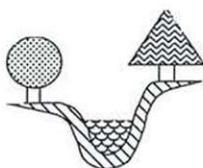


# PRÉ-ÉTUDE EN VUE D'UNE TYPOLOGIE DES STATIONS FORESTIÈRES DE LA **BASSE PLAINE RHENANE** (*Alsace*)



C.R.P.F.L.A.



**G I T E**

Groupe d'étude  
Interdisciplinaire  
Transfrontalier en  
Environnement



# PRÉÉTUDE EN VUE D'UNE TYPOLOGIE DES STATIONS FORESTIÈRES DE LA BASSE PLAINE RHÉNANE (ALSACE)

## Préambule

### Cette préétude a été réalisée par :

MM. R. HAUSCHILD (Freiburg), S. ASAEL (Strasbourg) (Groupe d'étude Interdisciplinaire Transfrontalier en Environnement)

### Financement:

Conseil Régional d'Alsace  
Direction de l'Espace Rural et de la Forêt  
Office National des Forêts - Direction Régionale Alsace

### Maître d'oeuvre:

M. X. GAUQUELIN (Office National des Forêts Strasbourg)

### Conseiller scientifique:

M. B. JABIOL (ENGREF Nancy)

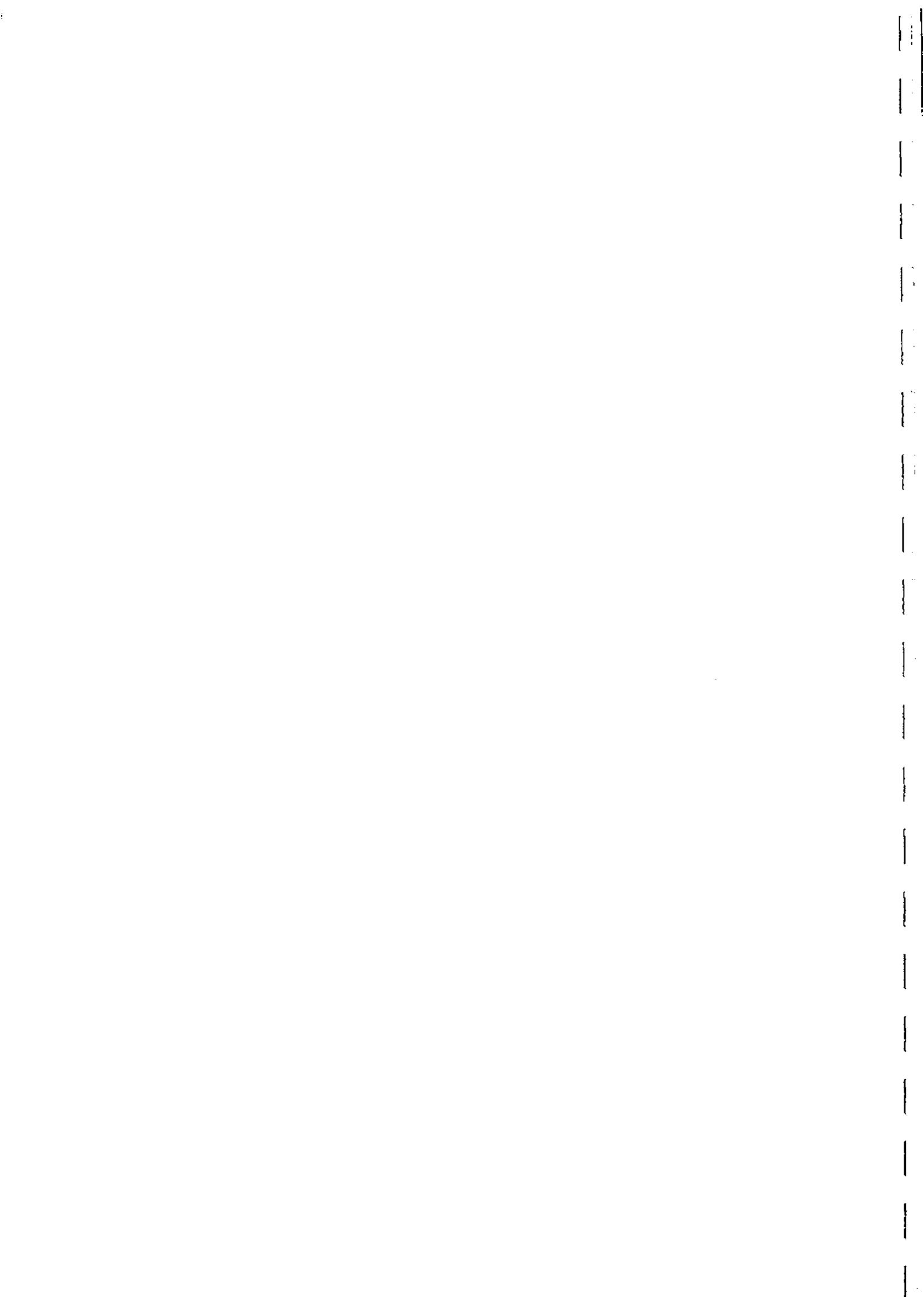
### Avec la participation pour la rédaction de:

M. M. F. GEISSERT (Sessenheim), J. P. KLEIN (Strasbourg), Mme U. SPRANGER (Freiburg)

### Avec la collaboration de:

MM. ALDINGER (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg), A. BOULLAY (ONF Oberhoffen), Dr. FLECK (Geologisches Landesamt Freiburg), J. C. GÉGOUT (ENGREF Nancy), P. GELDREICH (ONF Haguenau), D. HUSSON (ONF Strasbourg), C. KAUFFMANN (DIREN Colmar), MÜHLHÄÜBER (Verein für forstliche Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung Freiburg), Prof. Dr. W. SCHIRMER (Universität Düsseldorf), P. SCHNEIDER (ONF Hatten), WIEBEL (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg).

Photo de couverture: Gérard Lacoumette



## SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1. Géologie</b>	<b>3</b>
<b>2. Le cadre géographique</b>	<b>5</b>
2.1. Géomorphologie	5
2.2. Les différentes unités géomorphologiques	7
2.3. Estimation de l'âge des différentes unités géomorphologiques	11
2.4. Evolution géohistorique	13
<b>3. Pédologie</b>	<b>14</b>
3.1. Généralités	14
3.2. Types de sols et unités géomorphologiques	14
3.2.1. Ried blond	14
3.2.2. Ried brun-blond	17
3.2.3. Ried brun	18
3.2.4. Ried brun-noir	21
3.2.5. Ried noir	22
3.2.6. Surface colluvionnée	24
3.3. Influence des rivières vosgiennes	29
3.4. Conclusion	29
<b>4. Nappe phréatique</b>	<b>31</b>
4.1. Généralités	31
4.2. Nappe phréatique et unités géomorphologiques	31
<b>5. Climat</b>	<b>34</b>
<b>6. Régime hydrologique</b>	<b>36</b>
6.1. Le régime du Rhin	36
6.2. Les principaux affluents du Rhin	36

<b>7.</b>	<b>Aménagement hydraulique</b>	40
7.1.	Conséquences de l'aménagement hydraulique sur le fonctionnement du fleuve	40
7.2.	Sur le régime du fleuve	44
7.3.	Sur la nappe phréatique	44
7.4.	Sur la végétation	46
<b>8.</b>	<b>La végétation</b>	48
8.1.	Généralités	48
8.2.	Les forêts dans la basse plaine rhénane	48
8.2.1.	Dans les Rieds blond et brun-blond	48
8.2.2.	Dans le Ried brun	50
8.2.3.	Dans les Rieds brun-noir et noir	52
8.3.	Végétation prairiale	53
8.4.	Végétation aquatique	54
<b>9.</b>	<b>Situation actuelle des forêts</b>	56
9.1.	Généralités	56
9.2.	La localisation des massifs forestiers dans les unités géomorphologiques	56
9.3.	Sylviculture	58
9.3.1.	Sylviculture dans les Rieds blond et brun-blond	58
9.3.2.	Sylviculture dans les Rieds brun, brun-noir et noir	60
9.4.	Statut de protection	60
<b>10.</b>	<b>Elaboration d'un catalogue de stations forestières dans le Bade-Wurtemberg</b>	62
10.1.	Généralités	62
10.2.	Les étapes	62
10.3.	Organisation du travail	63
10.4.	Un exemple: la plaine rhénane	63
<b>11.</b>	<b>Annexes</b>	64
11.1.	Symbolisation	64
11.1.	Explication des horizons pédologiques	64
<b>12.</b>	<b>Bibliographie</b>	66

## Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1	Coupe schématique du fossé rhénan moyen	2
Figure 2	Zone d'étude	4
Figure 3	Le Rhin supérieur - unités géomorphologiques	6
Figure 4	Unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	8
Figure 5	Coupes schématiques d'Ouest en Est des unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	10
Figure 6	Types de sols des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	26
Figure 7	Série de types de sols des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	27
Figure 8	Fluctuation de la nappe phréatique par unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	30
Figure 9	Indices climatiques de la basse plaine rhénane	33
Figure 10	Débit mensuel moyen du Rhin à Reckingen (Suisse), Kembs (France / Haut-Rhin) et Worms (Allemagne)	35
Figure 11	Réseau hydrographique de la basse plaine rhénane	37
Figure 12	Conséquence de la correction du Rhin à la hauteur de Seltz / Munchhausen	39
Figure 13	Aménagement hydraulique moderne du Rhin supérieur	41
Figure 14	Conséquences des aménagements du Rhin sur le fonctionnement hydrologique à la hauteur d'un bief en feston	42
Figure 15	Conséquences de l'aménagement hydraulique moderne sur le régime du Rhin	43
Figure 16	Conséquences de l'aménagement hydraulique du Rhin sur la végétation forestière	45
Figure 17	Relation entre les échelles du Rhin et la zonation de la végétation de la plaine alluviale fonctionnelle	47

Figure 18	Proposition pour une carte des peuplements forestiers potentiels des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	51
Figure 19	Situation actuelle des forêts de la basse plaine rhénane	55
Figure 20	Localisation des massifs forestiers dans les différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	57
Figure 21	Statut de protection des massifs forestiers de la basse plaine rhénane	59
Tableau 1	Evolution holocène des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	12
Tableau 2	Caractères typiques des sols des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane	25
Tableau 3	Concentrations minimales et maximales en calcaire total des horizons A (organo-minéraux) et profondeurs de décarbonatation	28
Tableau 4	Nappe phréatique et unités géomorphologiques	32
Tableau 5	Aperçu sur la végétation potentielle du Ried blond (au Sud de la zone d'étude)	49
Tableau 6	Ventilation des surfaces par région IFN	56
Tableau 7	Surface boisée par type de propriété dans la basse plaine rhénane	56
Tableau 8	Statut de protection des peuplements forestiers de la basse plaine rhénane	61

## Introduction

Entamée au printemps 1995, l'élaboration du catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane répond au besoin de disposer d'un outil scientifique fiable, adapté pour l'aménagement forestier.

Dans cette optique l'Office National des Forêts, la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt avec le concours financier de la région Alsace ont confié cette étude au Groupe d'Etude Interdisciplinaire Transfrontalier en Environnement. La réalisation de cette typologie est particulière puisqu'elle se situe sur la dernière région géographique d'Alsace encore non couverte par un catalogue des stations forestières.

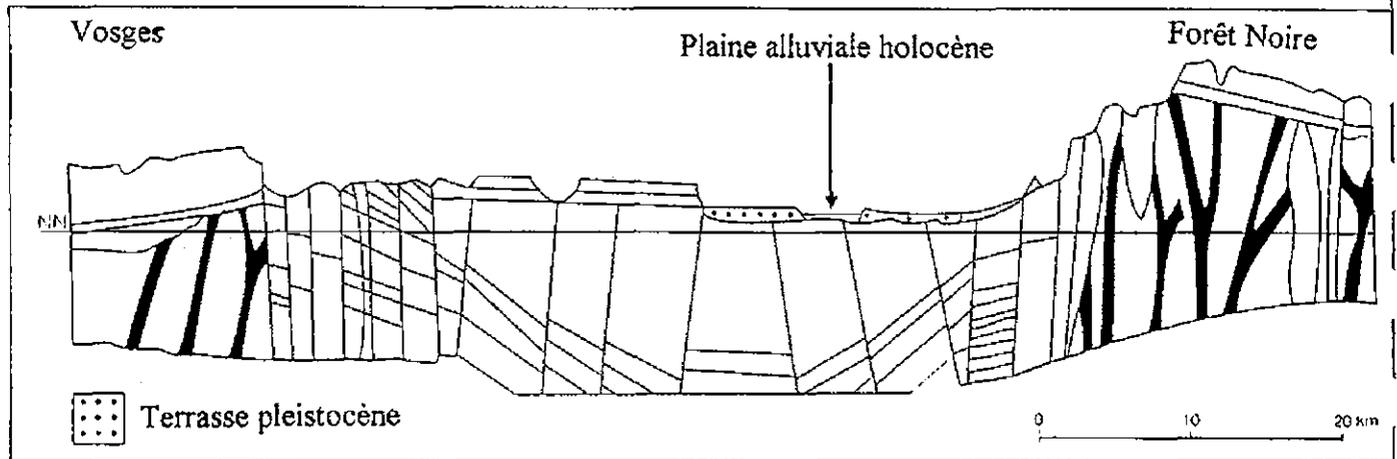
La présente pré-étude constitue la première étape de ce travail. Son objectif est de fournir des informations synthétiques (climat, régime hydrologique), et des données élémentaires (pédologiques, géomorphologiques) pour dresser un état des lieux détaillé de la basse plaine rhénane. En effet la bibliographie consultée souligne la relative carence de références (articles, études,...) sur cette partie de l'Alsace.

Ce document servira également à la compréhension du catalogue des stations forestières.

Dans un souci d'apporter une vision complète à la démarche informative, nous avons donné quelques indications sur la méthode allemande (dans le Bade-Wurtemberg) en typologie des stations. Ce résumé fait suite à plusieurs rencontres avec les forestiers du Centre de recherches forestières (*Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt*) de Freiburg.

Figure 1

## Coupe schématique du fossé rhénan moyen



Le compartiment central, faillé, qui s'est affaissé par phases successives depuis le début du Tertiaire est par endroit recouvert d'une importante épaisseur de sédiments (1000 à 3500m)  
 [Source: Schäfer (1973), modifiée]

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

## 1. GÉOLOGIE

La plaine du Rhin s'étend sur 300km de long et sur 40km de large en moyenne. Sa genèse débute au Tertiaire (45 millions d'années) à la suite de mouvements tectoniques intenses. En effet, les plissements de l'orogénèse alpine soulèvent les vieux massifs hercyniens en place depuis l'ère primaire. C'est pendant cette phase que se forme le fossé d'effondrement. Ce fossé est rapidement (période oligocène) envahit par les eaux marines qui y déposent des sédiments. Au cours du Quaternaire, pendant les différentes glaciations, le Rhin charrie de grandes quantités de gravier alpin dont l'épaisseur peut par endroit dépasser 350m (Schenker, 1992; cf. figure 1).

Des analyses de sédiments quaternaires (Bartz, 1974) montrent que l'intensité de l'effondrement n'a pas été uniforme dans toute la plaine rhénane. En effet, 2 secteurs apparaissent avec une importante accumulation en sédiments, l'un entre Marckolsheim et Rhinau (Sud) et l'autre entre Mannheim et Darmstadt (localisé au Nord, avec 200 à 300m d'épaisseur). Quant à la zone d'étude, l'épaisseur en sédiments est bien moindre (50 à 100m), signe évident d'un effondrement moins prononcé.

Alors que les périodes froides correspondent à des phases d'alluvionnement, les périodes dites chaudes entraînent plutôt une érosion dans les sédiments fluviaux d'âge glaciaire. A l'heure actuelle (Holocène) le Rhin possède plutôt une dynamique érosive avec cependant des phases d'alluvionnement conséquentes.

Des études utilisant des techniques isotopiques (C14) sur des troncs de chênes subfossiles ont permis de corréliser âge et épaisseur de sédiments. Par exemple, un chêne de 300 ans d'âge a été mis à jour sous une épaisseur de 12m de sédiments dans le port de Karlsruhe (Bartz, 1982).

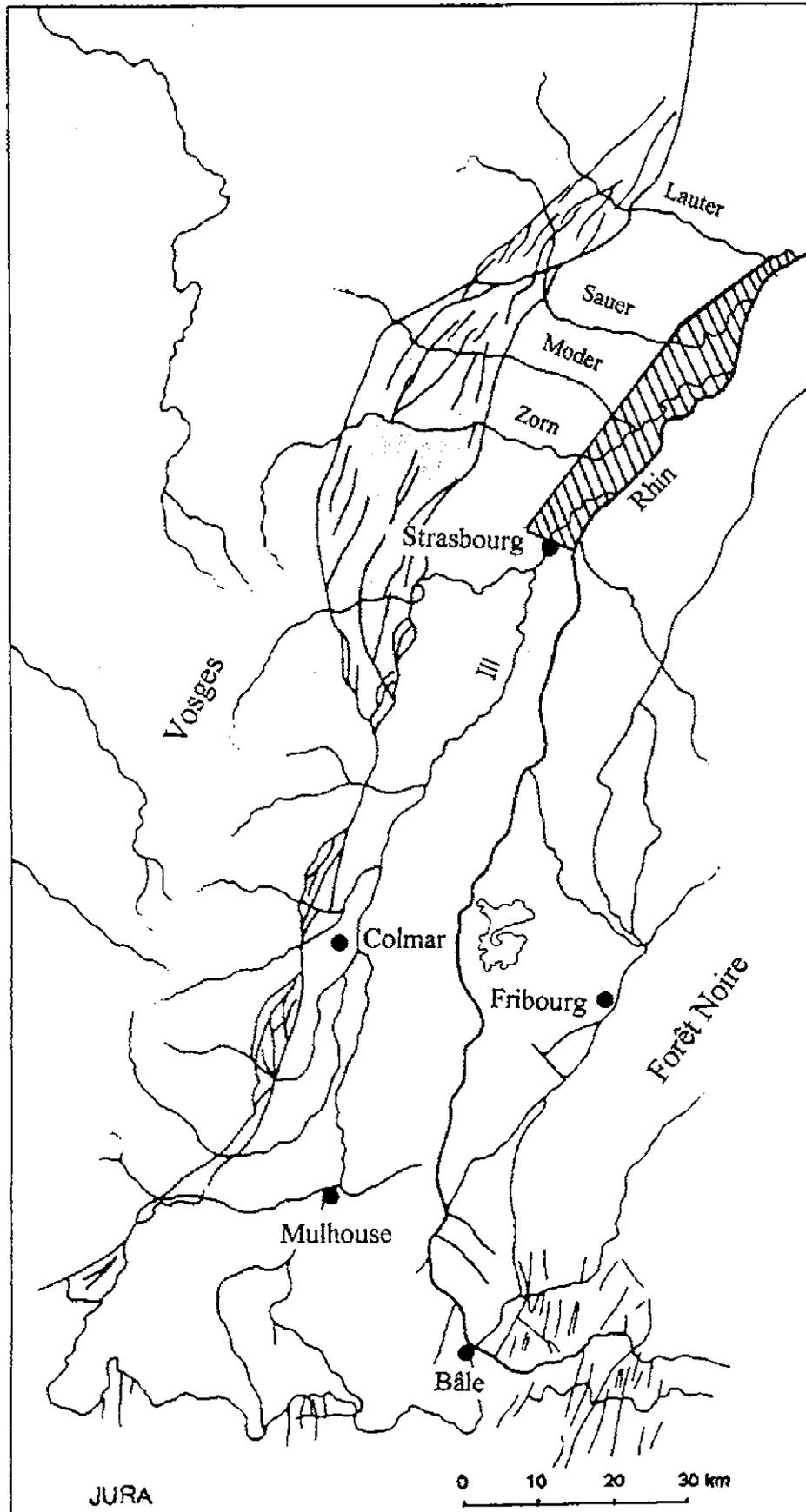
Geissert et al. (1976) ont observé que les fluctuations des épaisseurs de sédiments quaternaires pouvaient être considérables. En moyenne Geissert suppose que les épaisseurs d'alluvions holocènes dans notre zone d'étude varient entre 6 et 8m (communication personnelle). Ces hypothèses sont étayées par la découverte à ces profondeurs d'une faune fossilisée caractéristique de la plaine alluviale actuelle.

La genèse du talus de la terrasse quaternaire de Haguenau est extrêmement complexe, car elle met en jeu des sédiments pliocènes et pleistocènes. S'ajoute à ceci des alluvions déversées par les rivières vosgiennes (Moder, Zorn,...) et des sédiments éoliens loessiques (Geissert et al., 1976).

Figure 2

**Zone d'étude**

Surface totale: 33.000 ha  
 Surface forestière: 5.650 ha



## 2. LE CADRE GÉOGRAPHIQUE

La zone d'étude (que l'on dénommera par la suite Ried Nord ou basse plaine rhénane) est un secteur alluvial complexe qui s'étend dans le fossé tectonique d'Alsace - Bade-Wurtemberg sur 33.000 ha environ entre Strasbourg au Sud et la Lauter au Nord.

Le Rhin forme la limite Est et les escarpements des terrasses quaternaires de Haguenau, constituées de sédiments pliocènes et pleistocènes (Geissert et al., 1976), la limite Ouest (cf figure 2). Sa forme géométrique s'assimile à celle d'un triangle qui se rétrécit progressivement vers le Nord et se termine en pointe à la hauteur de Lauterbourg.

Au sens de l'Inventaire Forestier National, l'aire d'étude couvre une partie des régions naturelles suivantes: (cf. chapitre 9.)

- ⇒ Vallée du Rhin (Bas-Rhin)
- ⇒ Plaine de Haguenau

### 2.1. Géomorphologie

Le Ried Nord se situe, en raison d'une pente relativement faible (0,3‰), dans le secteur des anastomoses et des méandres naissants définis par Carbiener (1983). Il a été, par le passé, très marqué par la dynamique du Rhin et des rivières vosgiennes. L'amenuisement de la pente (par rapport au secteur des tresses et anastomoses (cf figure 3, page 6) a permis au fleuve d'emprunter un vaste cours constitué de larges et profonds bras d'eau (Altwasser). Au niveau topographique, le Ried Nord présente d'Est en Ouest 3 grands espaces:

- ⇒ la partie alluviale du Rhin
- ⇒ la terrasse agricole
- ⇒ la dépression marginale

De nombreuses théories tentent d'expliquer cette différenciation. Pour Daubrée (1850), c'est l'action du Rhin (alternance de phases d'érosion et d'alluvionnement) durant la période postglaciaire qui est à l'origine de ces unités.

Pour Maire et al (1972), les terrasses les plus élevées (exemples: Roppenheim, Dalhunden) sont constituées par des graviers datant de la dernière glaciation würmienne (plus anciennes que +/- 10.000 ans). La couche superficielle de limon de débordement (*Auelehm*) proviendrait, elle, des crues holocènes (plus jeunes que +/- 10.000 ans).

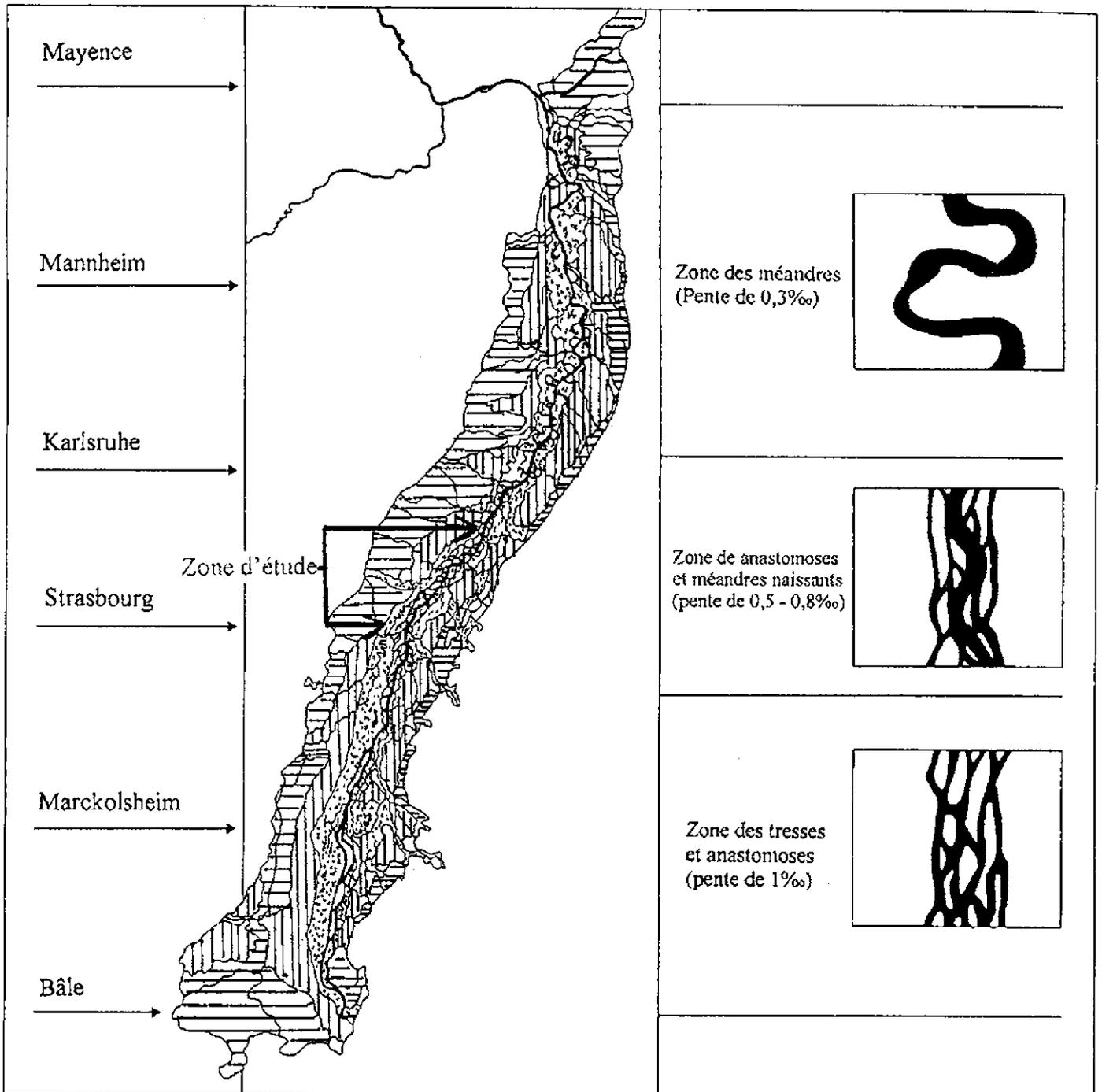
Nous citerons enfin Striedter (1988) qui démontre dans sa thèse, que les processus d'érosion et d'alluvionnement se sont essentiellement déroulés durant l'holocène dans toute la largeur de la plaine rhénane. Il appuie donc l'hypothèse de Daubrée. En guise d'exemple, Daubrée (1850; dans Striedter [1988]) décrit avec précision le comblement pendant 48 heures d'un bras latéral d'une dizaine de mètres de profondeur au cours d'une crue du fleuve.

De même, certains îlots de gravier pouvaient être transportés de plus de 270 mètres par an vers l'aval. On imagine la force érosive (et d'alluvionnement) du Rhin d'alors!

Ce fonctionnement est illustré par un évènement daté de 1808, à savoir le déplacement du Rhin de 4 km vers l'Est à la hauteur de Dalhunden. Daubrée suppose que le Rhin a dû façonner l'ensemble de la basse plaine rhénane jusqu'au talus de Haguenau durant la période préhistorique (Holocène ancien).

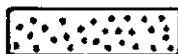
Figure 3

## Le Rhin supérieur - unités géomorphologiques



## Légende

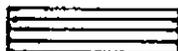
Fond alluvial postglaciaire et actuel



Basse terrasse würmienne



Haute terrasse et cône de déjection



[Source: Schäfer (1973), modifiée]

## 2.2. Les différentes unités géomorphologiques

La définition des unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane se base entre autre sur l'analyse des lieu-dits. Ces dénominations que l'on doit à nos ancêtres, reflètent souvent une situation géomorphologique particulière ou une utilisation agricole spécifique. Ainsi, il est possible de distinguer d'Est en Ouest 5 unités (Schirmer et al, 1985; modifié):

① - La zone alluviale active (*Auwaldzone*). Cette unité comprend l'ancien lit majeur avant la correction de l'ingénieur badois Tulla avec ses anastomoses actives. Les terminaisons typiques des lieu-dits telles que *-kopf* (levée), *-grund* (dépression) ou *-lach* (= flaque / mare) expriment bien le dynamisme géomorphologique d'une plaine alluviale active.

② - La zone alluviale consolidée (*Woerthzone*). Cette unité est caractérisée par des lieu-dits dont les noms se terminent par *-woerth* (*Neuwörth, Sandwörth,...*). Ce terme est dérivé du terme „*Werder*“ qui symbolise un paysage proche de l'eau mais non inondable. Ces parties, d'un niveau topographique généralement plus élevé, étaient rarement inondées. Elles étaient souvent consolidées (endiguées) pour permettre une agriculture extensive.

③ - La zone des champs (*Felderzone*). Cette vaste unité géomorphologique, à vocation agricole, concentre aujourd'hui village, activité industrielle et infrastructure routière. Elle couvre la majeure surface de la „terrasse agricole“ présentée plus avant (dans le texte) des trois unités principales.

④ - La zone des prairies (*Mattenzone*). A l'Ouest de la zone précédente, en situation topographique inférieure, cette unité géomorphologique était employée comme prairie humide extensive (*Langmatten, Pfeffermatt,...*). Elle se localise juste avant la dépression marginale.

⑤ - La zone des Rieds (*Riedzone*). Cette unité assimilée à la dépression marginale, longe le talus de la terrasse plio-pleistocène. Les sols sont hydromorphes et hébergent les Aulnaies marécageuses.

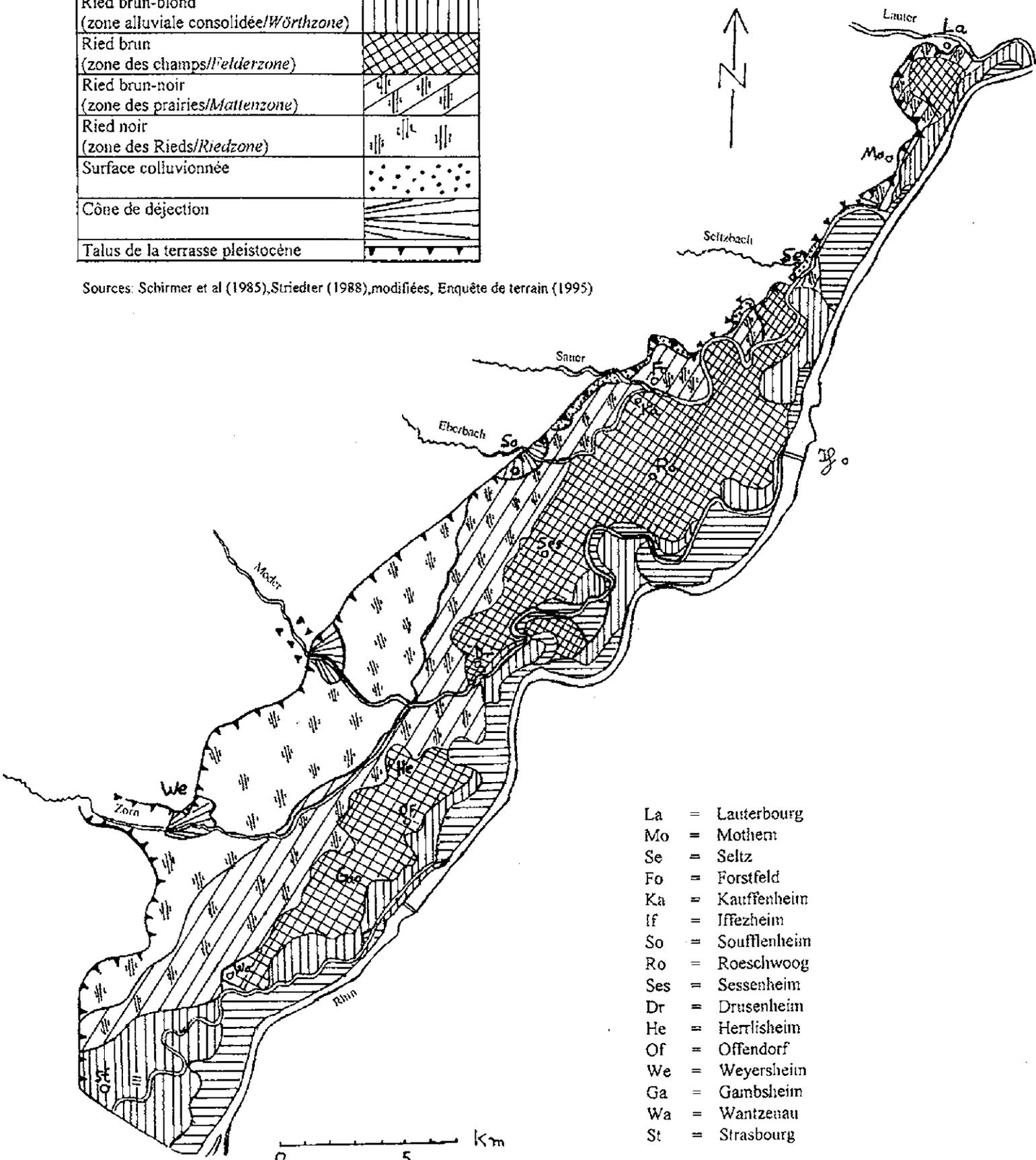
Cette compartimentation topographique s'observe entre La Wantzenau et Herrlisheim. Par contre, le *Herrlisheimer Ried* ne présente que les unités de la zone alluviale active à l'Est et la zone des Rieds à l'Ouest. Ce profil géomorphologique particulier s'explique par le fait que ce secteur fut encore inondé à l'Ouest de Herrlisheim par la Zorn et par les remontées de la nappe, et à l'Est par le Rhin jusqu'au début de ce siècle. Donc, on observe entre Herrlisheim et Drusenheim que la zone des Rieds „noir“ à évolution tourbeuse conflue dans la zone alluviale. Plus en aval (au Nord de Drusenheim) la zone des Rieds peut manquer. Par contre, les 4 autres unités sont toujours présentes.

Ainsi, l'analyse des lieu-dits permet de définir des unités géomorphologiques propres à la basse plaine rhénane. Ces unités ont des particularités floristiques, pédologiques et hydrologiques. Leurs particularités seront explicitées dans les chapitres suivants. Il est donc concevable, avec l'aide des cartes cadastrales, des cartes IGN, des analyses pédologiques, dendrochronologiques (Schirmer et al, 1985; Striedter, 1988), malacologiques (Geissert et al, 1976), de dresser une carte des unités géomorphologiques (cf figures 4 et 5).

Unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane

Unité géomorphologique	Symbole
Ried blond (zone alluviale/Auwaldzone)	[Symbol: horizontal lines]
Ried brun-blond (zone alluviale consolidée/Wörthzone)	[Symbol: vertical lines]
Ried brun (zone des champs/Felderzone)	[Symbol: cross-hatch]
Ried brun-noir (zone des prairies/Mattenzone)	[Symbol: diagonal lines /]
Ried noir (zone des Rieds/Riedzone)	[Symbol: diagonal lines \]
Surface colluvionnée	[Symbol: dots]
Cône de déjection	[Symbol: radiating lines]
Talus de la terrasse pleistocène	[Symbol: horizontal lines with triangles]

Sources: Schirmer et al (1985), Striedter (1988), modifiées, Enquête de terrain (1995)



- La = Lauterbourg
- Mo = Mothem
- Se = Seltz
- Fo = Forstfeld
- Ka = Kauffenheim
- If = Iffezheim
- So = Soufflenheim
- Ro = Roeschwoog
- Ses = Sessenheim
- Dr = Drusenheim
- He = Herrlisheim
- Of = Offendorf
- We = Weyersheim
- Ga = Gamsheim
- Wa = Wantzenau
- St = Strasbourg

Le catalogue des stations forestières du Ried ello-rhénan, élaboré par Schnitzler (1990) définit d'Est en Ouest 4 grandes unités structurales: le Ried blond, le Ried brun, le Ried noir et le Ried gris. Selon nous, il serait bon de disposer d'un vocabulaire commun, même si les conditions écologiques de la plaine ello-rhénane ne sont pas identiques à celles de la basse plaine rhénane. Par conséquent, nous proposons l'équivalence suivante:

① zone alluviale active ( <i>Auwaldzone</i> )	Ried blond
② zone alluviale consolidée ( <i>Wörthzone</i> )	Ried brun-blond
③ zone des champs ( <i>Felderzone</i> )	Ried brun
④ zone des prairies ( <i>Mattenzone</i> )	Ried brun-noir
⑤ zone des Rieds ( <i>Riedzone</i> )	Ried noir

Même si les deux secteurs n'ont pas un système hydrologique fonctionnant de la même façon, les unités morphologiques, à l'exception du Ried gris (propre à la plaine ello-rhénane) ont la même genèse à savoir une succession de phases d'érosion et d'alluvionnement due au Rhin.

Les unités géomorphologiques du Ried blond au Ried brun sont en fait des terrasses de taille variable distinctes les unes des autres par des différences topographiques de l'ordre du mètre (Striedter, 1988). En règle générale, ces différences sont plus atténuées entre le Ried brun et le Ried noir. Il faut alors intégrer des distinctions pédologiques et/ou floristiques pour figurer ces limites. (cf. figures 4 et 5)

#### Autres unités géomorphologiques (hors zone d'étude)

⇒ La terrasse plio-pleistocène de Haguenau

Surplombant la plaine alluviale rhénane holocène de plusieurs mètres, cette terrasse plio-pleistocène est constituée de matériaux sableux à argileux. Une série de ravines entaillent la terrasse de Haguenau en de multiples endroits laissant apparaître le substrat d'origine composé de marnes et de calcaires de l'Aquitainien (Miocène inférieur). La formation de ces entailles remonte à l'holocène ancien au cours d'une période marquée par l'absence de végétation. Les phénomènes d'érosion qui caractérisaient la fin de la dernière glaciation ont bien entendu été favorisés.

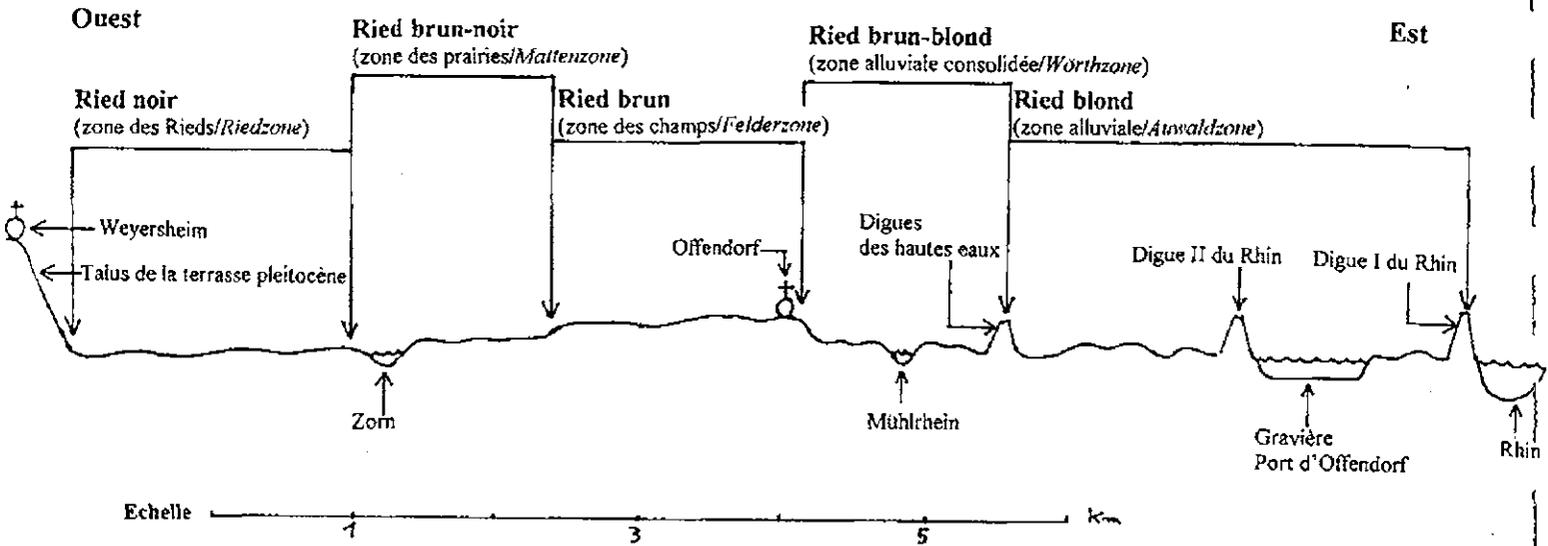
⇒ Le talus de la terrasse plio-pleistocène de Haguenau

Le talus de la terrasse forme la limite Ouest de notre zone d'étude. La Zorn et la Moder forment des cônes de déjections alors que la Sauer entaille des ravines dans le talus pliocène, sans former un cône de déjection. Sur les pentes les plus raides, nous observons des phénomènes colluvionnaires (cf. figure 4).

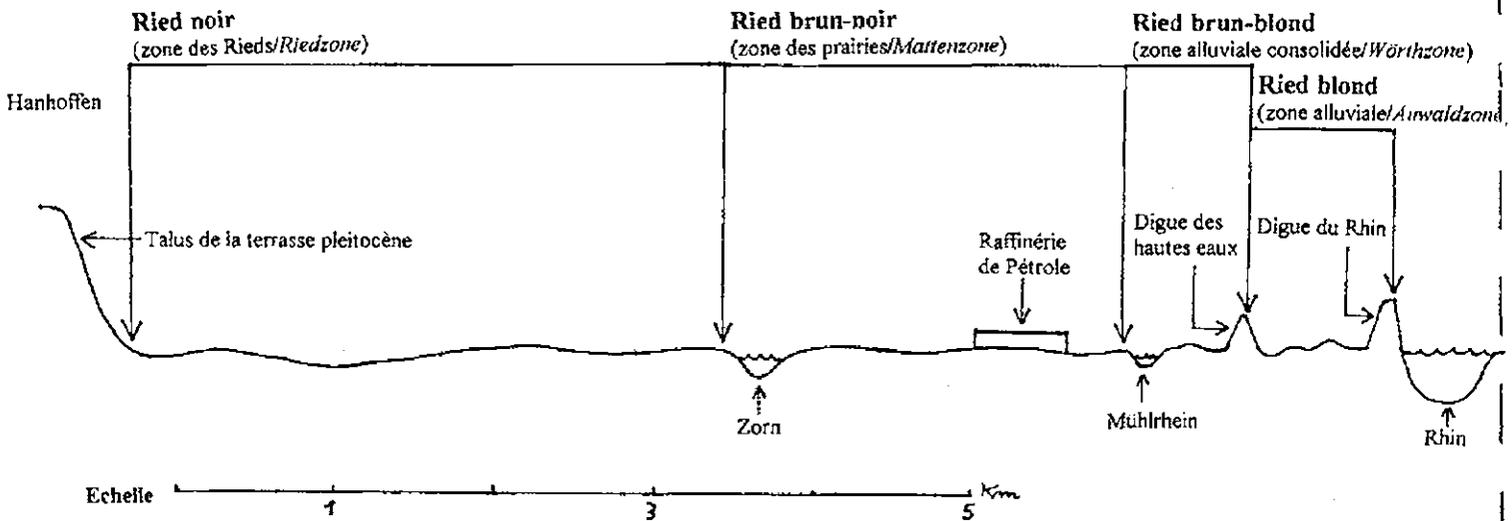
\* Remarque sur la Figure 4: la description de la partie centrale de la zone d'étude se base sur des analyses pédologiques et dendrologiques (Schirmer et al, 1985; Striedter, 1988). Les limites des différentes unités géomorphologiques dans les secteurs entre Strasbourg et La Wantzenau et entre Seltz et Lauterbourg sont actuellement provisoires et doivent être encore confirmées par des sondages pédologiques supplémentaires.

Coupes schématiques d'Ouest en Est des unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane

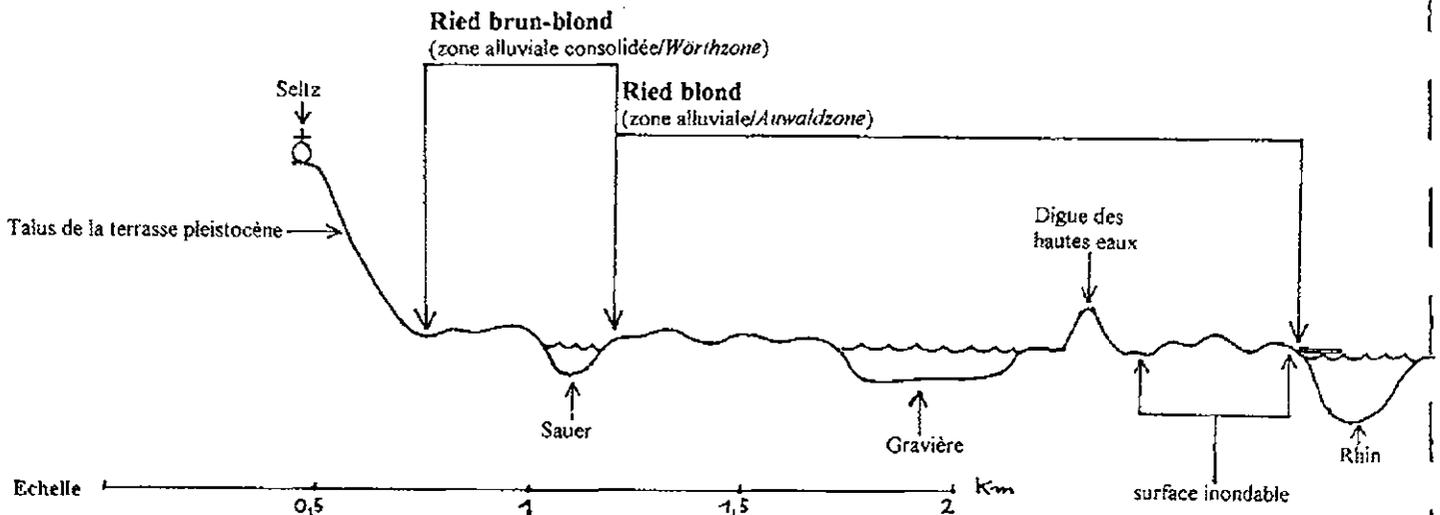
① Entre Weyersheim et Offendorf



② Entre Hanhoffen (au Sud de Bischwiller) et le Junggrund (au Sud de Drusenheim)



③ Entre Seltz et le pont du Rhin à Seltz



Sources: Schirmer et al (1985), Striedter (1988), modifiées, Cartes IGN

A la hauteur de Leutenheim, le Heidenberg constitue une butte témoin séparée de la terrasse plio-pléistocène de Haguenau à la suite d'une intense érosion du Rhin pendant l'holocène ancien. Il surmonte la plaine de plus de 11 mètres.

### 2.3. Estimation de l'âge des différentes unités géomorphologiques

L'estimation de l'âge de ces formations fait la synthèse entre une recherche bibliographique approfondie (Striedter, 1988; cartes, publications anciennes, données archéologiques), une analyse de données malacologiques (Geissert et al., 1976), une analyse palynologique (Hatt, 1937), des sondages pédologiques et des recherches dendrochronologiques [combinées à une étude isotopique au carbone 14 sur 162 chênes subfossiles] (Schirmer et al., 1985, Striedter, 1988).

Les résultats de ces travaux (voir tableau 1, page 12) sont fondamentaux d'une part parce qu'ils confirment la toposéquence que nous proposons dans le chapitre précédent et d'autre part parce qu'ils permettent de connaître, sur une échelle temporelle absolue, les périodes de formation des différentes unités géomorphologiques.

Striedter (1988) propose la séquence suivante (de la formation la plus ancienne à la formation la plus récente):

- ① Le Ried noir (alluvionnement post-würmien à la fin de la dernière glaciation)
- ② Le Ried brun-noir s'est formé au cours de la période subboréale (Atlantique)
- ③ Le Ried brun est une terrasse du subatlantique divisée en 3 sous-parties avec chronologiquement le Ried brun élevé - le Ried brun moyen et le Ried brun inférieur (le plus récent)
- ④ Le Ried brun-blond s'est formé entre le 13<sup>ème</sup> et le 16<sup>ème</sup> siècle.
- ⑤ La genèse du Ried blond débute au 18<sup>ème</sup> siècle mais est interrompue par les travaux d'aménagement hydraulique.

La création de ces différentes terrasses reflète tout à fait les alternances de périodes à forte activité fluviale (alluvionnement, érosion), correspondant la plupart du temps à des périodes „froides“, avec des périodes beaucoup plus tranquilles et plus stables. Bien que les variations climatiques (température) durant l'holocène ne soient pas énormes, elles suffisent pour avoir eu un certain effet sur la dynamique du fleuve (Geissert, communication personnelle). A priori, les chênes subfossiles analysés par Striedter (1988) datent des époques à climat plus froid où le Rhin provoquait d'énormes remaniements topographiques.

Tableau 1

### Evolution holocène des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane

Unité géomorphologique (terrasse)	Période d'alluvionnement important (création des terrasses)
<u>Ried blond</u> (Zone alluviale / <i>Airwaldzone</i> )	depuis 1780 après J.C.
<u>Ried brun-blond</u> (Zone alluviale consolidée / <i>Wörthzone</i> )	1300 - 1600 après J.C.
<u>Ried brun</u> (Zone des champs / <i>Felderzone</i> )	
parties basses	550 - 1200 après J.C.
parties moyennes	800 - 250 avant / après J.C.
parties hautes	2400 - 900 avant J.C.
<u>Ried brun-noir</u> (Zone des prairies / <i>Mattenzone</i> )	5200 - 2800 avant J.C.
<u>Ried noir</u> (Zone des Rieds / <i>Riedzone</i> )	+/- 8000 avant J.C.

[Source: d'après Striedter, (1988)]

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

## 2.4. Evolution géohistorique

La consultation de données archéologiques (Forrer, 1934) viennent affiner les résultats précédents. En effet, la colonisation humaine préhistorique et historique concorde parfaitement avec les différentes phases de genèse des unités géomorphologiques.

Les découvertes de vestiges néolithiques sont localisées à proximité du talus de la terrasse plio-pleistocène de Haguenau sur des levées proches des cônes de déjection des rivières vosgiennes. Les véritables premiers signes d'une présence humaine en plaine (sur le Ried brun) datent de la période „La Tène“ (1000 - 800 avant J.C.). Il s'agit de tombes celtiques (Tumuli) que l'on trouve du côté de Sessenheim et de Rountzenheim.

La période romaine connaît une forte dynamique fluviale, expliquant l'absence, sauf à Seltz, d'activité humaine dans la basse plaine rhénane (Reinhard, 1969). A partir du 8<sup>ème</sup> siècle (période mérovingienne et carolingienne), de nombreux villages se créent sur les parties les plus élevées du Ried brun (Herrlisheim, Sessenheim, Roeschwoog, Kauffenheim, etc...). Les villages de Dalhunden et Statmatten par exemple furent fondés au 14<sup>ème</sup> siècle à la hauteur des Rieds brun et brun-blond.

### 3. PÉDOLOGIE

#### 3.1. Généralités

En milieu alluvial, la pédogénèse est conditionnée par:

- la situation topographique par rapport à la nappe phréatique ou au cours d'eau;
- la nature physique et chimique des alluvions (granulométrie, présence de calcaire,..);
- le temps d'évolution.

La définition des unités géomorphologiques (cf. chapitre 2) s'appuie également sur des distinctions pédologiques. En effet, à condition d'être soumis à des contraintes climatiques, hydrologiques homogènes sur l'ensemble de la zone d'étude, le phénomène de la pédogénèse permet de différencier les unités géomorphologiques. Ainsi, il est légitime de supposer que les sols décarbonatés, brunifiés ou lessivés sont les plus évolués. Les analyses pédologiques fines menées par Schirmer et al (1985) et par Striedter (1988) confirment l'existence des différentes unités géomorphologiques définies dans le chapitre précédent.

Chaque terrasse est donc caractérisée par une série de différents types de sols (séquence de sols) dont le plus évolué permet d'estimer l'ancienneté de l'unité géomorphologique considérée par rapport à ses voisines.

#### 3.2. Types de sols et unités géomorphologiques

Ce chapitre fournit une description des sols les plus typiques et les plus représentatifs par unités géomorphologiques. Elle fait référence à notre campagne de terrain 1995. Pour plus de précision (légende - horizons pédologiques), le lecteur pourra se reporter à l'annexe; la nomenclature s'inspire du Référentiel Pédologique (Baize et al, 1992).

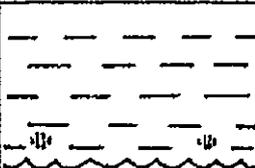
##### 3.2.1. Le Ried blond

Cette unité géomorphologique présente une forte variabilité topographique. Les sols sont jeunes, peu évolués si ce n'est au niveau de levées graveleuses, rarement inondables, sur lesquelles la pédogénèse a débuté. Dans les secteurs toujours inondés par les débordements du Rhin, les processus d'alluvionnement s'observent encore.

Les profils et descriptions qui suivent représentent des sols types caractéristiques de l'unité „Ried blond“. Ils s'inspirent largement des observations de terrain.

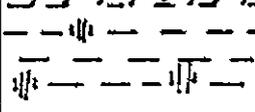
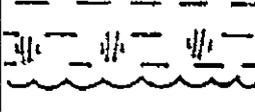
**Unité géomorphologique: Ried Blond**

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Fluvisol brut calcaire	Forêt Domaniale de Lauterbourg, à l'Est de la digue des hautes eaux	Saulaie blanche	quelques semaines/an	11.5.1995: à 80cm	Eumull carbonaté

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0 - 80cm		Mca (Jsca)	gris-brun (10YR/5/2)	quelques petites taches (<5% à 40cm)	forte	7,5-8

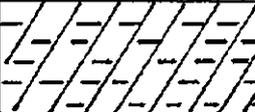
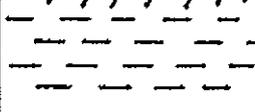
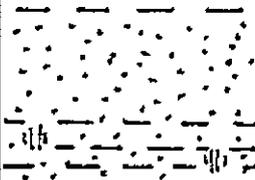
**Unité géomorphologique: Ried blond**

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Réductisol calcaire issu des alluvions jeunes	Forêt Domaniale de Lauterbourg, à l'Est de la digue des hautes eaux	Saulaie-Peupieraie	quelques semaines/an	11.5.1995: à 50cm	Eumull carbonaté

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		Aca (Jsca)	brun foncé (10YR/3/2)	-	forte	7,5-8
20-40cm		Go (Jp)	gris-brun (10YR/4/2)	10-35% grandes taches	forte	7,5-8
40-50cm		Go	gris foncé (10YR/6/2)	35-64% grandes taches	forte	7,5-8

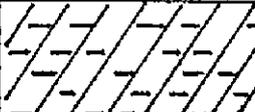
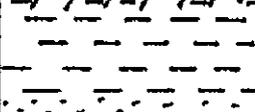
**Unité géomorphologique: Ried blond**

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Fluvisol typique calcaire	Forêt communale d'Offendorf/Réserve naturelle	vieille Saulaie-Peupleraie	absente	26.7.1995: à 1,20m	Eumull carbonaté

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		Aca (Js)	brun (10YR/4/3)	-	forte	7,5-8
20-40cm		Jp	beige (10YR/5/2)	-	forte	7,5-8
40-120cm		M	gris-beige (10YR/6/2)	de 80 à 120cm > 10% petites taches	forte	7,5-8

**Unité géomorphologique: Ried blond**

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Fluvisol typique calcaire réductique	Forêt Domaniale de Lauterbourg, à l'Ouest de la digue des hautes eaux	Peupleraie plantée	possible, par remontée de la nappe	25.5.1995: à 70cm	Eumull carbonaté

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-30cm		Aca (Js)	brun-gris (10YR/4/1)	-	forte	7,5-8
30-60cm		Jp	beige (10YR/6/3)	-	forte	7,5-8
60-80cm		M (Go)	gris-beige (10YR/7/2)	de 60 à 80cm < 10%; petites taches	forte	7,5-8

**Remarques sur les sols hydromorphes:**

Il n'est pas facile de faire la différence entre un Réductisol (horizon G ou g à moins de 50cm) et un Fluvisol typique réductique dans les sols sableux où les taches ocres sont peu visibles.

L'interprétation de nombreux sondages pédologiques effectués en 1995 aboutit à l'hypothèse suivante (Jabiol, communication personnelle): les couleurs claires (gris-claire, beige-claire [10YR/6/1; 10YR/7/2; 10YR/7/1]) sont les signes d'une hydromorphie du sol (même en l'absence de taches ocres). Ces horizons devraient être notés G ou g, plutôt que Jp, M ou autres.

### 3.2.2. Ried brun-blond

Cette unité est localisée à l'extérieur des digues. Elle n'est plus soumise aux inondations (sauf par remontée de la nappe phréatique) depuis bien avant les travaux de correction du début du XIXème siècle. En fait, les populations ont souvent suivi les limites naturelles entre le Ried blond et le Ried brun-blond pour édifier les digues de protection. Ces limites sont donc bien individualisées sur le terrain (cf. chapitre 2.2.)

Généralement ces sols contiennent encore du calcaire active ( $\text{pH} > 7$ ), mais montrent un début de brunification (évolution d'un horizon structural [S]).

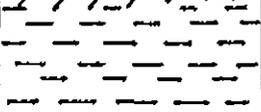
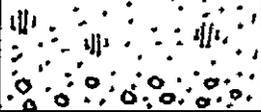
#### Unité géomorphologique: Ried brun-blond

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Fluvisol brunifié calcaire assaini	Forêt communale de Seltz, parcelle 41	Chênaie, ancien TSF	absente	30.5.1995: > 1,20m	Eumull carbonaté

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		Aca	brun foncé (10YR/3/1)	—	forte	7,5-8
20-30cm		Jp1 (S)	brun-beige (10YR/4/2)	—	forte	7,5-8
30-80cm		Jp2	beige (10YR/5/3)	—	forte	7,5-8
80-120cm		M	gris (10YR/7/3)	—	forte	7,5-8

**Unité géomorphologique: Ried brun-blond**

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Fluvisol brunifié calcaire réductique	Rohm and Haas, Forêt privée	Frênaie pure	absente	10.5.1995: > 1,10m	Eumull carbonaté

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-15cm		Aca	brun foncé (10YR/3/2)	—	forte	7,5-8
15-30cm		S	brun-gris (10/YR/5/2)	—	forte	7,5-8
30-70cm		Jp (S)	gris-brun (10YR/6/4)	—	forte	7,5-8
70-100cm		M (Go)*	gris-beige (10YR/6/2)	—	forte	7,5-8
100-120cm		Go	gris (10YR/7/2)	<10% petites taches	forte	7,5-8

(Go\*): la présence d'un horizon Go net à partir de 100cm permet de supposer que cet horizon réductique se situe plus haut, mais les taches ocres restent invisibles à cause de la texture sableuse.

**3.2.3. Ried brun**

Les caractéristiques essentielles des sols rencontrés sont:

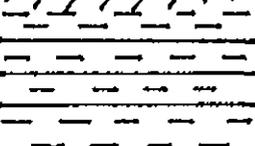
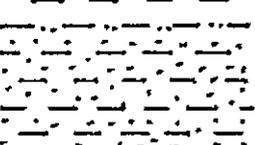
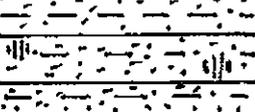
- un horizon structural (S) généralement bien développé (élément caractéristique des Brunisols)
- une décarbonatation nette des horizons superficiels
- une brunification plus profonde que sur le Ried brun-blond
- des taches blanches en profondeur correspondant à du calcaire entraîné et ayant précipité.

Les talus des terrasses entre le Ried brun et le Ried brun-blond peuvent encore être observés en quelques endroits.

Schirmer et al (1985) et Striedter (1988) ont distingué 3 sous-unités dans le Ried brun, possédant chacune avec des types de sols différents. (les sols plus jeunes montrent une décarbonatation et une brunification moins accentuée). Pour faciliter la présentation de cette étude nous avons négligé cette différenciation.

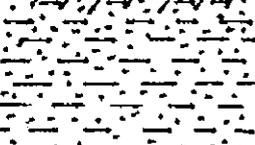
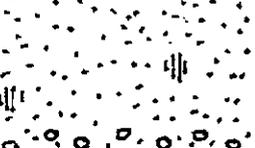
## Unité géomorphologique: Ried brun

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Brunisol saturé calcique sur des alluvions calcaires	Forêt communale de Beinheim, parcelle 11	Chênaie-Charmaie	absente	11.7.1995: > 1,20m	Eumull calcique

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		Aci	brun-gris foncé (10YR/4/1)	—	absente	6,0
20-60cm		Sca	brun-beige (10YR/5/4)	—	faible de 20 à 40cm; forte à parti de 50cm	7,0
60-100cm		Cca	gris-beige (10YR/5/3)	—	forte	7,5
100-120cm		II Cca	beige-brun (10YR/4/2)	< 10% petites taches	moyennement forte	7,0

## Unité géomorphologique: Ried brun

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Brunisol mésosaturé réductique sur des alluvions calcaires	Forêt communale de Rountzenheim, parcelle 5	Chênaie-Charmaie-Hêtraie	absente	22.6.1995: >80cm	Oligomull

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-12cm		A	brun-gris (10YR/2/2)	—	absente	5,0
12-50cm		S	beige-brun (10YR/5/4)	—	absente	5,5
50-80cm		Sca (Go)	gris (10YR/6/2)	<10% grandes taches	à 50cm faible, à 60cm forte	à 70cm: 7,5

## Unité géomorphologique: Ried brun

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Brunisol oligosaturé carbonaté en profondeur	Forêt communale de Kauffenheim; Eichhölzel	Hêtraie mélangée	absente	15.6.95: > 1,00m	Eumoder

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-5cm		Ah	gris-noir (10YR/3/1)	-	absente	4,5
5-70cm		S	brun-claire (10YR/5/6)	-	absente	4,5 à 60cm: 5,5
70-100cm		Cca (M)	gris (10YR/6/2)	-	forte	7,5

## Unité géomorphologique: Ried brun

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Réductisol calcique	Mothern/ Rückenwald	Frênaie-Aulnaie-Ornaie	possible, par remontée de la nappe	26.5.1995: à 35cm	Hydromull

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		Aci	gris foncé (2,5Y/3/1)	<10%, petites taches	absente	6,5
20-35cm		Go	gris foncé (2,5Y/7/1)	35-65% grandes taches	faible	7,0 à 35cm: 7,5
35-50cm		Gr	gris (10YR/7/2)	-	pas de mesure possible	-

### 3.2.4. Ried brun-noir

Les limites morphologiques nettes permettant de différencier le Ried brun du Ried brun-noir ne sont pas aussi nettes (absence de talus) que dans les cas évoqués. Il faut donc envisager des critères discriminants fondés sur des différences pédologiques.

Les caractéristiques des sols du Ried brun-noir montrent en profondeur un sol hydromorphe humifère (Anmoor fossilisé) surmonté d'une couche sédimentaire plus jeune (par exemple: Brunisol mésosaturé).

Striedter (1988) différencie le Ried brun-noir du Ried brun par les éléments suivants:

- ① Ried brun = en général il s'agit d'un Brunisol typique ou saturé à mésosaturé sur alluvions calcaires (gravier)
- ② Ried brun-noir = en général on parlera de Brunisol mésosaturé à oligosaturé sur un sol hydromorphe fossilisé.

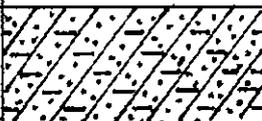
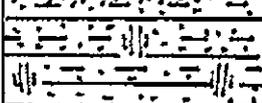
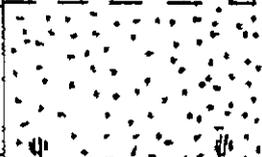
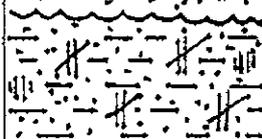
#### Unité géomorphologique: Ried brun-noir

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Brunisol mésosaturé sur un Anmoor fossilisé	Forêt communale de Sessenheim, parcelle 6 (Oberwald)	Hêtraie-Charmaie-Frênaie	absente	29.6.1995: > 1,10m	Mésomull

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-15cm		A	brun foncé (10YR/3/2)	—	absente	5,5
15-30cm		S	brun-beige (10YR/4/6)	—	absente	5,5
30-65cm		Sca	brun-clair (10YR/5/6)	—	très faible, à 40cm: forte	7,5
65-95cm		IIShg	noir (7,5YR/2/0)	<10% grandes taches	absente	6,5
95-110cm		IISg	beige clair (10YR/6/5)	< 10% petites taches	faible	7,0

**Unité géomorphologique: Ried brun-noir**

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Reductisol acide issu des alluvions calcaires complexes à matière organique enfouie	Forêt communale de Kauffenheim	Chênaie-Charmaie-Aulnaie	absente	15.6.1995: à 90cm	Hemimoder

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		A	brun-gris (10YR/4/2)	-	absente	4,5
20-45cm		S (Go)	beige-gris (10YR/5/3)	10-35% grandes taches	absente; à 40cm faible	à très 5,5
45-80cm		Go	gris (10YR/6/2)	-	forte	7,5
80-120cm		II Goh	gris-beige (10YR/6/3)	< 10% grandes taches	forte	7,5

**3.2.5. Ried noir**

Situé à un niveau topographique inférieur à celui des unités précédentes, le Ried noir héberge les sols hydromorphes. Les alluvions sont fines dominées la plupart du temps par de l'argile ou par un mélange argile-limon. Les critères discriminants sont:

- un lessivage de l'argile beaucoup plus accentué que dans le Ried brun-noir;
- des sols hydromorphes (soit fossilisés, soit encore actifs) beaucoup plus humifères (couleur noirâtre plus accentuée);
- des horizons supérieurs (formés d'alluvions fines) souvent rédoxiques;
- une décarbonatation sur tout le profil jusqu'à la nappe phréatique actuelle

## Unité géomorphologique: Ried noir

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Réductisol à Anmoor assaini (par drainage)	Forêt communale de Soufflenheim, parcelle 11a	Frênaie-Chênaie-Aulnaie	absente	27.6.1995: > 1,20	Mésomull

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		A	brun (10YR/3/2)	-	absente	5,0
20-70cm		IIAan	noir (2,5Y/2/0)	-	absente	6,0
70-120cm		IIISg	gris (2,5Y/6/1)	< 10% petites taches	absente, à 90cm: forte	à 80cm: 6,5; à 100cm: 7,5

## Unité géomorphologique: Ried noir

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Réductisol acide à Anmoor fonctionnel à matière organique enfouie	Forêt communale de Soufflenheim, parcelle 10b	Aulnaie-Frênaie	possible, par remontée de la nappe	27.6.1995: à 70cm	Anmoor

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-20cm		Aan	brun-noir (10YR/2/1)	-	absente	4,0
20-75cm		IIAan	noir (2,5Y/2/0)	-	absente	4,5
75-90cm		IIISh	gris-brun (10YR/4/1)	-	absente	4,5

### 3.2.6. Zone colluvionnaire

Le long de la terrasse plio-pleistocène de Haguenau, qui peut être par endroit très raide (surtout au Nord de Soufflenheim) et très haute (10 à 15m), se trouve une bande de largeur variable composée de matériaux complexes.

Ces colluvions sont souvent mélangés à des alluvions anciennes qui ont subi une pédogénèse d'une longue durée (6000 à 8000 ans). Les sols sont donc très complexes et leur genèse est difficile à décrire.

**Unité géomorphologique: Surfaces colluvionnées (proche du talus de la terrasse plio-pleistocène)**

Type de sol	Localisation	Peuplement forestier	Inondation	Nappe phréatique	Forme d'humus
Colluviosol brunifié rédoxique issu des colluvions acides	Bois de l'Hôpital / Seltz / Rossteig / parcelle 24	Chênaie-Hêtre	absente	8.6.1995: > 1,20m	Eumoder

Profondeur	Profil textural	Horizon	Couleur (Code Munsell)	Taches ocres	Effervescence	pH
0-15cm		Ah	gris-noir (10YR/2/1)	-	absente	4,0
15-30cm		S	gris-brun (10YR/4/3)	-	absente	4,0
30-110cm		Sg	brun-beige (10YR/5/4)	35-56% grandes taches	absente	4,5
		IISg				
110-120cm		IISg	brun (10YR/4/3)	10-35% grandes taches	absente	4,5

Remarques: \* le sable grossier a une teinte rose (sable vosgien)  
\* dans les horizons 3 et 4 présence de taches grises (horizons rédoxiques tachetés)

Tableau 2

**Caractères typiques des sols des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane**

Caractères des sols	Ried blond (Rhin non canalisé)	Ried blond (Rhin canalisé)	Ried brun-blond	Ried brun	Ried brun-noir	Ried noir
Calcaire actif jusqu'à la surface	+	+	+	-	-	-
Formation d'un horizon A (organo-minéral)	(+)	+	+	+	+	+
Décarbonatation des horizons superficiels	-	-	(+)	+	+	+
Formation d'un horizon structural (S); brunification nette	-	-	(+)	+	+	(+)
Présence d'un sol hydromorphe fossilisé en profondeur	-	-	-	-	+	(+)
Horizons superficiels rédoxiques	-	-	-	-	(+)	+
Horizons superficiels avec couleur (brun foncé à noire (horizon humifère)	-	-	-	-	(+)	+
Décarbonatation sur une profondeur > 1,00m	-	-	-	-	(+)	+

(Source: Enquête de terrain 1995)

+ = présence

(+) = possible

- = absence

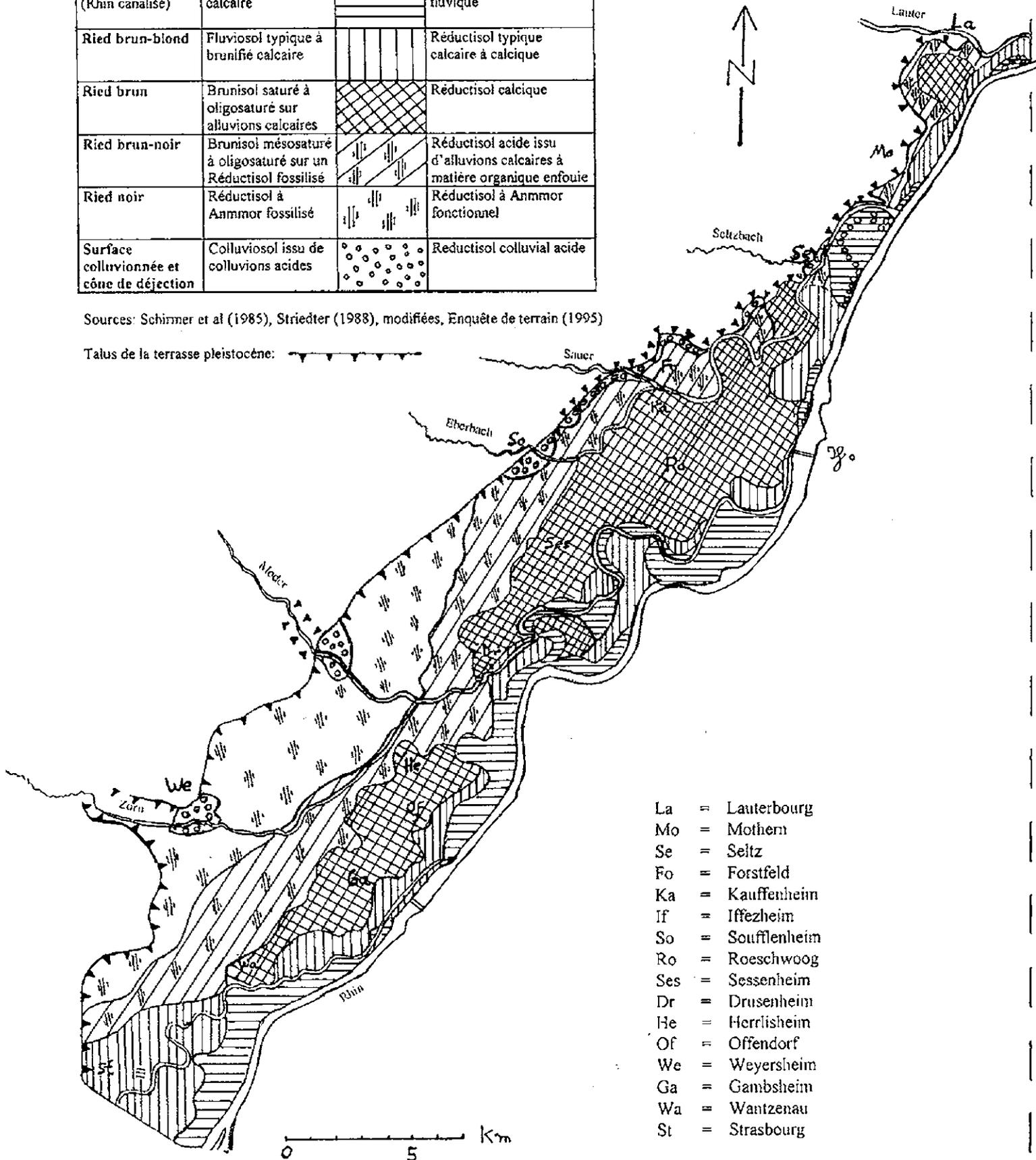
GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

Types de sols des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane

	de.....	Symbole	à.....
Ried blond (Rhin non-canalisé)	Fluvisol brut (à typique) calcaire		Réductisol calcaire fluviatique issu d'alluvions jeunes
Ried blond (Rhin canalisé)	Fluvisol typique calcaire		Réductisol calcaire fluviatique
Ried brun-blond	Fluvisol typique à brunifié calcaire		Réductisol typique calcaire à calcaire
Ried brun	Brunisol saturé à oligosaturé sur alluvions calcaires		Réductisol calcique
Ried brun-noir	Brunisol mésosaturé à oligosaturé sur un Réductisol fossilisé		Réductisol acide issu d'alluvions calcaires à matière organique enfouie
Ried noir	Réductisol à Anmmor fossilisé		Réductisol à Anmmor fonctionnel
Surface colluvionnée et cône de déjection	Colluvisol issu de colluvions acides		Reductisol colluvial acide

Sources: Schirmer et al (1985), Striedter (1988), modifiées, Enquête de terrain (1995)

Talus de la terrasse pleistocène:



Série de types de sols des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane

- Coupe schématique d'Ouest en Est-



Source: Enquête de terrain (1995)

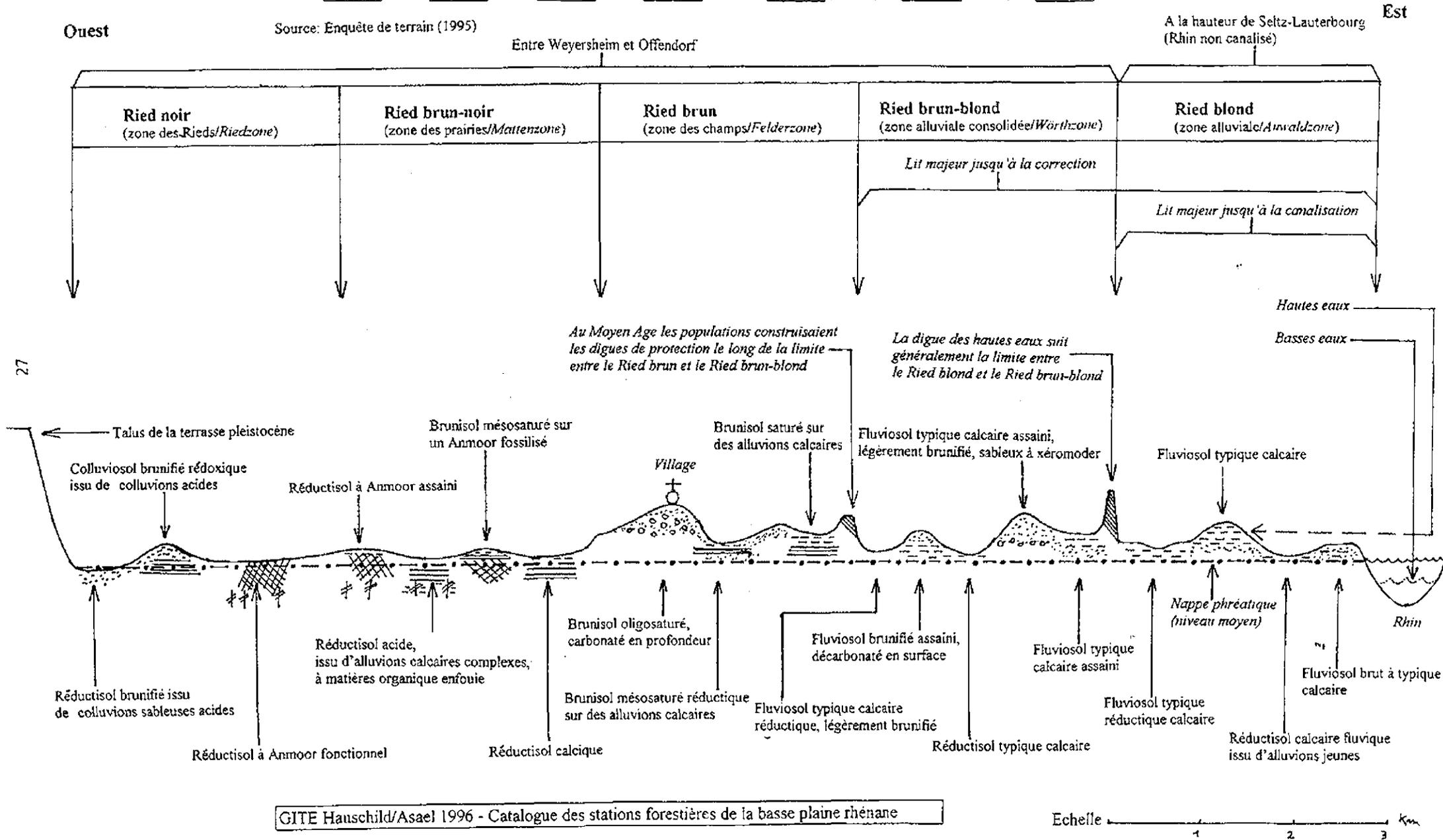


Tableau 3

**Concentrations minimales et maximales en calcaire total des horizons A (organo-minéraux) et profondeurs de décarbonatation**

Unités géomorphologiques (terrasses)	Résultats
Ried blond (Zone alluviale / <i>Auwaldzone</i> )	17,2% à 19,0%
Ried brun-blond (Zone alluviale consolidée / <i>Wörthzone</i> )	17,2% à ??
Ried brun (Zone des champs / <i>Felderzone</i> ) parties basses et moyennes parties hautes	3,1% à 11,8% 0,4% jusqu'à 63cm (tout l'horizon A est presque décarbonaté)
Ried brun-noir (Zone des prairies / <i>Mattenzone</i> )	décarbonatation jusqu'à une profondeur de 56cm à 110cm
Ried noir (Zone des Rieds / <i>Riedzone</i> )	décarbonatation jusqu'à une profondeur d'au moins 110cm

[Source: d'après Striedter (1988)]

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

### 3.3. Influence des rivières vosgiennes

A ce stade de l'étude, nos observations n'ont montré que peu d'influence des rivières vosgiennes sur la nature des dépôts superficiels. Nous avons en effet rarement trouvé des sols à pH acide et sans effervescence à l'acide chlorhydrique dans l'unité géomorphologique du Ried blond. Selon Geissert (communication personnelle), l'influence des affluents vosgiens est limitée aux cônes de déjection.

Il est nécessaire de disposer d'analyses chimiques pour pouvoir cerner l'influence des affluents vosgiens. Douard (1992) a ainsi montré lors d'une étude dans le bois de Munchhausen une diminution du taux de calcaire des horizons superficiels vers les horizons profonds, expliquée par un apport de sédiments acides des Vosges gréseuses par la Sauer.

A la confluence Ill-Rhin, en forêt communale de La Wantzenau, les phénomènes sont identiques (Révision d'aménagement de la forêt communale de La Wantzenau, 1987).

### 3.4. Conclusion

Les figures 6 et 7 illustrent la répartition des différents types de sols dans la zone d'étude. Cette cartographie est issue d'une compilation bibliographique et de nos observations de terrain. Il existe cependant toute une série de sols de transition qu'il est très difficile de classer dans l'une des séries proposées.

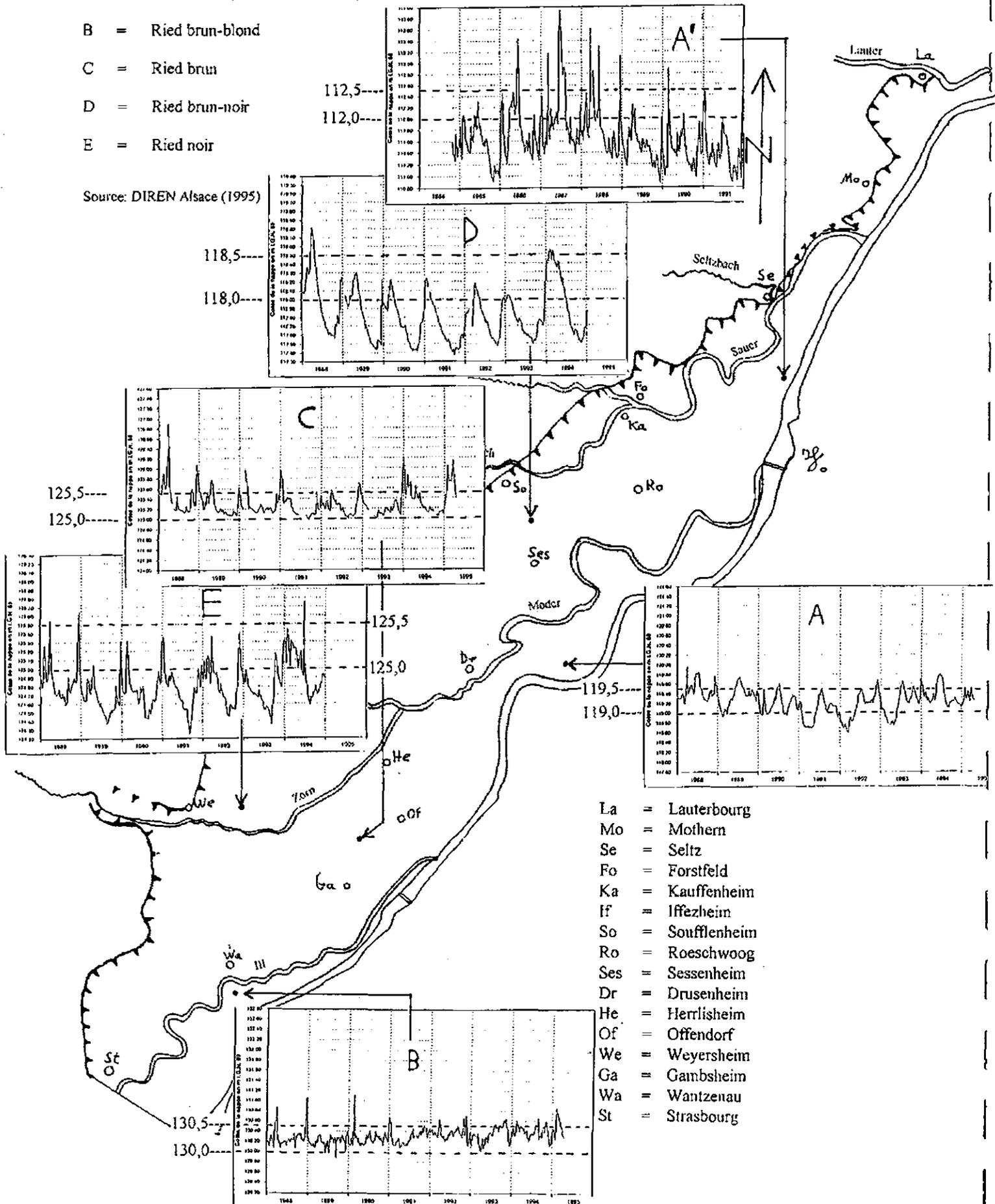
Nous avons évoqué au cours du chapitre 2.3. la possibilité d'estimer, à l'aide de chênes subfossiles, l'âge des différentes terrasses et par extension, l'âge des types de sols associés. Ces données sont à interpréter avec beaucoup de prudence puisque la vitesse d'évolution des processus pédologiques dépend d'un certain nombre de facteurs (granulométrie - climat - hydrologie - apport d'alluvions).

Les travaux de Striedter (1988) utilisent des analyses chimiques pour apprécier l'âge du sol. Ainsi, un sol jeune contient environ 20% de calcaire total (dosage volumétrique). Les profondeurs de décarbonatation différencient les unités géomorphologiques (cf. tableau 3).

Fluctuation de la nappe phréatique par unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane

- A = Ried blond (Rhin canalisé)
- A' = Ried blond (Rhin non canalisé)
- B = Ried brun-blond
- C = Ried brun
- D = Ried brun-noir
- E = Ried noir

Source: DIREN Alsace (1995)



## 4. NAPPE PHRÉATIQUE

### 4.1. Généralités

D'une contenance estimée à 35 milliards de m<sup>3</sup>, la nappe aquifère alsacienne est contenue dans les alluvions rhénanes quaternaires sablo-graveleuses dont l'épaisseur augmente d'Ouest en Est pour atteindre par endroit en plaine, plus de 150m (Université Louis Pasteur, 1974).

Les alluvions pliocènes sablo-argileuses de la terrasse de Haguenau sont certes moins perméables mais constituent tout même des réservoirs aquifères intéressants.

La qualité des eaux de la nappe phréatique dépend de l'influence du Rhin (eau dure), des rivières vosgiennes (eau non alcaline) et des activités humaines (agriculture, industrie, gravière,...)

### 4.2. Nappe phréatique et unités géomorphologiques

La figure 8 et le tableau 4 accompagnent le texte.

#### Ried blond: a) partie canalisée (exemple: à la hauteur de Dalhunden)

- la nape phréatique est uniquement influencée par le Rhin, les hautes eaux se situant au mois de juin et parfois en janvier. Elle fluctue très peu (10 à 15cm de battement en moyenne) à -2,00m du niveau du sol. En 15 ans les mesures réalisées témoignent d'une baisse d'environ 40cm de son niveau.

#### Ried blond b) partie non canalisée (exemple: au Nord de Beinheim)

- Dans ce cas encore, la nappe phréatique est influencée par la dynamique du Rhin. Le toit de la nappe (-2,5m) oscille entre -3,5m et -0,6m. Les amplitudes sont assez fortes pouvant atteindre 3m. En général, elles se situent entre 20 et 160cm. Suite aux aménagements réalisés, plus en amont sur le fleuve, son niveau moyen n'a pas varié.

#### Ried brun-blond: (exemple: La Wantzenau)

- l'influence du Rhin s'atténue. Les hautes eaux se situent généralement en hiver (novembre à janvier). A la hauteur de La Wantzenau par exemple, l'Ill joue un rôle important dans la dynamique de la nappe phréatique. Son niveau (à -2,4m) oscille très peu (5cm à 20cm d'amplitude).

#### Ried brun: (exemple: Offendorf)

- la dynamique de la nappe phréatique reflète l'influence du Rhin et des quelques rivières vosgiennes (Ill). L'influence du Rhin est tout de même prédominante. La profondeur de la nappe est de l'ordre de -2,1m avec des amplitudes de battement atteignant 20 à 30cm en moyenne. Son niveau (observation sur 15 ans) n'a que légèrement baissé (10 à 15cm).

Ried brun-noir: (exemple: Soufflenheim / Sessenheim)

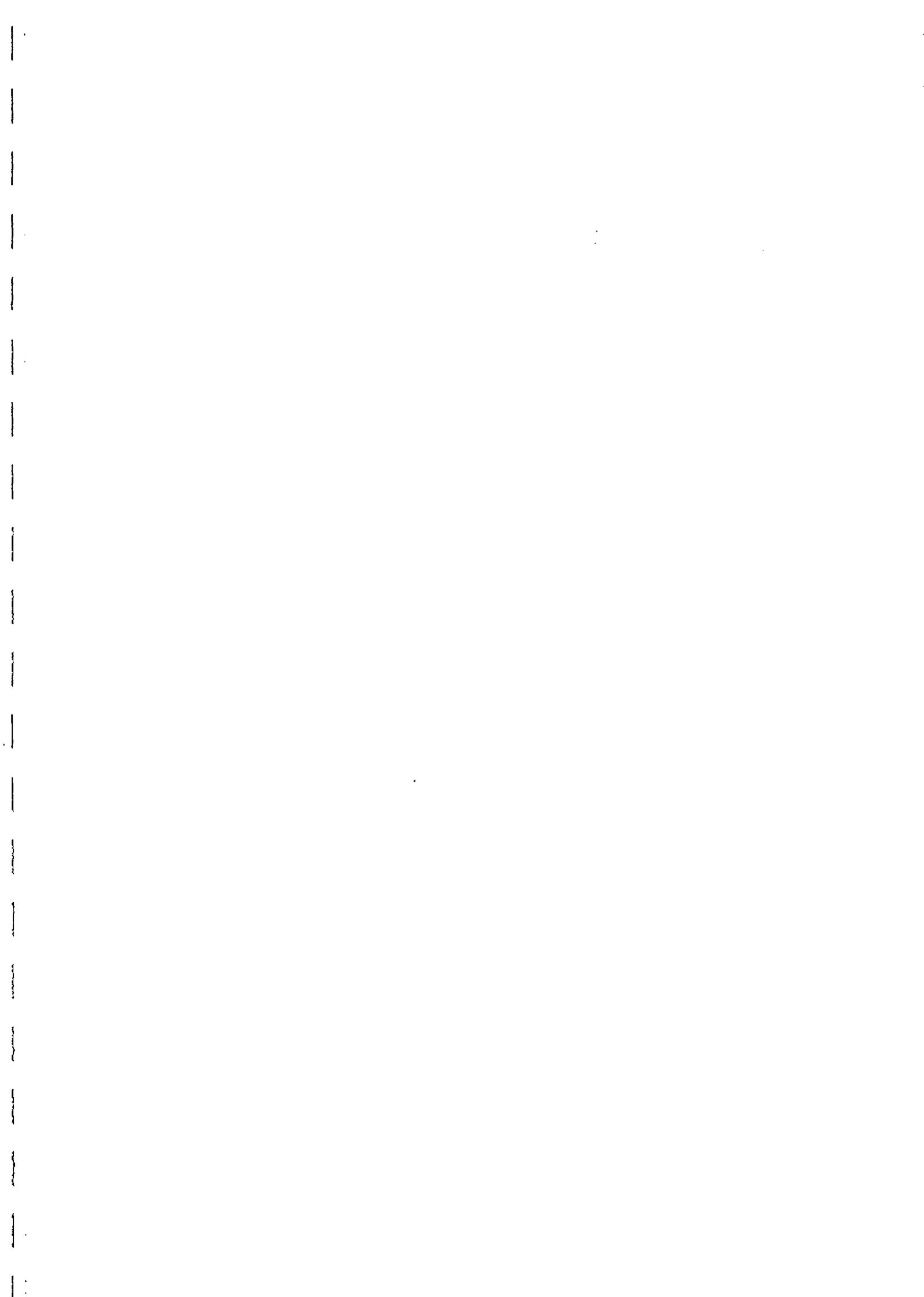
- les hautes eaux peuvent s'étaler entre janvier et juin et illustrent qu'à l'influence des rivières vosgiennes s'ajoutent celles du Rhin. La profondeur moyenne de la nappe est de -2,00m environ avec des amplitudes moyennes de 10 à 40cm. Son niveau moyen, surtout durant ces 7 dernières années, a baissé d'au moins 30cm.

Ried noir: (exemple: Weyersheim)

- les rivières vosgiennes marquent la dynamique de la nappe phréatique (hautes eaux en hiver et basses eaux en été). Elle est située entre -0,9m à -1,50m, son niveau peut se rapprocher de la surface et inonder facilement les horizons pédologiques superficiels. Ces dernières années la nappe a baissé d'au moins 30cm.

Tableau 4: Nappe phréatique et unités géomorphologiques

Unité géomorphologique	Ried blond Rhin canalisé (Sury's Gut)	Ried blond Rhin non canalisé (au Nord de Beinheim)	Ried brun-blond (Wantzenau)	Ried brun (Offendorf)	Ried brun-noir (Soufflenheim/Sessenheim)	Ried noir (Weyersheim)
Profondeur moyenne	200cm	250cm	220cm	210cm	200cm	90 - 150cm
Amplitude moyenne	10 à 50cm	20 à 160cm	5 à 20cm	20 à 30cm	10 à 30cm	10 à 40cm
Amplitude maximale	70 à 90cm	300cm	70 à 100cm	70 à 120cm	100 à 120cm	180cm
Influence rhénane	++	++	++	++	+	-
Influence vosgienne	-	-	-	+	++	++
Baisse de la nappe (1980 à 1995)	40cm	-	-	10 à 15cm	30cm	20 à 40cm



Indices climatiques de la basse plaine rhénane

(Périodes des mesures: 1: 1961-1990; 2: 1972-1994; 3: 1967-1994; 4+5: 1955-1975)

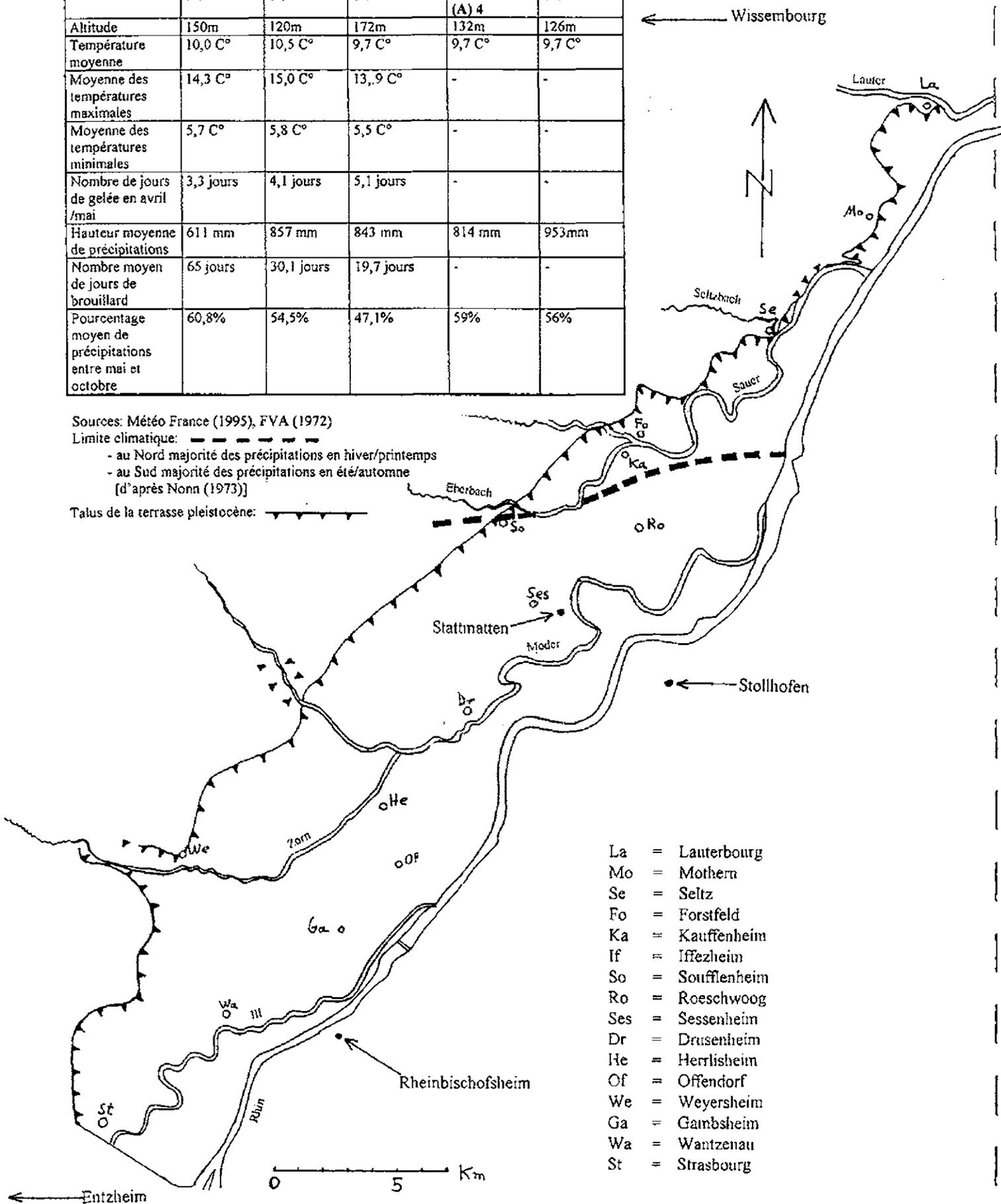
Paramètres	Eutzhelm (F) 1	Stattmatten (F) 2	Wissembourg (F) 3	Rhein-bischofsheim (A) 4	Stollhofen (A) 5
Altitude	150m	120m	172m	132m	126m
Température moyenne	10,0 C°	10,5 C°	9,7 C°	9,7 C°	9,7 C°
Moyenne des températures maximales	14,3 C°	15,0 C°	13,9 C°	-	-
Moyenne des températures minimales	5,7 C°	5,8 C°	5,5 C°	-	-
Nombre de jours de gelée en avril /mai	3,3 jours	4,1 jours	5,1 jours	-	-
Hauteur moyenne de précipitations	611 mm	857 mm	843 mm	814 mm	953mm
Nombre moyen de jours de brouillard	65 jours	30,1 jours	19,7 jours	-	-
Pourcentage moyen de précipitations entre mai et octobre	60,8%	54,5%	47,1%	59%	56%

Sources: Météo France (1995), FVA (1972)

Limite climatique: - - - - -

- au Nord majorité des précipitations en hiver/printemps
- au Sud majorité des précipitations en été/automne [d'après Nonn (1973)]

Talus de la terrasse pleistocène: ▲ - - - - -



- La = Lauterbourg
- Mo = Mothern
- Se = Seltz
- Fo = Forstfeld
- Ka = Kauffenheim
- If = Iffezheim
- So = Soufflenheim
- Ro = Roeschwoog
- Ses = Sessenheim
- Dr = Drusenheim
- He = Herrlisheim
- Of = Offendorf
- We = Weyersheim
- Ga = Gambsheim
- Wa = Wantzenau
- St = Strasbourg

## 5. LE CLIMAT

Le fossé rhénan situé au coeur de la zone tempérée est caractérisé par une nette tendance continentale. Alors que l'Alsace centrale est soumise à un climat thermiquement privilégié (Schnitzler, 1990; Oberti, 1991), la zone d'étude du Ried Nord affiche une influence océanique due à la dépression de Saverne (environ 800mm / an).

La basse plaine rhénane présente deux gradients pluviométriques, l'un Sud/Nord et l'autre Est/Ouest. Le premier s'explique par le relief orographique atténué des Vosges du Nord notamment à Saverne qui permet aux masses d'air maritime de s'engouffrer dans le fossé rhénan. Quant au deuxième il est le résultat de l'influence du massif vosgien (1500mm / an). La figure ci-contre (cf. figure 9) illustre ces observations.

En règle générale, la distribution des précipitations annuelles dans la plaine d'Alsace, montre des maxima en période estivale (saison de végétation) et des minima au printemps et à l'automne voire en hiver. En revanche, les travaux de Nonn (1973) mettent en évidence dans la basse plaine rhénane une inversion des rythmes pluviométriques. En effet, au Nord d'une ligne Soufflenheim - Wintersdorf (Allemagne) la majorité des précipitations ont lieu au cours de l'hiver et du printemps. Nous avons d'ailleurs noté une très bonne représentativité des plantes caractéristiques des chênaies-hêtraies (alliance du *Fagion*) dans cette partie de la zone d'étude.

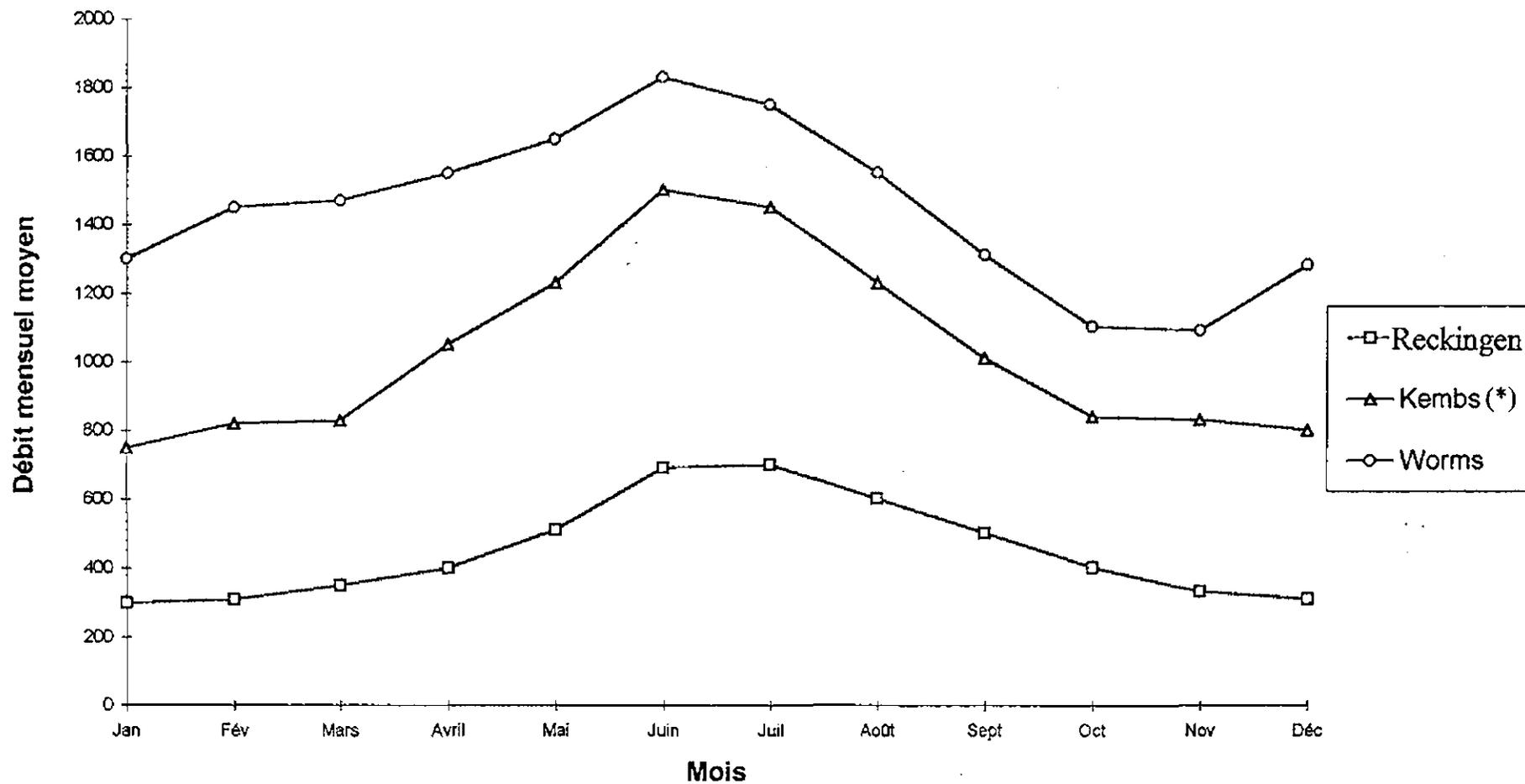
La température moyenne oscille autour de 10C° avec des maxima estivaux pouvant atteindre 31C°. Les températures minimales sont proches de 0C°. Les gelées tardives (avril / mai) constituent un risque pour la végétation et sont fréquentes en plaine. Ces risques augmentent au voisinage du talus de la terrasse plio-pleistocène de Haguenau par la stagnation de masses d'air froid.

La plaine d'Alsace est une région peu ventée. Les vents dominants de la basse plaine rhénane proviennent du Sud-Ouest (Oberti, 1991).

Ainsi, la combinaison des facteurs climatiques (une grande proportion des précipitations en période de végétation), pédologiques (bonne rétention en eau et en éléments nutritifs de la plupart des sols) et hydrologiques (nappe phréatique accessible à la végétation) confère à la zone d'étude d'excellentes potentialités agricoles et sylvicoles.

Figure 10

### Débit mensuel moyen du Rhin à Reckingen (Suisse), Kembs (France / Haut-Rhin) et Worms (Allemagne)



(Périodes de mesures: Kembs: 1921 - 1990 / Reckingen et Worms: 1951 - 1970)

Sources: Schenker et al, 1992, modifiée; Hauschild, 1992 (\*)

## 6. RÉGIME HYDROLOGIQUE

Les plaines alluviales se caractérisent par une double composante:

- ① des inondations plus ou moins régulières provoquées par une rivière ou un fleuve
- ② une nappe aquifère plus ou moins au contact avec l'élément précédent

La dynamique fluviale est en plus marquée par une alternance de basses et hautes eaux.

### 6.1. Le régime du Rhin

Le régime hydrologique du Rhin est du type nival, c'est à dire que les principales crues surviennent aux mois de mai/juin ou juillet lors de la fonte des neiges dans les Alpes. Cependant, des crues brutales peuvent apparaître durant la période d'étiage (en automne - début du printemps).

Ainsi, à Strasbourg le débit moyen mesuré en période de crue varie entre 2.500 et 3000m<sup>3</sup>/s alors qu'il oscille entre 600 et 1100m<sup>3</sup>/s pendant l'étiage hivernal.

En amont de Strasbourg, les crues d'été sont deux fois plus probables que celles d'hiver. Par contre, en aval, les crues hivernales sont plus fréquentes (Denny Consultant, 1991).

Le Rhin passe donc de Bâle à Lauterbourg d'un régime nival pur à un régime nival atténué. A la sortie de la Suisse le fleuve est alimenté par un bassin versant de 37.000 km<sup>2</sup> drainant en moyenne 30 millions de m<sup>3</sup> par an dont une grande partie provient de la fonte des neiges alpines. Plus au Nord, les étiages hivernaux sont atténués par les crues des affluents vosgiens et schwarzwaldiens. A Lauterbourg le bassin versant dépasse 50.000 km<sup>2</sup> (Denny Consultant, 1991). Cette modification du régime s'amplifie encore vers le Nord pour passer d'un type pluvio-nival à un type océanique (cf. figure 10).

### 6.2. Les principaux affluents du Rhin de la basse plaine rhénane

La figure 11 (page 37) illustre le parcours des principales rivières vosgiennes (Ill - Zorn - Moder - Sauer) dans la zone d'étude. La Lauter conflue avec le Rhin à l'extrême Nord du Bas-Rhin et constitue par ailleurs la frontière franco-allemande.

→ L'III

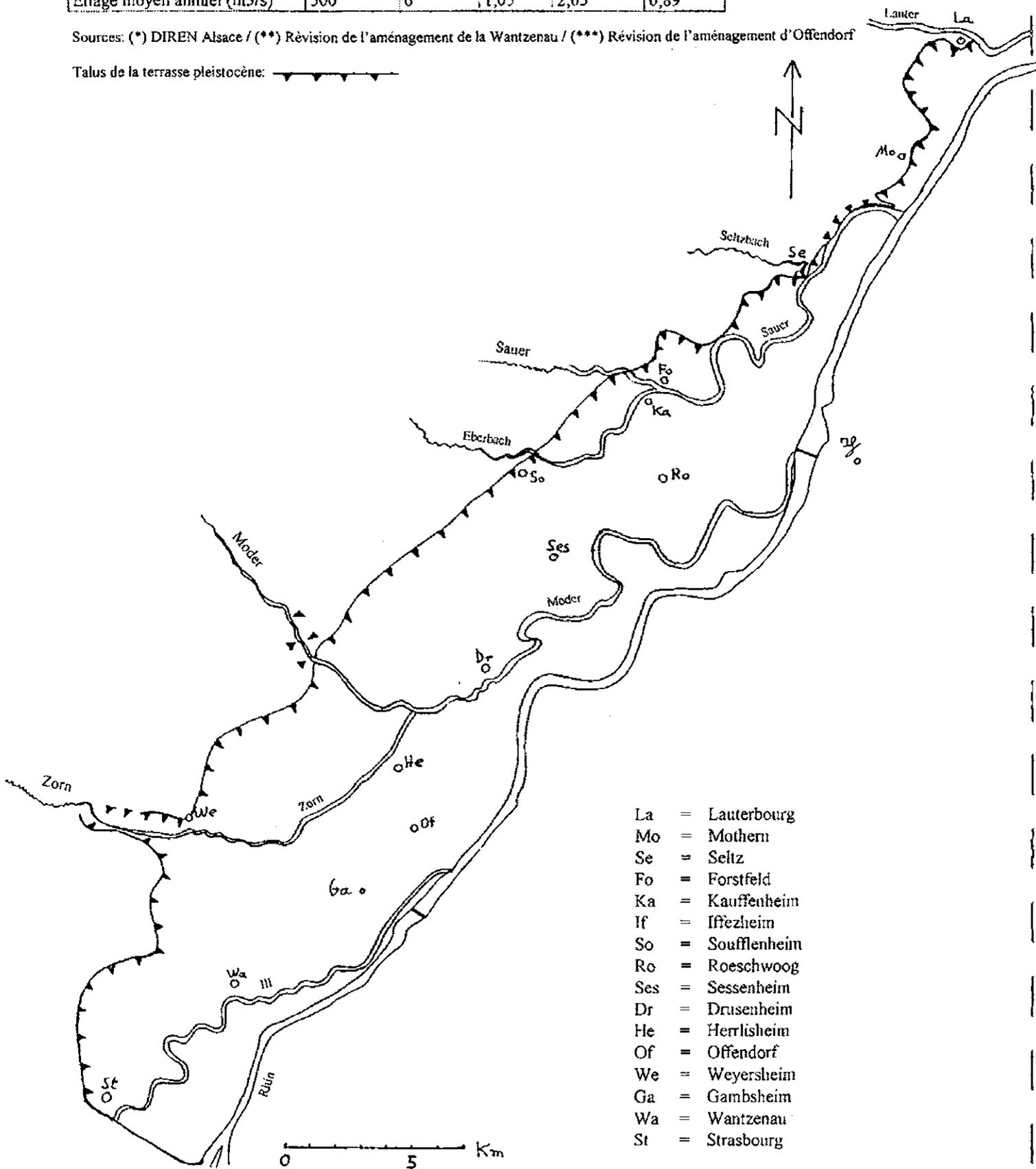
L'III est la plus longue rivière d'Alsace. Prenant sa source dans le Jura, elle parcourt toute l'Alsace centrale sur une distance de 220km environ et se jette dans le Rhin au Nord de Strasbourg (Offendorf). L'III offre la particularité de drainer toutes les rivières vosgiennes (Doller, Thur, Lauch, Fecht,...) jusqu'en aval de Strasbourg. Peu avant la chute de Gamsheim, elle reçoit les eaux du Waldrhein, une rivière phréatique. Ainsi, l'III draine la nappe phréatique pendant les périodes des basses eaux et cette rivière alimente la nappe pendant les hautes eaux.

Réseau hydrographique de la basse plaine rhénane

	Rhin (***)	Ill (**)	Zorn(*)	Moder (*)	Sauer(*)
Débit moyen annuel (m3/s)	1.100	18 - 50	5,6	5,7	4,45
Crue moyenne annuelle (m3/s)	2.500	90 - 170	50	42	17
Etiage moyen annuel (m3/s)	500	6	1,05	2,05	0,89

Sources: (\*) DIREN Alsace / (\*\*) Révision de l'aménagement de la Wantzenau / (\*\*\*) Révision de l'aménagement d'Offendorf

Talus de la terrasse pleistocène: 



- La = Lauterbourg
- Mo = Mothern
- Se = Seltz
- Fo = Forstfeld
- Ka = Kauffenheim
- If = Iffezheim
- So = Soufflenheim
- Ro = Roeschwoog
- Ses = Sessenheim
- Dr = Drusenheim
- He = Herrlisheim
- Of = Offendorf
- We = Weyersheim
- Ga = Gambsheim
- Wa = Wantzenau
- St = Strasbourg

L'Ill possède donc un régime pluvial avec des hautes eaux à la fin de l'hiver et au début du printemps (fontes des neiges dans le jura et les Vosges, épisodes pluvieux). Les débits restent irréguliers avec des moyennes comprises entre 18 et 50m<sup>3</sup>/s, les maxima peuvent atteindre 170m<sup>3</sup>/s en période de crue et les minima, proches de 6m<sup>3</sup>/s caractérisent les périodes d'étiage.

#### → La Moder

Située plus au Nord, la Moder est une rivière vosgienne qui prend sa source dans les Vosges du Nord à 320m d'altitude environ. A la hauteur de Bischwiller, la Zorn, autre affluent vosgien, rencontre la Moder qui termine un parcours de plus de 85km au niveau d'Iffezheim (Allemagne) pour se jeter dans le Rhin. D'ailleurs, la situation actuelle est récente, puisque jusqu'en 1811, la Moder (et la Zorn) mélangeait ses eaux avec celles du Rhin à la hauteur de Drusenheim. Le Rhin était à l'époque et dans ce secteur appelé Rhin rouge car il charriait des sables gréseux apportés par la Zorn et la Moder (Klein, 1992c). Les travaux de correction du Rhin l'ont détourné de ce cours, laissant la Moder dans le lit qu'elle occupe aujourd'hui. La confluence a été déplacée vers Neuhäusel.

Le bassin versant couvre une superficie de 1720km<sup>2</sup> dont 778km<sup>2</sup> pour la Moder avant sa confluence avec la Zorn. Elle traverse d'Ouest en Est trois unités structurales, les basses Vosges, les collines sous-vosgiennes et le fossé rhénan avec la terrasse de Haguenau et la plaine holocène. Le régime est du type pluvial avec des hautes eaux qui se situent entre décembre et mai, et des basses eaux s'étalant entre août et septembre.

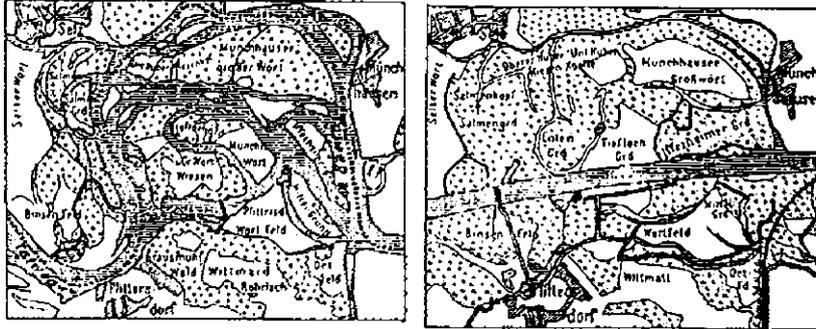
Le parcours sinueux de la Moder et de ses annexes (de Drusenheim jusqu'à sa confluence avec le Rhin) représente un ensemble naturel quasiment continu pourvu de zones humides, de résurgences phréatiques et de bras morts (Klein, 1992c). D'une qualité biologique et paysagère remarquable, la basse vallée de la Moder fait l'objet d'une mesure de protection depuis 1988 (Arrêté de Protection de Biotope).

#### → La Sauer

La Sauer, et encore plus au Nord, le Seltzbach ont des régimes liés à leur origine vosgienne et aux influences climatiques maritimes évoquées dans le chapitre 5. A la hauteur de Seltz - Munchhausen, la Sauer emprunte un méandre du Rhin qui est limité par le talus de la terrasse de Haguenau (terrasse plio-pleistocène) d'une dizaine de mètres de haut (Douard, 1992). Alors que vers 1830, le fleuve pouvait encore rajeunir le rebord de la terrasse par érosion, les travaux de correction ont définitivement fixé le lit de la Sauer et éloigné le Rhin de la terrasse plio-pleistocène (Dillmann, 1985).

Figure 12

### Conséquence de la correction du Rhin à la hauteur de Seltz / Munchhausen



[Source: Nehring (1992), modifiée]

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane



**Aménagement hydraulique moderne du Rhin supérieur**

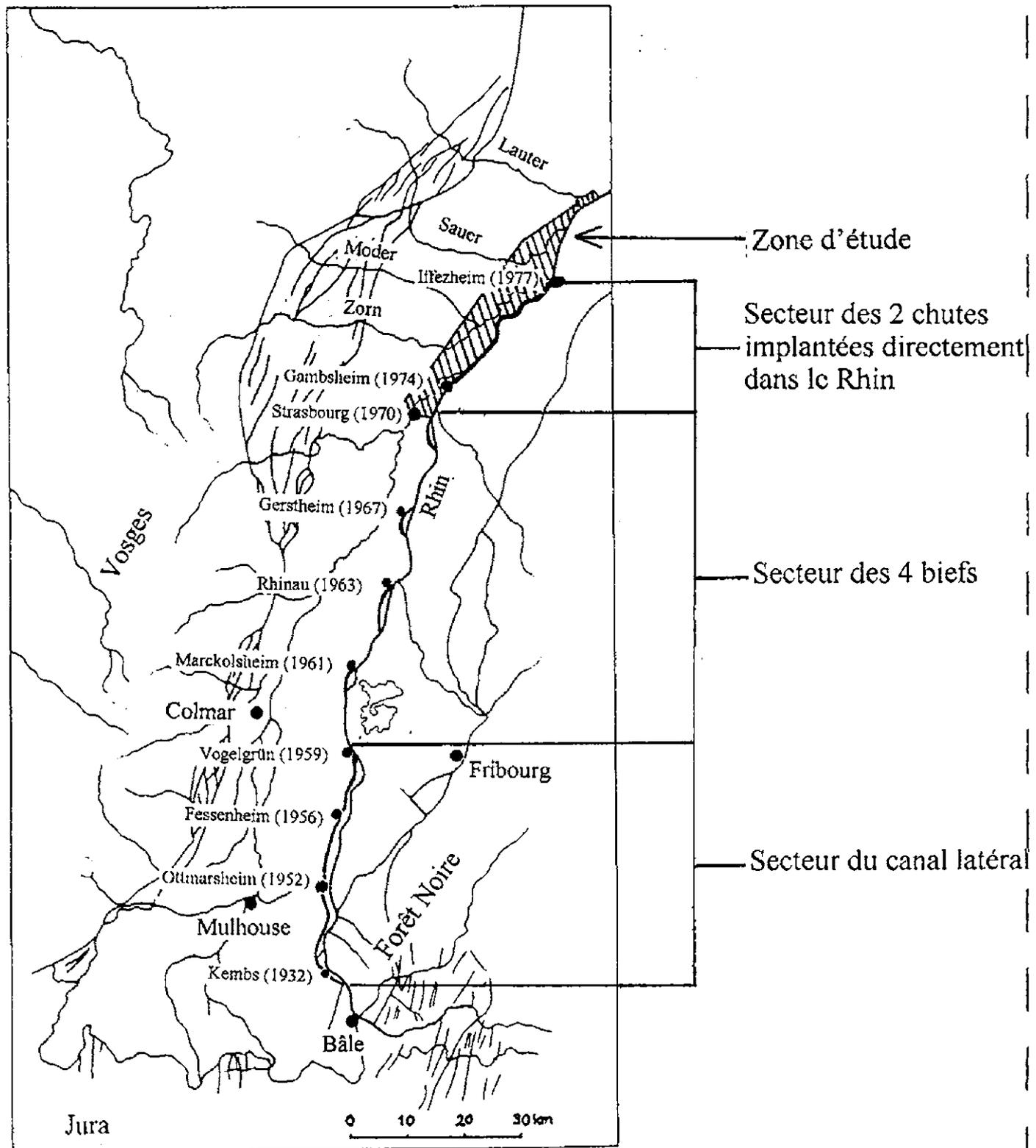
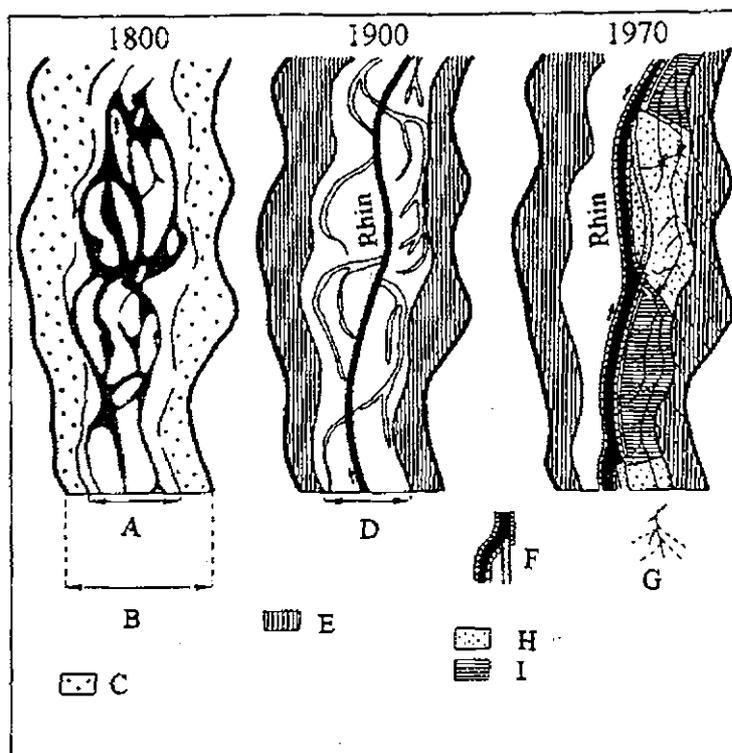


Figure 14

Conséquences des aménagements du Rhin sur le fonctionnement hydrologique à la hauteur d'un bief en feston (au Sud de la zone d'étude)



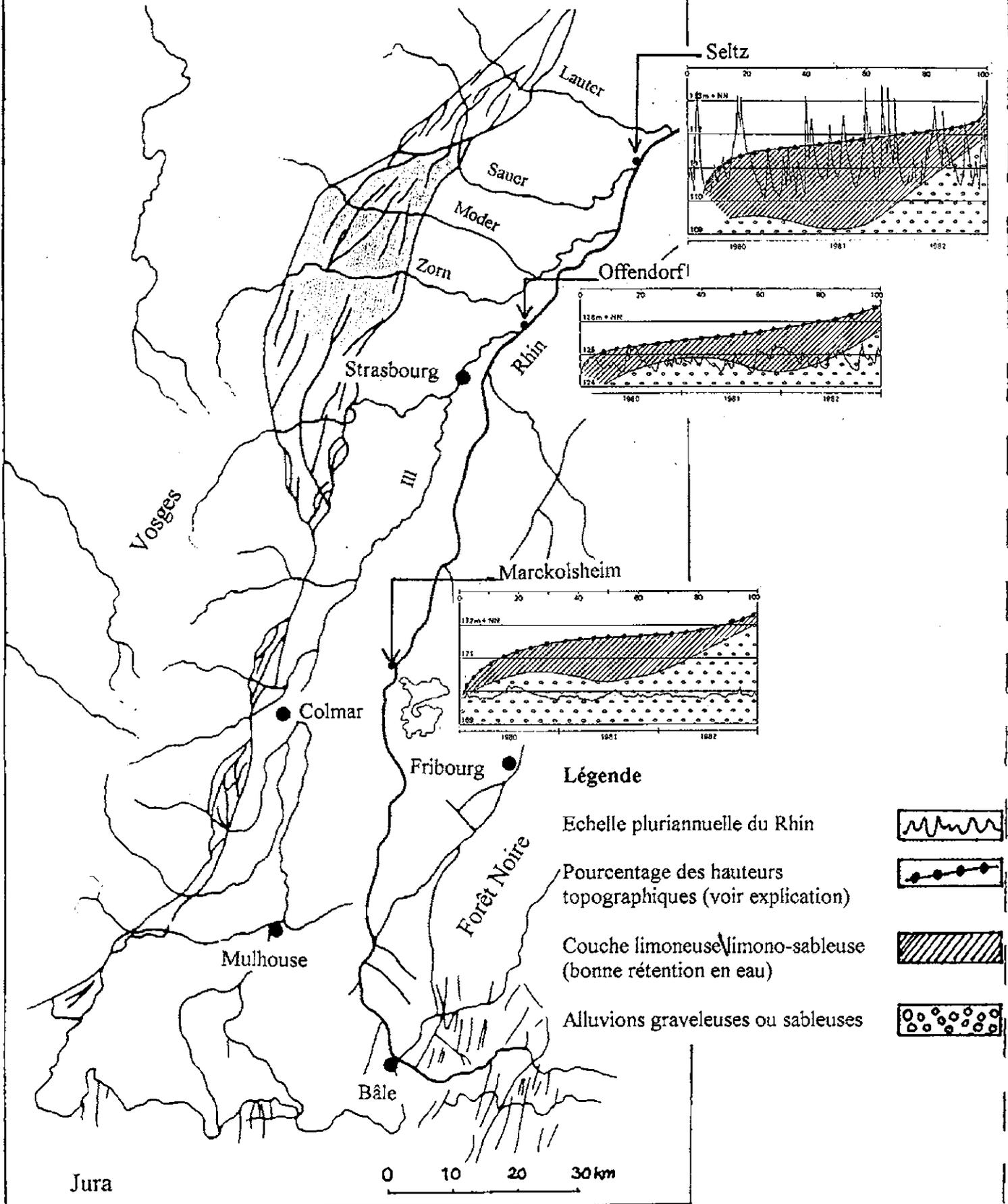
### Légende

- A = Lit mineur du Rhin sauvage, consolidé avec des digues depuis le moyen âge (jusqu'à 1840)
- B = Lit majeur du Rhin sauvage (jusqu'à 1840)
- C = Surfaces inondables (*Ried*) lors des crues
- D = Lit corrigé, l'ancien lit mineur est encore inondable
- E = Lit majeur assaini, en voie d'assèchement
- F = Bief en feston
- G = Système de la nappe phréatique; la communication avec le Rhin est interrompue
- H = Surfaces encore inondables
- I = Lit mineur assaini

[Source: Nehring (1992), modifiée]

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

**Conséquences de l'aménagement hydraulique moderne  
sur le régime du Rhin**



[Source: Henrichfreise (1992), modifiée]

Ces travaux ont considérablement modifié le débit du Rhin. Le raccourcissement de son cours entraîne un surcreusement de son lit (en amont de Marckolsheim surtout) et un abaissement du niveau de la nappe phréatique (cf. chapitre 4).

Après la canalisation, seules les îles artificielles créées (Rhinau, Gerstheim, Rohrschollen) dans le secteur au Sud d'Iffezheim restent inondables. Dans l'ensemble des biotopes rhénans relictuels les inondations résultent des remontées de la nappe aquifère au cours des „crues“ du Rhin. Les sols ne sont plus rajeunis et l'alluvionnement est interrompu (cf figure 14).

## 7.2. Sur le régime du fleuve

Nous illustrerons ces conséquences par l'analyse de la figure ci-contre (figure 15). Issue des travaux de Henrichfreise (1992) du côté allemand, elle permet de comprendre les effets de la canalisation du Rhin sur son régime en comparant différents secteurs d'amont en aval:

- ⇒ Wyhl (Marckolsheim), secteur de l'aménagement en feston, juste après le Grand Canal d'Alsace
- ⇒ Memprechthofen (Offendorf), secteur de l'aménagement au fil de l'eau
- ⇒ Plittersdorf (Seltz), secteur non canalisé, image du fonctionnement passé du Rhin

Dans ces trois secteurs, l'auteur a réalisé des transects Est-Ouest le long desquels il a recueilli des données pédologiques (toit du gravier, charge d'alluvions fines...) pour aboutir aux représentations ci-jointes. Les hauteurs du Rhin (échelles pluri-annuelles) y ont été adjointes. Elles reflètent en quelque sorte les variations des hauteurs de la nappe phréatique.

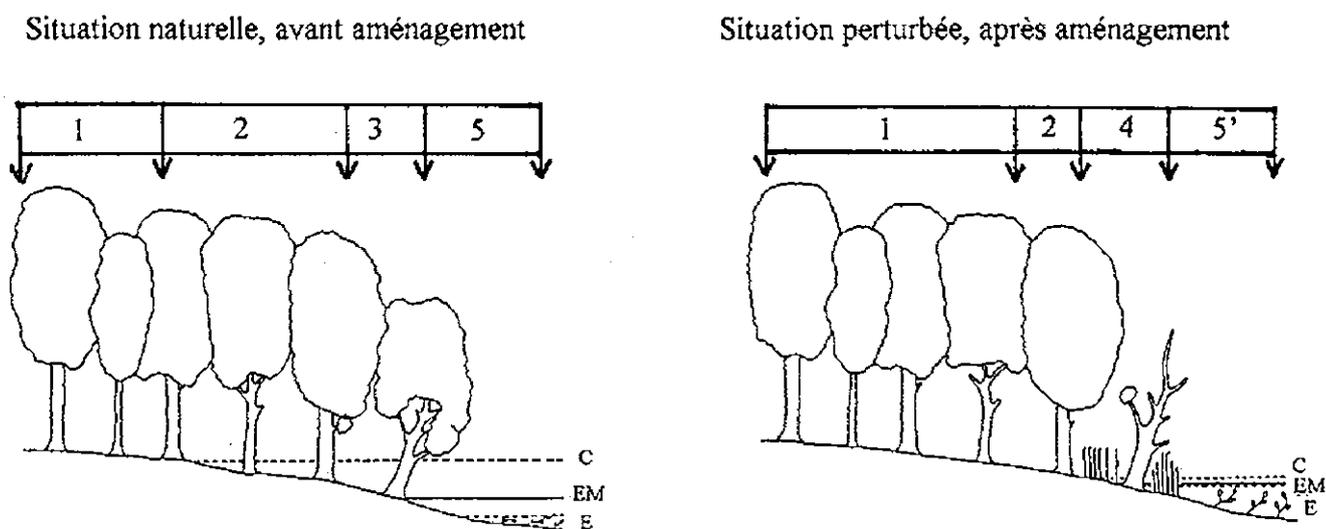
L'analyse des figures suscitent quelques observations:

- la première concerne les variations de la hauteur du Rhin. Pour les secteurs aménagés (Marckolsheim - Offendorf), les amplitudes de battement des eaux du fleuve restent faibles à modérées, la hauteur moyenne se situant souvent au niveau des alluvions graveleuses ou même en dessous. Par contre, à Seltz, les fluctuations du Rhin sont importantes et atteignent la fraction du sol facilement accessible aux végétaux.
- la deuxième reflète la nature des sédiments charriés par le Rhin; alluvions grossières en amont et de plus en plus fines vers l'aval.
- la troisième mérite des éclaircissements: l'échelle du haut représente des pourcentages liés à des niveaux topographiques (NN; exemples: à Marckolsheim environ 70% des hauteurs topographiques mesurées le long du transect sont situées entre 171 et 172m NN). En croisant cette donnée avec la première (niveau du Rhin), l'auteur explique qu'à Offendorf la probabilité d'une inondation annuelle (en 1980) entre les cotes 124,5m et 125,2m n'est que de 5%, alors qu'à Seltz elle atteint 20 à 30% pour une cote variant de 110,5 à 112,5m. La fréquence des inondations à Seltz, c'est à dire l'immersion des horizons supérieurs, est supérieure qu'à Offendorf. A Marckolsheim toute immersion des horizons supérieurs est supprimée.

## 7.3. Sur la nappe phréatique: consultez chapitre 4

Figure 16

### Conséquences de l'aménagement hydraulique du Rhin sur la végétation forestière



#### Légende

- C = Crue    EM = Echelle moyenne    E = Etiage  
 1 = Chênaie-Charmaie-Ormaie (*Ulmo-Carpinetum*)  
 2 = Chênaie-Ormaie (*Quercu-Ulmetum*)  
 3 = Saulaie blanche (*Salicetum albae*)  
 4 = Roselière (avec des éléments morts de la Saulaie blanche)  
 5 = Eau  
 5' = Eau (flore aquatique plus développée)

[Source: Philippi (1982), modifiée]

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

## 7.4. Sur la végétation

### a) Les conséquences de la correction du Rhin (1840-1860)

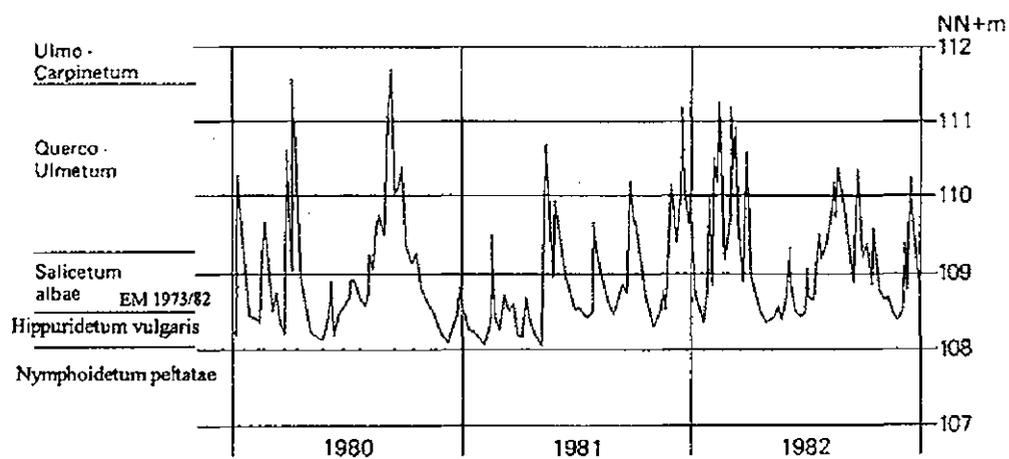
- régression des plantes à statut pionnier sur les stations dénudées sableuses ou graveleuses (liées à la disparition de ces stations); exemples: *Myricaria germanica*, *Schoenoplectus triquetrus*, *Typha minima*, *Calamagrostis pseudophragmites*, *Salix daphnoides*, *Equisetum variegatum* (Philippi, 1982);
- les surfaces endiguées non inondables favorisent les plantes herbacées comme *Carex alba*, *Euphorbia amygdaloides*, *Viola mirabilis*;
- l'assèchement extrême dans la partie Sud (Mulhouse-Colmar) par surcreusement du lit majeur, permet l'installation de plantes xérophiles sur alluvions grossières (*Alyssum montanum*, *Globularia elongata*);
- entre Breisach et Strasbourg, la correction a déconnecté la nappe phréatique du Rhin et a entraîné l'individualisation des Giessen pourvus d'une eau dystrophe et limpide associée à une végétation aquatique spécifique (Carbiener, 1974);
- à l'extérieur des digues de protection, les premiers travaux ont facilité l'installation d'associations végétales aquatiques à caractère lentique. La zonation transversale Eau - Plante aquatique - Roselière / Cariçaie - Saulaie-Roselière est une conséquence de la correction du fleuve (Philippi, 1982).

### b) Les conséquences de l'aménagement moderne sur la végétation du Ried blond

- ⇒ disparition des associations végétales caractéristiques des biotopes dans lesquels alternent périodes d'inondation et périodes d'assèchement (espèces caractéristiques: *Limosella spec.*, *Oenanthe spec.*);
- ⇒ Les stations élevées (terrasses) s'assèchent, alors que les dépressions présentent souvent de longues périodes de stagnation des eaux superficielles (cf. figure 16);
- ⇒ une oligotrophie du milieu (arrêt de l'alluvionnement → arrêt d'apport de fertilisants);
- ⇒ les analyses de Hügin (1981) et celles réalisées dans la réserve intégrale du *Tauberjiessen* en Allemagne (Bücking, 1989) mettent en exergue les principes d'une évolution dans la composition des peuplements forestiers:
  - ⇒ les aulnaies, les aulnaie-frênaies succèdent aux saulaies (stations à bois tendres)
  - ⇒ les chênaie-charmaies, les chênaie-tillaies succèdent aux chênaie-ormaies (stations à bois durs);
  - ⇒ le peuplier noir et le saule blanc, espèces héliophiles régressent par manque de surfaces dénudées (bancs de gravier);
  - ⇒ une simplification de la structure, de la composition et de la dynamique sylvigénétique;
  - ⇒ une régénération naturelle qui se fait aux dépens du chêne mais à la faveur du frêne, de l'érable sycomore, de l'aulne blanc (rajoutons encore la disparition quasi systématique d'essences comme les ormes décimés par la graphiose);
  - ⇒ les successions sur les stations à bois durs ou à bois tendres peuvent être bloquées par le développement d'une strate herbacée exhubérante (ortie, solidage,...) ou d'une strate arbustive dense (noisetier, cornouiller sanguin).

Figure 17

**Relations entre les échelles du Rhin et la zonation de la végétation  
de la plaine alluviale fonctionnelle**



Localisation: Plittersdorf à côté de Seltz/Munchhausen  
EM 1973/82: Echelle moyenne de la période 1973 à 1982

[Source: Henrichfreise (1992), modifiée]

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

## 8. LA VÉGÉTATION

### 8.1. Généralités

Le secteur de la plaine rhénane au Nord de Strasbourg présente à peu près les mêmes caractères floristiques que les parties situées plus en amont dans le Ried ello-rhénan (Geissert et al, 1984). Néanmoins, quelques particularités se dégagent :

Il faut noter l'absence d'éléments xériques (*Scabiosa canescens*, *Pulsatilla vulgaris*, *Daphne mezereum*,...) ou d'espèces inféodées au Ried noir ello-rhénan comme *Schoenus nigricans*, *Phyteuma orbiculare*, *Gladiolus palustris*.

Les espèces déalpines restent fréquentes jusqu'à la frontière avec le Palatinat: *Salix daphnoides*, *Salix eleagnos*, *Salix hastata*, *Populus canescens*, *Alnus incana* (Geisert et al, 1984).

Alors que certaines espèces disparaissent, d'autres apparaissent. Nous citerons Geissert et al (1984) qui évoque *Nymphoides peltata*, *Inula britannica*, *Trapa natans*, *Viola elatior*, *Veronica longifolia*,..... Ainsi, prétende que le Ried Nord est floristiquement plus pauvre que le Ried central est une erreur mais prouve surtout que cette partie de la vallée du Rhin a été moins bien étudiée.

### 8.2. Les forêts dans la basse plaine rhénane

#### 8.2.1. Dans le Ried blond et brun-blond

Les contraintes écologiques qui déterminent l'installation des communautés végétales ligneuses dépendent des conditions d'humidité et de substrat (Wendelberger, 1984). La figure 17 ci-contre illustre parfaitement les relations entre les grands types de végétation et leur inondabilité potentielle caractérisée par les niveaux du Rhin dans la plaine alluviale encore fonctionnelle.

La bibliographie consultée (Carbiener, 1974) décrit 3 stades de succession naturelle en forêt rhénane. Le stade pionnier s'installe sur des substrats fraîchement mis à nu par la dynamique érosive du fleuve. Ce sont des zones où dominent les espèces héliophiles comme les peupliers noirs, le saule argenté (*Salicetum albae*). Dans les secteurs plus stables (levées,...) la végétation évolue et des mélanges d'essences héliophiles et des essences semi-sciaphiles colonisent progressivement le milieu (stade post-pionnier / *Fraxino-Populetum*) pour finalement aboutir à la forêt à bois durs (*Querco-Ulmetum*).

C'est à ce stade climacique que les peuplements forestiers sont le plus diversifiés en composition et en structure (Carbiener et al, 1985). Ils abritent une multitude de niches écologiques propices au développement de cortèges faunistiques riches et précieux (Steimer, 1992).

Les forêts du Rhin abritent 5 lianes arborescentes: *Hedera helix* (le lierre), *Clematis vitalba* (la clématite), *Vitis sylvestris* (la vigne sauvage), *Tamus communis* (le tamier) et *Humulus lupulus* (le houblon). Quant à la vigne, autrefois très abondante, elle a aujourd'hui pratiquement disparu. Elle a été réintroduite dans les réserves naturelles d'Offendorf et d'Erstein (David et Klein, 1994).

Tableau 5

## Aperçu sur la végétation potentielle du Ried blond (au Sud de la zone d'étude)

H: Hauteur d'inondation D: Durée d'inondation C: Couche superficielle du sol avec bonne capacité de rétention en eau (limon, argile) P: Profondeur moyenne de la nappe phréatique	Associations végétales potentielles
1. Surface de l'eau (inondée)	Eau ou associations aquatiques
2. Alternance de périodes inondées et fraîches H = 150 - 200cm D = 90 à 190 jours/an	Saulaie blanche ( <i>Salicetum albae</i> )
3. Alternance de périodes humides et peu sèches H = 150 - 200cm 3.1. D = 10 à 90 jours/an 3.2. D = 5 à 10 jours/an	Chênaie-Ormaie ( <i>Quercu-Ulmetum</i> ) Chênaie-Ormaie typique Chênaie-Ormaie à Muguet
4. Mouillé P = -20cm à -40cm	Aulnaie
5. Humide P = -40cm à -90cm	Aulnaie-Frênaie
6. Frais P = -90cm à 140cm	Chênaie-Ormaie-Charmaie à Circée de Paris / Ormaie-Charmaie à Gouet tacheté ( <i>Ulmo-Carpinetum</i> )
7. Moyennement sec; sol profond C = > 80cm Sans influence de la nappe	Chênaie-Ormaie-Charmaie typique ( <i>Ulmo-Carpinetum</i> )
8. Moyennement sec à sec; Sol moyennement profond C = 60cm à 80cm Sans influence de la nappe	Chênaie-Ormaie-Charmaie à Laïche blanche ( <i>Ulmo-Carpinetum</i> )
9. Sec; sol moyennement profond C = 40cm à 60cm Sans influence de la nappe	Chênaie à Laïche blanche ( <i>Carex alba-Quercetum</i> ) / Tillaie à Laïche blanche ( <i>Carici-Tilietum</i> )
10. Très sec; sol peu profond C = 20cm à 30cm Sans influence de la nappe	Chênaie, formation sèche ( <i>Quercetum pubescentis</i> )
11. Extrêmement sec; sol superficiel C = < 10cm Sans influence de la nappe	Pelouses sèches ( <i>Xerobrometum</i> )

Sources: Hügin (1981); Schnitzler (1990), modifiées

Image du passé, la situation actuelle (cf chapitre 7) a quelque peu modifier la dynamique floristique. Nous illustrons ces effets par différents exemples:

Les saulaies d'Offendorf, en raison d'un assèchement consécutif à la baisse du niveau de la nappe phréatique et à l'arrêt des inondations évoluent vers des formations à laîches et roseaux (Klein, 1992, Hauschild, 1994). Une étude très détaillée du delta de la Sauer réalisée par Douard (1992) montre que la saulaie perhumide de Seltz-Munchhausen constitue un stade bloqué de la succession végétale. En effet, les très longues périodes immergées et l'exubérance de la végétation herbacée, rend la colonisation du milieu très difficile pour les essences ligneuses des stades pionniers ou post-pionniers. La survie de cette saulaie est d'ailleurs liée à l'intervention de l'homme (bouturage, plantation,...)

Sur les substrats moins exposés aux inondations peut s'installer une forêt beaucoup plus structurée. L'étude de Douard (1992) évoque la tendance à un appauvrissement globale de la végétation ligneuse au Nord de Strasbourg. Ces constatations, valables pour le Delta de la Sauer sont difficilement extrapolables sur l'ensemble du Ried Nord (Geissert, 1984, Klein, communication personnelle). Certes la granulométrie est plus fine, mais il n'est pas rare de rencontrer de nombreuses stations à gravier affleurant (Forêt De Sury, Fort-Louis). Nos observations sur Offendorf menées en 1994 (Hauschild, 1994) font apparaitre que 1/3 de la Réserve Naturelle gérée par le Bureau des Réserves Naturelles Rhénanes (antenne du Conservatoire des Sites Alsaciens) présente des sols à gravier affleurant. Dans le même sens, 2/3 de la forêt communale de Dalhunden repose sur des sols à dominance graveleuse (Boullay, communication personnelle).

### 8.2.2. Dans le Ried brun

Forêts de production par excellence (cf. chapitre 9.3.[sylviculture]), les forêts du ried brun présentent quelques particularités.

L'influence climatique favorable de la dépression de Saverne permet l'incursion des hêtraies (favorisées par l'homme) jusqu'aux terrasses rhénanes non inondables de Dalhunden, Stattmatten et Beinheim.

En forêt de Dalhunden, une hêtraie héberge des espèces que l'on retrouver sur la terrasse de Haguenau (*Galium odoratum*, *Matianthrum bifolium*, *Neottia nidus-avis*; Geissert, 1984). Elles caractérisent l'alliance phytosociologique du *Fagion* (Oberdorfer, 1992).

A Stattmatten la flore forestière est beaucoup plus diversifiée où se développe les espèces *Staphylea pinnata*, *Orhis pupurea*, *Viola alba*, *Aquilegia vulgaris*,... (Geissert, 1984). Par contre, des plantes rares (5 espèces de *Pirolacea* et une orchidée [*Goodyera repens*]) ont aujourd'hui disparu. Elles étaient dans le temps favorisées par l'introduction du pin sylvestre (Geissert, 1992).

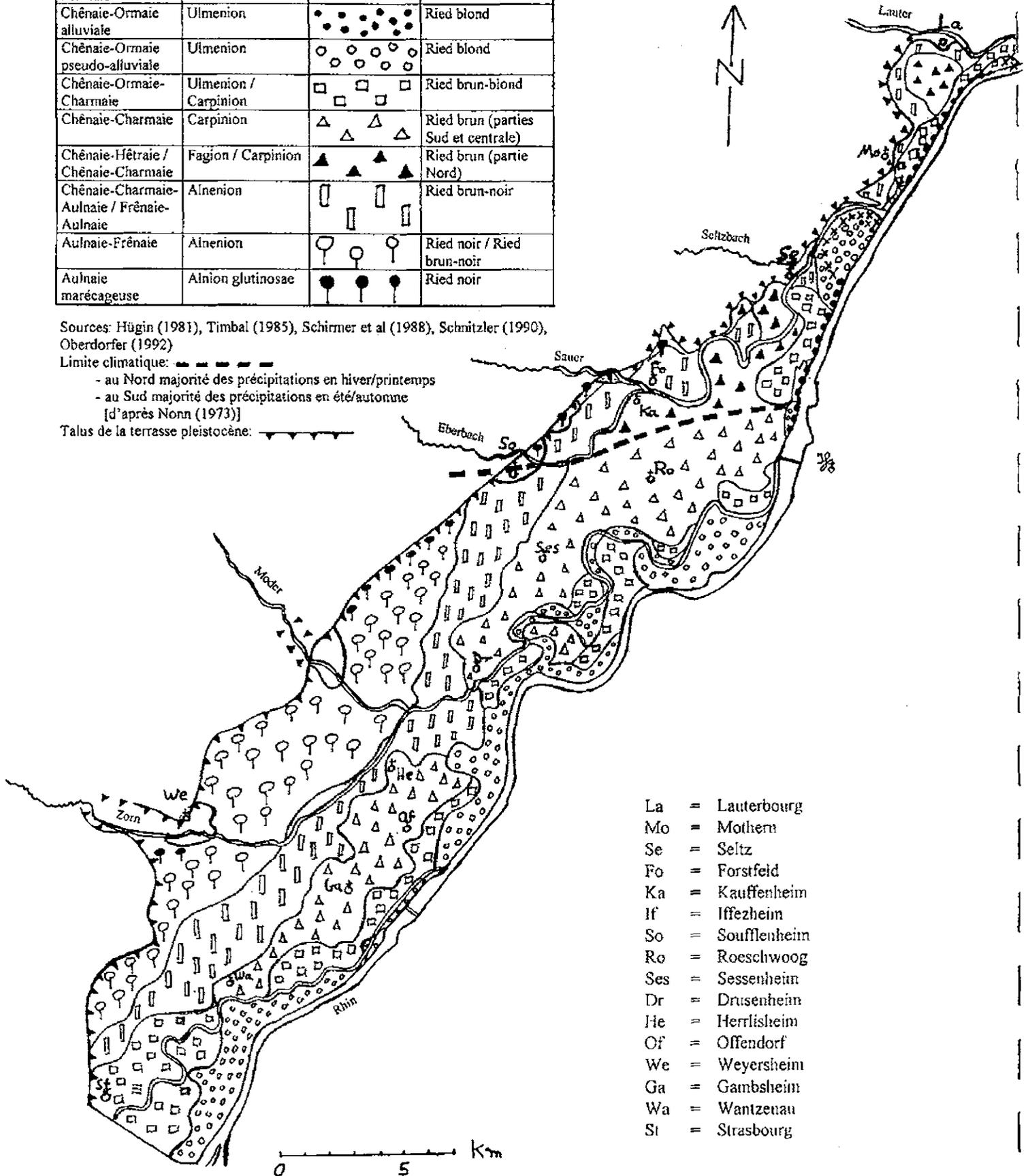
**Proposition pour une carte des peuplements forestiers potentiels  
des différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane**

Peuplement forestier potentiel	Alliance phytosociologique	Symbole	Unité géomorphologique
Saulaie blanche alluviale	Salicion albae	X X X X X	Ried blond
Chênaie-Ormaie alluviale	Ulmenion	•••••	Ried blond
Chênaie-Ormaie pseudo-alluviale	Ulmenion	○ ○ ○ ○ ○	Ried blond
Chênaie-Ormaie-Charmaie	Ulmenion / Carpinion	□ □ □ □ □	Ried brun-blond
Chênaie-Charmaie	Carpinion	△ △ △ △ △	Ried brun (parties Sud et centrale)
Chênaie-Hêtraie / Chênaie-Charmaie	Fagion / Carpinion	▲ ▲ ▲ ▲ ▲	Ried brun (partie Nord)
Chênaie-Charmaie-Aulnaie / Frênaie-Aulnaie	Alnenion	▭ ▭ ▭ ▭ ▭	Ried brun-noir
Aulnaie-Frênaie	Alnenion	○ ○ ○ ○ ○	Ried noir / Ried brun-noir
Aulnaie marécageuse	Alnion glutinosae	● ● ● ● ●	Ried noir

Sources: Hügin (1981), Timbal (1985), Schirmer et al (1988), Schnitzler (1990), Oberdorfer (1992)

Limite climatique: - - - - -  
 - au Nord majorité des précipitations en hiver/printemps  
 - au Sud majorité des précipitations en été/automne  
 [d'après Nonn (1973)]

Talus de la terrasse pleistocène: ▴ ▴ ▴ ▴ ▴



### 8.2.3. Dans les Rieds brun-noir et noir

Uniquement sous l'influence des inondations, les aulnaies marécageuses constituent des groupements forestiers azonaux (Ellenberg, 1986). Largement répandues dans le ried noir central du Grand Ried à partir de l'holocène moyen (6000 av.JC), elles n'occupent aujourd'hui que des surfaces relictuelles.

L'aulnaie de Forstfeld (réserve biologique forestière depuis 1994) correspond à un exemple type d'aulnaie marécageuse bien qu'actuellement les inondations ne soient plus permanentes (Geissert, 1994). Ces nouvelles conditions favorisent l'installation d'essences comme le frêne.

Schnitzler (1992) définit deux types d'aulnaies marécageuses, l'une à tendance acidocline (Forstfeld) [les matériaux acides pouvant provenir soit de la terrasse de Haguenau soit de la Sauer], l'autre basicienne (Andlau / III). Elles diffèrent par la présence ou non de *Carex elongata* (acidocline) et de *Alnus incana* (calciphile).

Composée d'aulne glutineux, la strate arbustive de l'aulnaie de Forstfeld comporte de plus en plus de frêne (Schneider, communication personnelle) accompagnée de *Ribes nigrum* (cassisier sauvage). La strate herbacée quant à elle regroupe les plantes suivantes: *Carex elata*, *Hottonia palustris*, *Peucedanum palustre*, *Thelypteris palustris* et autres.

#### Remarques sur la figure 18

Les dernières forêts alluviales encore fonctionnelles et proches d'un état typique largement décrit dans la bibliographie (saulaie blanche, chênaie-ormaie) se localisent, dans la zone d'étude, au Nord du dernier barrage (Iffezheim / Beinheim) dans un compartiment étroit où alternent périodes d'inondation et d'assèchement, d'alluvionnement et plus rarement d'érosion.

Les forêts comprises dans les parties endiguées du Ried blond sont dénommées chênaie-ormaies pseudo-alluviales puisque toute dynamique a été supprimée. Elles représentent aujourd'hui, la majorité des peuplements de la zone d'étude. Leur évolution est certes hypothétique mais il est probable que les chênaie-charmaie-ormaies (*Ulmo-Carpinetum*) constitueraient la forêt potentielle du „Ried blond“. Néanmoins, la jeunesse des sols (alluvions calcaires récentes) favorisera pendant longtemps encore les plantes et essences calcariques à calcicoles.

Ainsi, nous avons pu noter la présence de chênaie-charmaie potentielle à proximité du Rhin (à la hauteur de Roeschwoog, Beinheim) sur des sols plus évolués (Brunisols mésosaturés). Dans ces conditions la question qu'il est légitime de se poser concerne la possibilité d'introgression du hêtre (alliance du *Fagion*) sur ces stations à charme (alliance du *Carpinion*). En fait, cette colonisation naturelle par le charme n'est certainement pas une hypothèse puisque:

- ⇒ les sols limono-argileux (surtout l'horizon S) sont périodiquement humides et mal aérés;
- ⇒ à l'opposé, ils peuvent s'assécher en été
- ⇒ enfin, les gels tardifs exposent le hêtre à des dégâts physiologiques plus facilement supportés par le charme.

Les pratiques sylvicoles ont pu transformer les peuplements. Ainsi, le TSF peut faire évoluer une hêtraie mésoxérophile à laïche blanche vers une chênaie-charmaie (Oberdorfer, 1992). Il est d'ailleurs reconnu que le traitement en TSF est garant de la diversité végétale surtout dans la strate arbustive. Par contre, la strate arbustive de la chênaie-charmaie naturelle est très peu développée.

Les conditions de pluviosité imposées par la dépression de Saverne (climat à tendance plus océanique au Nord d'une ligne Soufflenheim - Roeschwoog - Beinheim) alliées aux conditions pédologiques caractéristiques du ried brun, permettent de supposer que l'évolution des peuplements tendra vers la chênaie-hêtraie. En effet, nos observations de terrain dans le secteur Nord de la zone d'étude font apparaître une nette prédominance des éléments du *Fagion* (*Galium odoratum*, *Neottia nidus-avis*, *Cephalanthera damasonium*) sur les éléments du *Carpinion* (*Stellaria holostea*, *Potentilla sterilis*, *Dactylis polygama*). Le hêtre, introduit et/ou favorisé par la sylviculture se porte d'ailleurs très bien, signe évident de son adéquation aux conditions stationnelles locales.

Les massifs situés plus à l'Ouest (Ried brun-noir) sont sous l'influence directe de la nappe phréatique. En fonction de la topographie, l'aulne glutineux se mélange au chêne, au frêne ou au charme (*Alno-Carpinetum*). Dans ces peuplements, deux autres essences semblent bien adaptées, il s'agit de l'orme lisse et du merisier à grappes. Alors que l'orme lisse a beaucoup souffert de la graphiose dans les années 1970 à 1980 dans les forêts rhénanes (Ried blond), la vigueur de ceux observés dans les Rieds brun-noir ou noir est excellente (partie Est de la Forêt Domaniale de Koenigsbruck). Nous l'expliquons par une bonne alimentation en eau (nappe phréatique proche de la surface) et par un biotope très peu touché par de grands travaux d'aménagement.

En se rapprochant de la dépression marginale, les peuplements sont dominés par l'aulne glutineux et le frêne. Les aulnaies marécageuses sont rares et se localisent à proximité de la terrasse de Haguenau.

### 8.3. Végétation prairiale

De nombreuses prairies extensives sont disséminées çà et là dans la zone d'étude dont la surface reste assez réduite. Citons pour mémoire les étendues prairiales de Fort-Louis, au centre du Polder de la Moder, qui regroupent des associations végétales remarquables et rares appartenant au *Mesobrometum* ou à l'*Oenantho-Molinietum* (Klein, 1992b).

A Offendorf, sur une surface de quelques ares, une mosaïque de prairies sèches et humides, de roselières et de haies se succèdent. On y trouve des espèces comme *Thalictrum flavum* (pigamon jaune), *Lathyrus palustris* (gesse des marais), *Dianthus superbus* (oeillet superbe; Klein et al, 1993).

Dans le Delta de la Sauer, suite à la mise en culture massive des prairies (production de foin), *Scirpus maritimus* a largement colonisé le milieu. L'emploi d'engrais minéraux et de phytocides explique certainement sa dynamique actuelle (Geissert et al, 1982).

Il ressort de ces quelques références bibliographiques que le maximum d'espaces prairiaux se situent dans le Ried blond ou brun-blond. D'autres sites existent certainement (surtout sur le Ried noir; exemple à Weyersheim), mais il est difficile de les localiser car méconnus ou récemment découverts et non publiés.

#### 8.4. Végétation aquatique

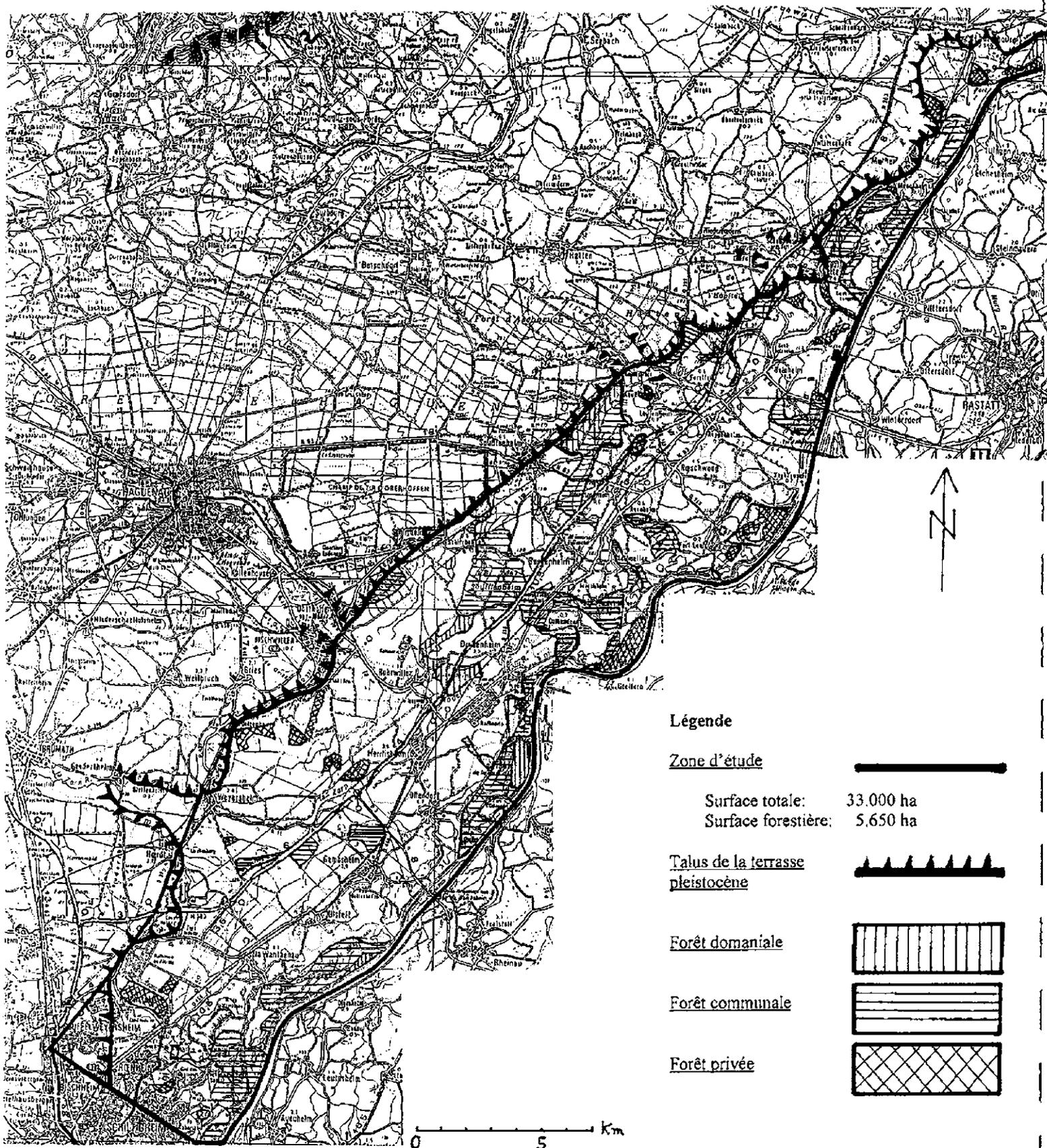
Les documents consultés font toujours référence à des études précises dans la frange rhénane. Ainsi, à Offendorf, Klein (1992) remarque l'abondance des characées (*Chara fragilis*, *Chara contraria*) plantes caractéristiques des eaux souterraines mais eutrophisées. Il explique ceci par l'important apport d'alluvions fines et l'influence réduite de la nappe phréatique en aval de Strasbourg.

La Moder est le deuxième site qui a été intensivement étudié. La végétation aquatique et riveraine de la Moder est constituée par des algues filamenteuses qui ondulent dans le courant (Klein, 1992c). Là, où le courant est plus lent on y rencontre *Ceratophyllum demersum* (le cornifle), *Elodea ernstiae* (l'élodée à feuilles allongées), *Callitriche* sp. (le callitriche) et *Myriophyllum spicatum* (le myriophylle en épi). Là, où la profondeur de l'eau devient plus importante, on y trouve de belles nénupharaies, accompagnées de *Sparganium emersum* (le rubanier) et *Sagittaria sagittifolia* (le sagittaire). Mais *Hottonia palustris* (l'hottonie des marais), qui était anciennement signalée par Issler dans ce secteur a disparu en raison de la pollution de l'eau. La pollution et l'eutrophisation sont aussi à l'origine de l'extinction et la régression de *Oenanthe fluviatilis* (oenanthe fluviatile), de *Trapa natans* (châtaigne d'eau), de *Hydrocharis morsus-ranae* (petit nénuphar) et de *Potamogeton vaginatus* (Geissert et al, 1984).

La flore herbacée riveraine de la Moder est pauvre en espèces et principalement constituée d'importants „peuplements monospécifiques“ d'orties, résultat de la pollution de cette rivière. Le Hod, un bras latéral de la Moder, compte parmi les milieux aquatiques d'Alsace les plus riches en groupements végétaux rares (Klein et al, 1992c). Les espèces suivantes sont citées dans ce secteur: *Nymphaea alba* (nénuphr blanc), *Hydrocharis morsus-ranae* (le petit nénuphar), *Utricularia neglecta* (utriculaire citrine), *Potamogeton obtusifolius* (potamot à feuilles obtues), *Hottonia palustris* (hottonia des marais), *Carex pseudocyperus* (laïche faux-souchet). La dominance de *Ceratophyllum demersum* (cornifle) ou de *Elodea nuttallii* (élodée à feuilles étroites) est liée à un phénomène d'eutrophisation provoquée par les débordements épisodiques de la Moder. Par ailleurs, la présence de characées est le signe d'une influence phréatique.

D'autres bras latéraux de la Moder (Toterhein, Hellwasser) montrent à peu près des caractères similaires au Hod, avec des parties mésotrophes à oligotrophes (sources phréatiques) et des parties eutrophisées.

Situation actuelle des forêts de la basse plaine rhénane



Sources: Cartes IGN, ONF/SAT Strasbourg, CRPF Lorraine-Alsace

## 9. SITUATION ACTUELLE DES FORÊTS

### 9.1. Généralités

La surface forestière de la zone d'étude est estimée à 5.650ha, soit 17% de la surface totale estimée, elle, à 33.000ha (voir figure 15), comprenant 74% de forêts soumises au régime forestier (communales et domaniales) et 26% de forêts non soumises. Les tableaux ci-dessous présentent les principaux résultats:

Sources: - IFN 1988-1989  
- ORLAM/DILAM Vallée du Rhin et Plaine de Haguenau  
- Lefeuvre (1992)

Tableau 6: Ventilation des surfaces par régions IFN

	Surface totale (ha)	Surface boisée (ha)	Taux de boisement
Bas-Rhin	480.017	170.402	35,5%
Vallée du Rhin (67)	42.841	7.553	17,6%
Plaine de Haguenau	102.520	26.776	26,1%

Tableau 7: Surface par type de propriété dans la basse plaine rhénane (en ha; chiffres arrondis)

		Nature de la propriété			Total
		communale	domaniale	non soumises	
Vallée du Rhin	Division de Strasbourg	1104	184	-	1288
		-	-	1370	1370
	Division de Haguenau	850	59	-	909
	Total	1954	243	1370	3567
Plaine de Haguenau	Division de Haguenau	1500	408	175	2083
	Total	3454	651	1545	<b>5650 ha</b>

### 9.2. La localisation des massifs forestiers dans les unités géomorphologiques

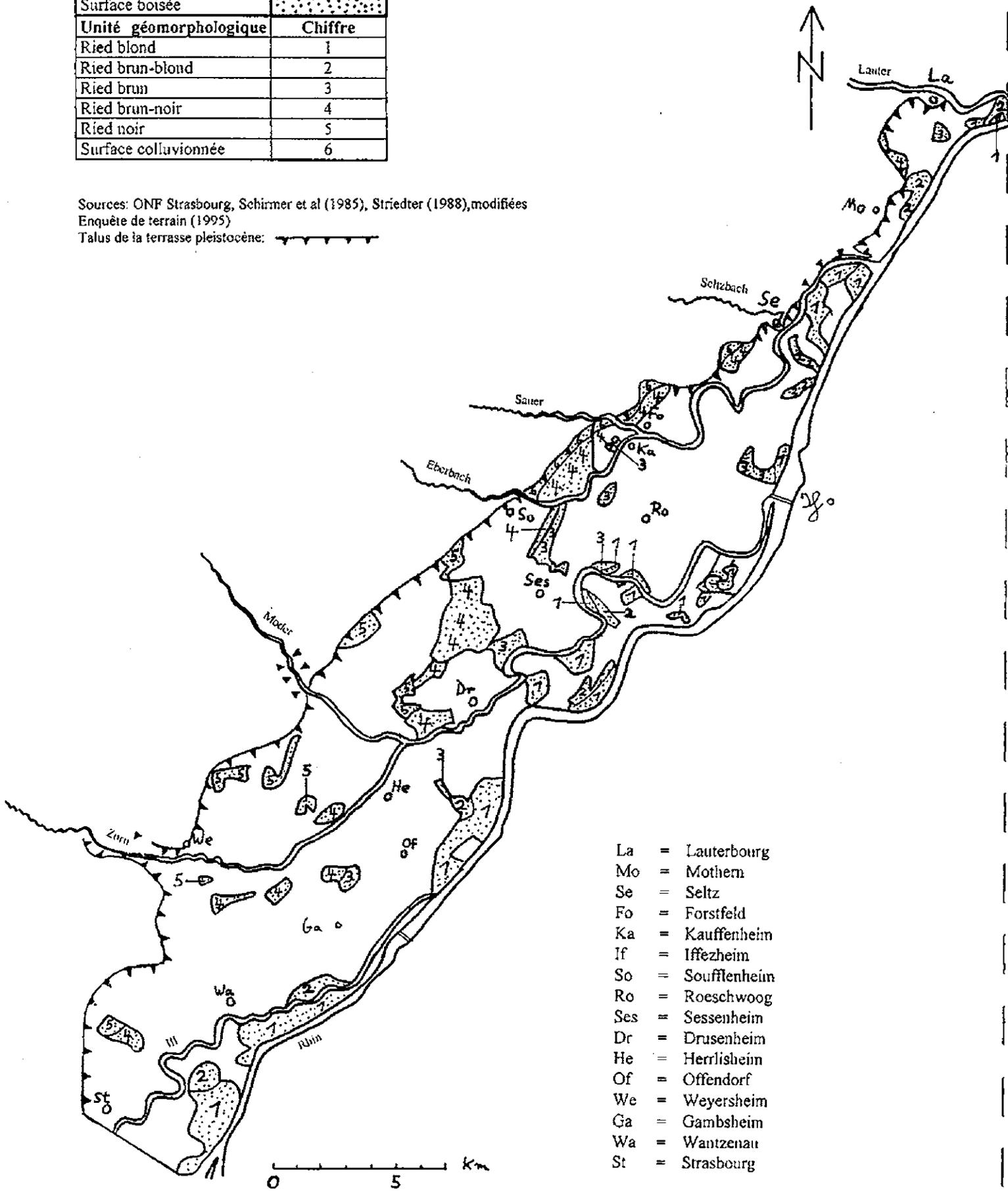
La superposition des cartes des unités géomorphologiques (figure 5) et de la situation actuelle de la surface forestière (figure 19) montre la répartition des massifs forestiers par unité géomorphologique (cf. figure 20).

Elle montre l'extrême morcellement des forêts dans le secteur d'étude. Cette situation reflète tout à fait l'impact des activités humaines.

**Localisation des massifs forestiers dans les différentes unités géomorphologiques de la basse plaine rhénane**

Surface boisée	
Unité géomorphologique	Chiffre
Ried blond	1
Ried brun-blond	2
Ried brun	3
Ried brun-noir	4
Ried noir	5
Surface colluvionnée	6

Sources: ONF Strasbourg, Schirmer et al (1985), Striedter (1988), modifiées  
 Enquête de terrain (1995)  
 Talus de la terrasse pleistocène: 



- La = Lauterbourg
- Mo = Mothern
- Se = Seltz
- Fo = Forstfeld
- Ka = Kauffenheim
- If = Iffezheim
- So = Soufflenheim
- Ro = Roeschwoog
- Ses = Sessenheim
- Dr = Drusenheim
- He = Herrlisheim
- Of = Offendorf
- We = Weyersheim
- Ga = Gamsheim
- Wa = Wantzenau
- St = Strasbourg

La figure 20 localise l'essentiel des massifs boisés dans les Rieds blond et brun-noir. Les 3 autres grandes unités géomorphologiques n'abritent que des lambeaux de forêts plus ou moins continus. Ces dernières années (depuis 15 à 20 ans), la surface forestière n'a cessé d'augmenter dans les Rieds brun-noir et noir par le reboisement des prairies humides en aulnes glutineux et peupliers hybrides (Gamsheim, Oberhoffen, Soufflenheim).

Les forêts rhénanes sensus-stricto se rencontrent uniquement dans les Rieds blond ou brun-blond. Néanmoins, quelques massifs malgré leur position „rhénane“ n'ont rien de rhénan. La forêt communale de Beinheim par exemple présente une partie Ouest sur le Ried brun à Brunisols mésosaturés. La sylviculture doit tenir compte de ces particularités pédologiques. Citons les forêts communales de Sessenheim et d'Auenheim [Biergrund] qui possèdent les mêmes différences, mais moins marquées.

### 9.3. Sylviculture

#### 9.3.1. Sylviculture dans les Rieds blond et brun-blond

##### *Traitements passés*

Depuis fort longtemps les forêts de la vallée du Rhin ont fourni aux populations riveraines bon nombre de matériaux (construction, chauffage,...). De ce fait, elles ont été traitées en taillis-sous-futaie et en taillis à courte révolution (< 10ans). Les saules têtards répartis deci-delà (Munchhausen) témoignent de cette activité passée.

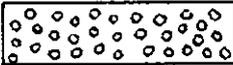
Depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, la conversion ou la transformation en futaie régulière a été entamée dans un premier temps sur la partie soustraite à la dynamique rhénane (extérieure aux digues) et dans un deuxième temps sur l'ensemble de la surface forestière. Les méthodes utilisées jusque dans les années 1980 faisaient souvent appel à des introductions d'essences allochtones sur d'assez grandes surfaces (en hêtre à Mothern, en Pin sylvestre à Dalhunden, en peuplier hybride à Lauterbourg,...). L'abandon du TSF associé à la transformation du milieu physique suite aux travaux d'aménagement du Rhin aboutit à une simplification de la structure forestière et favorise les espèces à bois durs (charme, érable champêtre, frêne, érable sycomore) reléguant peupliers et saules à des surfaces relictuelles. En guise d'exemple, l'aménagement de la forêt domaniale d'Offendorf de 1923 donne une proportion de bois tendres allant jusqu'à 95%. Aujourd'hui cette proportion n'est plus que de 17% (Bordeaux, 1992).

A partir des années 1980, tous les reboisements, réalisés sur des surfaces de 1 à 2ha ont été fait en utilisant essentiellement des essences autochtones (frêne, chêne,..). Aujourd'hui les peuplements convertis en futaie régulière occupent une place plus importante dans le Ried Nord que dans le Ried ello-rhénan (ORLAM/DILAM).

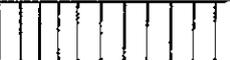
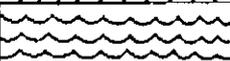
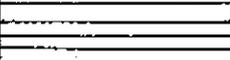
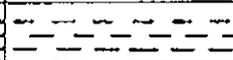
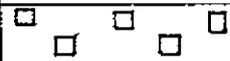
En forêt non-soumise, du fait de la grande disparité des propriétaires, il n'est pas évident de dresser le bilan des interventions sylvicoles passées. La plus grande partie des forêts non soumises se localisent dans la frange rhénane. Tous les cas de figure se présentent allant du propriétaire ayant poursuivi le traitement en taillis-sous-futaie (dans la majorité des cas) à celui qui a planté des peupliers de culture ou des pins sylvestre. A La Wantzenau, par exemple, la structure de la propriété forestière est extrêmement morcelée pourvue en règle général de peuplements feuillus traités en taillis-sous-futaie.

Figure 21

Statut de protection des massifs forestiers de la basse plaine rhénane

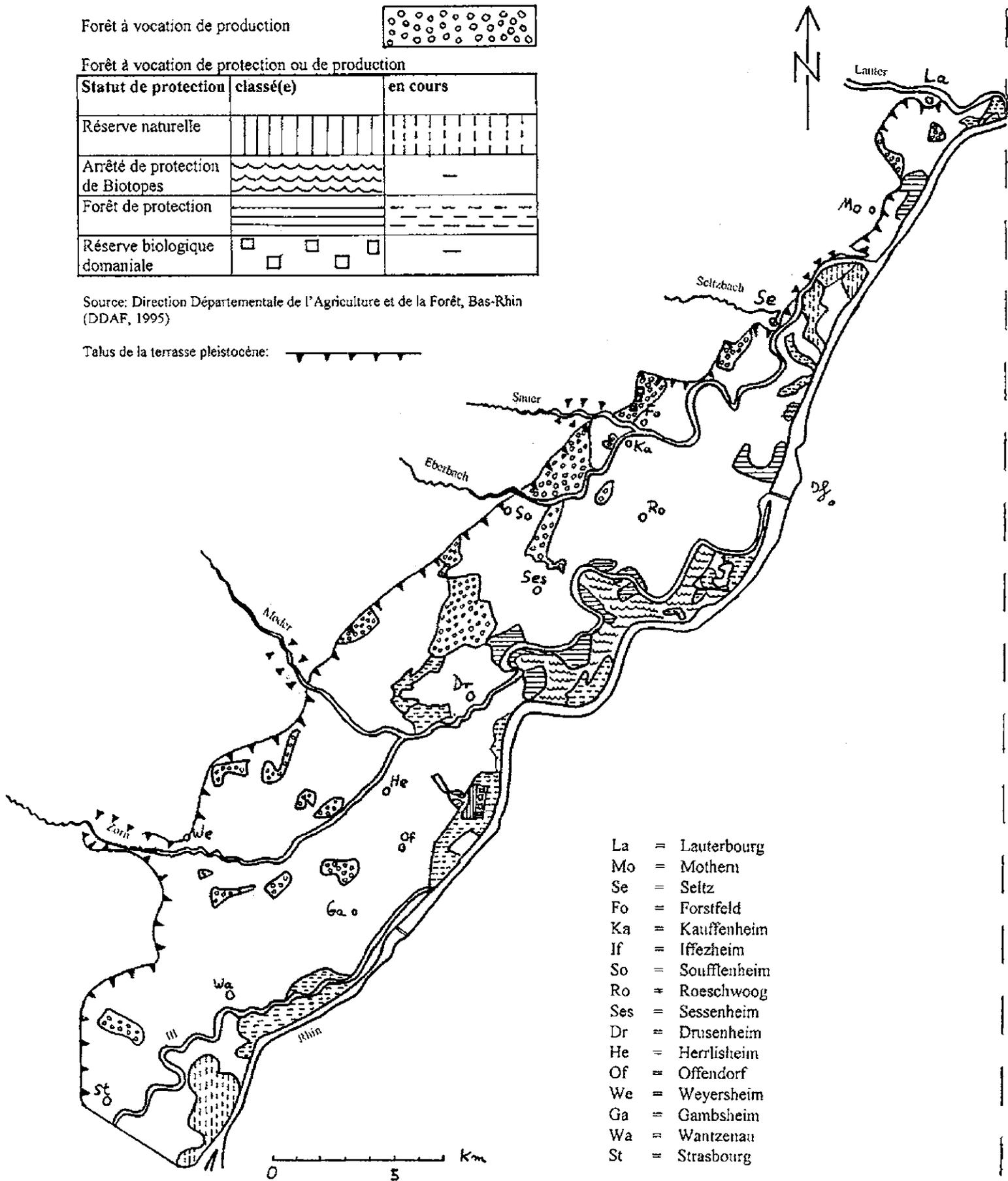
Forêt à vocation de production 

Forêt à vocation de protection ou de production

Statut de protection	classé(e)	en cours
Réserve naturelle		
Arrêté de protection de Biotopes		—
Forêt de protection		
Réserve biologique domaniale		—

Source: Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, Bas-Rhin (DDAF, 1995)

Talus de la terrasse pleistocène: 



- La = Lauterbourg
- Mo = Mothem
- Se = Seitz
- Fo = Forstfeld
- Ka = Kauffenheim
- If = Iffezheim
- So = Soufflenheim
- Ro = Roeschwoog
- Ses = Sessenheim
- Dr = Drusenheim
- He = Herrlisheim
- Of = Offendorf
- We = Weyersheim
- Ga = Gamsheim
- Wa = Wantzenau
- St = Strasbourg

### *Traitements actuels*

Les traitements actuellement pratiqués en forêt rhénane tirent leur origine dans une prise de conscience collective de l'inadaptation de la conversion en futaie régulière pour garantir la pérennité des caractéristiques biologiques de ces forêts. En fait, il faut lier ceci, à la volonté de l'administration (Ministères de l'équipement et de l'aménagement du territoire, de la culture, de l'Environnement et de l'Agriculture) de classer les derniers massifs rhénans en forêts de protection et d'y appliquer une sylviculture respectueuse des particularités floristiques et faunistiques largement décrites dans la littérature (Carbiener, 1987b; Lauterwasser, 1987; Asael, 1991 et 1994; Hauschild, 1991 et autres). Il aura fallu environ 10 ans pour que les premiers massifs soient classés!

Le traitement des forêts proposé au travers d'une notice explicative annexée au document du classement en forêt de protection se rapproche de la futaie jardinée par bouquet. Quant au taillis sous-futaie, il reste également préconisé!

En forêt non soumises les règles de gestion consignées dans le dossier de classement en forêt de protection devront également être appliquées.

#### **9.3.2. Sylviculture dans les Rieds brun, brun-noir et noir**

La plupart des massifs ont été traités en taillis sous-futaie à révolution de 25 à 30ans jusque vers le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle. Tout comme en bordure du Rhin, les peuplements ont alors été convertis en futaie régulière, transformation toujours en vigueur aujourd'hui. En effet, la plus grande partie des aménagements consultés adoptent le traitement en futaie régulière par la méthode de type de régénération strict ou de l'affectation unique. Ces forêts restent à vocation de production avec comme essences objectifs le chêne, le frêne, le hêtre. Dans de rares endroits (bas de la terrasse de Haguenau) où les conditions abiotiques sont limitantes (inondations fréquentes par remontée de la nappe) les objectifs de l'aménagement ne privilégient pas uniquement la production mais envisagent également la conservation de la typicité des formations ligneuses (aulnaies marécageuses). Par contre, dans certains biotopes humides, des peuplements de peupliers hybrides ont été plantés (Weyersheim, Gamsheim, Oberhoffen,...).

Les contraintes de protection dans cette partie de la basse plaine rhénane sont donc moindres qu'en bordure immédiate du fleuve.

#### **9.4. Statut de protection**

Le tableau 8 et la figure 21 résument les différentes modalités de protection des massifs forestiers dans la basse plaine rhénane.

Le tableau ci-contre (N° 8) rappelle au lecteur les différents statuts de protection qui existent du Sud au Nord dans la basse plaine rhénane.

Tableau 8

## Statut de protection des peuplements forestiers de la basse plaine rhénane

Forêt communale = FC / Forêt domaniale = FD / Forêt privée = FP

Localisation	Statut de protection	Date du classement
La Wantzenau (FC)	Forêt de protection	en cours
La Wantzenau (FC)	Réserve biologique	9.9.1994
Robertsau (FC)	Réserve naturelle	en cours
Honau (FD)	Forêt de protection	en cours
Offendorf (FC)	Forêt de protection	en cours
Offendorf (FD)	Forêt de protection	en cours
Offendorf (FC)	Réserve naturelle	28.7.1989
Offendorf (FD)	Réserve biologique	20.3.1985
De Sury (FP)	Forêt de protection	en cours
Auenheim (FC)	Forêt de protection	9.12.1994
Statmatten (FC)	Forêt de protection	9.12.1994
Drusenheim (FC)	Forêt de protection	en cours
Dalhunden (FC)	Forêt de protection	30.6.1995
Sessenheim (FC)	Forêt de protection	9.12.1994
Basse vallée de la Moder	Arrêté de protection de Biotopes	31.3.1988
Beinheim (FC)	Forêt de protection	30.6.1995
Beinheim (FC)	Arrête de protection de Biotopes	14.3.1983
Fort-Louis (FP)	Forêt de protection	en cours
Neuhäusel (FC)	Forêt de protection	en cours
Forstfeld (FC)	Réserve biologique	9.9.1994
Seltz/Munchhausen (FC)	Réserve naturelle	en cours
Mothern (FC)	Forêt de protection	9.12.1994
Mothern (FC)	Réserve biologique	en cours
Rohm and Haas (FP)	Forêt de protection	en cours
Lauterbourg (FD)	Forêt de protection	en cours

GITE Hauschild/Asael 1996 - Catalogue des stations forestières de la basse plaine rhénane

## 10. ELABORATION D'UN CATALOGUE DE STATIONS FORESTIÈRES DANS LE BADE-WURTEMBERG

### 10.1. Généralités

Le Bade-Wurtemberg est divisé en différentes macro-unités géographiques, possédant chacune des conditions climatiques, édaphiques et morphologiques similaires. Elles sont nommées *Wuchsgebiete* (par exemple: plaine rhénane, Schwarzwald). Les *Wuchsgebiete* sont composées de *Wuchsbezirke* (= équivalent des régions naturelles de l'Inventaire Forestier National français) ou de *Wuchsbezirksgruppen* (ensemble de régions naturelles).

Chaque macro-unité géographique possède plusieurs types de peuplements forestiers régionaux (*Regionalwaldgesellschaft*) caractérisés par des essences naturelles. Cette composition est déterminée par la synthèse de données polliniques, historiques et phytosociologiques. Elle reflète en quelques sorte la situation en l'absence de toute intervention humaine.

Exemple:

Macro-unité géographique  
(*Wuchsgebiet*)

Peuplement forestier régional  
(*Regionalwaldgesellschaft*)

Forêt Noire

- Hêtraie-Chênaie-Sapinière submontagnarde  
- Hêtraie-Sapinière montagnarde

Les peuplements forestiers régionaux sont ensuite découpés par tranches altitudinales (400m à 600m; 600m à 800m,...).

La région naturelle (*Wuchsbezirk*) possède des peuplements forestiers dits stationnels (*Standortsgesellschaft*) qui sont définis en fonction des conditions écologiques locales. Les peuplements stationnels naturels appartenant à la région naturelle sont décrits à partir de documents historiques mais également sur la base de leur évolution potentielle (peuplements actuels qui évolueront sans intervention humaine)

### 10.2. Les étapes

- ① Analyse synthétique des données écologiques du pays fédéré Bade-Wurtemberg;
- ② Définition de macro-unités géographiques (*Wuchsgebiete*) et des régions naturelles (*Wuchsbezirke*);
- ③ Analyse des données écologiques des régions naturelles et élaboration d'un catalogue des stations forestières;
- ④ Cartographie des stations; cette étape est réalisée par des ingénieurs forestiers de formation universitaire, conférant au travail une bonne assise scientifique. En fait, l'élaboration du catalogue et la cartographie des stations sont confiées à la même équipe. L'étape de vulgarisation (comme en France) n'est pas prévue. En effet, les propriétaires forestiers privés peuvent faire appel aux ingénieurs de l'administration pour la cartographie des stations forestières;

- ⑤ A l'issue de cette cartographie et au vue des potentialités forestières, un plan d'aménagement sylvicole est consu;
- ⑥ Sur ces bases, l'administration forestière prévoit un traitement global par région naturelle.

### 10.3. Organisation du travail

La responsabilité des phases 1 à 4 est confiée à la cellule des études botaniques et stationnelles (*Botanik und Standortkunde*) dirigée par Monsieur Aldinger au centre de la recherche forestière de Freiburg (*Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt [FVA]*). Les autres étapes (5 et 6) sont sous la responsabilité de la *Forstdirektion*, administration du *Regierungsbezirk* (niveau „départemental“). Ce centre scientifique, directement sous la tutelle du ministère de l'Agriculture et de la Forêt (Stuttgart), doit définir une politique d'aménagement forestier en tenant compte d'impératifs écologiques. L'institut FVA est doté d'une équipe spécialisée dans les études stationnelles et dans la culture de plants forestiers (pépinière). Cette association (*Verein für forstliche Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung*), sous la responsabilité de Monsieur Mühlhäuser, forte d'un effectif d'une vingtaine de salariés, assure la réalisation des études évoquées dans le point 4.

### 10.4. Un exemple: la plaine rhénane

La plaine rhénane, côté Bade-Wurtemberg, a été totalement cartographiée durant les années 1970. Certaines cartes devraient être réactualisées mais le FVA hésite à entreprendre une nouvelle démarche cartographique pour les raisons suivantes:

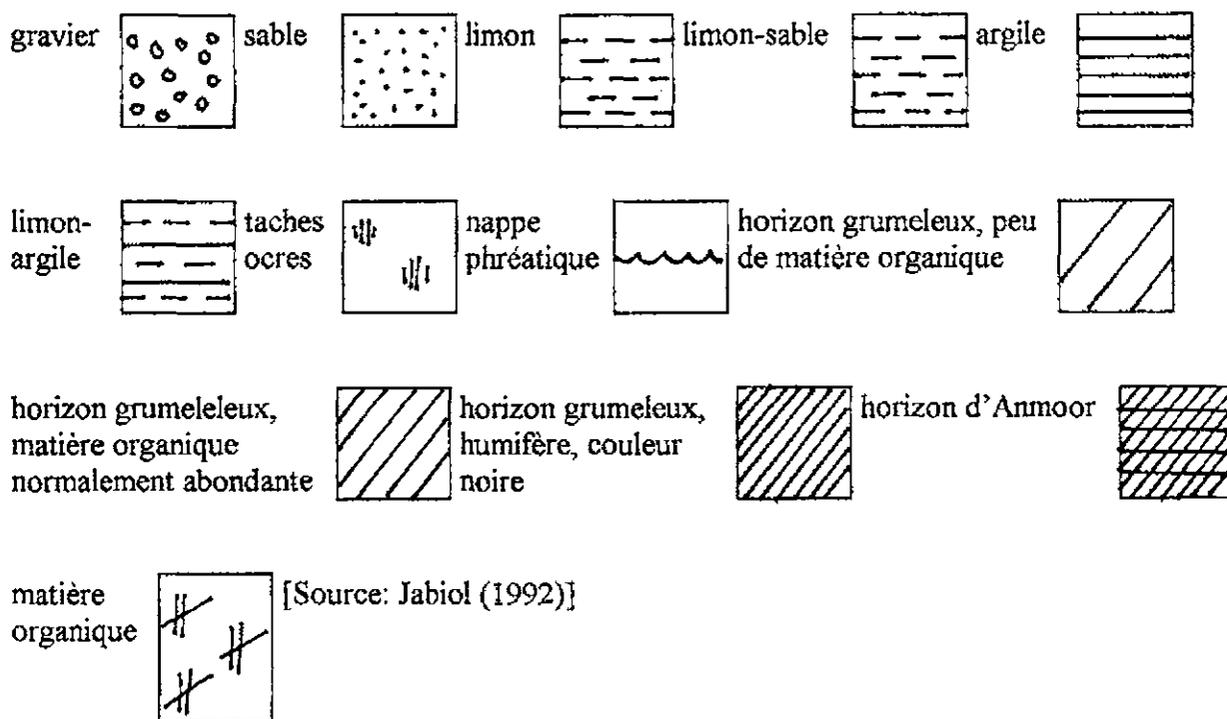
- ① Les aménagements hydrologiques ont terriblement bouleversé le fonctionnement alluvial. L'évolution des peuplements et des stations est difficile à prévoir.
- ② Le programme intégré du Rhin („Integriertes Rheinprogramm“) prévoit la mise en service de nombreux bassins de rétention des crues. Néanmoins, les modalités de fonctionnement (fréquences et durées des inondations, hauteurs de submersion...) ne sont pas encore fixées. Ainsi, les stations qui aujourd'hui évoluent indépendamment de toute inondation seront à nouveau soumises à de nouvelles conditions écologiques.

Les deux critères fondamentaux utilisés par les chercheurs de l'institut FVA pour définir une stations en plaine alluviale sont la hauteur du toit de la nappe phréatique et la nature du sol (épaisseur, texture,...). Les données floristiques viennent affiner la description de la station mais ne constituent nullement un critère de base pour définir le type de station.

Ainsi, la mesure du toit de la nappe permet de distinguer deux niveaux dans la chênaie-ormeaie à savoir la forêt basse à bois dur dans laquelle le niveau de la nappe oscille entre 0,8 et 1,5m et la forêt haute à bois dur qui présente une nappe phréatique à plus de 1,5m du niveau du sol. La texture du sol (limon, sable, gravier) et l'épaisseur des horizons prospectables par les systèmes racinaires reflètent la capacité de rétention en eau du sol et entrent, de ce fait, dans la définition des stations forestières.

## 11. ANNEXES

### 11.1. Symbolisation



### 11.2. Explication des horizons pédologiques

- A = horizon organo-minéral, contenant en mélange de la matière organique et de la matière minérale
- Aca = A calcaire; horizon A biomacrostructuré présentant une effervescence à HCL
- Aci = A calcique; horizon A biomacrostructuré non carbonaté, mais avec un complexe adsorbant saturé principalement par  $Ca^{++}$
- Ah = horizon A humifère; riche en matière organique
- An = horizon des Anmoors; riche en carbone organique issu d'un engorgement prolongé par la nappe phréatique
- Js = horizon jeune de surface, avec faible quantité de matière organique
- Jp = horizon jeune de profondeur (situé sous un Js ou un A) et ne contient pas de matière organique
- Go = horizon réductique, temporairement réoxydé, périodiquement non-saturé par l'eau
- Gr = horizon réductique, saturé par l'eau en permanence
- Goh = horizon réductique humifère
- g = horizon rédoxyque, successivement saturé et non-saturé par l'eau (horizon „marmorisé“)
- S = horizon structural; horizon pédologique d'altération des minéraux primaires, de libération d'oxy-hydroxydes de fer, de décarbonatation, etc...

- Sca = horizon structural calcaire  
Sg = horizon structural rédoxique  
Sh = horizon structural humifère  
C = horizon minéral de profondeur ayant subi une fragmentation importante et / ou une certaine altération géochimique  
M = roche-mère meuble, non ou peu fragmentée  
IIS /  
IIC = la signature II indique (par ex. dans les plaines alluviales) des phases antérieures d'alluvionnement que celles des couches superficielles (signature I)  
[d'après Baize et al. (1992)]

## 12. BIBLIOGRAPHIE

- Asael, S., 1991 - Inventaire des zones à intérêt écologique et paysager dans les massifs rhénans. Synthèse bibliographique et utilisation d'un SIG pour une cartographie thématique hiérarchisée - ENGREF Nancy / DDAF Bas-Rhin
- Asael S., 1994 - Plan de gestion forestier et écologique des îles de Gerstheim et Marckolsheim - EDF / GGDF / CRPF Lorraine-Alsace.
- Baize D. et al, 1992 - Référentiel Pédologique - INRA, Paris
- Bartz J., 1976 - Quartär und Jungtertiär im Raum Rastatt - Jb. geol. L.-Amt Baden-Württemberg 18, Freiburg
- Bartz J., 1982 - Quartär und Jungtertiär II im Oberrheingraben im Großraum Karlsruhe - Geol. Jb., A 63, Hannover
- Becker B., 1982 - Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flußablagerungen - Mitt. Komm. Quartärforschung österr. Akad. Wiss., 5, Wien
- Blattner J.F., 1992 - Fort-Louis, un site historique lié au Rhin et à son environnement - Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse Nr. 824
- Bordeaux C., 1992 - La réserve biologique domaniale d'Offendorf - Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse Nr. 824
- Bücking W., 1989 - Naturwaldreservate der badischen Rheinaue - Mitt. bad. Landesverb. Naturkunde u. Naturschutz, Freiburg
- Carbiener R., 1974 - Die linksrheinischen Naturräume und Waldungen der Schutzgebiete von Rhinau und Daubensand - Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Ba-Wü, 7
- Carbiener R., 1983 - Le Grand Ried Central d'Alsace - Bull. Ecol. 14 (4)
- Carbiener R. et al, 1985 - Problèmes de dynamique forestière et de définition de stations en milieu alluvial - Coll. „Phytosociologie et foresterie“, 14, Nancy
- Carbiener R. et al, 1987 - Variation de comportement et vicariances écologiques d'espèces ligneuses en zone inondable - Coll. Nat. Commis. Hydrologie continentale - Crue et inondation
- Carbiener R. et al, 1987b - L'évolution des caractéristiques hydrologiques et phytosociologiques des forêts alluviales rhénanes de la plaine alsacienne en tant que base scientifique de la constitution de réserves naturelles... - Coll. Phytosoc. VX, Strasbourg

- Daubrée A., 1850 - Observation sur les alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin - Mém. Soc. Mus. Hist. natur. Strasbourg
- David, L., Klein, J.-P., 1994 - Réintroduction expérimentale de la vigne sauvage (*Vitis sylvestris*) dans les réserves naturelles d'Offendorf et d'Erstein - Bull. Soc. Ind. Mulhouse, N° 832
- Denny-Consultant, 1991 - Pour une réserve transfrontalière, protégeons la basse vallée de la Sauer - Pamina5, Puissance 4
- Dillmann E., 1985 - Le Delta de la Sauer, ses particularités hydrologiques et écologiques - Encyclopédie de l'Alsace, Vol. 11 (Ed. Publitotal)
- Dister E., 1980 - Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit - Dissertation, Universität Göttingen
- Douard A. et al., 1992 - La confluence Rhin-Sauer - Société Industrielle de Mulhouse Nr. 824
- Ellenberg H., 1986 - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen - Ulmer Verlag
- Forrer R., 1934 - Varia mérovingiennes et cimetières mérovingiens inédits de Betwiller, Behlenheim, Gamsheim, Schiltigheim, etc - Cah. Archéol. Hist. Alsace, 99-100; Strasbourg
- FVA, 1972 - Erläuterungen zur Standortskarte Bühl bis Rastatt - Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg
- Geissert F. et Mérillet, 1976 - Les alluvions rhénanes plio-quadernaires dans le département du Bas-Rhin - Sciences géol. Bull., 29
- Geissert F. et al., 1976 - Carte géologique de la France à 1/50.000: Seltz-Wissembourg
- Geissert F., 1982 - Massenvorkommen der Seesimse (*Scirpus maritimus* L.) im nördlichen Elsaß - Mitt. bad. Landesverb. Naturkunde u. Naturschutz, Nr. 13
- Geissert F. et al., 1984 - La plaine au Nord de Strasbourg et la forêt de Haguenau - Bulletin de la Soc. Bot. du Centre-Ouest, tome 15
- Geissert F., 1992 - Aspects historiques et floristiques de deux forêts rhénanes: Dalhunden et Sessenheim - Société Industrielle de Mulhouse Nr. 824
- Geissert F., 1994 - Aulnaies et Ravines de Forstfeld - Association Ried Nord; Infos Ried, 94/2
- Hatt J.P., 1937 - Contribution à l'analyse pollinique des tourbières du Nord-Est de la France - Bull. Serv. carte géol. Alsace-Lorraine, 4, Strasbourg
- Hauschild R., 1991 - Cartographie des forêts rhénanes et réflexion sur la gestion d'une forêt de protection - Forêt communale de Rhinau - ENGREF, Nancy

- Hauschild R., Karra C., 1992 - Evaluation de la qualité phytoécologique des sites rhénans situés à la hauteur des biefs de Gerstheim et Marckolsheim - EDF / ENGREF / DDAF Strasbourg
- Hauschild R., 1994 - Cartographie des stations et des peuplements des réserves naturelles d'Erstein et d'Offendorf - Conservatoire des sites alsaciens / DIREN Alsace
- Henrichfreise A. et Hügin G., 1992 - Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes - Schriftenreihe für Veg.kunde, Vol.24, Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie
- Hügin G., 1981 - Die Auenwälder des südlichen Oberrheins - Ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau - Landschaft + Stadt / 13
- Jabiol B. et al., 1992 - Recommandations pour la présentation illustrée des descriptions de sols - Rev. For. XLIV -6
- Jabiol B. et al., 1994 - Une classification morphologique et fonctionnelle des formes d'humus - Rev. Forest. XLVI - 2
- Klein J.P. et al., 1990 - Plantes hygrophiles en régression: statut actuel en Alsace - Bull.Ass. Phil. Alsace-Lorraine 26
- Klein J.P. et al., 1992 - Les réserves naturelles des forêts alluviales rhénanes d'Erstein et d'Offendorf - Bull. de la Soc. Industr. de Mulhouse, Nr. 824
- Klein J.P., 1992b - Les prairies alluviales de l'ancienne zone de confluence Moder-Rhin - Bull. de la Soc. Industr. de Mulhouse, Nr. 824
- Klein J.P. et al., 1992c - Le cours inférieur de la Moder - Bull. de la Soc. Industr. de Mulhouse, Nr. 824
- Klein J.P. et al., 1993 - Projet de mise en protection d'une prairie alluviale à Offendorf - Dossier scientifique, Conservatoire des Sites Alsaciens
- Kramer / Werner, 1987 - Erläuterungen zu den Standortskarten der Rheinwaldungen zwischen Mannheim und Karlsruhe - Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Ba-Wü, Tome 85
- Krause, W., 1980 - Das Zusammenwirken des natürlichen Landschaftsaufbaues der Oberrheinaue und der technischen Eingriffe des Menschen, interpretiert an historischen topographischen Karten - Colloque phytosociologique IX, Strasbourg
- Lauterwasser E. et al., 1987 - Wald, Forstwirtschaft und Naturschutz im Taubergiessengebiet - Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Freiburg
- Lefevre, A., 1992 - Le plan de protection des forêts rhénanes - Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse N° 824

- Maire et al., 1972 - Notice explicative de la carte géologique de la France 1:50.000, Nr. 234, Brumath-Drusenheim; Orléans
- Nehring B., 1992 - Exkursionsführer Oberrheingraben - 23. Deutscher Schulgeographentag Karlsruhe 1992
- Nonn H., 1973 - L'Alsace - Librairie Larousse, Nr. 22, Paris
- Oberdorfer E., 1992 - Süddeutsche Pflanzengesellschaften - Tome IV; Gustav Fischer Verlag
- Oberti, D., 1991 - Prétude en vue d'une typologie des stations forestières de la Plaine de l'Ill (Alsace) - CRPF Lorrain-Alsace/ONF/Conseil Régional d'Alsace; Cellule d'Application en écologie
- Philippi G., 1982 - Änderungen der Flora und Vegetation am Oberrheingraben - Natur und Landschaft am Oberrhein; Veröffentlichung der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft in Speyer, Tome 70
- Rameau J.C. et al., 1989 - Flore forestière française, plaines et collines; Institut pour le développement forestier
- Reinhard E., 1969 - Zur Besiedlung des Nordelsaß zwischen Zorn und Lauter im frühen Mittelalter - Z.gesch. Oberrhein, 117; Karlsruhe
- Robineau G., 1984 - Le Rhin entre Vosges et Forêt Noire - Bull. Ass. Philom. alsace-Lorraine, 20
- Saillet B., 1980 - Forêts alluviales européennes - Coll. phytosoc. IX Cramer, Strasbourg
- Schäfer W., 1973 - Der Oberrhein, sterbende Landschaft? - Natur und Museum 103
- Schenker A., Gallusser et al., 1992 - Les zones alluviales du Rhin supérieur - Birkenhäuser Verlag
- Schirmer, W.; Striedter, K., 1985 - Alter und Bau der Rheinebene Nördlich von Strassburg - 22. wissenschaftliche Tagung in Freiburg (1985) - Deutsche Quartärvereinigung Hannover
- Schirmer, W., 1995 - 9 Rhein Traverse - Quaternary field trips in Central Europe (INQUA 1995) - Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München
- Schnitzler A., 1990 - Catalogue des stations forestières du Ried ello-rhénan; CRPF Lorraine-Alsace, Strasbourg
- Schnitzler A., 1992 - Les Aulnaies marécageuses de Moyenne Alsace - Bull. Ass. Philom. Alsace-Lorraine, 28
- Simon A., 1982 - A propos de *Botrychium lunaria* et de *Thesium pratense* en Alsace du Nord - Mitt. bad. Landesverb. Naturkunde u. Naturschutz; 13

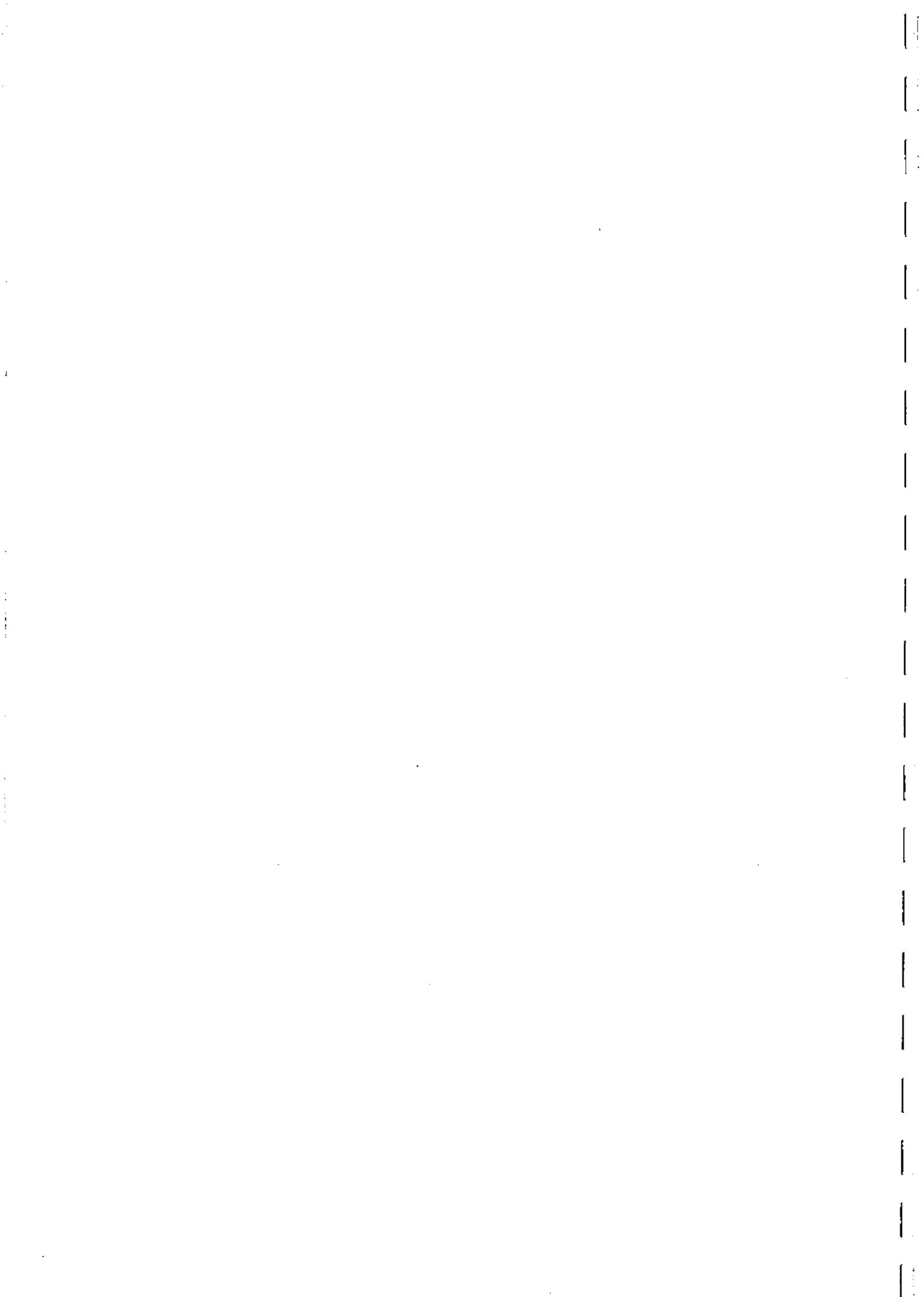
Steimer F., 1992 - Laissez vivre les arbres morts ou creux - Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse, N° 824

Striedter K., 1988 - Holozäne Talgeschichte im Unterelsaß - Dissertation, Universität Düsseldorf

Timbal J., 1985 - Types forestiers d'Alsace - INRA / ONF

Université Louis Pasteur, 1974 - Atlas des ressources naturelles et aménagement de la région Alsace - ULP / Conseil Régional d'Alsace

Wendelberger, 1984 - Colloques Phytosociologiques, IX, Cramer, Strasbourg



Région  **Alsace**

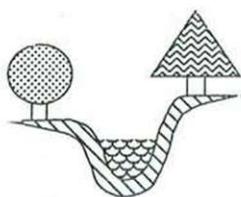
**Région Alsace**

35, avenue de la Paix - B.P. 1006  
67070 Strasbourg Cedex

ministère de l'**agriculture** de la **pêche** et de l'**alimentation**

**Direction Régionale de l'Agriculture  
et de la Forêt Alsace**

2, rue de l'Hôpital Militaire  
67084 Strasbourg Cedex  
Tél. 88 76 78 69



**G I T E**

Groupe d'étude  
Interdisciplinaire  
Transfrontalier en  
Environnement

**Groupe d'étude Interdisciplinaire  
Transfrontalier en Environnement**

Pfädle 19  
79111 Freiburg (RFA)  
Tél. 19 49 761 70 70 427

*C.R.P.F.L.A.*



**Centre Régional de la Propriété  
Forestière de Lorraine-Alsace**

41, avenue du Général de Gaulle  
57050 Le Ban Saint-Martin  
Tél. 88 31 18 42



**Office National des Forêts  
Direction Régionale Alsace**

2, rue de l'Hôpital Militaire  
67084 Strasbourg Cedex  
Tél. 88 76 76 40