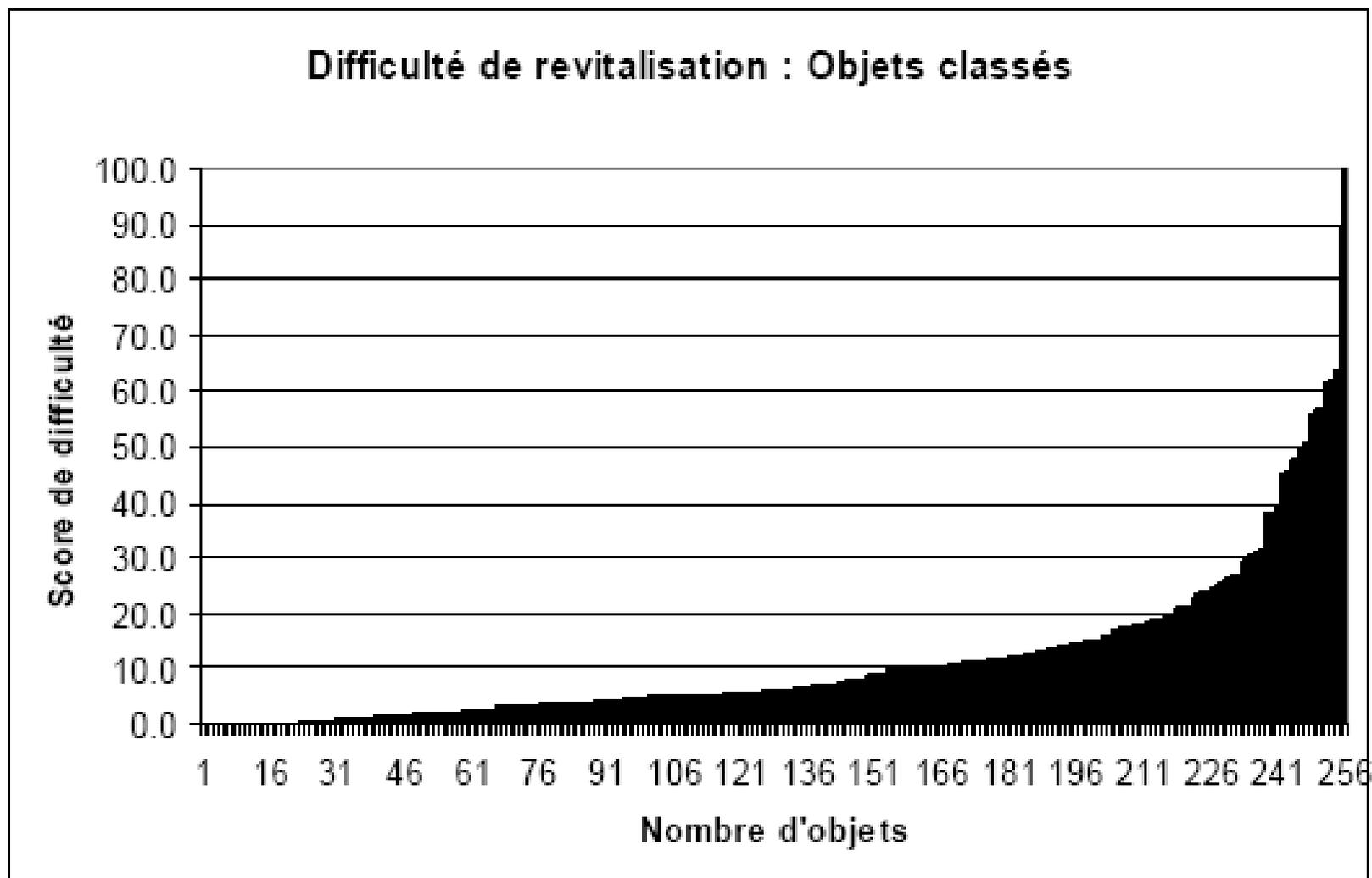
Figure 9 : Carte des atteintes de l'objet 150. Les buffers et tronçons sont en orange.



Objet n° 150

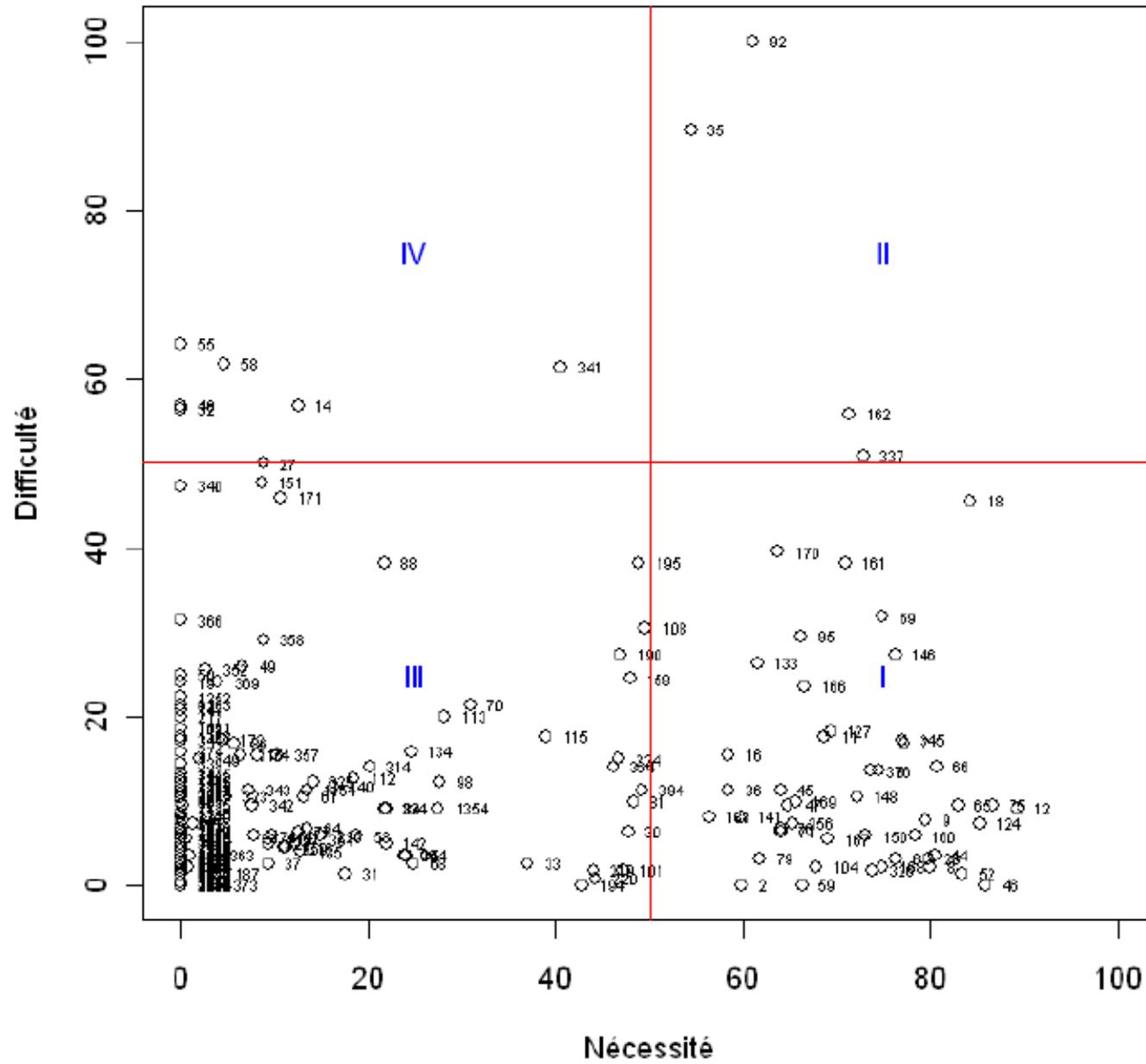


Revitaliser: une difficulté

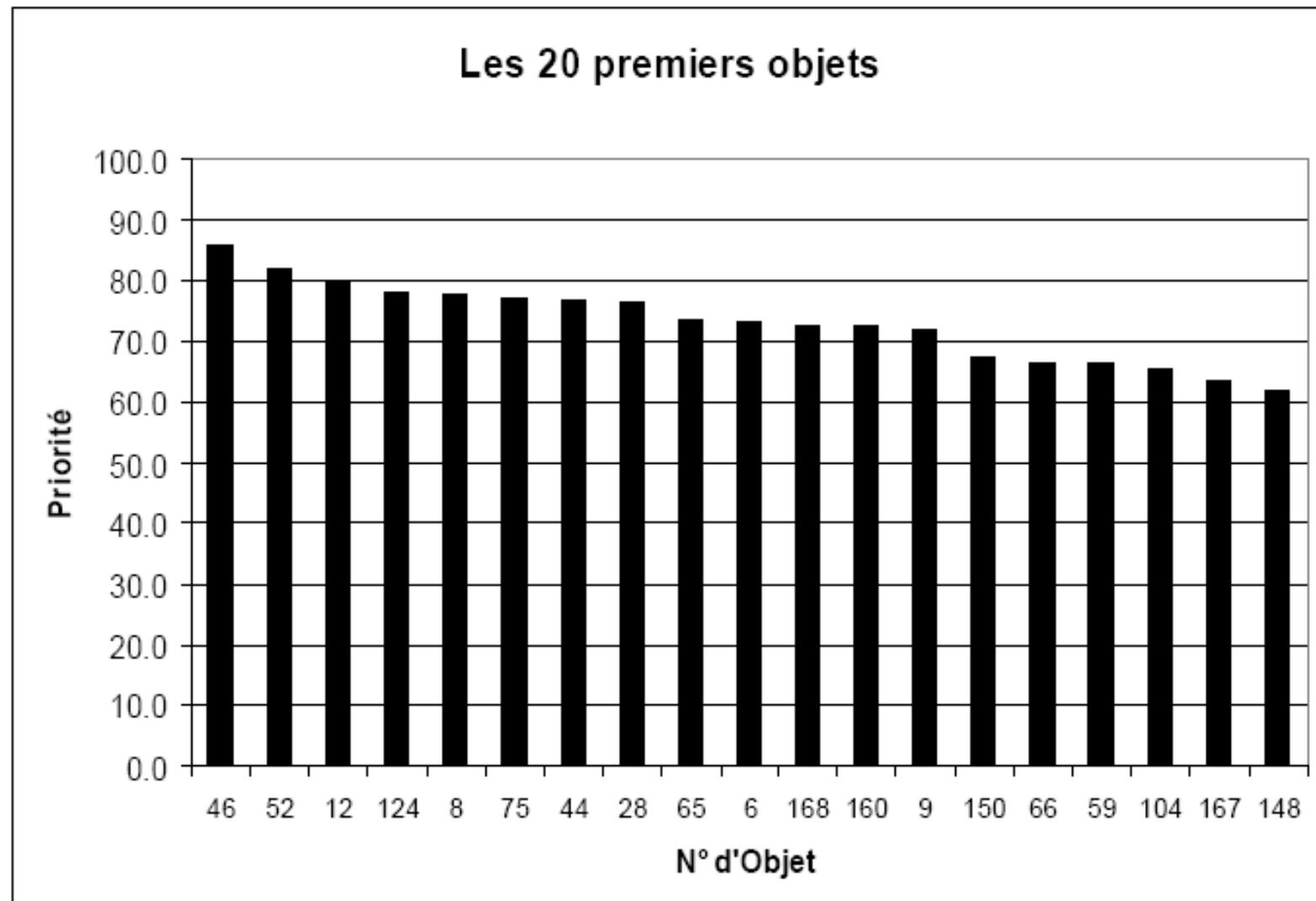




Nécessité et difficulté des revitalisations des ZA



20 objets à scores de priorité les plus élevés

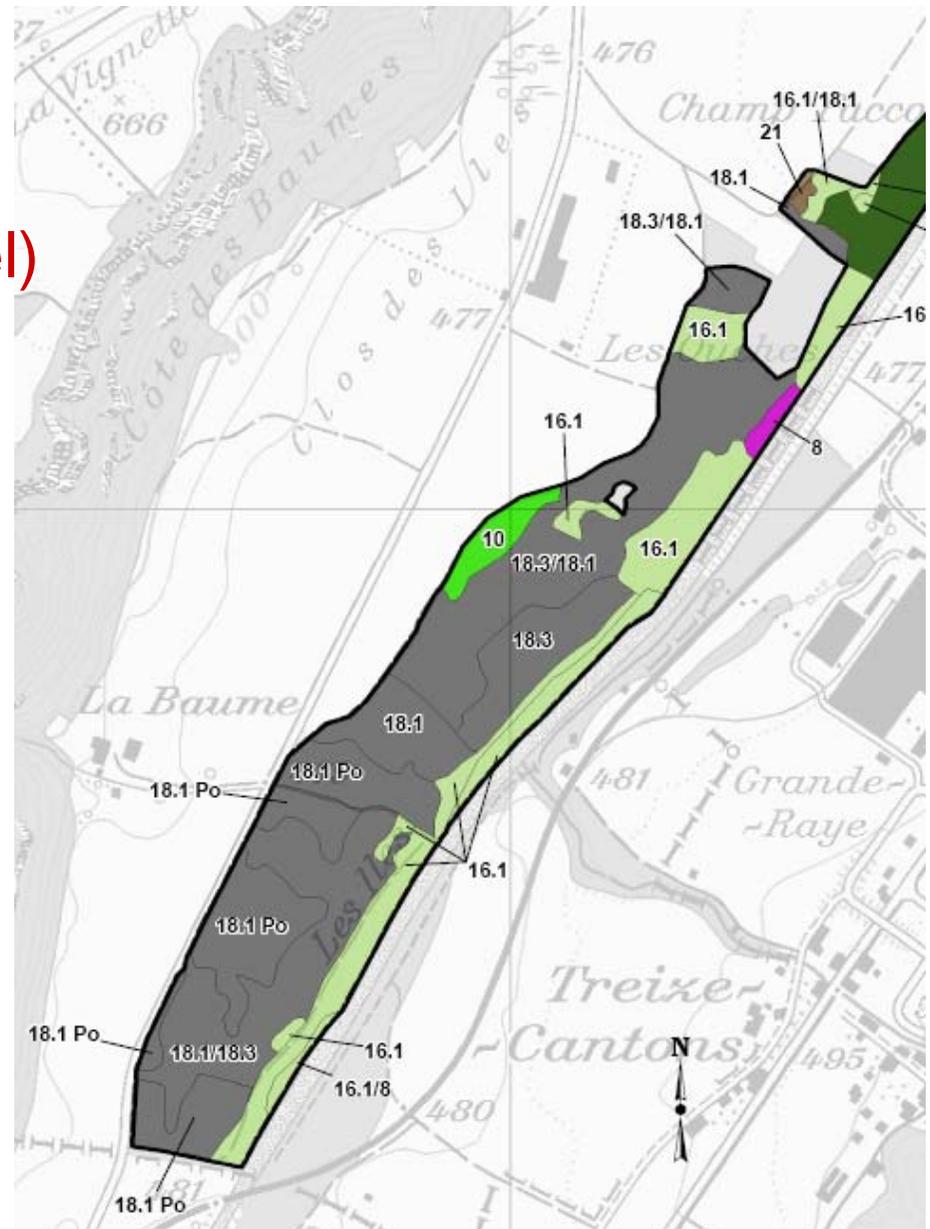




Top 2

46: Emme BE

52 Broye FR VD (partiel)





Suivi

Transect T12 de Warth



2005

Etat des types de zones alluviales sous l'aspect de la dynamique

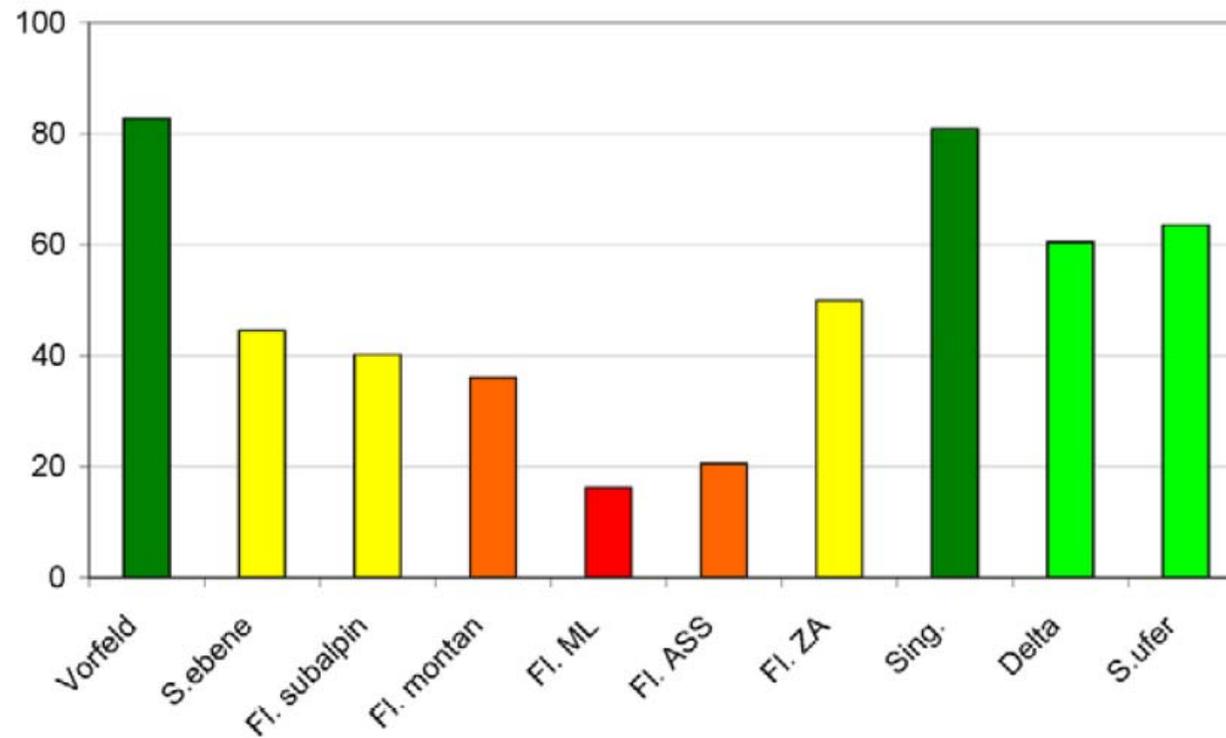


Diagramm 1: Resultate des Themenbereichs Dynamik für die verschiedenen Auentypen.

Indicateur: taux de surface dynamique

Etat des types de zones alluviales sous l'aspect des atteintes

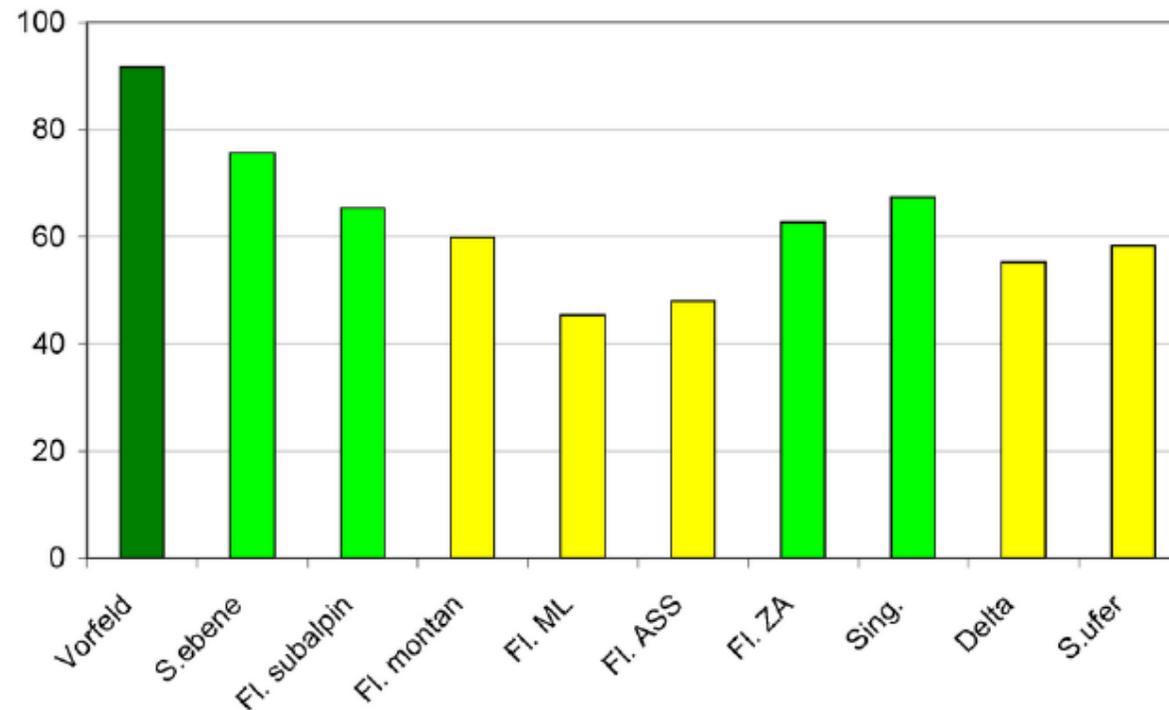
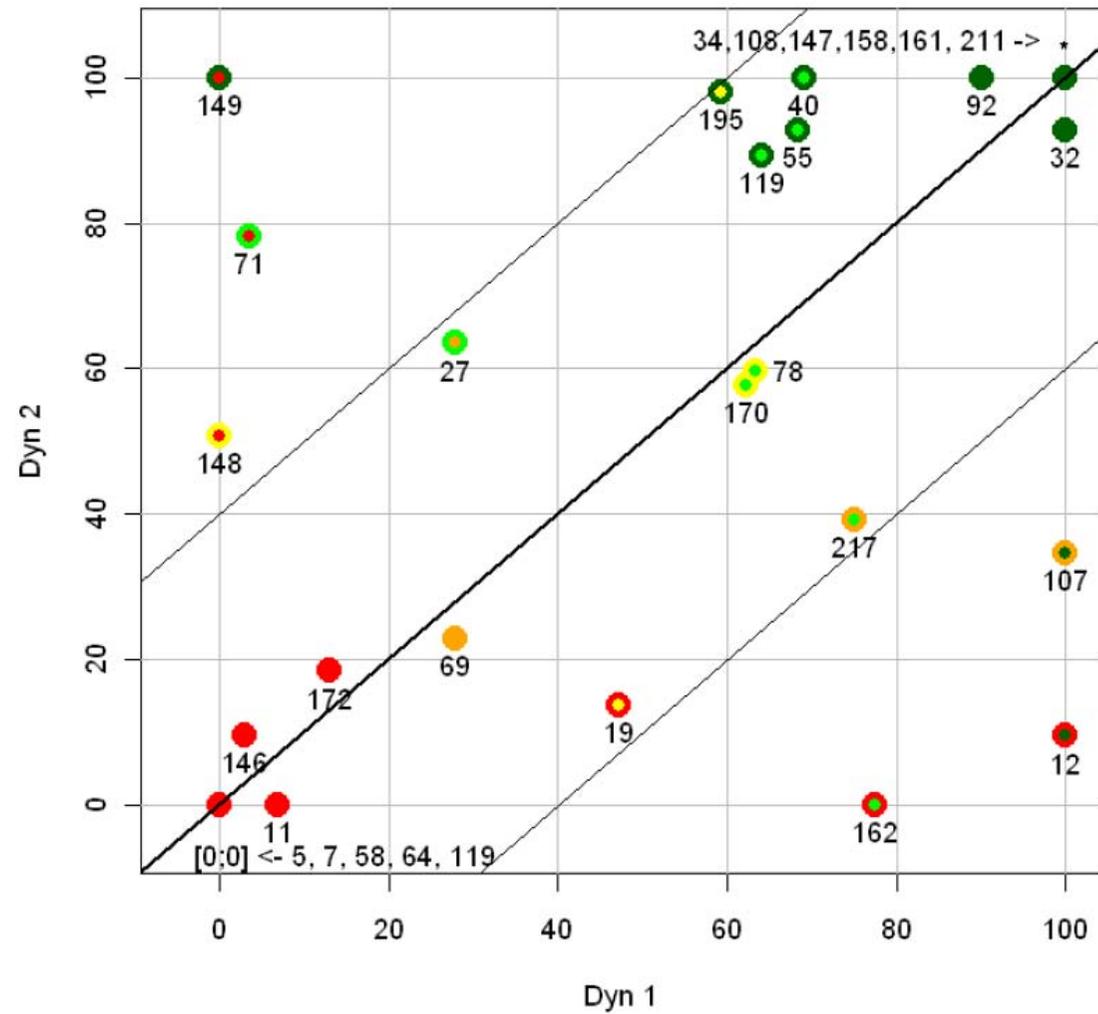


Diagramm 6: Resultate des Themenbereichs Eingriffe für die verschiedenen Auentypen

Indicateurs: I.3a Diversité des atteintes, I.3b Atteintes au sol et à la végétation
I.3c Dessertes I.3d Entraves à la dynamique

Changements d'états



Systeme collinéen des Alpes centrales

Sédiments grossiers



Typha minima



Systeme collinéen des Alpes centrales

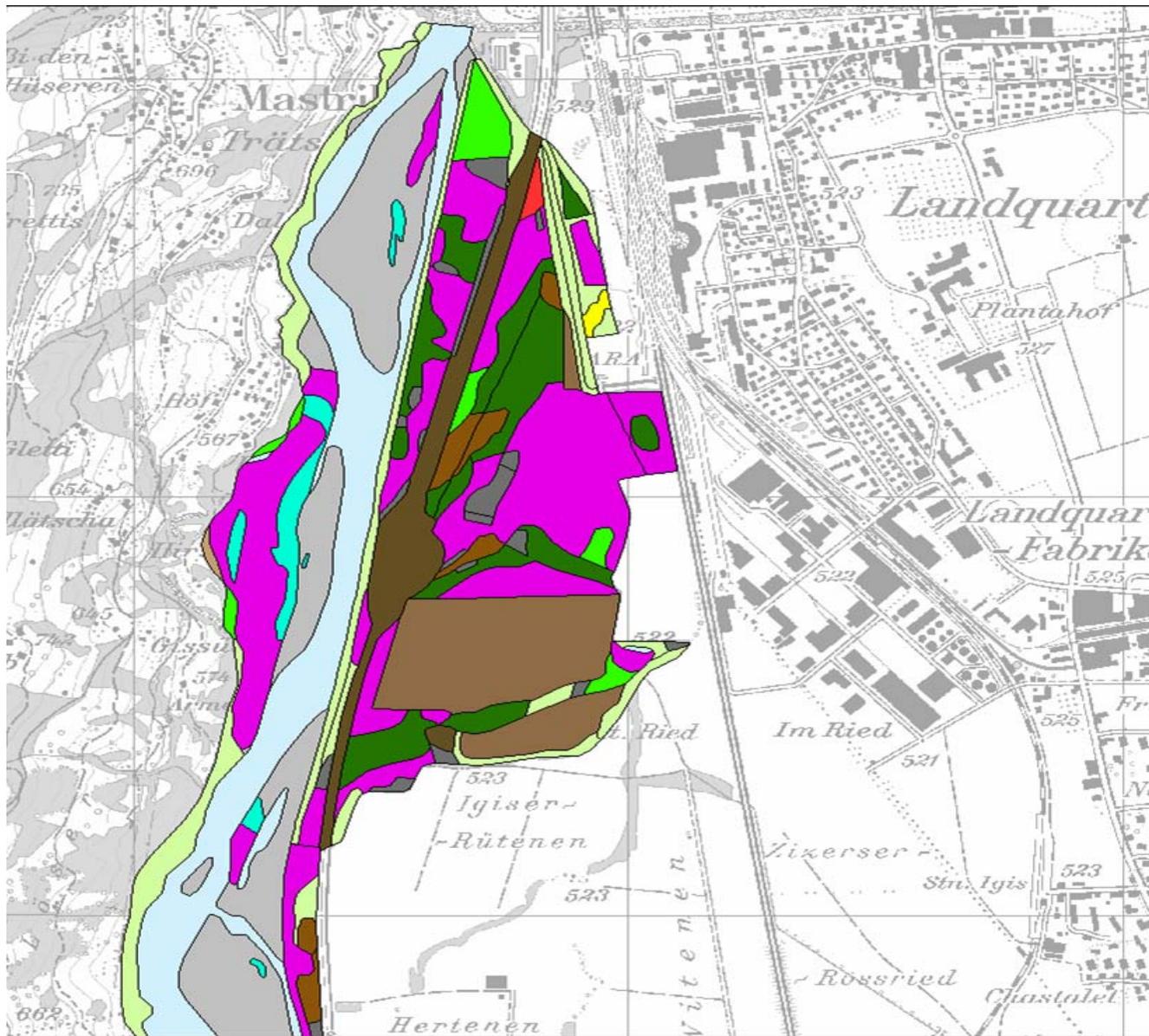
Forêts montagnardes d'aulne blanc



Pinède continentale



Objet 22 Rheinauen Zizers-Mastrils GR



Systeme montagnard (en dessous de 1000 m)

Formations pionnières colonisatrice de sédiments grossiers

Fourrés de saules drapés

Forêts montagnardes d'aulne blanc





Information contenue dans la végétation

Information temporelle

Les arbres contiennent une information temporelle liée à leur durée de vie

On peut distinguer des espèces du passé (espèces reliques), des espèces du présent et des espèces de l'avenir



Information contenue dans la végétation

Information spatiale

Les communautés végétales (synusies) contiennent une information sur la qualité de la station dans lesquelles elles se développent

Suivi: Approche synchronique



N° 337 Möriken-Wildegg AG statu quo après une crue



Abaissement de terrasse

1996



2001

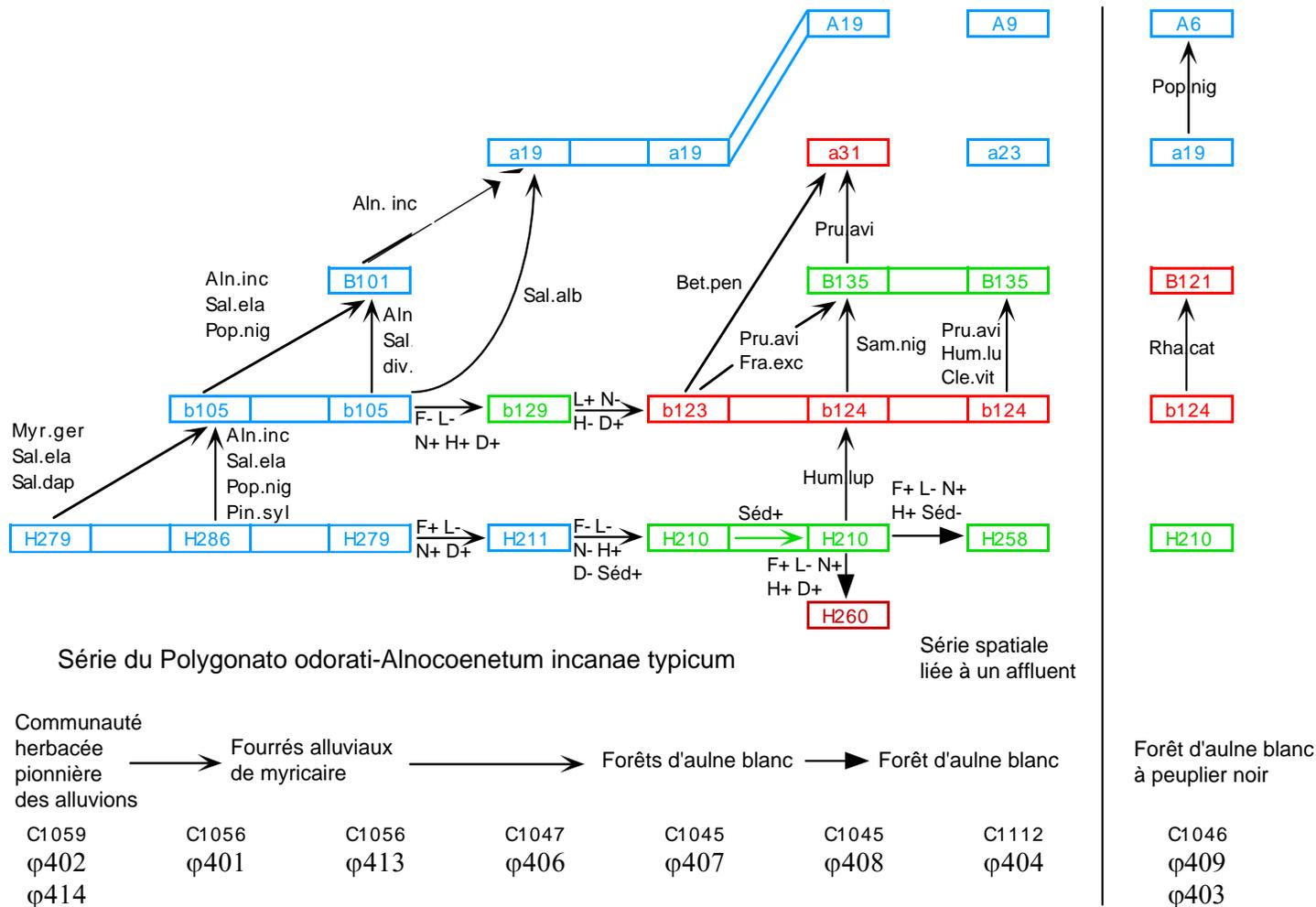


1999

7 Wuer TG

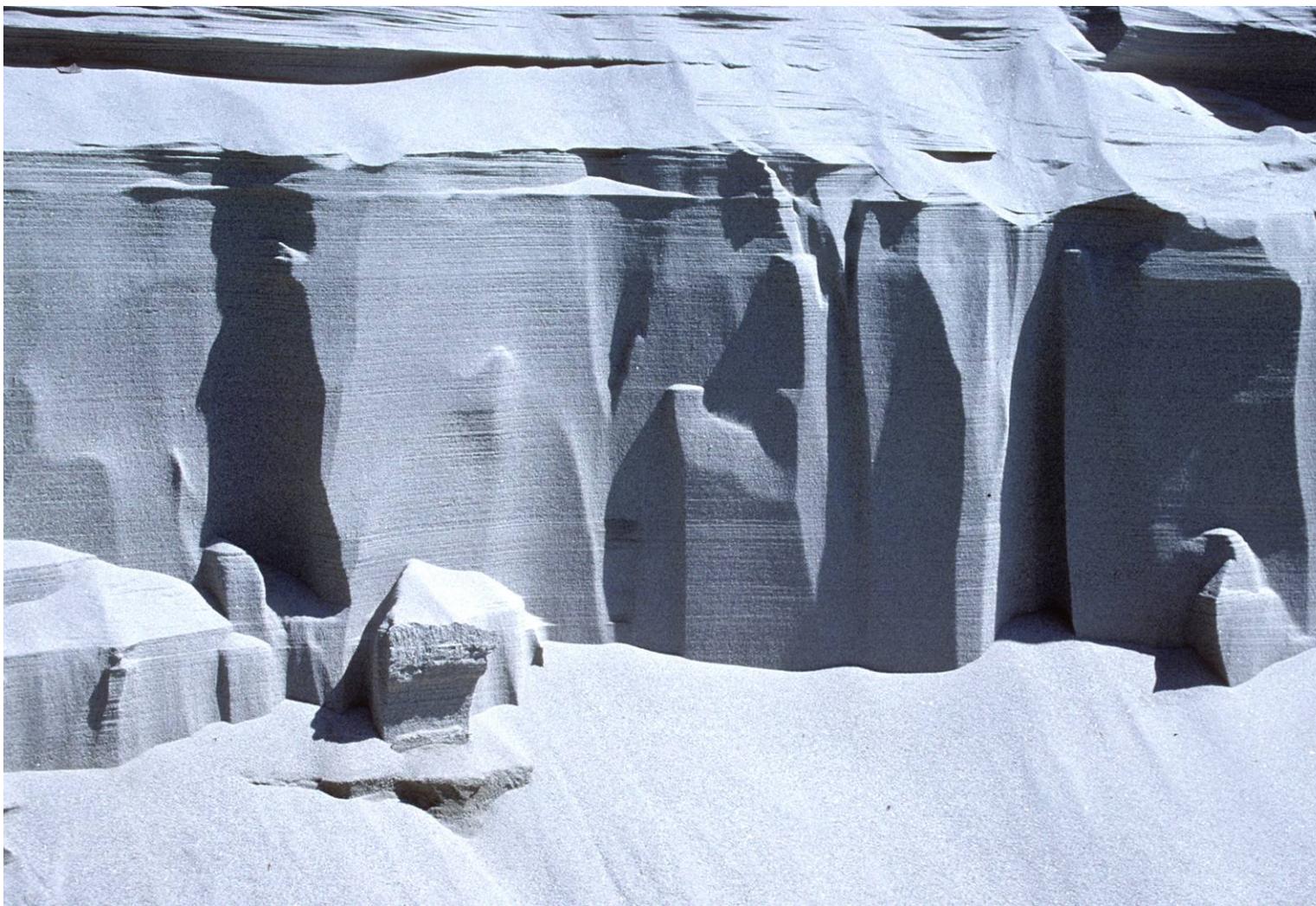
Graphe systémique: méthode

Fig. 8.15 a Graphe systémique de l'objet 133: Finges VS
(a: forêt d'aulne blanc, forêt de peuplier noir)



Dynamique exogène

Dépôt d'alluvions



Dynamique des formations

ÉVOLUTION RÉVERSIBLE Forêts de bois tendres

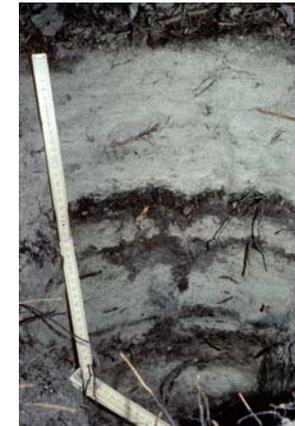
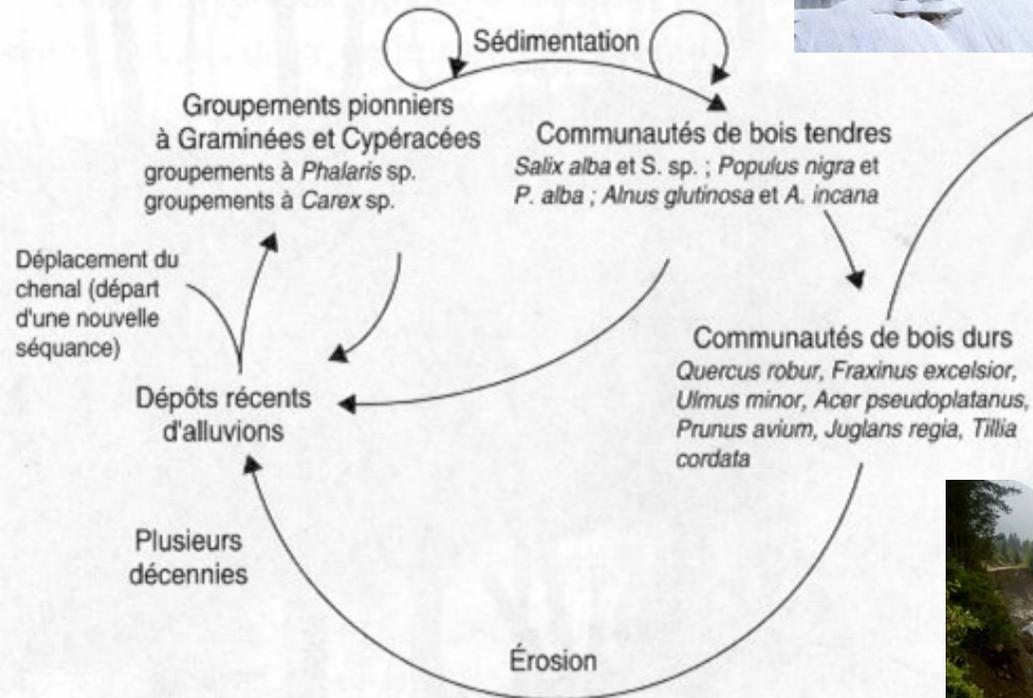


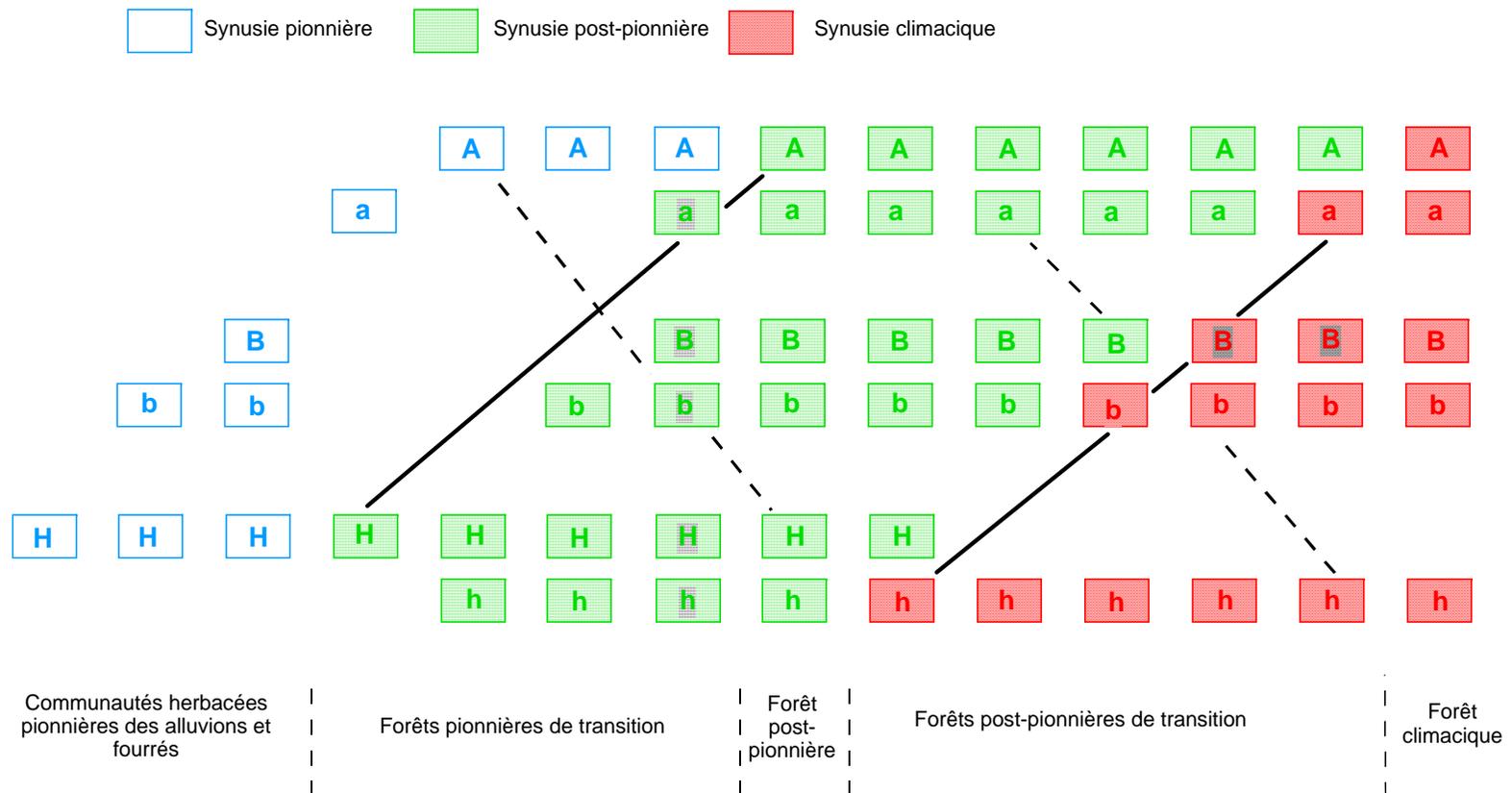
Fig. 1 : Modèle d'évolution des groupements végétaux dans les corridors fluviaux modifié, 1996).

(Piégay et al. 2003 Les forêts riveraines des cours d'eau)



Loi de fonctionnement

La forme générale des modèles est ressemblante pour tous les systèmes

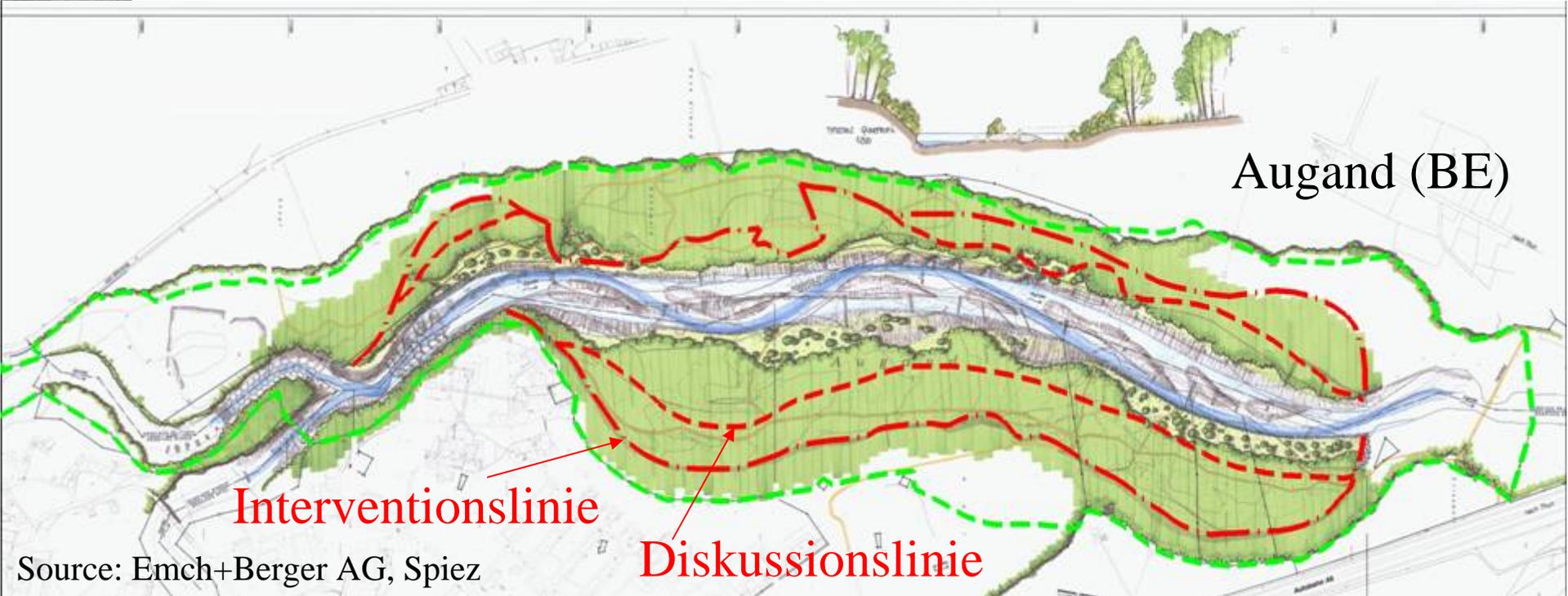


N° 71 BE Augand: augmentation du charriage et action sur l'espace

Avant revitalisation
Largeur du lit = 30 mètres

Après revitalisation
Largeur du lit = 60 mètres



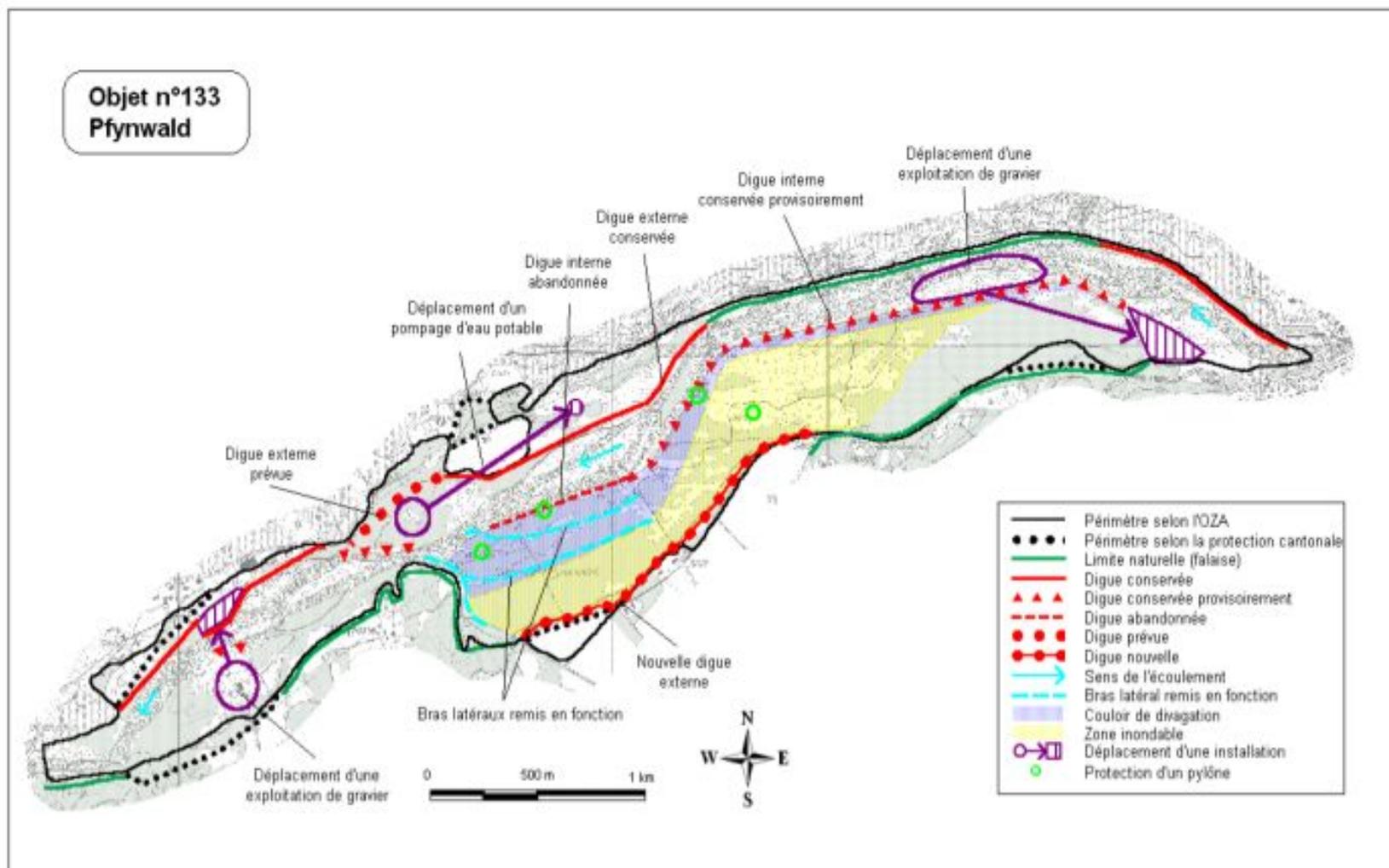




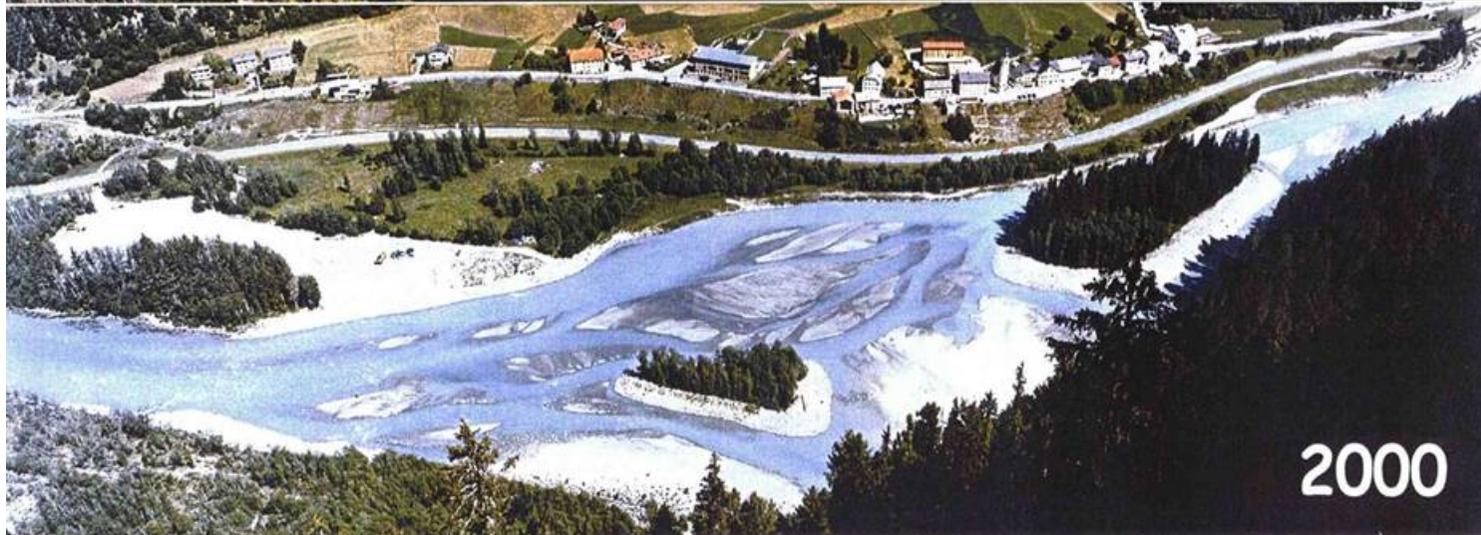
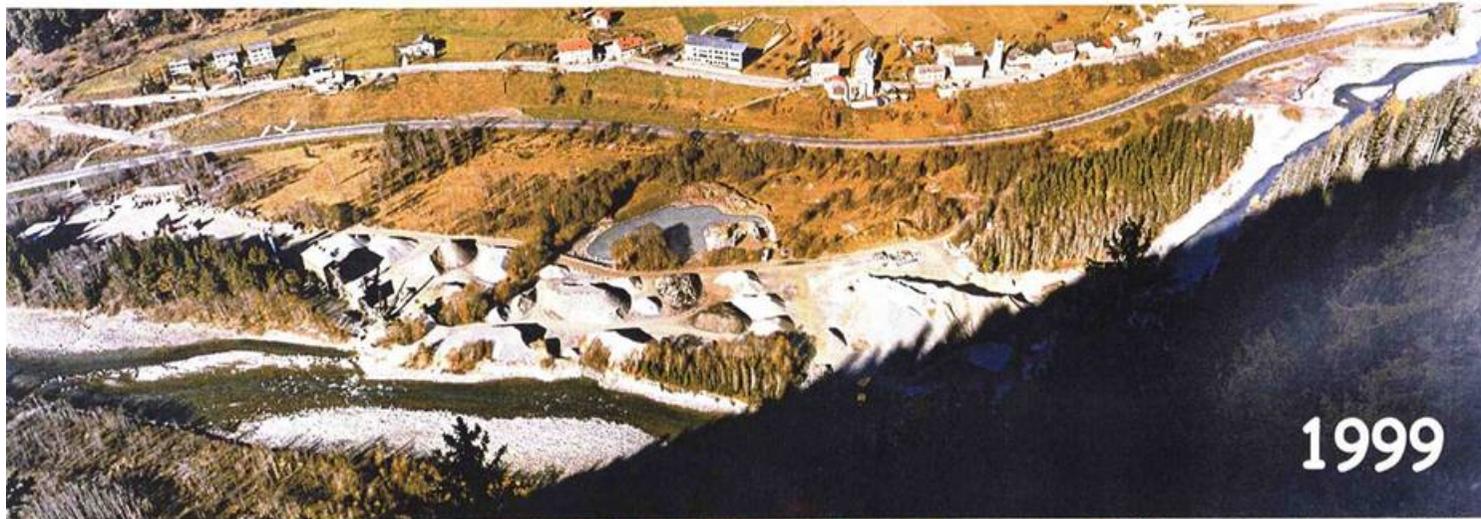
Schäffäuli, Thur TG



N° 133 Finges VS: déplacement de digues et d'infrastructures



N° 174 Strada GR élargissement du lit et exploitation de gravier



2ème correction de la Thur

But

- Protection contre les crues
- Revalorisation écologique
- Diminution de l'érosion du lit

Mesures

- Elargissement du profil d'écoulement
- Rehaussement et renforcement des digues
- Mesures sylvicoles
- Creusages de bras mort



Schäffäuli 2003 (Chr. Hermann)

Synusie herbacée

H233 *Viola biflora* – *Stellarietum nemori*





Phytocénose: Forêt montagnarde d'aulne blanc

A19 *Salici albae* –
Alnetum incanae

B126 *Ribo rubri* –
*Loniceretum
xylostei*

H233 *Violo biflorae* –
Stellarietum nemori



Série spatiale: zonation



2. Dynamiques

autogène

exogène



Dynamique autogène



Dynamique exogène

Destruction de phytocénoses



Dynamique exogène

Rajeunissement phytocénoses

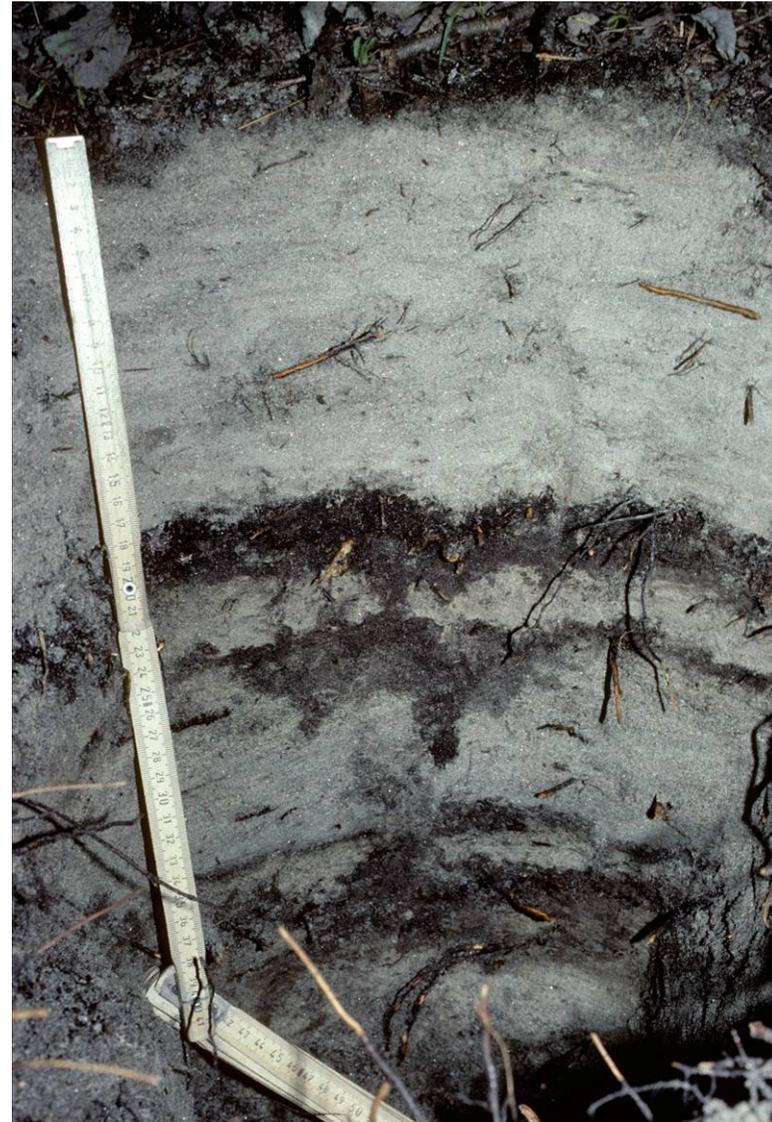


Dynamique exogène

Dépôt d'alluvions

Bilderne VS

Aulnaie blanche à
Humulus





3. Lois de fonctionnement

Les espèces et les communautés changent

Les fonctions dans les systèmes naturels sont invariantes:

- *Communautés herbacées pionnières des alluvions*
- *Formations d'essences à bois tendres*
- *Formations d'essences à bois durs*

Graphe systémique: méthode

bleu: communautés pionnières

blau: Pioniergesellschaften

vert: c. post-pionnières

grün: Post-Pioniergesellschaften

rouge: c. des stations stables

rot: G. der stabilen Stationen

