



Ecosystème prairial

Grégoire Brossard

Photo : Philippe Deschamps

Interactions entre

Herbivores

Plantes

Organismes du sol



Photo : Philippe Deschamps

Plan du cours

- I- Composition floristique et facteurs d'évolution
- II- Fonctionnement biogéochimique et réseaux trophiques
- III- Successions écologiques et compétitions entre les plantes
- IV- Réchauffement climatique et prairie
- V- Techniques de caractérisation d'un couvert prairial

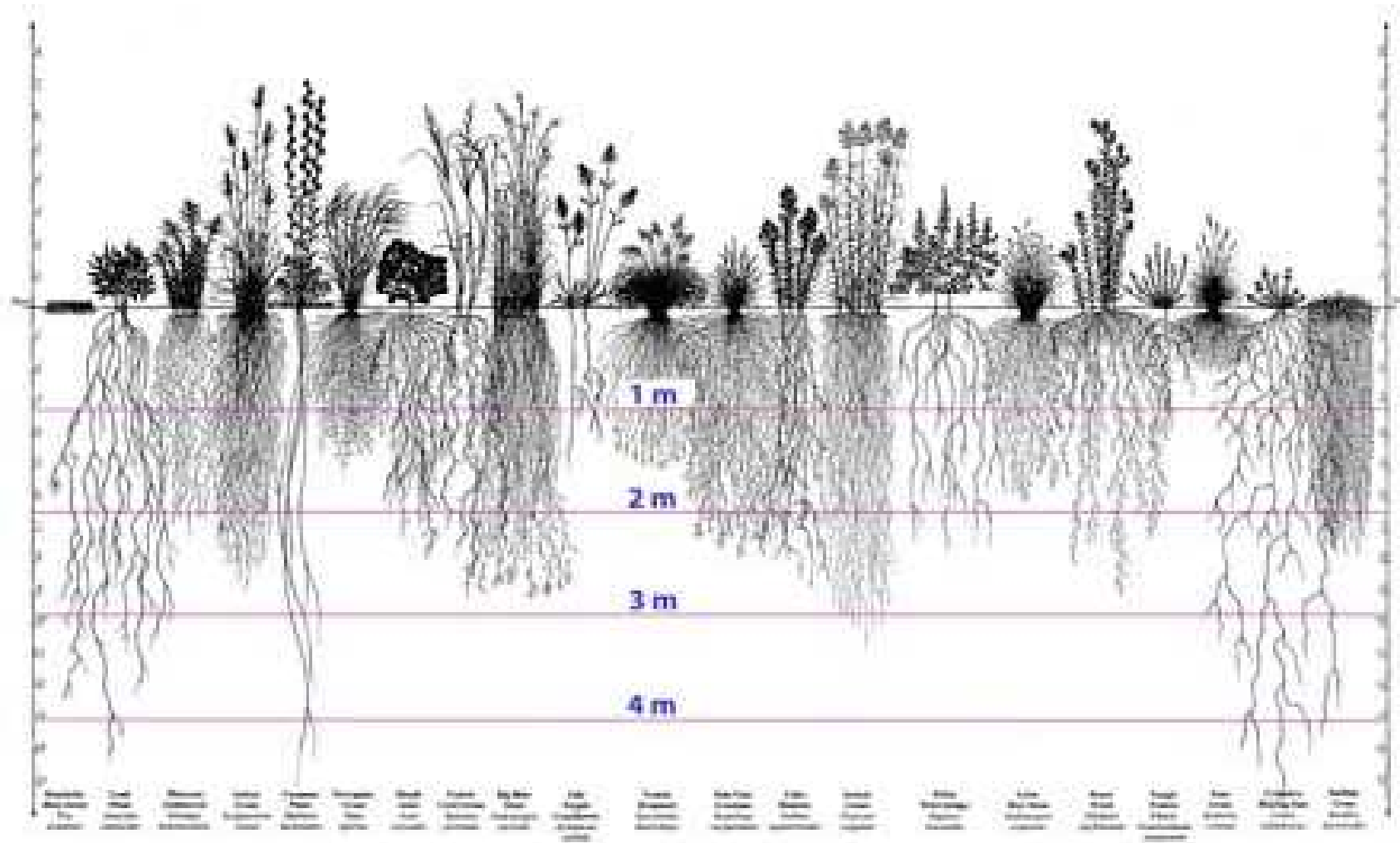
I- Composition floristique

1.1- Éléments de description

Mélange + ou – complexe



Compétition interspécifique pour les ressources



- Source : <http://www.il.nrcs.usda.gov>

Espèces nombreuses



Dominance de Poacées

Ici Brôme des champs – *Bromus arvensis*

Avec des Fabacées

Ici Lotier corniculé – *Lotus corniculatus*



Et d'autres familles



Astéracées

ici Cirse des champs
- *Cirsium arvense*



Apiacées

ici Grande Berce
- *Heracleum sphondylium*

Rosacées

ici Pimprenelle
- *Sanguisorba sp*



Photos :
photoflora.free.fr

1.2- Valeur pastorale (VP)

Fonction de la contribution spécifique = CS (en % de surface)

et de l'indice de qualité (Is) de chaque espèce présente

$$VP = 0,2 \text{ (CS x Is)}$$

Exemples d'Indice de qualité (Is)

(D'après Daget et Poissonnet, 1971)

Catégories	Is	Exemple
Poacées	5	<i>Lolium perenne</i>
	4	<i>Arrhenatherum elatius</i>
	3	<i>Agrostis vulgaris</i>
	2	<i>Festuca rubra</i>
	1	<i>Anthoxantum odoratum</i>
	0	<i>Holcus mollis</i>
Fabacées	4	<i>Trifolium pratense</i>
	3	<i>Lotus corniculatus</i>
	2	<i>Trifolium campestre</i>
	1	<i>Genista pilosa</i>
	0	<i>Genista tinctoria</i>
Diverses fourragères	3	<i>Sanguisorba officinalis</i>
	2	<i>Meum athamanticum</i>
	1	<i>Alchemilla vulgaris</i>
Diverses non fourragères	0	<i>Luzula campestris</i>
Refus	0	<i>Nardus stricta</i>

1.3- Facteurs de variation des prairies

1.3.1- Milieu

Climat :

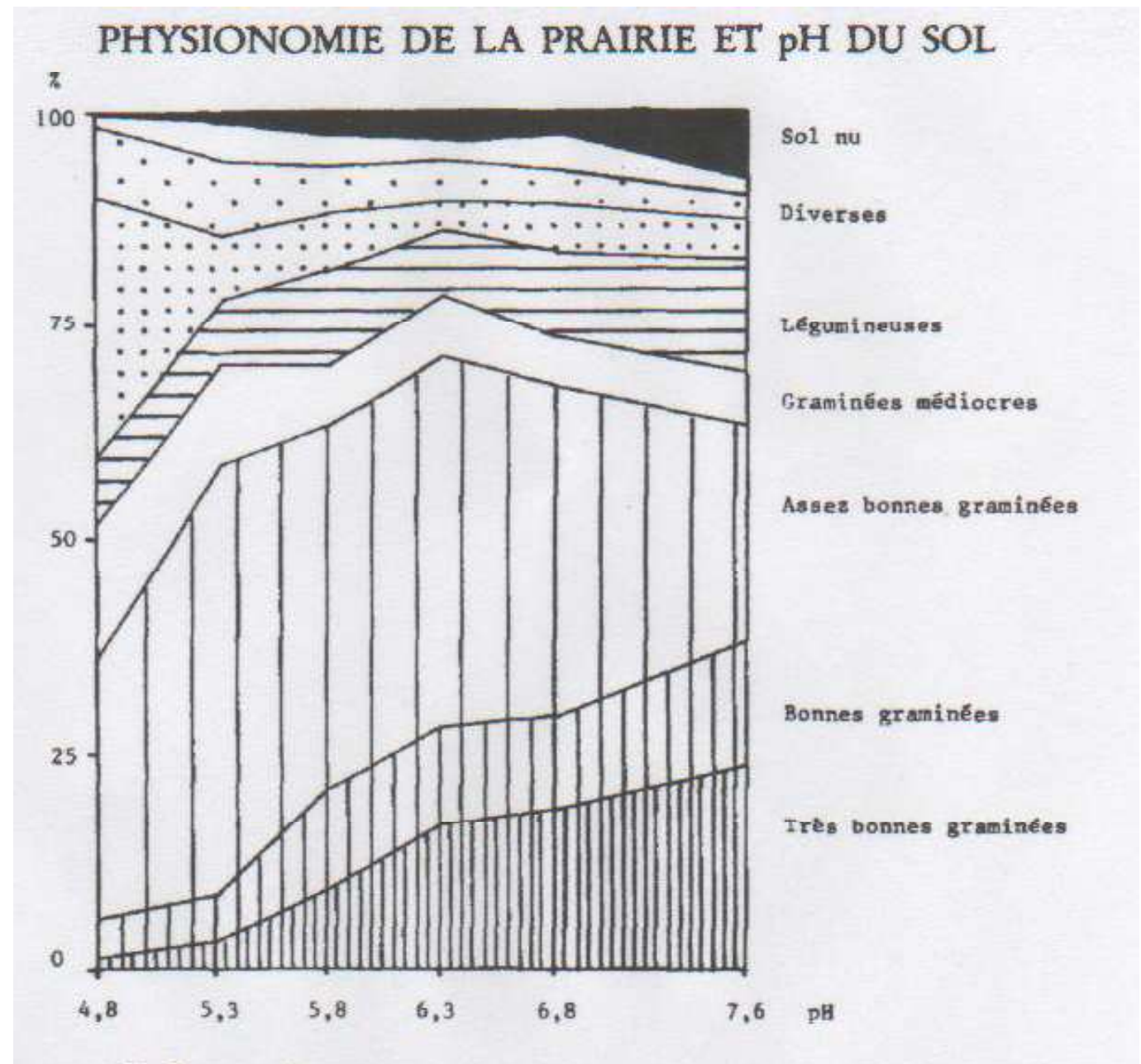
Températures, précipit.

Topographie :

Exposition, pente

Nature du sol :

profondeur, fertilité, pH



D'après Bonischot, 1984

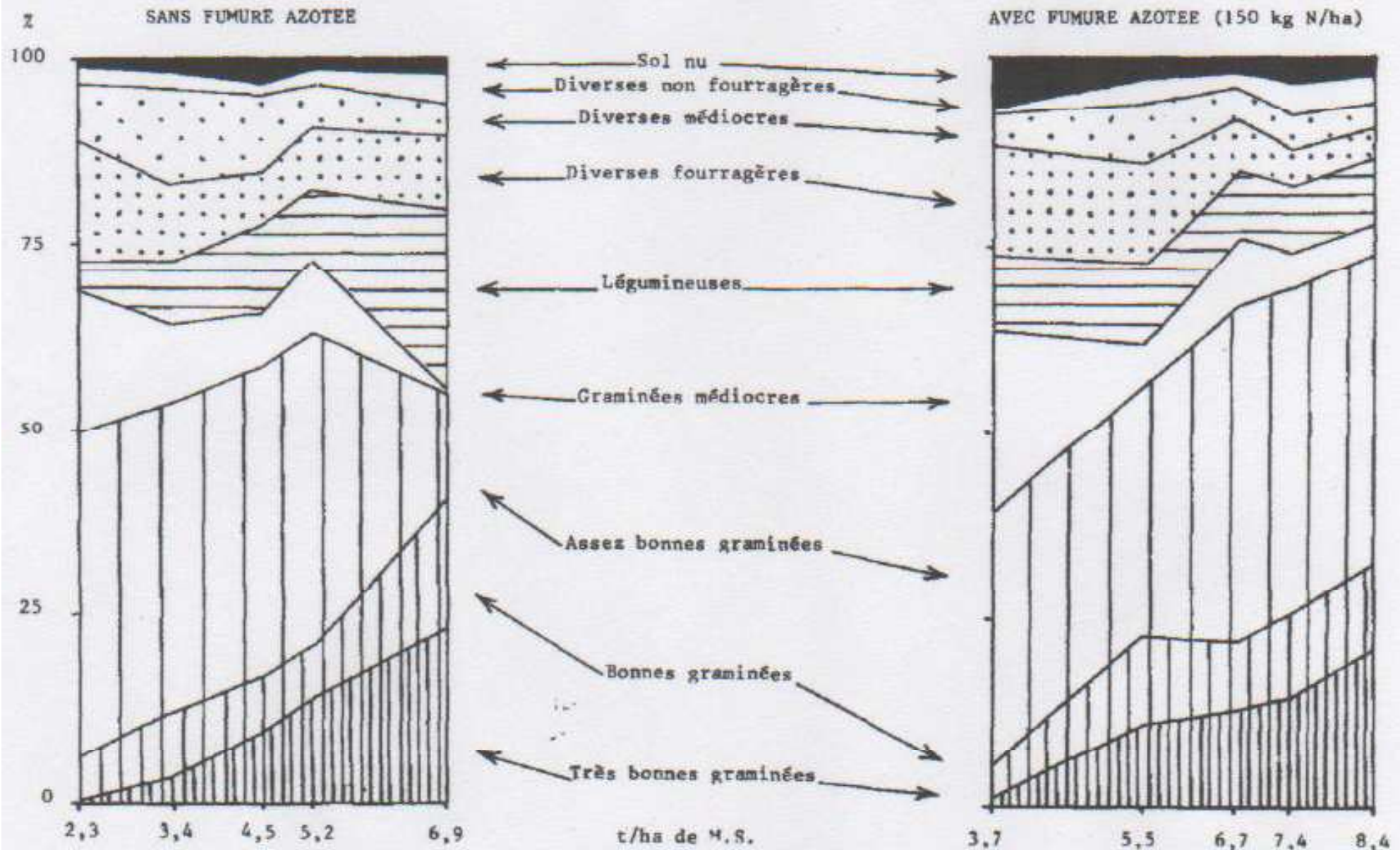
1.3.2- Pratiques de gestion

Pâturage

Fauche

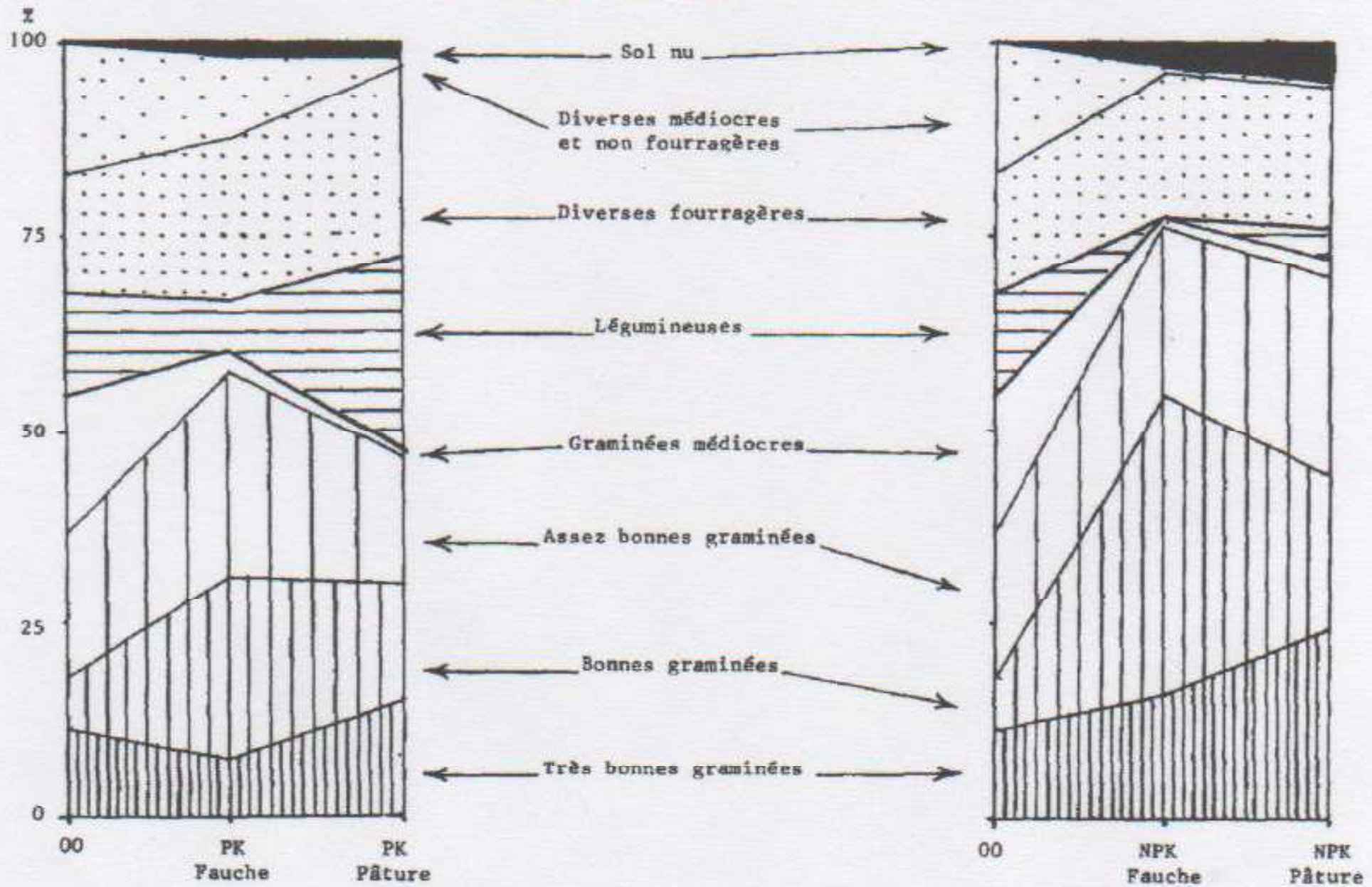
Fertilisation

PHYSIONOMIE DE LA PRAIRIE ET PRODUCTIVITÉ AVEC ET SANS FUMURE AZOTÉE



D'après Bonischot, 1984

PHYSIONOMIE DE LA PRAIRIE, FERTILISATION ET MODE D'EXPLOITATION



D'après Bonischot, 1984

II- Fonctionnement biogéochimique et réseaux trophiques

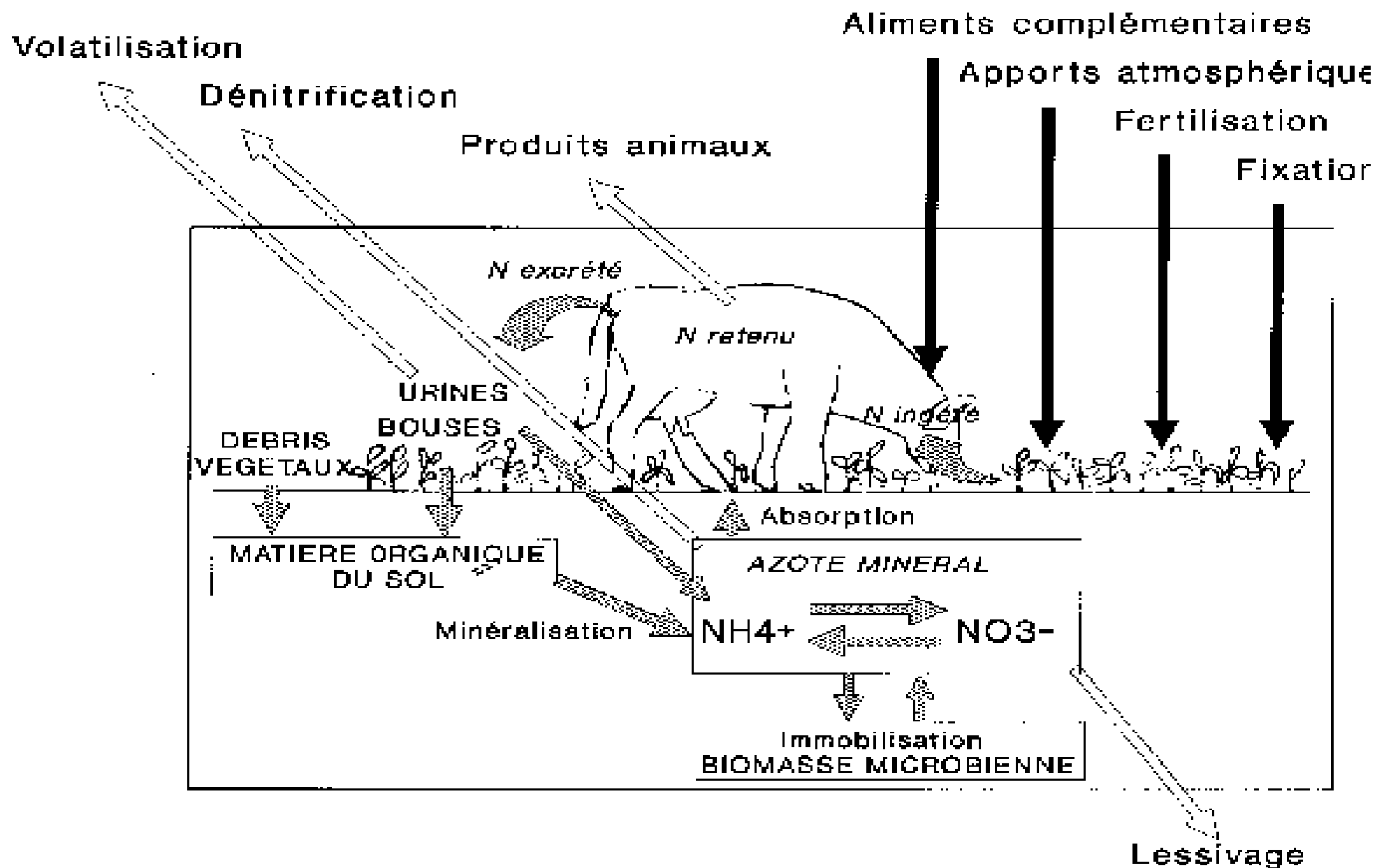
2.1- Cycle de l'Azote

2.2- Cycle du Carbone

2.3- Flux d'énergie

2.4- Rendements écologiques

2.1- Cycle de l'azote



D'après Simon et al, 1997

	<i>entrées</i>		<i>sorties</i>					
Exploitation	Fertilisation	Pluies et Fixation	Exportation (récolte)	Lessivage NO ₃	Dénitrification N ₂ ; NO ₂	Volatilisation (NH ₃)	Bilan	Enrichissement du sol
Ray-grass fauché	420	15	300 (plante)	29	20	0	86	93
Ray-grass pâturé	420	15	29 (produits animaux)	160	40	80	111	112
Ray-grass trèfle blanc pâturé	0	15 + 120	23 (produits animaux)	23	4	10	75	109

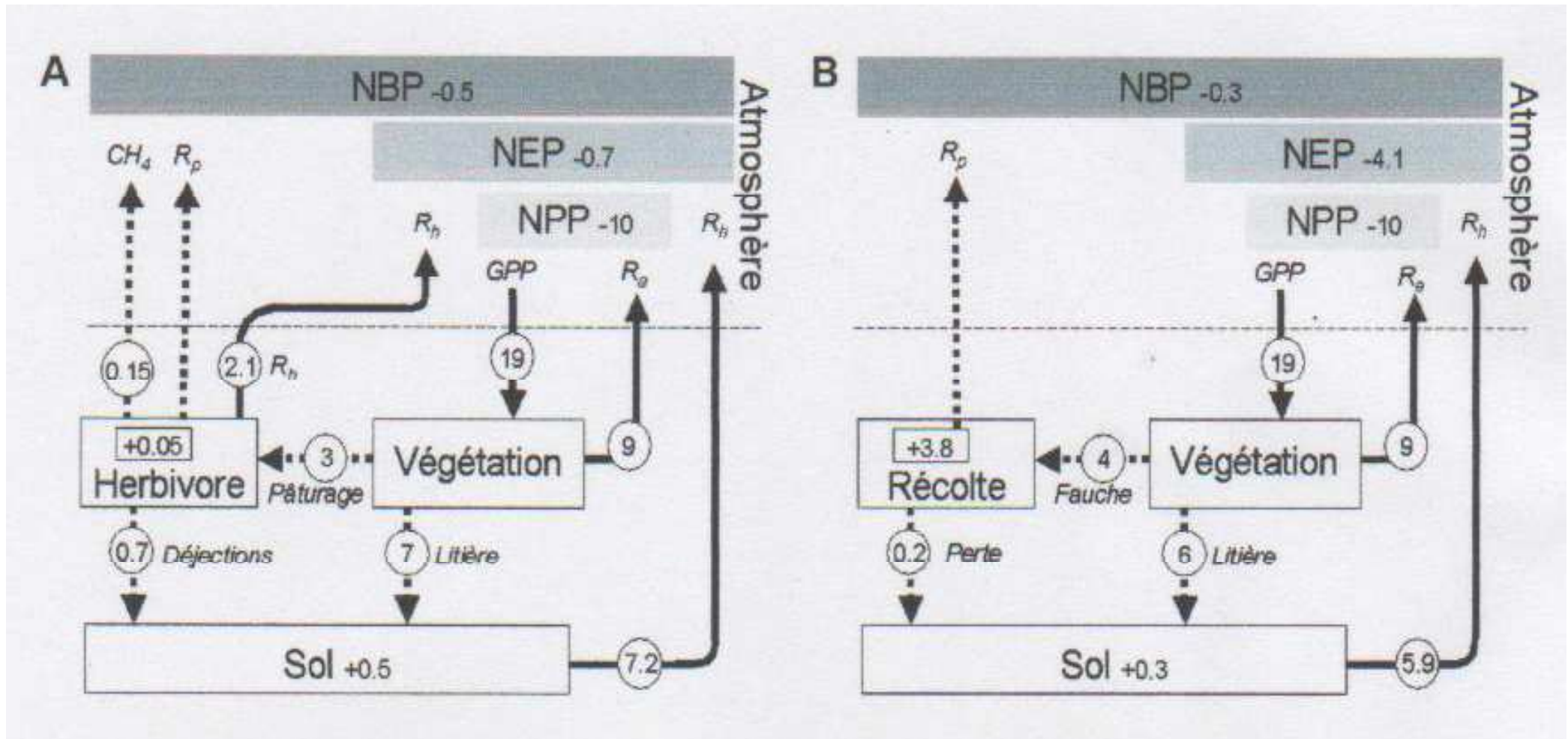
TABLEAU 1 : Exemple de bilan d'azote en prairie (kg/ha/an ; PARKER, 1968).

Fauche = fort export, 0 volatilisation

Pâturage : Exporte moins, volatilise plus, lessive plus, enrichit plus

RG + TB : Fixation symbiotique, lessive -, volatilise -, enrichit =

2.2- Cycle du Carbone



NBP = Net Biome Productivity (Production nette du Biome) = $NEP - R_p$

NEP = Net Ecosystem Productivity (Production nette de l'écosystème) = $GPP - R_a - R_h = NPP - R_h$

NPP = Net Primary Production (Production primaire nette) = $GPP - R_a$

GPP = Gross Primary Production (Production brute primaire)

R_a = Respiration des autotrophes

R_h = Respiration des hétérotrophes

R_p = Pertes par perturbation (feu, récoltes, ...)

D'après Soussana et al, 2004

Interrelations entre les compartiments

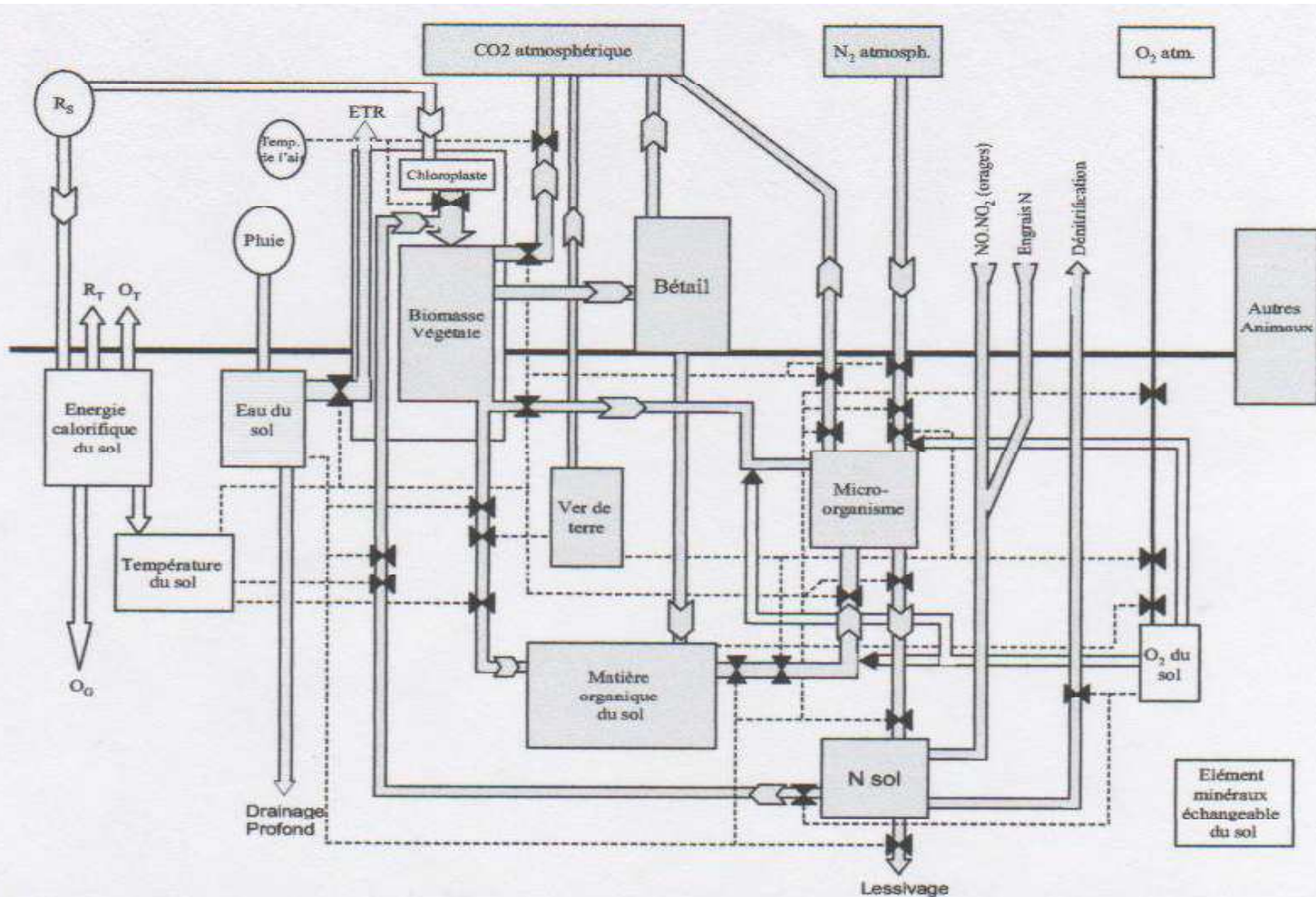
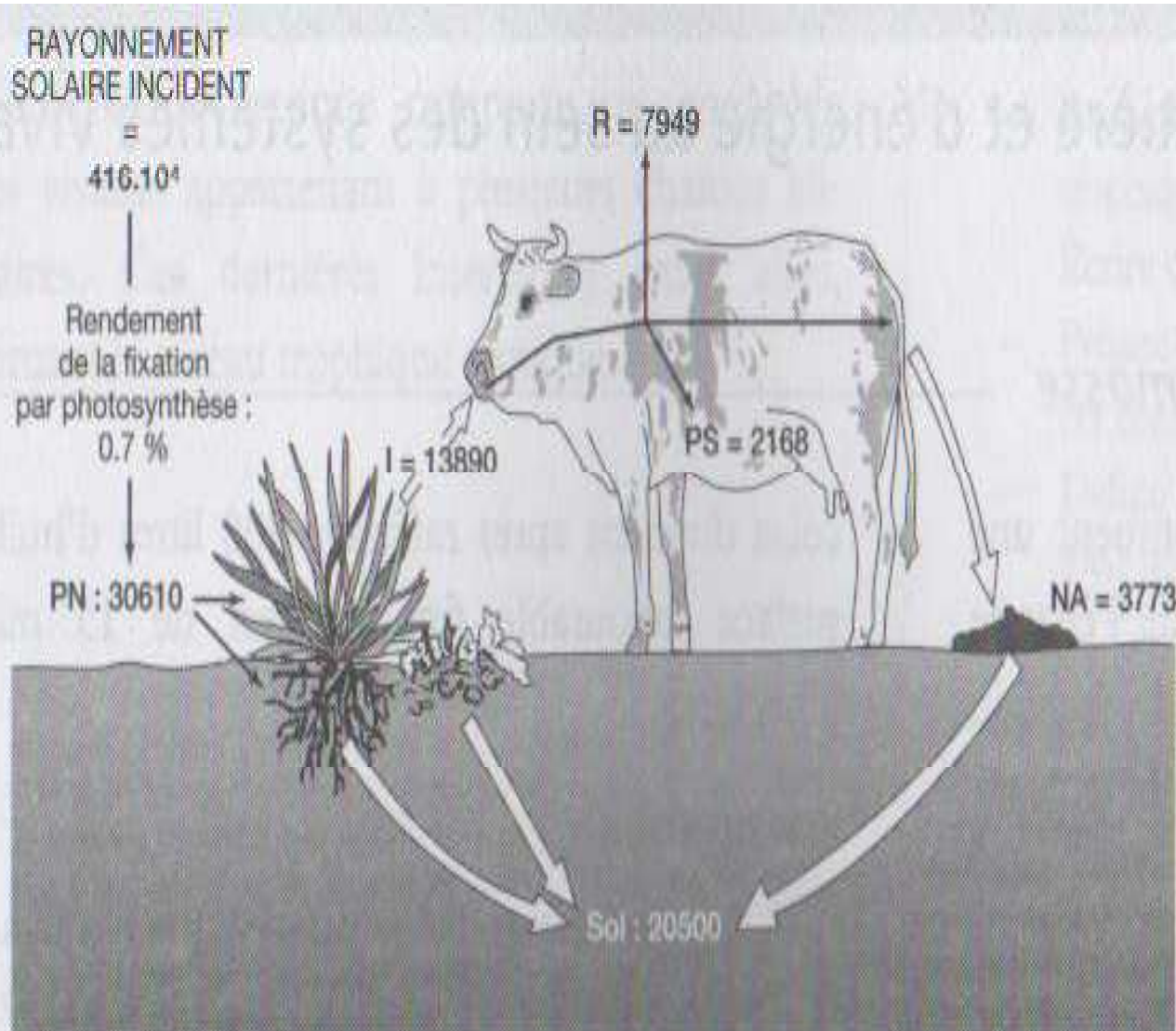


Figure 1-7 : Ecosystème prairial conceptualisé dans sa complexité par Gounot et Bouché en 1974. Les boîtes correspondent à des compartiments biologiques, chimiques et physiques ; les flèches à des échanges d'énergie et de matière entre les compartiments ; et les verrous à des retro-contrôles d'un compartiment sur l'échange d'énergie ou de matière entre deux autres compartiments.

2.3- Flux d'énergie (en kJ/m²/an)



PN : production nette de matière végétale

I : aliments ingérés

A : aliments assimilés

NA : aliments non assimilés

R : respiration

PS : production des constituants de la vache, ou production secondaire

La valeur I sert de référence, elle correspond donc à 100 %.

Les valeurs chiffrées correspondent aux flux d'énergie, exprimés en kJ.m⁻².an⁻¹.

2.4 - Rendement écologique et niveaux trophiques

Production du « Consommé »



Energie ingérée



Non assimilé + **Energie assimilée** + Resp.



Production du Consommateur + Excrétion

Rendement d'exploitation = Energie ingérée/ Production du « Consommé »

Rendement d'assimilation = Energie assimilée/Energie ingérée

Rendement de production nette = Production du Consommateur/Energie assimilée

Rendement écologique = Production du Consommateur/ Prod. du « Consommé »

Rendements écologiques

	1	2
Efficiencie de la photosynthèse	1,05 %	1,41 %
Rendement d'exploitation	17 %	47 %
Rendement d'assimilation	37 %	73 %
Rendement de production nette	18 %	21,5 %
Rendement écologique	6,84 %	15,6 %

1 : Prairie semi-naturelle, Grande-Bretagne.

Compétition forte entre bovins (non sélectionnés) et Arthropodes.

2 : Prairie artificielle pâturée par bovins sélectionnés, Normandie.
= Agroécosystème plus marqué, plus anthropisé.

D'après Faurie et al, 1998

III- Successions écologiques et compétition entre les plantes



Photo : <http://eptb-saone-doubs.n2000.fr>

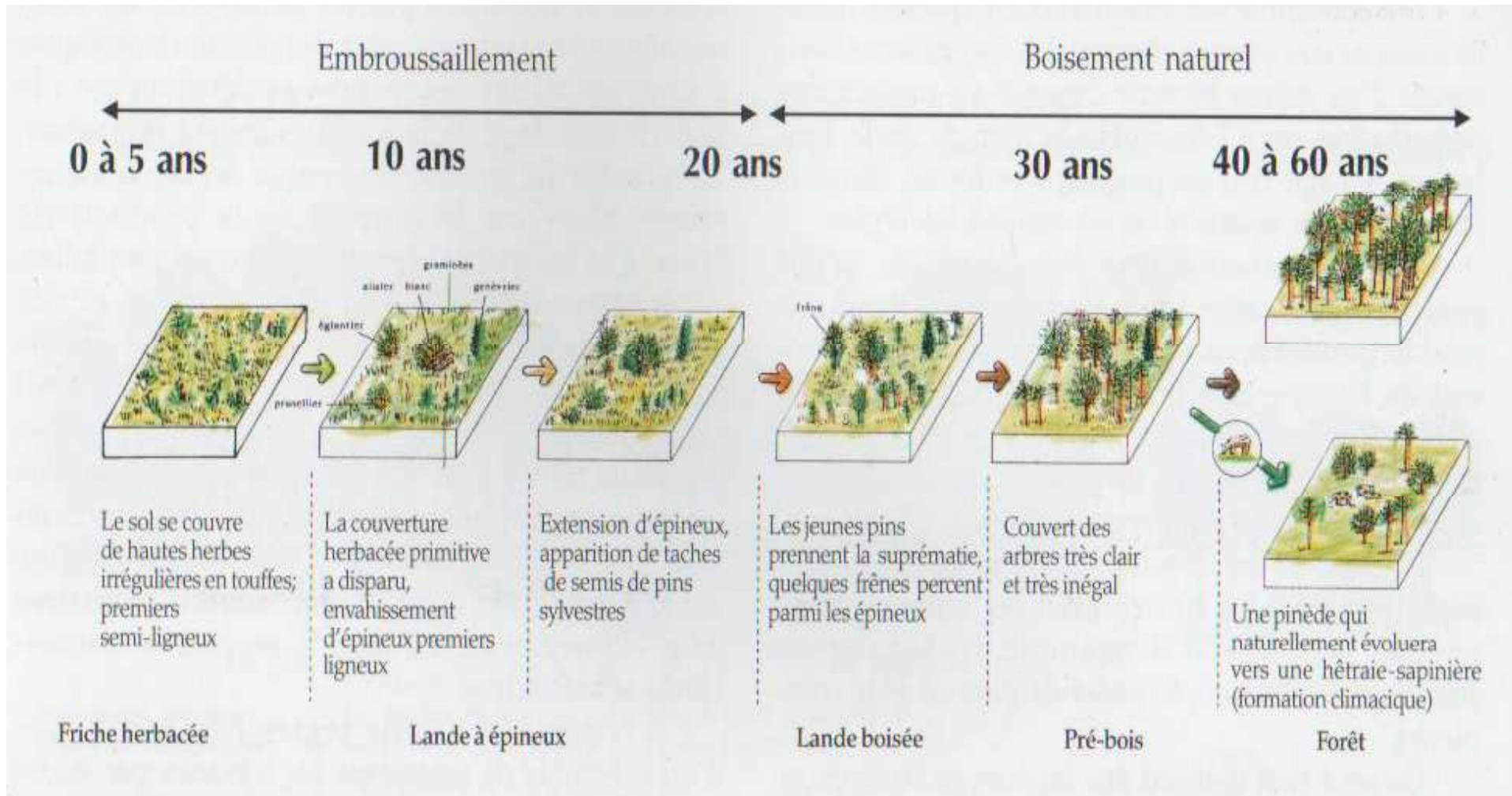
Climax en France
= Hêtraie-Chênaie

Pâturage maintient écosystème
à un stade jeune

Herbacées > Ligneux

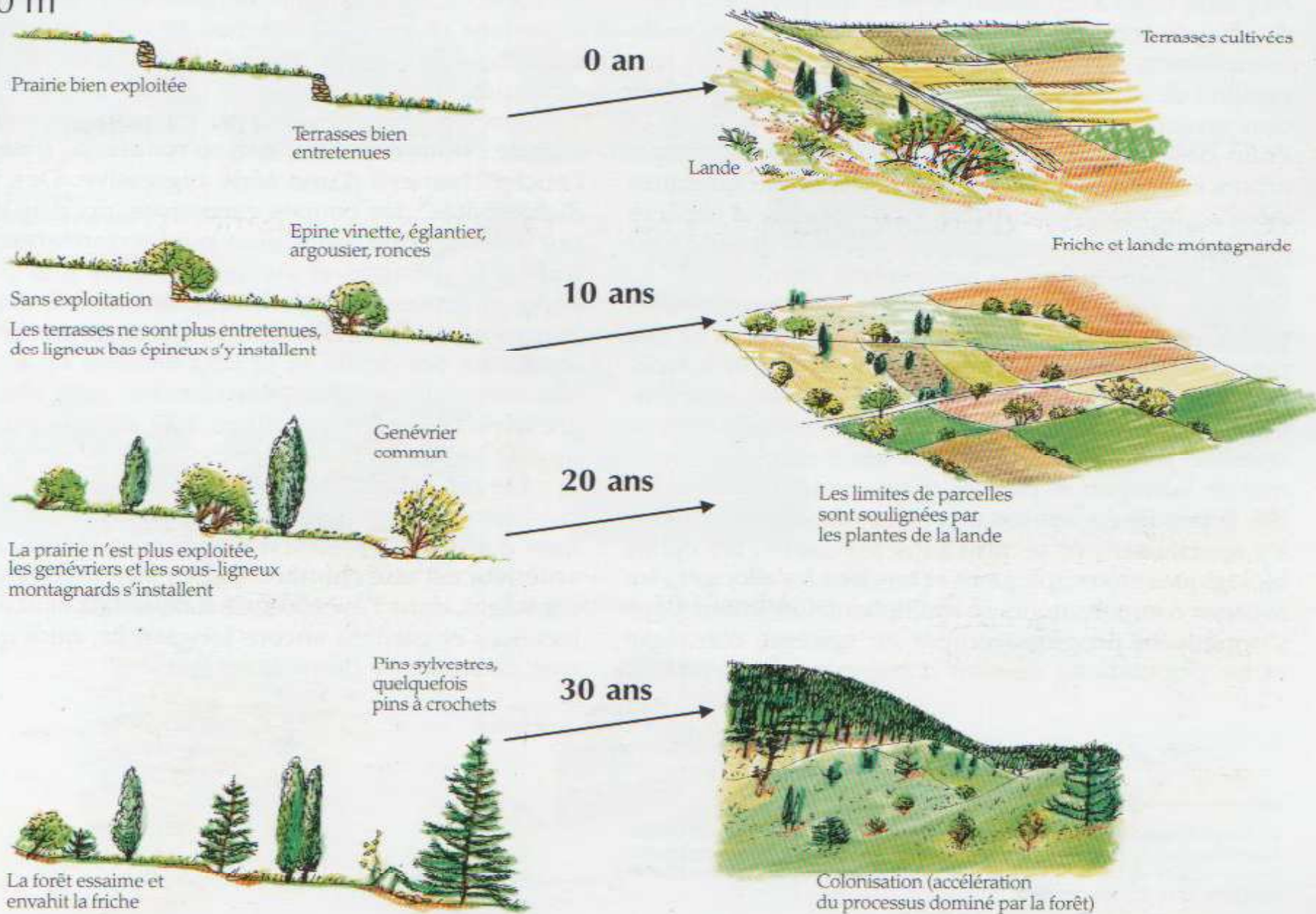
« Bœuf à barbe,
Mort de l'arbre »

3.1- Successions écologiques si abandon



Source : Guide illustré de l'Ecologie

L'abandon des prés de fauche dans les Alpes du Sud..... se traduit par le brouillage et la fermeture du paysage
1 300 m



3.2- Typologie des végétaux prairiaux

(d'après Fleury, 2002)

Si beaucoup d'Azote, d'éléments minéraux et d'eau disponibles :

Les « Compétitrices »

Oseille des prés - *Rumex acetosa*

Dactyle aggloméré – *Dactylis glomerata*



Ray-grass anglais - *Lolium perenne*

Diverses Apiacées

Ici Oenanthé fistuleuse - *Oenanthe fistulosa*

Photos : photoflora.free.fr



Si moins de minéraux ou milieu sec

Les « Tolérantes au stress »



Flouve odorante

Anthoxanthum odoratum



Fétuque rouge

Festuca rubra



Marguerite commune

Leucanthemum vulgare



Rhinanthe

Rhinanthus alectorolophus

Si supportent destruction partielle ou totale de leur biomasse

Les Rudérales



Trèfle blanc, dit rampant

Trifolium repens

Photo : www.tela-botanica.org



Chiendent
Elytrigia sp



Pissenlit

Taraxacum bessarabicum

Photos 2 et 3 :
photoflora.free.fr

QUELQUES PLANTES INDICATRICES
DES CONDITIONS DE MILIEU

		SOL HUMIDE à très humide	SOL FRAIS	SOL SEC	TERRAIN RICHE	TERRAIN MOYENNEMENT RICHE	PH BASIQUE à neutre	PH NEUTRE à faiblement acide	SOL ACIDE à fortement acide	SOL COMPACTE	PRAIRIE DE FAUCHE
Sols secs, basiques à neutres et riches	Capselle bourse à Pasteur										
	Panais cultivé										
	Succise des prés										
Sols secs et pauvres	Sanguisorbe pimprenelle										
	Achillée millefeuille										
	Arrête bœuf										
	Épervière piloselle										
	Flouve odorante										
	Rumex petite oseille										
	Fougère aigle										
Sols frais et riches	Avoine jaunâtre						-	-	-		
	Paturin annuel						-	-	-		
	Cirse des champs										
	Renoncule ficaire										
	Rumex à feuilles obtuses										
Sols frais et moyennement riches	Luzerne lupuline										
	Lychnis fleur de coucou										
	Pâquerette vivace										
	Brunelle commune										
	Bugle rampant										
	Alchémille vulgaire										
Sols humides à très humides et riches	Fétuque géante										
	Vulpin des prés										
	Reine des prés										
Sols humides à très humides et moyennement riches	Agrostide stolonifère										
	Cardamine des prés										
	Houlque laineuse										
	Lotier des marais										
	Oenanthe fistuleuse										
	Populage des marais										

Très caractéristique Assez caractéristique - Indifférente

Présence selon
préférences écologiques

Diagnostic visuel efficace

Source : GNIS

IV- Réchauffement du climat et augmentation CO₂

Sans variation de la pluviométrie

Effets

- Baisse de 10-15 % production annuelle
- Modif. calendrier fourrager (déficit estival)
- Hausse valeur énergétique fourrages (sucres)
- Mais baisse valeur azotée (protéines)
- Moins de drainage hivernal donc moindres remontées nappes souterraines

D'après Soussana et al, 2002

Solutions

- Modif calendrier fourrager pour + stocks d'été et - stocks d'hiver
- Cultures plus économes en eau : Sorgho plutôt que Maïs
- Bâtiments diminuant effets des canicules
- Plus grande diversité des prairiales pour tamponner aléas (résilience)

D'après Soussana et al, 2002

Observer

Comprendre

Décider

Pratiques

Fertilisation

Modes d'utilisation
Fauche, pâturage,
stade de fauche

Piétinement

Passage d'engins



Milieu

Climat

Altitude
Exposition

Sol

Quantité

Qualité

Souplesse d'utilisation

Photo : Philippe Deschamps

V- Techniques de caractérisation d'un couvert prairial **à l'échelle de la parcelle**

5.1- Choix des sites à observer

2 prairies différentes

ou

2 portions avec différences nettes : topographie, mode de gestion, ombrage, humidité, ...

Carré observable > 100 m²

5.2- Diversité floristique et abondance

Comptage dans quadrats de 0,5 m²

Classement en 3 catégories : Poacées, Fabacées, autres

Opération renouvelée
tant qu'on trouve de nouvelles espèces

5.3- Estimation du rendement



Photo : <http://www.habitats.freeserve.co.uk>

Même quadrat de 0,5 m²

6 observations

(Surface totale = 3 m²)

% recouvrement des 3 catégories de plantes
(Poacées, Fabacées, autres)

Estimation de la couverture végétale en % de recouvrement

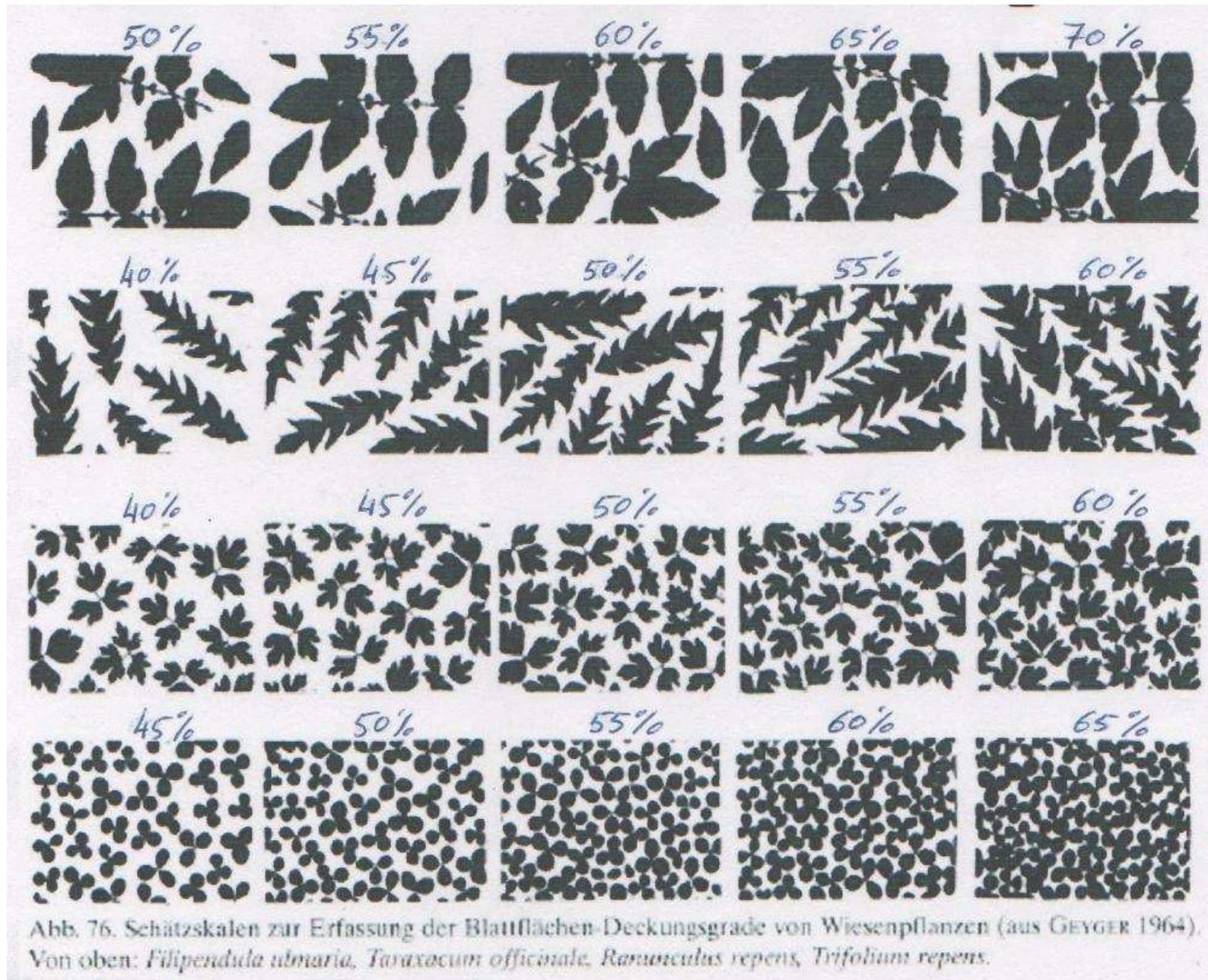


Tableau 2 : Type de végétation, composition botanique et diversité des "secteurs de végétation".

Table 2 : Vegetation type, botanical composition, and diversity of the 'vegetation sectors'.

a) Types de prairies de vallée⁽¹⁾

	VZ1		VZ2		VZ3		VX1		VX2	
	Prairies de fauche du montagnard "dactyle en touffes et trèfle blanc"						Prairies de fauche du montagnard "ombellifères et dactyle en touffes"			
Les 10 espèces dominantes ⁽²⁾ (contribution spécifique en %)	<i>Taraxacum of.</i>	12	<i>Lolium perenne</i>	27	<i>Trifolium repens</i>	15	<i>Dactylis glom.</i>	14	<i>Poa trivialis</i>	13
	<i>Poa pratensis</i>	12	<i>Trifolium repens</i>	22	<i>Lolium perenne</i>	14	<i>Anthriscus sylv.</i>	9	<i>Ranunc. acris*</i>	8
	<i>Trifolium repens</i>	12	<i>Dactylis glom.</i>	17	<i>Dactylis glom.</i>	13	<i>Taraxacum of.</i>	8	<i>Taraxacum of.</i>	8
	<i>Dactylis glom.</i>	10	<i>Taraxacum of.</i>	14	<i>Taraxacum of.</i>	13	<i>Trifolium repens</i>	8	<i>Dactylis glom.</i>	7
	<i>Poa trivialis</i>	10	<i>Trifolium prat.</i>	10	<i>Poa pratensis</i>	10	<i>Heracleum sph.</i>	8	<i>Alchemilla xan.*</i>	7
	<i>Lolium perenne</i>	9	<i>Poa pratensis</i>	5	<i>Poa trivialis</i>	7	<i>Geranium sylv.</i>	7	<i>Trifolium prat.</i>	7
	<i>Trifolium prat.</i>	6	<i>Ranunc. acris*</i>	2	<i>Trifolium prat.</i>	7	<i>Poa pratensis</i>	6	<i>Trifolium repens</i>	6
	<i>Anthoxanth. od.</i>	6	<i>Alchemilla xan.*</i>	1	<i>Anthoxanth. od.</i>	4	<i>Vicia cracca</i>	5	<i>Heracleum sph.</i>	6
	<i>Ranunc. acris*</i>	5	<i>Holcus lanatus</i>	1	<i>Ranunc. acris*</i>	4	<i>Ranunc. acris*</i>	5	<i>Geranium sylv.</i>	5
	<i>Bromus hord.</i>	5	<i>Achillea millefol.</i>	1	<i>Bromus hord.</i>	4	<i>Trifolium prat.</i>	4	<i>Rhinanthus mi.*</i>	5
Familles botaniques principales (contribution exprimée en %)										
Graminées	61		50		68		26		31	
Légumineuses	18		32		18		21		19	
Ombellifères	0		0		0		21		8	
Géraniacées	0		0		0		7		5	
Composées	14		15		11		9		8	
Plantaginacées	1		0		0		0		0	
Renonculacées	5		2		2		5		8	
Rosacées	1		1		1		3		9	
Autres familles	0		0		0		8		12	
Nb. moyen d'espèces ⁽³⁾	16		12		15		29		21	
Nb. familles botaniques ⁽⁴⁾	7		6		7		17		12	
Nombre total d'espèces ⁽⁵⁾	18		12		19		53		34 ⁽³⁾	
Diversité spécifique H ^(4,6)	3,7		2,7		3,6		4,3		4,4	
Nb. relevés	2		1		2		3		3	

D'après
Bugaud et al,
2000

Références bibliographiques

SIMON J.C., DECAU M.L. et VERTES F., 1997, Chargement animal et pollution nitrique sous prairie, Le Courrier de l'Environnement n°30.

PARKER J.G.W., 1968, Fertilisants et Agriculture, n°93, Paris.

SOUSSANA J.F. et al, 2004, Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands, Soil Use and Management n°20, p. 221.

BONISCHOT R., 1984, Fumure de fond et potentialités de la prairie permanente, Fourrages n°98.

FISCHESSER B., DUPUIS-TATE M.F., Guide illustré de l'Ecologie, Editions de la Martinière p.243.

GOUNOT M. et BOUCHE M., 1974, Modélisation de l'écosystème prairial. Objectifs et méthodes. Bull. Ecol., 5-4 : 316.

BUGAUD C. et al, 2000, Relation entre la composition botanique de végétations de montagne et leur composition en composés volatils, Fourrages n°162, 141-155



Photo : Philippe Deschamps