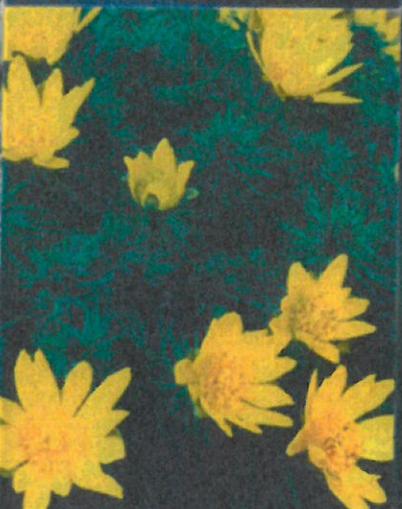


# NATURA 2000

## SITE HARDT NORD



# PLANTES ET FORÊTS



## PREAMBULE

C'est en 1996, dans le cadre des travaux de l'Observatoire Ecologique de la Harth<sup>1</sup>, qu'un premier travail d'inventaire des plantes de la Harth a été confié à un expert botanique. Ce travail était d'abord cantonné à la forêt domaniale de la Harth et à la forêt communale de Hirtzfelden, mais concernait aussi bien les plantes forestières que celles des clairières, ainsi que certains insectes.

En 1997, ce travail était complété sur l'ensemble des clairières xérothermiques<sup>2</sup> de la forêt domaniale de la Harth. Puis, dans la perspective de la mise en œuvre d'un programme LIFE Nature<sup>3</sup> sur la région de la Harth, le même expert a été mandaté pour terminer ces inventaires sur l'ensemble des pelouses de la zone concernée par le site Natura 2000 de la Harth Nord (dont on trouvera la liste au chapitre 1).

Le premier document de ce fascicule est une compilation des 4 rapports de cet expert, Reinhold Treiber (1996, 1997, 1999 et 2000<sup>4</sup>). Pour des raisons de protection des espèces rares et menacées présentes sur le site, les listes des espèces rencontrées ne sont pas mises en relation avec les listes des pelouses décrites. Par ailleurs, certains chapitres originaux ont été repris dans d'autres fascicules, notamment ce qui concerne certains aspects historiques.

La deuxième partie de ce fascicule reprend un chapitre du mémoire de fin d'études de l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts réalisé en 2002 par Charles Bonin. Il s'agit d'une bibliographie de la sylviculture en taillis sous futaie, dont la Harth est la seule région de toute la vallée rhénane à voir encore pratiquer aujourd'hui ce type de traitement.

La troisième partie enfin, est le rapport de l'étude de Reinhold Treiber et Thomas Coch, réalisé en 2002, et ayant pour objet la dynamique de la végétation lors des différentes phases qui suivent les coupes de taillis sous futaie. Il met en évidence les phases pendant lesquelles les espèces patrimoniales et caractéristiques de la Harth peuvent s'exprimer, et propose des modalités d'intervention propres à assurer la pérennisation de ces espèces.

Certains chapitres de ces études sont destinés à des lecteurs avertis (notamment les chapitres 2 et 3 de la première partie), bien que des annotations aient été rajoutées pour en faciliter la compréhension.

Ce fascicule a été édité dans le cadre du projet LIFE Nature « gestion des écosystèmes xérothermiques de la Harth », qui a été financé par la Communauté Européenne, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction Régionale Alsace) et l'Office National des Forêts.

La collection comprend 4 autres titres, ainsi que le texte complet du Document d'Objectif :

- Gestion et évolution des milieux (occupation ancienne des clairières et des forêts ; évolution récente et impact des travaux de restauration)
- Les insectes (inventaire entomologique ; recommandations pour améliorer la biodiversité et protocole de suivi à long terme)
- Les oiseaux (inventaire de l'avifaune ; études ornithologiques)
- Les chauves-souris (inventaire des chiroptères ; données historiques et mesures de gestion)

Des informations complémentaires sont disponibles en ligne sur [www.onf.fr](http://www.onf.fr)

1 L'Observatoire Ecologique de la Harth a été créé par l'Office National des Forêts en 1994 pour surveiller l'évolution des dépérissements qui touchaient les chênes et les charmes de cette forêt, en rechercher les causes et les mécanismes et proposer des solutions curatives ou préventives. Un programme européen INTERREG II a été monté avec le Centre de Recherches Forestières de Fribourg Im Brigau (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg), qui a financé en partie les études de 1996 et 1997. Une série de fascicules a également été publiée, présentant les conclusions des différentes études ([renseignements.ag.mulhouse@onf.fr](mailto:renseignements.ag.mulhouse@onf.fr)).

2 Xérique : sec ; thermique : chaud. Clairière sèches et chaudes.

3 Une présentation complète de ce projet LIFE Nature « gestion des écosystèmes xérothermiques de la Harth Nord » est visible sur le site...

4 Les inventaires de 1999 et 2000 ont été financés, en amont du programme LIFE, par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

# 1

## Inventaire des clairières xérothermiques de la Hardt Nord (site Natura 2000) Gestion des biotopes Végétation et valeur patrimoniale



Etat initial préalable au projet LIFE nature 99

« Gestion des habitats xérothermiques de la Hardt Nord »

- Compilation des rapports 1996, 1997, 1999, 2000 -



LIFE Nature



Responsable de l'étude : Dipl. Biol. Reinhold Treiber

Traduction : Benoît Sittler

Compilation et arrangement : Bruno Liénard





## Introduction

Le présent travail a pour but l'étude de la phytosociologie<sup>1</sup> et de la flore des pelouses sèches des clairières des forêts de la région naturelle de la "Hardt", ainsi que de leurs lisières. Ces clairières ne s'établissent que dans les parties les plus sèches de cette région naturelle qui s'étend sur une longueur de 28 km. Les sites les plus au nord se trouvent au niveau de Durrenentzen dans la forêt communale, les plus méridionaux dans la Forêt Domaniale de la Harth, sur une ligne Battenheim - Bantzenheim. Le type de pelouse sèche qui y prédomine est une association végétale endémique de cette zone, en l'occurrence l'Agrostio-Brometum ou pelouse à Agrostis des sables (*Agrostis vinealis*) et à Bromus érigé (*Bromus erectus*). Cette association des pelouses sèches sur substrat acide fut décrite pour la première fois par ISSLER (1929, 1951).

La végétation se caractérise par une adaptation à un déficit régulier en eau. Le climat (faibles précipitations), la géologie (cailloutis grossiers rhénans) et la profondeur de la nappe phréatique favorisent certaines années une sécheresse extrême, qui n'est pas sans influencer sur la composition floristique des peuplements. Ces milieux secs, dénommés "Heischiene" ou "Heuschiene" dans la langue alémanique (NICKLÈS 1876, DECOVILLE-FALLER 1968) sont typiques des forêts étudiées.

Entourés de zones agricoles intensément exploitées, ces massifs de la Hardt représentent aujourd'hui des milieux d'une grande valeur pour notre patrimoine naturel. On peut encore y rencontrer des espèces déjà disparues dans d'autres régions. En effet, une analyse de photos aériennes anciennes et récentes a mis en évidence un recul très marqué de l'ordre de 75 à 80 % des clairières à pelouses xérophiles au courant des cinquante dernières années (TREIBER 1997b). Des populations de plantes et d'animaux vivent au bord de l'extinction et risquent de disparaître dans les prochaines années.

Une analyse historique a montré que les milieux xérophiles résultent en grande partie de l'influence de l'homme. Les pratiques ancestrales et les diverses formes d'exploitation qui se sont succédées durant plusieurs millénaires ont rassemblé en ces lieux des plantes d'origines très diverses. Lorsqu'on soustrait ces sites à cette influence, on assiste à une rapide dégradation de la qualité des biotopes. La non intervention soutenue par une idée de naturalité de ces pelouses dans les massifs de la Hardt ne peut contribuer au maintien de leur biodiversité et à la sauvegarde d'espèces menacées.

L'inventaire des espèces et des associations végétales d'une part et de leurs relations avec l'hygrométrie du sol, l'histoire de leur utilisation et de leur transformation d'autre part, vont permettre de formuler un concept dynamique pour une gestion conservatoire de ces clairières et des espèces qu'elles abritent.

## 1. - Présentation générale du site

### 1. 1 - Objectifs de l'étude

Le projet LIFE visant la protection et la gestion des pelouses sèches de la région naturelle de la Hardt a été approuvé en 1999. Un préalable à la mise en œuvre d'un plan de gestion est une bonne connaissance du statut actuel des pelouses dans les différentes parties de la forêt. A cette fin on a procédé à un inventaire et une classification de ces clairières. L'étude a pour objet :

- l'inventaire de toutes les clairières du massif devant faire l'objet d'une gestion et d'une protection
- une typologie phytosociologique avec délimitation des différentes unités
- des listes d'espèces pour appréhender la valeur biologique et procéder à des contrôles futurs
- la documentation des formes d'utilisation actuelles
- la formulation de priorités d'entretien. Pour les clairières fortement menacées, il conviendra dans un premier temps d'améliorer l'habitat des espèces xérophiles pour prévenir une disparition locale d'espèces.

### 1. 2 - Zone d'étude

Les forêts étudiées se trouvent dans la région naturelle de la Hardt (Département du Haut Rhin). Celle-ci s'étend dans le sens de la vallée du Rhin, sur les basses terrasses, sur environ 65 km de longueur et jusqu'à 13 km de largeur. A l'est, elle est délimitée par la digue entre le Rhin et la basse terrasse, à l'ouest par la dépression de l'Ill et de la Thur ainsi que par le Sundgau. Au nord, elle s'étend encore sur une bande de 4 km, à la hauteur du Kaiserstuhl et jusqu'aux environs de Marckholsheim où elle jouxte la zone des "Rieds". Au sud, elle remonte jusqu'à St. Louis et Bâle. Sa surface est en pente inclinée du sud (260 m d'altitude) vers le nord (190 m).

L'ensemble des forêts incluses dans le site Natura 2000 de la « Hardt Nord » ont fait l'objet d'inventaires : Le Niederwald de Hirtzfelden et le nord de la forêt domaniale de la Hardt ont été analysés en 1996, sans faire l'objet de fiches descriptives. Par la suite, des relevés par clairières ont été réalisés sur la forêt domaniale de la Hardt en 1997, les forêts de Balgau, Blodelsheim, Consistoire Protestant de Colmar, Ensisheim, Fessenheim, Hirtzfelden, Hospices civils de Colmar, Kastenwald, Oberentzen, Oberhergheim en 1999, les forêts de Appenwihr, Dessenheim, Hettenschlag, Meyenheim, Réguisheim, Sainte Croix en Plaine, Weckolsheim, Widensolen et Wolfgangzen en 2000.

Aucune pelouse n'a été trouvée dans les forêts d'Ensisheim et de Oberentzen.

### 1. 3 - Géologie et réseau hydrographique

La Hardt est la plus grande zone alluviale graveleuse du fossé rhénan qui ne soit traversée par aucun cours d'eau. TROLL (1926) parle d'un cône alluvionnaire, dont l'épais-

<sup>1</sup> Etude des tendances naturelles que manifestent des espèces différentes à cohabiter dans une même communauté végétale ou au contraire à s'exclure. La phytosociologie définit des groupes ou associations végétales cohabitant dans un même habitat (ou lieu de vie), et qui peuvent le caractériser.

seur et la granulométrie diminuent du sud au nord, depuis le nord de Bâle jusqu'à Biesheim, au niveau du Kaiserstuhl. Sa formation est directement liée aux derniers événements importants du pleistocène et du quaternaire. Pendant la période glaciaire du Würm, le Rhin a transporté de grandes masses de matériaux. Au sud, en surface, la zone du Rhin supérieur était un réseau dense de chenaux de tailles très diverses et de méandres enchevêtrés. La basse terrasse würmienne a résulté de dépôts massifs de débris. La dynamique fluviale avec ses variations de vitesse du courant a entraîné des phénomènes d'érosion et de sédimentation qui se sont traduits par une mosaïque de substrats très divers, où ont successivement alterné des méandres, des bancs de graviers, ainsi que des rives convexes à matériau fin opposées à des rives concaves à substrat graveleux.

Après le creusement de l'Holocène et la concentration du fleuve dans son lit majeur, la basse terrasse wurmienne n'a plus fait l'objet de remaniements majeurs, comme l'attestent les observations suivantes :

1. Le réseau hydrographique de l'Ill fut repoussé vers l'ouest par le cône alluvionnaire du Rhin (TROLL 1926).
2. L'eau des ruisseaux annexes a pu facilement s'infiltrer dans les graviers grossiers. Le niveau du Rhin étant plus bas, celui-ci fut alors relié par voie souterraine, sans faire apparaître d'érosion en surface. Le Fischbach à Sierentz dont les eaux s'infiltrèrent dans la basse terrasse en bordure de la forêt domaniale de la Harth illustre ce phénomène encore actuellement.
3. L'érection du dôme de sel du bassin potassique à Wittelsheim / Mulhouse a eu pour effet de rete-

nir l'eau des Vosges en bordure du massif montagneux (WITTMANN 1962).

4. Le déplacement de l'Ill vers l'ouest à la hauteur du Kaiserstuhl et dans la partie nord de la Harth pourrait être un phénomène récent résultant d'un soulèvement du massif du Kaiserstuhl sur son flanc occidental.

Quant aux matériaux, il s'agit de cailloutis calcaires d'origine alpine. La composition pétrographique moyenne est de 48 % de calcaire et de dolomite, 39 % de poudingue carbonaté et de 13 % de roches silicatées (MOLL 1970). Sous l'effet du creusement du Rhin et la concentration de son cours autour de son lit principal à l'Holocène, la nappe phréatique s'est considérablement abaissée. Son toit se trouve actuellement majoritairement à plus de 10 m de profondeur. Ce n'est que dans la partie nord que la nappe amorce une remontée. Actuellement, on ne rencontre plus de cours d'eau naturel dans les massifs de la Harth. On est donc en présence d'un milieu dépourvu de réseau hydrographique superficiel. L'examen des photos aériennes et des relevés géomorphologiques permet de reconstituer le tracé des cours d'eau tel qu'ils se présentaient au pleistocène. Seuls quelques canaux, comme le canal Vauban (1699), le vieux canal du Rhin-Rhône (1832) et le canal de la Harth (1890 - 1912) traversent la zone.

#### 1. 4 - Climat et bilan hydrique

Dans cette région, forêts et pelouses sèches subissent une influence climatique en provenance de l'ouest. La région naturelle se situe en partie dans la poche de sécheresse de Colmar, à l'abri des Vosges du sud. Le climat subit une légère influence sub-continentale, caractérisée par des milieux d'été chauds et secs, des précipitations surtout

**Tableau 1.** Données climatiques (d'après OBERTI 1995)

Stations, altitudes et périodes de référence	Colmar (200 m) 1950 - 88	Neuf-Brisach (195 m) 1950 - 89	Meyenheim (209 m) 1956 - 88	Mulhouse (245 m) 1954 - 88
Moyenne des précipitations annuelles (mm)	552,3	635,4	586,9	689,2
Précipitation annuelle minimale (mm)	339,7 (1971)	434,4 (1962)	405,3 (1962)	401,4 (1972)
Précipitation minimale sur la période de végétation : Mars - Septembre (mm)	264,3 (1971)	308,8 (1991)	215,8 (1993)	284,5 (1991)
Moyenne des températures annuelles	9,8°C	environ 10°C	10,1 °C	10,4 °C
Nombre de jours de gel par an	84	-	82	67
Indice d'aridité de DE MARTONNE (I = Précipitation / Temp. + 10)	semi-humide 27,9	humide environ 31,8	semi-humide 29,2	humide 37,7
Evapotranspiration potentielle (ETP) (d'après PÉGUÉY 1970)	648,2	-	658,7	663,7
Bilan hydrique (P-ETP) (d'après PÉGUÉY 1970)	- 80,6	-	-72,8	105,4
Nombre de mois et période à P-ETP négatif	7 Avril - Oct.	-	7 Avril - Oct.	5 Mai - Sept.

concentrées en début d'été, des hivers secs souvent dépourvus de couverture de neige qui protégerait la végétation des effets du gel. La température moyenne annuelle, et aussi les moyennes hivernales sont relativement élevées, confirmant l'influence sub-méditerranéenne dans la vallée du Rhin Supérieur.

Le climat de la Hardt est semi-humide dans la poche de sécheresse de Colmar, et humide au sud à partir de Mulhouse et à l'est à partir de Neuf-Brisach. Le bilan hydrique (P-ETP) est négatif sur l'année. La végétation souffre d'un stress quasi permanent dû à la sécheresse, sur une durée de 7 mois, d'avril à octobre. Le déficit hydrique est le plus marqué au mois de juin. Même si les précipitations sont surtout concentrées pendant la période végétative, cela n'empêche pas que le déficit hydrique soit le plus important à cette période. Sous l'action de la chaleur et du vent, l'évapotranspiration augmente. Climat, sol graveleux filtrant et profondeur importante de la nappe phréatique créent des conditions d'extrême sécheresse dans cette région naturelle.

## 1.5 Les sols

Dans la région rhénane, environ 300 km<sup>2</sup> de la basse terrasse würmienne, entre Breisach, Colmar et Bâle, sont occupés par un sol brun lessivé rubéfié (la couleur de l'horizon *Bt*<sup>1</sup> est au moins de 5 YR<sup>2</sup> - référence code Munsell), dont 50 km<sup>2</sup> du côté allemand et 250 km<sup>2</sup> du côté français, dans la région naturelle de la Hardt (MOLL 1970). La rubéfaction<sup>3</sup> des sols commença à la période postglaciaire chaude et humide de l'Atlantique, mais continua encore récemment (MOLL 1970). Faisant suite à une décarbonatation et une chute du pH des sols, l'argile et les oxydes de fer ont été libérés par l'altération des silicates. Ils migrent alors vers le bas, en suivant l'eau de percolation, jusqu'à une profondeur moyenne de 45 cm. Au dessous de l'horizon *Bt*, on peut trouver un horizon induré de précipitation des carbonates (*Cca*<sup>4</sup>). Celui-ci ne représente cependant pas un horizon infranchissable pour les racines des arbres, comme le prouvent les fines racines qu'on retrouve sous cet horizon (TREIBER 1996).

Jusqu'à présent, cet horizon induré ("*Kittschicht*") fut présenté comme l'obstacle au développement des racines

des ligneux<sup>5</sup> dans les clairières à pelouses sèches (ISSLER 1951, JACOB 1988). L'examen de profils pédologiques permet d'infirmer cette hypothèse (TREIBER 1996). Seuls dans quelques rares cas a-t-on pu mettre en évidence l'existence d'un horizon à gradient croissant d'induration sous ces pelouses sèches. En fait, celui-ci est souvent réduit à une épaisseur de quelques centimètres, ou quasi-absent. Des couches réfractaires résultant de la précipitation des carbonates apparaissent également sous la forêt où elles peuvent atteindre une profondeur de 45 cm. Mais elles ne représentent aucune entrave au développement des racines. Des réseaux horizontaux de racines fines peuvent être observés au niveau des horizons *Cca*.

En fait, la principale raison du frein au développement des ligneux est la faible réserve utile en eau<sup>6</sup> du substrat à cail-loutis. Le climat sec agit dans cette région naturelle comme un facteur de différenciation pour les végétaux et la formation des sols, laissant à la réserve utile en eau le privilège de la sélection.

En fonction de la réserve utile (*RU*), on peut diviser les pelouses sèches en 2 groupes :

- Groupe 1, où les sols présentent des valeurs très faibles : 39 - 52 mm d'eau / m<sup>3</sup>, valeurs inférieures à celles de tous les profils de sols de forêt ou de manteau. L'approvisionnement en eau y est très faible; il se rapproche de celui des rendzines xérothermiques du Badbergs (Kaiserstuhl) : 20 - 40 mm d'eau / m<sup>3</sup>.
- Groupe 2, avec 75 - 93 mm d'eau / m<sup>3</sup>, il est mieux approvisionné. Cette valeur correspond aux valeurs atteintes en forêt du Galio-Carpinetum, du Potentillo-Quercetum ou dans les manteaux préforestiers du Pruno-Ligustretum<sup>7</sup>.

La limite entre une zone potentiellement forestière et une zone de pelouse sèche à déficit hydrique se situe aux alentours de 50 mm / m<sup>2</sup>. Les pelouses sèches à *Agrostio-Brometum* sont donc pour une part d'origine anthropogène (*RU* > 52 mm / m<sup>2</sup>), pour une autre part d'origine naturelle ou semi-naturelle (*RU* < 52 mm / m<sup>2</sup>). Les sols à moins de 50 mm / m<sup>2</sup> ne sont plus des sols bruns lessivés, faute de lessivage. L'absence de migration des argiles et de formation d'un horizon *Bt* serait un indicateur des pelouses sèches non potentiellement soumises à une reforestation naturelle ; la migration des argiles devrait précéder l'implan-

1 Dans un sol, l'horizon est une couche homogène, différente des couches supérieures et inférieures. Ces horizons sont traditionnellement codés : A en surface (couche avec matière organique), B lorsqu'il y a altération des éléments du sol, C pour un matériau meuble, R pour un matériau compact (roche mère). L'horizon *Bt* est une couche du sol avec accumulation d'argile.

2 Le code Munsell est un code de couleur permettant d'avoir une référence pour classer les horizons. 5 YR est une couleur assez rouge. L'horizon *Bt* représente les fameux sols caillouteux et rouges de la Hardt justement dite « rouge ».

3 La rubéfaction est un phénomène de transformation des sols, sous climat périodiquement chaud et sec, qui oxyde le fer qu'ils contiennent et leur donne cette couleur rouge. Selon la thèse de Moll décrite ici, ce phénomène se produit encore actuellement, la température du sol en été pouvant atteindre 40°C. Pour d'autres auteurs, la rubéfaction est un phénomène qui ne s'est produit que lors des dernières périodes interglaciaires.

4 *Cca* comme « horizon C » (Cf. note 1) et « calcaire ». C'est la couche de sables ou graviers calcaires, parfois agglomérée et compacte, mais le plus souvent meuble, qui se trouve juste sous la couche rubéfiée rouge. C'est « l'or blanc » de la Hardt, exploité par les nombreuses gravières de la région.

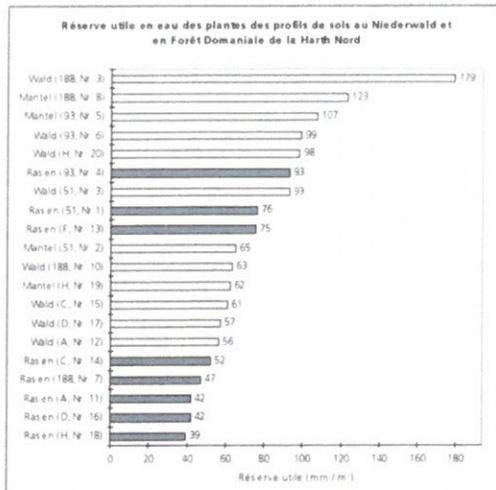
5 Arbres ou arbustes (qui contiennent de la lignine, c'est à dire du bois).

6 Quantité d'eau utilisable par les plantes et contenue dans l'épaisseur du sol explorable par les racines. Moins il y a d'eau, plus la réserve utile est faible, et moins les plantes ont de chance de croître convenablement, ou même de survivre.

7 Respectivement forêts de chêne sessile et charme ; forêts de chêne pubescent ; zones buissonnantes. (Cf. Chapitre 3)

8 En clair, sous une pelouse « naturelle », donc non créée par l'homme, on ne peut pas trouver de couche de sol rubéfiée rouge avec accumulation d'argile *Bt*. On devrait au contraire trouver un sol de type « rendzine », c'est à dire où l'horizon A de sol brun avec matière organique précède directement la couche *Cca*, horizon calcaire blanc-gris.

tation de la forêt<sup>8</sup>. (TREIBER 1985 & 1986, REHFUESS 1990, MOLL 1970). Outre des sols bruns lessivés (luvisol typique, INRA 1995) on trouve sous ces pelouses des sols bruns basiques et des pararendzines dont la formation n'a pu avoir lieu en présence d'une forêt (TREIBER 1996).



Wald = forêt ; Mantel = manteau (zone buissonnante) ;  
Rasen = pelouse

Les conditions stationnelles pour les plantes sont certes riches en bases (entre autres Mg - magnésium) mais néanmoins acides. Le pH de l'horizon Ah (humus) oscille autour de 5,5. Dans la partie supérieure du sol (Ah) et dans l'horizon lessivé (Al), le magnésium est fixé, et par conséquent prédominant par rapport aux autres cations (Fe, K, Ca, K) - (MOLL 1970).

Remarque : le calcul de la réserve utile en eau porte sur des profondeurs de sol de 1 m afin de pouvoir comparer toutes les valeurs (FINNERN et al. 1994). La zone effective de prospection racinaire est vraisemblablement beaucoup plus vaste et dépend de la profondeur des racines, qui est beaucoup plus faible sous les pelouses sèches que sous les forêts. Au sein des systèmes des chenaux du pleistocène, les variations sont ponctuellement importantes. Dans la mesure où le système racinaire des arbres exploite certainement une zone plus vaste, la réserve utile pour un profil donné n'est qu'un indicateur des conditions hygrométriques du sol.

### 1.6 - Evolution de l'occupation du sol : cultures et végétation.

La végétation des forêts et pelouses sèches de la Harth, qui sera présentée plus loin, se trouve au croisement des aires géographiques d'influences sub-méditerranéennes, sub-continentales et atlantiques. On y rencontre des espèces aux aires naturelles de répartition très différentes, comme par exemple le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) à distribution méridionale, la scille d'automne (*Scilla*

*autumnalis*) caractéristique de l'Europe de l'Ouest, des plantes orientales comme la potentille blanche (*Potentilla alba*) et l'adonis du printemps (*Adonis vernalis*). Concernant le développement de la végétation post-glaciaire, on dispose des résultats d'analyses palynologiques<sup>1</sup> par OBERDORFER (1937). Ce dernier a pu prouver l'absence d'une phase de toundra et l'incursion précoce des forêts feuillues mixtes dans les tourbières voisines du Ried. Ce même auteur discute la survivance dans la plaine du Rhin de forêts de pins peu denses pendant la glaciation du Würm, voire leur apparition à une époque encore plus ancienne.

Les forêts de la Harth ont du être fortement exploitées pour la première fois à l'âge du Bronze (1500 - 800 av.JC) par l'homme et ses troupeaux. On retrouve dans toute la région de nombreuses tombes<sup>2</sup> des époques du Bronze final, de Hallstatt (1<sup>er</sup> âge du Fer), et de la Tène (2<sup>er</sup> âge du Fer) (ex. HOCH 1876, JEHL u. BONNET 1962, E. SIGRIST comm. pers., 1996, OBERLÉ et SITTLER 1980). A l'époque de Hallstatt on note déjà l'apparition de prairies maigres, comme le montrent les recherches de FRITZ (1977). A l'époque romaine, et finalement au Haut Moyen Âge, on a alors assisté aux grands défrichements, le paysage de forêts se transformant alors en paysage agraire.

Les influences suivantes sont importantes pour la compréhension de la végétation actuelle :

- **Forêts pâturées** : La dénomination de "Harth" ou "Hardt" vient de l'utilisation historique des forêts comme lieu de pâture : les cochons, les moutons, les troupeaux de bœufs des villages voisins étaient menés jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle dans ces forêts (OBERLÉ et SITTLER 1980, HOCH 1876, Archives Départementales du Haut-Rhin, Nr. 2B 81)
- **Bergeries** : A l'époque des Habsbourgs, en 1586, au centre de la Harth à Hirtzfelden fut fondée la confrérie des Bergers du Rhin Supérieur (WALTER 1910). De grands troupeaux de moutons étaient conduits à travers les forêts (par exemple "Viehweg", le chemin des bestiaux du Harthwald près de Heiteren). Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, en Alsace, près de 60 000 moutons et leurs bergers itinérants se rendaient au pâturage d'hiver (HORNBERGER 1959). Différents puits dans les forêts servaient d'abreuvoirs. Certains existent encore aujourd'hui, tel celui de Blodelsheim au lieu-dit "Brunnenplon". Un autre se trouve dans la Forêt Domaniale de la Harth ainsi que près de Heiteren, dans le Harthwald, dans un site connu pour ses *Adonis vernalis* (Adonis du printemps, plante d'Europe de l'Est présente en France uniquement dans la Harth et dans les Causses), un lieu dit également "Brunnenplon" (OBERLÉ et SITTLER, 1980) d'après une expression alsacienne signifiant « pré sec [ou] pelouse près de la fontaine ».

<sup>1</sup> Analyse du pollen en général piégé dans des sols gorgés d'eau (ici le Ried voisin), des plantes présentes à des époques antérieures. Permet de connaître certaines des espèces vivant à des époques parfois très lointaines.

<sup>2</sup> On peut voir un de ces tumuli sur le sentier d'interprétation de Oberhergheim, créé dans le cadre du projet LIFE Nature de la Harth.

- **Chemins historiques** : Une voie romaine rejoint Breisach à Ensisheim, par Heiteren et à travers le Niederwald (GLEY 1933). De nombreux anciens chemins desservent la zone sèche de la Harth jusqu'aux moulins sur l'Ill et sur le Rhin.
- **Utilisation de la litière** : Le ramassage de la litière était une pratique courante jusque dans les années 1950 surtout dans les forêts les plus proches. Pour nourrir leurs chèvres et leurs vaches, les paysans les plus pauvres fauchaient aussi l'herbe des trouées et des clairières (HOCH 1876 : 60 et 61, ISSLER 1924, communication orale des habitants de la Harth).
- **Le taillis-sous-futaie** : Les premières traces écrites de traitement en taillis sous futaie en France datent des XII<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles (RUBNER 1960). Ce traitement a pour effet de renforcer les préférences héliophiles<sup>1</sup> de la végétation, et favorise les espèces capables de rejeter de souche, comme *Quercus* (chêne), *Carpinus* (charme) et *Tilia* (tilleul). La plupart des forêts communales de la Harth et le sud du Kastenwald sont aujourd'hui encore exploités en taillis sous futaie, alors que depuis 50 ans, des coupes à blanc ont été pratiquées en Forêt Domaniale de la Harth.
- **La chasse** : Le sanglier s'est beaucoup développé dans les forêts grâce à l'agrainage. Ses activités exercent une grande influence sur la végétation, alors que les lapins de garenne ont vu leurs effectifs presque complètement décimés suite à l'épidémie de myxomatose de 1953 (ISSLER, 1951).

## 2. - Méthodes

### 2.1 - Identification des espèces et nomenclature utilisée.

Le fondement de tout inventaire floristique et phytosociologique est de bien savoir identifier les espèces. La détermination de certaines espèces rencontrées dans le cadre de cette étude fut délicate et s'est avérée en partie inappropriée à partir des guides de détermination disponibles (ADLER et al. 1994, OBERDORFER 1994, ROTHMALER 1991). Pour certains groupes d'espèces une clarification est encore en suspens pour l'Europe Centrale. Les espèces dont la détermination est encore sujette à des incertitudes appartiennent aux genres *Rubus* (ronces), *Achillea* (achillée) et *Galium* (gaillet). Les spécimens collectés peuvent être consultés dans l'herbier de l'auteur. La nomenclature appliquée fut, à quelques exceptions près, celle de HAEUPLER et SCHÖNFELDER (1988). Pour les mousses, on s'est référé à FRAHM et FREY (1992), pour les lichens à WIRTH (1995).

### Groupe des *Achillea millefolium* (achillée millefeuille)

Les flores disponibles actuellement ne permettent pas une détermination fiable de ce groupe (par exemple WAGENITZ dans HEGI 1987). La révision proposée par LÄNGER et SAUKEL (dans ADLER et al., 1994) permet certes de mieux l'appréhender, mais malheureusement elle ne porte que sur les espèces de la flore autrichienne. Dans cette zone, on rencontre sur de larges étendues, et parfois en abondance, un taxon à forte pilosité, dont la détermination définitive n'est pas encore arrêtée. Jusqu'à présent, ont été mentionnées dans les clairières *Achillea millefolium* et *Achillea collina* (ISSLER 1931, ISSLER et al. 1982), alors que les espèces de stations sèches se rapprocheraient d'*Achillea pannonica*. Des botanistes suisses décrivent la même plante comme étant *Achillea setacea* (ISSLER 1951 : 674).

Pour plus de clarté, 50 spécimens ont été spécialement collectés et confiés au Dr. SAUKEL (Vienne) pour détermination. D'après des données encore provisoires, (SAUKEL, communication orale), il existerait dans cette région trois taxons : outre *Achillea millefolium* s. str., on trouve une espèce très pubescente d'Europe de l'Ouest connue en France sous le nom d'*Achillea ceretana* Sennen 1916. Elle est nouvelle pour la flore d'Europe Centrale, mais dans les sites relevés ici, elle est l'espèce duveteuse la plus fréquente. Le troisième taxon est une forme ressemblant à *Achillea collina*, ce qui ne peut pas encore être confirmé. Un pied d'*Achillea ceretana* a fait l'objet d'un examen chromosomique (BUTTLER) : il est hexaploïde ( $2n = 54$ ) et précède donc *Achillea collina* ( $2n = 36$ ). Une révision des espèces du groupe est en cours. Ce qui, jusqu'à présent, a été décrit par différents auteurs dans la liste rouge comme "*Achillea collina*" (REDURON 1986, JACOB 1988), sera décrit dans cette présente étude sous le nom de *Achillea ceretana*.

### *Agrostis capillaris* et *Agrostis vinealis* (agrostides vulgaire et vineuse)

Dans les pelouses, les deux espèces sont sympatriques<sup>2</sup>. *Agrostis vinealis* se distingue par un port droit et un phénotype gracile. Toutes les feuilles ont au moins 4 mm de large, le panicule s'agglomère après la floraison. La glume inférieure manque ou est très courte. *A. capillaris* présente en revanche un port d'abord rampant, au moins sous le point d'implantation du panicule, et à feuilles larges, généralement plus de 4 mm. Le panicule ne s'agglomère pas après la floraison et la glume inférieure égale au moins la moitié de la glume supérieure. La ligule de la feuille et l'arête de la glume supérieure ne permettent pas de distinguer les deux espèces. La détermination de *A. vinealis* est confirmée par BREUNIG (Karlsruhe).

### Groupe des *Erophila verna*

D'après SEBALD (1990), la différence entre *Erophila verna* et *Erophila praecox* est incertaine, et de ce fait on ne peut encore procéder à une dissociation morphologique. Aussi, ces plantes seront décrites comme étant *Erophila verna*.

<sup>1</sup> Qui aime la lumière.

<sup>2</sup> Se dit de populations ou d'espèces occupant la même aire de répartition géographique.

### Groupe des *Festuca ovina* (fétuque ovine)

Les espèces du groupe des fétuques sont d'une grande importance pour la classification syntaxonomique<sup>1</sup> des pelouses sèches. Une attention particulière a ainsi été réservée à leur abondance et répartition dans la zone d'étude. Pour la détermination, on a utilisé des échantillons de feuilles prélevées sur des pousses stériles. La nomenclature retenue est celle proposée par OBERDORFER (1994). On relève dans ces pelouses à la fois *Festuca heteropachys* et *Festuca guestfalica*. Ces deux espèces ont déjà été mentionnées dans la région par KORNECK (1961) sous les synonymes de *Festuca ovina* var. *firmulacea* (*F. heteropachys*) et *Festuca ovina* var. *firmula* (*F. guestfalica*), ou décrites comme étant communes. *Festuca heteropachys* se distingue sur le terrain par ses plus grosses touffes et par des feuilles plus épaisses. Les folioles présentent une certaine pilosité au niveau de leur base. Les épillets sont souvent longs de plus de 0,8 cm ; le point d'implantation de l'inflorescence est situé assez haut. L'espèce qualifiée provisoirement de *Festuca guestfalica* est plus petite. Les feuilles à la base ne sont que légèrement " feutrées ", et les épillets sont plus petits. La floraison précède de peu celle de *Festuca heteropachys*. Des études à l'échelle régionale montrent que les deux espèces sont liées par hybridation, et une limite franche n'a encore pu être établie. *Festuca guestfalica* classée en tant qu'espèce a été partiellement contestée (ADLER et al. 1994); dans certains cas, elle est synonyme de *Festuca lemanii* (Flore de la Belgique 1992). Une troisième espèce, *Festuca ovina* s.str., est très rare dans cette zone. On l'a observée seulement deux fois dans les clairières de la partie nord de la forêt domaniale de la Harth et deux fois dans la partie sud. Une station se trouve également en lisière de la forêt communale de Sainte Croix en Plaine.

### Groupe des *Galium mollugo* (gaillet Caille-lait)

Les espèces appartenant à ces taxons n'ont pas encore été déterminées. En l'occurrence, il s'agit de plantes plus poilues, avec les inflorescences plus allongées, et de longs stigmates (2-4 mm). Le port et les caractéristiques laissent supposer qu'on est en présence de *Galium mollugo* s.str., mais le nombre de chromosomes n'est pas identique: alors que *Galium mollugo* est diploïde, l'analyse d'un échantillon de cette plante aurait mis en évidence un caractère tétraploïde (BUTLER, comm. pers.). Une décision définitive quant à l'appartenance à l'espèce est encore en suspens. *Galium album* est rare dans ces forêts et serait principalement présent aux bords des chemins, dans les clairières les plus fortement bouleversées par l'homme, ou sur les champs de tir.

### Groupe des *Helianthemum nummularium* (hélianthème nummulaire)

En se basant sur ADLER (1994), *H. nummularium* ssp. *nummularium* est considérée comme une seule espèce: *Helianthemum nummularium*. *Helianthemum obscurum* est absente de la zone d'étude.

### *Lotus corniculatus* (lotier corniculé)

*Lotus corniculatus* se rencontre uniquement dans les pelouses à Festuco-Brometea des forêts en tant que variété *hirsutus*. De par ses caractéristiques il est traité comme étant une variété (SEBALD et al 1992: 314).

### Groupe des *Potentilla arenaria* et *Potentilla argentea* (potentilles blanche et argentée)

*Potentilla arenaria* : Les individus étudiés dans les pelouses de la Harth sont à considérer comme appartenant à *Potentilla arenaria* s.str. à en juger par l'épais feutrage de poils en étoile sur les faces inférieures des feuilles et la pilosité moins forte sur la face supérieure. Certains hybrides, entre *Potentilla tabernaemontani* et *Potentilla arenaria* ont été mis en évidence dans cette zone (RASTETTER 1956), mais, du fait de leur rareté, ils ne jouent aucun rôle dans ces pelouses.

Groupe des *Potentilla argentea* : La parenté apomixique forme un complexe de taxons diploïdes et polyploïdes. Dans cette zone, deux taxons, que l'on peut qualifier de variétés, sont présents (SEBALD et al.1992). *Potentilla argentea* var. *argentea* est présente partout, elle sera indexée dans la table sous le nom de *Potentilla argentea*. Plus rare est un taxon dont la face supérieure des feuilles va du blanc au gris duveteux, et qui peut être rattaché à la variété *Potentilla argentea* var. *dissecta* Wallr 1822. Elle sera indexée dans la table sous le nom de *Potentilla argentea dissecta*. Ces deux variétés sont souvent sympatriques, mais *Potentilla argentea* var. *dissecta* est plus répandue dans le mésobrometum basique du Niederwald (Hirtzfelden).

### *Sagina apetala* (sagine sans pétale)

*S. micropetala* et *S. ciliata* n'ont pas été différenciées (cf. ROTHMALER 4. Band), mais on s'est référé à SEYBOLD et al. en les regroupant en *Sagina apetala*.

### *Rosa* (rosiers sauvages)

La nomenclature et la détermination se réfèrent à TIMMERMANN & MÜLLER (1994). Dans toutes ces forêts, *Rosa canina* var. *squarrosa* et *Rosa canina* var. *canina* sont les plus fréquentes. *Rosa canina* var. *andegavensis* n'a été relevée qu'une fois à Blodelsheim dans une haie vive, *Rosa canina* var. *blondeana* a été relevée une fois à Wolfgangzen/Kastenwald. Quelques plants de *Rosa stylosa*, sans disques coniques, poussent dans la forêt domaniale de la Harth et dans les forêts de Dessenheim, Heiteren et Hirtzfelden/Rothleible et Niederwald. Dans d'autres forêts, *Rosa jundzillii* (Dessenheim, Hirtzfelden/Niederwald, Hirtzfelden/Rothleible, Wolfgangzen / Kastenwald) et *Rosa tomentosa* s.str. (Dessenheim, Harth à Rixheim, Weckolsheim, Widensohlen, Baldersheim sur canal) sont les plus fréquentes. On n'a trouvé que quelques buissons de *Rosa corymbifera* (Hirtzfelden/Niederwald, Urschenheim/forêt communale), *Rosa scabiuscula* (Wolfgangzen/Kastenwald), *Rosa subcanina* (Wolfgangzen /Kastenwald, Hirtzfelden/Niederwald), *Rosa rubiginosa* (Hirtzfelden/lisière du Niederwald, Dessenheim) et *Rosa micrantha* (Oberhergheim).

<sup>1</sup> La syntaxonomie est la partie de la phytosociologie (Cf. supra) qui traite de la classification des groupements végétaux.

### Groupe des *Rubus fruticosus* (ronces)

En 1994 et 1995, environ 50 échantillons de plantes ont été herborisés dans différentes forêts (forêt domaniale de la Harth à Rixheim, Rothleible, Niederwald, forêts communales de Dessenheim, de Weckolsheim, de Wiedensohlen, Hardtwald à Heiteren, Kastenwald à Wolfgantzen), puis présentés au Prof. Dr. WEBER (Vechta). On a pu déterminer 10 espèces du groupe des *Rubus fruticosus*. Leur détermination s'avère délicate: environ 80% des spécimens collectés ne peuvent encore être déterminés de manière satisfaisante. De nouvelles espèces seront probablement répertoriées, mais à cette fin une nouvelle collecte de matériel s'impose. *Rubus godronii* spec. nov. a été reconnu comme une espèce par WEBER, mais cette étude n'a pas encore été publiée. Les espèces ci-dessous ont été relevées à l'intérieur des limites du Galio-Carpinetum et du Potentillo-Quercetum :

1. *Rubus bifrons* (Wolfanzen/Kastenwald, Wiedensohlen, Hirtzfelden/Rothleible, Hirtzfelden/Niederwald, Heiteren/Harthwald, forêt domaniale de la Harth).
2. *Rubus canescens* (Hirtzfelden/Rothleible, Hirtzfelden/Niederwald, Munchhouse/forêt domaniale de la Harth)
3. *Rubus cardiophyllus* P.J. Müller et. Le. (Weckolsheim/forêt communale)
4. *Rubus distractus* PC. (Hirtzfelden/Rothleible).
5. *Rubus godronii* spec. nov. (Hirtzfelden/Niederwald, Heiteren/Harthwald - bordures de chemin)
6. *Rubus* cf. *griseogaster* (Hirtzfelden/Rothleible)
7. *Rubus montanus* - GC, PC: (Rixheim/forêt domaniale de la Harth, Hirtzfelden/Niederwald).
8. *Rubus mougeotii* (Hirtzfelden/Niederwald, Wolfgantzen/Kastenwald).
9. *Rubus rudis* (Wolfgantzen/Kastenwald - coupe de taillis sous futaie, Dessenheim -coupe de TSF, Wiedensohlen )
10. *Rubus tereticaulis* P.J. Müller - PC, GC. (Hirtzfelden/Rothleible, Rixheim/forêt domaniale de la Harth)

### Groupe des *Taraxacum laevigatum* (Pissenlit)

En 1994, à partir d'un échantillonnage représentatif (14 spécimens), 3 espèces ont été distinguées (déterminées par K. JUNG) : *Taraxacum rubicundum* Dahlst. (Dessenheim, Wolfgantzen/Kastenwald, Heiteren/Harthwald), *Taraxacum tortilobum* Florstroem (Hirtzfelden/Rothleible, Dessenheim) et *Taraxacum lacistophyllum* (Dahlst.) Raunkiaer (Hirtzfelden/Rothleible). Ces espèces sont en fleur de la fin avril jusqu'au début mai et ne peuvent être déterminées qu'à cette époque. Si les relevés botaniques sont effectués plus tard dans l'année, on les classe dans le groupe des *Taraxacum laevigatum* agg.

## 2.2 - Relevés phytosociologiques

Les relevés phytosociologiques n'ont été réalisés que dans les forêts du Niederwald à Hirtzfelden et en forêt domaniale de la Harth Nord.

Pour les relevés de végétation, on utilise la méthode de BRAUN-BLANQUET, modifiée par BARKMAN, DOING et SEGAL (1964) et par REICHEL et WILMANN (1973). Dans une seule des placettes d'inventaire des plantes ont été notées "r" (rare). L'estimation du couvert occupé par les muscinés est sujette à des problèmes. Il peut varier entre 10 et 20% en fonction du degré d'hygrométrie.

#### Recouvrement < 5 %

r	sporadique : seulement 1 individu dans la surface de référence
+	peu abondant : 2 à 5 individus
1	abondant : 6 à 50 individus
M (= 2m)	très abondant : plus de 50 individus

#### Recouvrement > 5 %

A (= 2a)	5 - 15 %
B (= 2b)	16 - 25 %
3	26 - 50 %
4	51 - 75 %
5	76 - 100 %

Au total, on a effectué 344 relevés botaniques, dont 258 dans les pelouses, 20 dans les associations de plantes annuelles (thérophytes) et 66 dans les forêts (TREIBER 1996). Pour les pelouses, la surface de référence est de 20 m<sup>2</sup>, elle est de 100 m<sup>2</sup> en forêt. Elles correspondent aux valeurs recommandées par DIERBEN (1990). Dans les clairières les plus petites, cette taille de référence n'a pas toujours pu être retenue selon les conditions de site ou pour éviter l'influence que pourrait exercer la forêt limitrophe. La surface minimale est au moins de 12 m<sup>2</sup>. Les surfaces des relevés d'associations à thérophytes sont fréquemment de l'ordre de quelques m<sup>2</sup> et ont été consignées dans un tableau à part. Dans le cas des boutis à sanglier, on a retenu les plus grandes surfaces pour les relevés.

Les dates des relevés botaniques mentionnées sont celles de l'inventaire principal. Certaines espèces ont cependant été ajoutées ultérieurement, afin que les relevés complets soient indépendants de la date d'observation. Pour toutes les placettes on a vérifié au mois de juillet la présence d'*Agrostis vinealis* ou des taxons pileux du groupe des *Achillea millefolium*. Fin juillet le même contrôle a porté sur les représentants des *Allium* et début septembre pour *Scilla autumnalis*. En début de saison, l'observation de cette dernière espèce était le fait du hasard car le plus souvent invisible. Pour cette raison, certaines de ces pelouses ont été examinées jusqu'à 4 fois de suite.

Dans les tableaux de relevés (Tables des végétations en annexe<sup>1</sup>), le **premier chiffre** indique le pourcentage des espèces dans les différentes unités syntaxonomiques, selon les classes de répartition suivantes :

1 - 5 %	r	41 - 60 %	III
6 - 10 %	+	61 - 80 %	IV
11 - 20 %	1	81 - 100 %	V
21 - 40 %	II		

<sup>1</sup> Du fait de leur taille, les tables des relevés de végétation ne sont disponibles que dans le rapport original [Treiber 1996]

**Le second chiffre** représente le recouvrement moyen des espèces estimé sur la base du classement suivant: r: 0,1%, +: 0,5%, M: 4%; A: 10%; B: 20%; 3: 37,5%; 4: 67,5%; 5: 87,5%. Une classification des valeurs moyennes se base sur les limites suivantes: r: 0,1 - 0,4, +: 0,4 - 1%, 1: 1,1 - 4,9%, A: 5 - 15%, B: 16 - 25%, 3: 26 - 50%, 4: 51 - 75%, 5: 76 - 100%.

### 2.3 - Transects d'études et mesures d'ensoleillement.

Sur un espace souvent réduit, la végétation passe du stade de pelouses ouvertes de l'Agrostio-Brometum à celui d'une forêt fermée. Aussi, 6 transects ont été mis en place dans des clairières à Potentillo-Quercetum et à Galio-Carpinetum, afin de caractériser le zonage de la végétation et les mélanges structurels de certaines espèces dans ce massif. Aucune de ces zones ne fait l'objet d'une exploitation et elles sont toutes accessibles au gibier.

Les transects partent du centre de la clairière, dans une zone peu ou pas perturbée, et s'arrêtent dans la forêt limitrophe, ou alors traversent la clairière dans sa totalité en joignant les deux lisières de la forêt. Ces transects sont positionnés à la perpendiculaire par rapport à la direction principale de la clairière, pour obtenir un maximum de gradients en travaillant sur la distance la plus courte.

Sur une bande de 4 m de large, on délimite des rectangles successifs de 1 m de long. Au total on a décrit 150 placettes dans différents transects, les relevés ayant été effectués par la méthode modifiée de BRAUN-BLANQUET. Les différences de taille des placettes en fonction de la formation végétale (forêt ou prairie) ont été discutées par DIERSCHKE (1974). A cet effet on a aussi procédé à des relevés de végétation dans les forêts avoisinantes, pour confirmer la présence ou l'absence de certaines espèces dans les associations forestières et leur appartenance syntaxonomique.

Pour l'analyse des données on a opéré par tableaux de relevés pour les espèces représentées dans plus de 50% des transects. Des études des sols et des mesures de durée d'ensoleillement potentiel complètent l'exploitation de ces transects.

Pour les mesures du rayonnement on a utilisé un hélioscopes mis au point par TONNE (cf. HOFMANN dans GEIGER 1961), grâce auquel la durée d'ensoleillement maximale théoriquement possible en un point donné peut être déterminée. Cette donnée est ici fonction de la perturbation de la durée de l'illumination résultant de l'ombre portée par la forêt avoisinante.

La durée de l'insolation a été décrite ainsi par HONDONG, LANGER et COCH (1993) :

> 2000 Heures : **très longue**  
1501 - 2000 Heures : **longue**  
1001 - 1500 Heures : **moyenne**  
470 - 1000 Heures : **courte**  
< 470 Heures : **très courte**

### 2.4 - Mesure du pH des horizons superficiels

On a procédé à des analyses de sol prélevé dans les placettes de ces pelouses. Des échantillons de terre fine mélangée furent recueillis entre 3 et 5 cm de profondeur dans l'horizon superficiel Ah en trois points donnés, positionnés en zone non perturbée, selon des diagonales au travers de la placette. Les mesures furent effectuées à l'aide d'une électrode, d'après la méthode pédologique standard (0,01 M CaCl<sub>2</sub> et sol : CaCl<sub>2</sub>-Lsg. = 1 : 2) (FINNERN et al 1994). Le sol est mélangé avec la solution, mis au repos 1 jour puis remélangé. Le pH a été mesuré dans le surnageant, puis arrondi au dixième près. L'erreur de lecture se situe donc à plus ou moins 0,1.

## 3 - Résultats phytosociologiques

Ce chapitre ne concerne que la forêt du Niederwald à Hirtzfelden et la forêt domaniale de la Hardt Nord, seules forêts où les relevés phytosociologiques ont été réalisés, en 1996. Des extensions sont néanmoins proposées au reste du site.

L'objectif principal des relevés phytosociologiques a été la description et le recensement des associations xérophiles des clairières et des associations forestières de la région naturelle de la Hardt. On a étudié uniquement la végétation des sites qui n'ont pas été trop bouleversés. On a ainsi ignoré la végétation des chemins forestiers et des gravières. Les tableaux de relevés botaniques sont présentés en annexe (Tab. 1-16 dans le rapport original).

L'Agrostio-Brometum d'Issler (ex Oberdorfer et Korneck, 1978) a fait l'objet d'une description détaillée et de sous divisions. Il s'agit d'une association endémique pour la Hardt de pelouse sèche sur sol acide. Dans les boutis à sangliers se développent au sein des pelouses sèches des associations thérophytiques<sup>1</sup> caractéristiques du Thero-Airion. La végétation des ourlets et celle du manteau<sup>2</sup> sont décrites par la méthode du transect.

Les compositions phytosociologiques du Niederwald (et par extension du centre de la Hardt) se distinguent de celles de la Forêt Domaniale de la Harth Nord (et par extension du nord et du sud de la Hardt) : dominance du chêne (*Quercus petraea*, *Quercus pubes-*

1 Associations de plantes thérophytes : plantes qui passent l'hiver sous forme de graines uniquement. Synonyme de plante annuelle. Ces plantes ont en général besoin de terre nue pour germer à nouveau (problème de concurrence).

2 L'ourlet et le manteau constituent la lisière, souvent très riche au niveau de l'ourlet, entre la pelouse et la forêt. L'ourlet est constituée essentiellement d'herbacées, le manteau de ligneux bas (buissons).

**Tableau 2.** Associations végétales xérothermophiles dans la zone d'étude

	Niederwald (Hirtzfelden)	Forêt Domaniale de la Harth Nord
Associations forestières prédominantes	Potentillo albae-Quercetum petraeae	Galio sylvatici-Carpinetum betuli
Fruticée	Pruno-Ligustretum	Pruno-Ligustretum
Associations de pelouses sèches prédominantes	Agrostio-Brometum geranietosum sanguinei	Agrostio-Brometum central et peucedanetosum oreoselini
Autres associations de pelouses sèches	Mesobrometum	Agrostio-Brometum geranietosum sanguinei, Fragments du Xerobromion
Associations d'ourlets	Association à <i>Brachypodium pinnatum</i> dominant (Geranio-Dictamnietum)	Association à <i>Brachypodium pinnatum</i> dominant (Geranio-Dictamnietum) Trifolio-Agrimonietaum
Associations du Sedo-Scleranthetea	Association à <i>Vulpia bromoides</i> dominant Airo caryophylleae-Festucetum ovinae	Association à <i>Vulpia bromoides</i> dominant Filagini-Vulpietum, Airo caryophylleae-Festucetum ovinae

cens) par rapport au charme (*Carpinus betulus*) et, dans les clairières, épanouissement de la pelouse sèche à Agrostio-Brometum.

L'enchaînement des stades de succession diffère selon le type d'exploitation des forêts. Les espèces xérothermophiles sous le Galio-Carpinetum de la forêt domaniale de la Harth Nord étant sujettes à une ambiance de lumière de plus en plus tamisée, la recolonisation des coupes va s'opérer en premier lieu au travers de la dissémination des diaspores et autres semences. En revanche, certaines espèces xérothermophiles tels *Bromus erectus* et *Brachypodium pinnatum* peuvent perdurer dans le Potentillo-Quercetum. Pour les conclusions à tirer de ces différences, on se référera à la discussion sur les relevés de végétation des transects (§ 3.4).

Ce qui est décrit comme la lisière représente la zone morphologique comprise entre la forêt et la clairière ouverte et ne peut être assimilé au Trifolio-Geranieta. *Geranium sanguineum*, dans la poche de sécheresse de la Harth, ne présente aucune relation avec la lisière morphologique. En revanche, il est caractéristique d'une sous-association de l'Agrostio-Brometum, l'A.-B. geranietosum sanguinei. Au contraire, *Dictamnus albus* est caractéristique du couvert herbeux des forêts du Potentillo-Quercetum, mais n'illustre aucune association en soi. Dans les zones où sont présents les *Dictamnus albus*, la forêt originale est éliminée (ex: forêt de Rothleible).

### 3.1 - Pelouses sèches à Festuco-Brometea

Dans cette région naturelle, l'Agrostio-Brometum est l'association principale des pelouses sèches, une association végétale de sols acides de l'Alliance du Koelerio-Phleion phleioïdes (Korneck – Cf. tableau syntaxonomique général en annexe). Les associations Mesobromion et Xerobromion sont de plus faible extension. Elles appartiennent aux pelouses semi-arides à arides, sub-méditerranéennes du Brometalia erecti Br.-Bl. 36. En un seul site apparaît une végétation des pelouses semi-arides subcontinentales, appartenant à l'ordre des Festucetalia valesiacae Kilka 31. Il s'agit de l'Adonido-Brachypodietum pinnati à *Adonis vernalis* près de Heiteren.

Le classement systématique est en relation avec la teneur en carbonate et le pH des sols. Alors que depuis la fin du Pleistocène, les sols de la terrasse inférieure ont pu se développer, les profils non bouleversés sont de nos jours, dans leur horizon supérieur, décarbonatés et acidifiés, mais encore basiques. Les sols bruns lessivés présentent, à une profondeur moyenne de 40-45 cm, un horizon carbonaté. Malgré tout, les différentes associations des pelouses de ce compartiment naturel peuvent présenter différentes valeurs de pH (Tableau 3) :

Les valeurs moyennes du pH des Adonido-Brachypodietum pinnati et des associations fragmentaires de Xerobromion se situent entre quasi-neutre et large-

**Tableau 3.** pH de l'horizon Ah des associations de pelouses étudiées :

Association	pH moyen des sols	pH-Median	Ecart-type
Agrostio-Brometum	5,6	5,6	0,5
Mesobrometum	6,0	5,9	0,4
Adonido-Brachypodietum pinnati	6,9	7,1	0,7
Fragment de Xerobromion	7,3	7,3	0,2

ment basique. Les conditions ont été très modifiées par l'homme (gravières, friches, anciens chemins), comme le montrent les examens historiques. Les galets carbonatés et la profondeur des horizons influencent aujourd'hui le pH de l'horizon Ah. La forte valeur d'écart-type des pH de l'Adonido-Brachypodium pinnati est à mettre en relation au pH en profondeur de certains relevés. L'association tend vers un Agrostio-Brometum. Le pH médian accentue fortement le caractère du pH, quand il est révélé par la présence d'indicateurs de milieu carbonaté comme *Polygala calcarea*.

La valeur moyenne du pH du Mesobrometum se situe en milieu acide, comme celui de l'Agrostio-Brometum: les horizons ne doivent pas avoir été modifiés par l'homme, ou tout au plus en surface, et doivent présenter des relations naturelles de continuité. Dans l'Agrostio-Brometum il s'agit d'un sol acide, néanmoins riche en bases.

### 3.1.1 - Clé de détermination des associations de pelouses sèches des forêts de la Hardt : Tableau ci-dessous

#### Code d'abondance par placette :

+ : 1-10 %    I : 11-20 %    II : 21 - 40 %  
 III : 41 - 60 %    IV : 61 - 80 %    V : 81 - 100 %

### 3.1.2 - Agrostio-Brometum Issler ex Oberdorfer et Korneck 1978

#### Associations synonymes

- Association à *Bromus erectus* var. ello-rhénane dans ISSLER (1929) et Agrostideto-Brometum Issler 29 dans ISSLER (1929)
- *Bromus erectus*-*Agrostis canina* var. arida- dans ISSLER (1951)

- Agrostio-Brometum Issler (27) 29 dans OBERDORFER (1978)

Il est étonnant de rencontrer encore actuellement des zones dégagées dotées d'une végétation de pelouses sèches d'une grande diversité et qui ne soit ni fauchées et ni broutées par le bétail. Cette végétation est marquée par la prépondérance de graminées et d'herbes du Festuco-Brometea. Le phénomène local d'absence d'arbres et un couvert végétal indicateur d'une certaine stabilité a très tôt suscité la curiosité des botanistes. Emile ISSLER (1929, 1951) fut le premier à mener des recherches sur la végétation de ces clairières. Dans les forêts, les clairières ne sont présentes que dans les parties les plus sèches, au nord de l'unité naturelle de la Hardt, sur une longueur de 28 km de Durrenentzen, au nord de Neuf-Brisach, jusqu'à une ligne Battenheim - Bantzenheim. Les précipitations moyennes sont d'environ 600 mm/an (cf. carte des précipitations de WAGNER 1916).

L'association végétale dominante de cette unité naturelle est l'Agrostio-Brometum. Il s'agit de pelouses sèches sur sol acide, dans l'alliance du Koelerio-Phleion phleoidis (Korneck 74) (et OBERDORFER 1978, TREIBER 1996). L'association doit sa dénomination à *Agrostis vinealis*, une espèce qui est en même temps caractéristique de l'alliance, et à *Bromus erectus* (ISSLER 1951). Cette association végétale ne comporte aucune espèce vraiment caractéristique strictement inféodée à l'aire de répartition de l'association (optimum écologique) (DIERSCHKE 1994). Parmi les espèces différentielles par rapport à d'autres pelouses maigres et sèches sur substrat acide figurent: *Potentilla rupestris*, *Campanula rapunculus*, *Scilla autumnalis*, *Scabiosa canescens* et *Vicia tetrasperma* (TREIBER 1996).

	Agrostio-Brometum	Mesobrometum, non fauché	Mesobrometum, fauché	Adonido-Brachypodium	Xerobromion- (Fragment)
<i>Potentilla rupestris</i>	IV	III	+	-	-
<i>Campanula rapunculus</i>	III	-	-	-	-
<i>Scilla autumnalis</i>	III	-	-	I	-
<i>Achillea ceretanica</i>	II	-	-	-	-
<i>Scabiosa canescens</i>	II	-	-	II	-
<i>Vicia tetrasperma</i>	II	I	-	-	-
<i>Agrostis vinealis</i>	IV	I	-	-	I
<i>Orchis ustulata</i>	+	III	II	-	-
<i>Orchis morio</i>	-	I	III	-	-
<i>Rhinanthus minor</i>	-	-	V	-	-
<i>Trisetum flavescens</i>	-	-	IV	-	-
<i>Anthyllis vulneraria</i>	-	-	III	-	-
<i>Adonis vernalis</i>	-	-	-	V	-
<i>Teucrium montanum</i>	-	-	-	-	III
<i>Globularia punctata</i>	-	-	-	-	III

L'association se subdivise en 3 sous-associations, qui sont spécifiquement liées aux associations des forêts de la Hardt. La sous-association présente dans le Niederwald, avec *Geranium sanguineum*, se restreint aux clairières à *Potentilla albae*-*Quercetum petrae* (carte 5 en annexe), alors que la sous-association à *Peucedanum oreoselinum* est présente dans les forêts à *Galio sylvatici*-*Carpinetum* (carte 3). La sous-association type est présente dans toute la région (carte 4). Sa répartition peut aussi être mise en concordance avec la présence de *Quercus pubescens* (carte 6), lequel ne forme des peuplements boisés qu'en relation avec la sous-association à *Geranium sanguineum*, tandis que sa présence ponctuelle dans les lisières forestières des clairières est largement associée à la présence de la sous-association à *Peucedanum oreoselinum*.

La floraison dans cette association riche en espèces commence en avril, marquée par un tapis jaune et blanc d'*Euphorbia cyparissias*, *Potentilla tabernaemontani*, *Potentilla arenaria*, *Cerastium arvense* et *Fragaria viridis*. Mi-mai, de nombreuses clairières sont envahies des fleurs blanches de *Potentilla rupestris*, lesquelles sont progressivement remplacées par les teintes rouges et jaunes de *Trifolium alpestre*, *Geranium sanguineum* et *Genista sagittalis*. Mi-juillet, la pelouse commence à se dessécher sous l'action de la chaleur et de la sécheresse. Le *Bromus erectus* est la graminée dominante sur de larges étendues, et dans les grandes clairières, sa présence donne l'impression d'une steppe herbeuse. En août, certaines pelouses constituent un mélange de fleurs bleues de *Veronica spicata*, jaunes de *Helianthemum nummularium* et roses de *Centaureum erythraea*. La floraison s'achève en septembre avec les fleurs bleues de *Scilla autumnalis*. L'espèce replie ses feuilles à partir de juillet et peut ainsi survivre à la saison de sécheresse estivale (xérophyte passif). Les nouvelles feuilles apparaissent seulement pendant la floraison.

La réserve utile en eau des sols de certaines clairières est très faible (capacité au champ < à 50 mm/m<sup>3</sup>), à cause de la proportion importante en éléments granuleux (fraction de graviers > à 90%). Il s'agit probablement de pelouses dépourvues de ligneux pour des raisons naturelles. La plupart des clairières sont, depuis les années 1950, en cours de fermeture, comme le montre l'exemple du Niederwald. Il s'agit là de pelouses secondaires de l'Agrostio-Brometum.

### 3.1.2.1 - Clé de détermination des sous-unités de l'Agrostio-Brometum

On distingue dans l'Agrostio-Brometum 12 sous-associations, variantes, formations et faciès. Elles sont présentées dans le tableau syntaxonomique en annexe. Sous la désignation de "type", on a regroupé des unités dont les combinaisons ne comportent que les espèces propres à l'association, n'intégrant pas dans le même niveau les espèces appartenant aux autres unités.

### 3.1.2.2 - Espèces acidiphiles et espèces calcicoles de l'Agrostio-Brometum

Dans les pelouses sèches, on relève les espèces indicatrices suivantes, qui reflètent les conditions écologiques des stations.

**Tableau 5 :** Espèces acidiphiles et espèces calcicoles de l'Agrostio-Brometum

Espèces acidiphiles	Espèces indicatrices des bases voire d'une affinité calcaire
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Aster amellus</i>
<i>Agrostis tenuis</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>
<i>Agrostis vinealis</i>	<i>Coronilla varia</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Euphorbia seguierana</i>
<i>Danthonia decumbens</i>	<i>Hippocrepis comosa</i>
<i>Dicranum scoparium</i> (Bryophyte)	<i>Medicago falcata</i>
<i>Galium pumilum</i>	<i>Orchis simia</i>
<i>Genista sagittalis</i>	<i>Prunella grandiflora</i>
<i>Luzula campestris</i>	<i>Salvia pratensis</i>
<i>Melampyrum pratense</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Pleurozium schreberi</i> (Bryophyte)	<i>Teucrium montanum</i>
<i>Polygala vulgaris</i>	<i>Thuidium delicatulum</i> (Bryophyte)
<i>Veronica officinalis</i>	<i>Veronica prostrata</i>
<i>Viola canina</i>	<i>Veronica teucrium</i>

Sur un même site, on peut trouver des espèces indicatrices de différents groupes. La pédogénèse (formation des sols) depuis la fin du Pléistocène a donné naissance à des sols acides en surface, ce qui se traduit par l'absence d'essences à affinités basiques à calcaires lorsque les sols n'ont pas été perturbés. En revanche, des perturbations des horizons superficiels, ramenant des matériaux calcaires à la surface, sont à l'origine du fait qu'on peut rencontrer côte à côte des conditions acides à basiques. Cette conjoncture est par exemple typique des chemins historiques et des gagnages à gibier autrefois profondément labourés. Des sites historiquement artificialisés peuvent ainsi déjà être caractérisés par leur végétation.

Au sein de l'Agrostio-Brometum, on distingue des variantes avec ou sans dominance de *Bromus erectus*. Alors que dans les clairières du Niederwald, *Bromus erectus* est la graminée la plus importante, le groupe des *Festuca ovina*, *Agrostis tenuis*, *A. vinealis* et *Avenochloa pratensis* domine dans de nombreuses pelouses sèches du nord de la forêt domaniale de la Harth. Ce phénomène s'explique par une infériorité concurrentielle de *Bromus erectus* dans les sols à pH faible. Cette graminée a été décrite par ELLENBERG (1992) comme indicatrice de basicité (1986: 657) et comme "une espèce fuyant les hauts gradients d'acidité". La valeur moyenne des pH des sols et les pH médians diffèrent dans les deux types de pelouses d'une valeur de 0,5, pour des écarts types se recoupant mutuellement :

**Tableau 6 :** pH des horizons supérieurs des sols dans l'Agrostio-Brometum

Poacées dominantes	Valeur moyenne des pH des sols	pH-Median	Ecart-type	Echantillon (N)
<i>Bromus erectus</i>	5,7	5,7	0,5	N = 135
<i>Agrostis tenuis</i> , <i>Festuca heteropachys</i> , <i>Avenochloa pratensis</i>	5,3	5,3	0,4	N = 60

### 3.1.2.3 Caractéristiques des sous-unités de l'Agrostio-Brometum

#### Sous-association à *Peucedanum oreoselinum* (*peucedanetosum oreoselini*)

Cette sous association apparaît uniquement en limite de la zone de présence des clairières, au sud de la moitié nord de la forêt domaniale de la Harth, et au nord du Kastenwald et de la forêt communale de Weckolsheim (carte 3). Les espèces différentielles sont *Peucedanum oreoselinum* et *Potentilla alba*. Les pelouses sont intégrées au Galio-Carpineteum. *Quercus pubescens* est présent uniquement dans la transition entre la clairière et la forêt (cf carte 6). *Potentilla alba* y est une espèce qui colonise les pelouses à partir des ourlets, tandis que *Peucedanum oreoselinum* pousse également dans les surfaces ouvertes, sans être forcément rattachée à une lisière. Les plantes s'y développent bien, fleurissent et fructifient. Les pelouses de la sous association pourraient, en partie, prendre la place de l'association forestière Potentillo-Quercetum de la forêt toute proche, et devraient constituer les zones les plus sèches du Galio-Carpineteum.

- **Variante à *Potentilla arenaria*** (I 1a)

Cette variante apparaît dans le Kastenwald et dans la forêt communale de Weckolsheim, au nord du site d'étude. Les espèces différentielles sont *Potentilla arenaria*, *Cuscuta epithimum*, *Centaureum erythraea* et *Sanguisorba minor*. Avec un pH moyen des sols de  $5,8 \pm 0,2$ , il s'agit d'une variante plus basique de la sous association. *Bromus erectus* domine dans la strate herbacée. Les stations à Weckolsheim sont proches de la sous association à *Geranium sanguineum*. La part importante occupée par *Potentilla arenaria* peut être attribuée à d'anciens boutis à sangliers (cf chapitre 2.2).

- **Variante à *Viola canina*** (I 1b)

Cette variante n'est présente que dans la partie nord de la forêt domaniale de la Harth, répartie sur différentes parcelles. *Bromus erectus* y est absent, ou bien son recouvrement ne dépasse pas 5%. Il s'agit de quelques pieds isolés. Les graminées dominantes sont *Festuca heteropachys* et *Agrostis tenuis*. Le pH moyen des sols est faible : autour de  $5,3 \pm 0,3$ . Cette variante a pour différentielle *Viola canina* alors que la présence de *Calluna vulgaris* n'est pas sans rappeler *Violion caninae*. Les petits cryptogames font largement défaut dans cette zone.

- **Variante à *Colchicum autumnale*** (I 1c)

Cette variante est présente uniquement sur quelques parcelles, dans la partie nord-ouest de la forêt domaniale de

la Harth (Parcelles. 181, 182, 183, 188). Les clairières sont en revanche plus grandes. Il manque également dans cette variante *Bromus erectus*, rencontré sous forme de quelques pieds isolés. Outre *Festuca heteropachys* et *Agrostis tenuis* on y trouve aussi *Avenochloa pratensis*, comme espèce à fort indice d'abondance-dominance. Les plantes sont présentes sous la forme de grosses touffes à feuilles bleu-vertes bien visibles. Les différentielles de cette variante sont *Avenochloa pratensis* ainsi que *Colchicum autumnale*, et avec une fréquence moindre *Lychnis viscaria* et *Thesium linophyllum*, souvent associés au Trifolio-Geranietea. La présence de l'indicateur de sécheresse/humidité *Colchicum autumnale* met en évidence le fait que la teneur en eau des sols oscille fortement entre la saturation et la sécheresse extrême. Dans ces substrats pourtant poreux on rencontre comme horizon imperméabilisant un niveau Bt enrichi en argile et coiffant un sol brun lessivé. Les petits cryptogames sont presque totalement absents. Les pelouses sont souvent étroitement liées à la présence de l'Agrostio-Brometum type dans la variante à *Colchicum autumnale*. Le pH moyen des sols est de  $5,1 \pm 0,2$ , plus acide que dans toutes les autres variantes de l'Agrostio-Brometum.. Le couvert important de *Avenochloa pratensis* et la présence de *Lychnis viscaria* confirment le caractère de lisière de ces surfaces. Ces pelouses sont probablement un dérivé de l'association Potentillo-Quercetum des forêts adjacentes.

#### Sous-association type

La sous-association centrale s'étend dans toute la zone d'étude, dans presque toutes les forêts. On distingue 3 variantes :

- **Variante à *Colchicum autumnale*** (I 2a)

Cette variante est représentée uniquement dans la partie sud suest de la moitié nord de la forêt domaniale de la Harth, mais est plus répandue que ne l'est la même variante dans la sous association à *Peucedanum oreoselinum*. *Bromus erectus* est remplacé par *Festuca heteropachys*, *Agrostis tenuis* et *Avenochloa pratensis*. Le pH moyen des sols est faible:  $5,3 \pm 0,3$ . Les conditions stationnelles rappellent celles de la variante à *Colchicum autumnale* de la sous association à *Peucedanum oreoselinum*. Un indice du caractère de lisière de certaines zones de cette variante est la présence d'*Avenochloa pratensis* sur une surface supérieure à 25%. Cette espèce se rencontre en peuplements denses, avec des taux de recouvrement élevés, souvent en conditions plus ou moins ombragées ou en bordure des ligneux.

- **Variante type (I 2b)**

La variante type s'étend dans toute l'unité naturelle. Elle se divise en deux parties: ce n'est que dans la forêt domaniale de la Harth et près de Heiteren, qu'on trouve une association de pelouse dans laquelle *Bromus erectus* fait généralement défaut. Le pH moyen est de  $5,2 \pm 0,2$ . Dans l'ensemble de l'unité naturelle on rencontre des pelouses à dominante *Bromus erectus* ("faciès à *Bromus erectus*"). Le pH y est également de l'ordre de  $5,2 \pm 0,5$ .

- **Variante à *Potentilla arenaria* (I 2c)**

Cette variante se différencie par la présence de *Potentilla arenaria*. Elle est répartie dans toute la région naturelle. La valeur moyenne du pH des sols est en général supérieure à celle des autres variantes de la sous association centrale. Les espèces des associations d'annuelles pionnières des sols acides de Thero-Airion sont toutes aussi fréquentes que les espèces communes du Sedo-Scleranthetea. Lorsque *Potentilla arenaria* a des taux de recouvrements élevés, de l'ordre de 25% on est en présence d'anciens boutis à sangliers (cf page 12). Les lésions du couvert végétal, la présence d'espèces telles *Vulpia bromoides*, *Trifolium striatum* et *Aira caryophyllea*, ainsi qu'une certaine pauvreté en graminées dans les peuplements denses à *Potentilla arenaria* dénotent une influence d'origine animale, et ne peuvent servir de critère pour caractériser des pelouses sèches.

Cette variante présente deux types: un caractère basique voire calcaire, avec un pH de  $6,1 \pm 0,6$  et se différenciant par *Hippocrepis comosa* et *Salvia pratensis*. Dans certaines zones il y a lieu d'accepter une influence ancienne ayant modifiée les sols. Le deuxième type est présent quand l'association de graminées est dominée par *Bromus erectus*, dans l'ensemble de l'unité naturelle, et dans celle où *Bromus erectus* est absent dans la forêt domaniale de la Harth, au Kastenwald et dans la forêt communale de Urschenheim. Le pH des sols oscille entre  $5,8 \pm 0,7$  (avec *Bromus erectus*) et  $5,8 \pm 0,3$  (sans *Bromus erectus*).

### Sous-association à *Geranium sanguineum* (geranietosum sanguinei)

Cette sous association est présente dans l'aire de répartition du Potentillo-Quercetum et lui est associée. Ses habitats principaux sont les clairières du Niederwald à Hirtzfelden. Elle est plus rare dans les forêts communales de Dessenheim, Weckolsheim, au Rothleible et dans le Kastenwald. Dans la forêt domaniale de la Harth, on la retrouve uniquement dans une clairière naturelle, en parcelle 68. Son autre habitat dans cette zone est probablement une ancienne gravière.

Comme espèce différencielle on relève *Geranium sanguineum* dont le recouvrement est généralement inférieur à 25%. Cette espèce du Trifolio-Geranietea n'est pas limitée à la lisière, elle se développe au contraire avec beaucoup de vitalité au sein des pelouses et présente en ce lieu sa station structurelle principale dans l'unité naturelle. Par ailleurs, *Geranium sanguineum* est aussi présent dans les Potentillo-Quercetum peu denses du Niederwald. Dans toutes les variantes, *Bromus erectus* domine la strate herbacée. Les petits cryptogames sont mieux représentés ici que dans les autres sous associations. Le pH moyen des sols est parmi les plus élevés de l'Agrostio-Brometum: 5,8. On peut distinguer 3 variantes :

- **Variante type (I 3a)**

Elle est fréquente dans l'aire de répartition de la sous association. Les pelouses présentent un aspect d'herbes touffues rappelant les steppes. Le couvert végétal dont le taux de recouvrement est d'environ 98 %, est pratiquement fermé ; Il est dominé par *Bromus erectus*. Les vieilles feuilles forment un feutrage de graminées, la couche muscinée représente 38 % du couvert. Il s'agit ici de la "phase de maturation" de l'Agrostio-Brometum (cf page 13). Le pH moyen des sols est de  $5,7 \pm 0,3$ .

- **Variante à *Potentilla arenaria* (I 3b)**

Elle est présente dans l'ensemble de l'aire de répartition de la sous association. *Potentilla arenaria* en est l'espèce différencielle. Cette espèce se développe avec un fort recouvrement ( $\geq 25$  %) sur les anciens boutis à sangliers. Ici aussi le couvert végétal est dense, de l'ordre de 95 %. Les mousses sont un peu moins représentées : 36 %. La variante peut être considérée dans bien des parcelles comme un stade de transition vers la variante type ; l'évolution de cette variante dépend de l'influence de la faune. Le pH moyen des sols est de  $5,8 \pm 0,4$ .

- **Variante à *Galium glaucum* (I 3c)**

Elle est présente uniquement dans le Niederwald à Hirtzfelden et se distingue de l'Agrostio-Brometum par *Galium glaucum* et *Potentilla recta*. Elle représente la transition au Mesobrometum dans la variante à *Geranium sanguineum*, dont elle peut être différenciée par la présence de *Scilla autumnalis*. La plupart des stations de cette variante se trouvent le long des anciens chemins qui traversent le Niederwald, et qui étaient déjà utilisés du temps des romains. Le pH moyen des sols est de  $5,8 \pm 0,2$ .

### 3.1.3 - Mesobrometum Br.-Bl. d'après Scherr. 25

Le Mesobrometum est rare dans la région. Il se trouve uniquement dans le Niederwald (parcelle F) et sur quelques zones de la forêt communale de Blodelsheim, au "Brunnenplon". Dans le Niederwald, l'Agrostio-Brometum geranietosum sanguinei, dans sa variante à *Galium glaucum* et *Potentilla recta*, se transforme en Mesobrometum, qui se distingue par la présence des caractéristiques de l'association, *Orchis ustulata* et *Orchis mascula*, alors que *Scilla autumnalis* y fait défaut. Il manque également sur ces surfaces des espèces répandues dans l'Agrostio-Brometum, à savoir *Agrostis vinealis*, *Scabiosa canescens* et *Vicia tetrasperma*. Le Mesobrometum du Niederwald se subdivise encore en une variante à *Geranium sanguineum* qui rappelle celle de l'Agrostio-Brometum geranietosum sanguinei, et en une variante type. L'association est différenciée (constance V-IV), grâce à *Eryngium campestre*, qu'il y a lieu de considérer ici comme un indicateur d'un ancien pâturage. Une autre différencielle est *Orobanche amethystea* qui parasite *Eryngium*. *Orobanche amethystea* ainsi qu'*Aster linosyris* sont deux espèces limitées à cette unité naturelle et dont les stations connues les plus proches se trouvent dans les collines sous vosgiennes et dans le Kaiserstuhl. Cette association a certainement été fortement influencée par les activités de l'homme et par le bétail. Ceci est en particulier

le cas de la route historique, déjà utilisée du temps des romains, près de Hirtzfelden: l'utilisation du site en tant que fosse pour enterrer les animaux atteints de fièvre aphteuse a du influencer très fortement la végétation. Ce lieu a été dénommé "Kaiveecke" ou "Kaiveäcker" par les autochtones. Le pH moyen des sols est encore acide :  $6,0 \pm 0,4$ . D'après le profil du sol, il s'agit d'un sol brun lessivé, avec une capacité au champ moyenne de l'ordre de  $75 \text{ mm} / \text{m}^3$ .

### 3.1.4 - Association fragmentaire du Xerobromion

La présence très constante de *Teucrium montanum* ou de *Globularia punctata* caractérise cette association fragmentaire du Xerobromion. Elle est présente uniquement dans la forêt communale de Fessenheim et sur la parcelle 96 de la forêt domaniale de la Harth. Dans les deux cas, des gravats calcaires grossiers d'origine anthropogène affleurent en surface. Le pH moyen est de  $7,2 \pm 0,1$  et  $7,3 \pm 0,1$ , ce qui correspond au pH le plus élevé de toutes les associations de pelouses de la Harth.

A Fessenheim, *Teucrium montanum* forme de bas tapis à chamaephytes. Il est accompagné de *Cladonia furcata* en coussins, de faciès à *Rhytidium rugosum* ainsi que d'un grand nombre d'espèces du Sedo-Scleranthetea. Son lieu d'origine se situe sur un ancien chemin entre Roggenhouse et Fessenheim. La station résulte de l'établissement d'une culture à gibier ayant nécessité un labourage profond, jusqu'à l'horizon de graviers calcaires. Il est difficile de dire si la présence de *Teucrium montanum* est antérieure à l'apparition de la clairière ou si elle s'est nouvellement établie grâce à la capacité de dissémination de l'espèce (POSCHLOD et al. 1991). Les pelouses sont hautes et denses.

La végétation de l'association fragmentaire à *Globularia punctata* se distingue par son importante couverture de mousses et de lichens, représentant en moyenne 60% de la surface. *Rhytidium rugosum*, *Cladonia furcata* et *Cladonia ciliata* forment d'épais tapis et des coussins. Aux côtés d'*Euphorbia seguieriana* sont présentes d'autres espèces calcicoles et basiques telles *Aster amellus*, *Sanguisorba minor* et quelques mousses calcicoles.

Les affleurements de galets grossiers se trouvent non loin de l'ancien canal du Rhône au Rhin, près d'une ancienne gravière ouverte en 1832. Il y a lieu d'admettre que ce site était déjà très clairsemé avant que l'homme n'y intervienne, comme semble en attester la présence de *Quercus pubescens* à faible croissance. En 1993, une grande partie des pelouses a été retournée par les chasseurs. Il reste peu de places se prêtant à des relevés. L'aspect de la végétation est donc hétérogène et la composition des peuplements anciens ne peut être reconstituée que sur des placettes de faible surface. Des annuelles telles *Ajuga chamaepitys* et *Teucrium botrys* ont été relevées dans les sillons.

ISSLER (1929) mentionne dans un inventaire de la végétation, la présence d'une xerobrometum entre Heiteren et Balgau en bordure de la terrasse basse. *Globularia punctata* et *Teucrium montanum* étaient à l'époque largement répandues dans cette unité naturelle (par ex. ISSLER 1903, ISSLER et al. 1982).

Des formations analogues ont été décrites par RASTETTER (1971) et WITSCHHEL (1980) dans les zones alluviales du Rhin.

## 3.2 - Associations annuelles du Sedo-Scleranthetea

Les associations de la classe des Sedo-Scleranthetea n'apparaissent dans ces forêts que dans les pelouses remaniées par les sangliers, les chemins forestiers, les places de nourrissage des sangliers. Ne sont associées à Agrostio-Brometum que des associations des substrats sableux et graveleux acides de l'alliance Thero-Airion appartenant à l'ordre Thero-Airetalia. Ces places de nourrissage à sangliers présentent un intérêt particulier comme en témoignent l'observation de *Hyoscyamus niger* dans la forêt de Widensohlen, de *Lathyrus hirsutus* dans le Harthwald à Heiteren, d'*Heliotropium europaeum* dans la forêt de Dessenheim ou de *Stachys germanica* dans la forêt de Blodelsheim. Dans cet ensemble, on distingue 3 associations végétales, dont deux trouvées uniquement dans les zones bouleversées peuvent être qualifiées de "naturelles" au sens large du terme.

### 3.2.1 - Association dominante à *Vulpia bromoides*

L'association est caractérisée par l'abondance de *Vulpia bromoides*. Ces plantes forment un couvert dense et important, qui au courant des mois de mai et juin introduisent des taches colorées jaunes-vertes dans l'Agrostio-Brometum. Cette impression est renforcée par leur croissance en arc de cercle. A partir de juillet, elles commencent à dépérir.

La présence de nombreuses espèces de graminées confirme que ces surfaces n'ont pas été retournées dans leur totalité par les sangliers. On est en présence de "touffes" caractéristiques. Des chamaephytes dérivées de rhizomes et quelques touffes de *Bromus erectus* peuvent s'installer sur la surface. Le couvert musciné de *Scleropodium purum* et *Plagiomnium affine* couvre plus de 10 % de la surface. Parmi les espèces caractéristiques de l'ordre des Thero-Airetalia et de l'alliance des Thero-Airion figurent *Trifolium striatum* et plus rarement *Filago vulgaris*. Une association décrite par PHILIPPI (1973) comme étant un Vulpietum-Bromoides a été incorporée par OBERDORFER (1978) au Filagini-Vulpietum Oberd. 38. Les peuplements denses de *Vulpia bromoides* ont été traités séparément, en concordance avec PHILIPPI (1973) dans la mesure où les caractéristiques du Filagini-Vulpietum font défaut dans les boutis à sangliers ou qu'elles sont associées en priorité à d'autres substrats. Dans le cas des formations dominées par *Vulpia bromoides* on adopte provisoirement le qualificatif d'association dominante.

Ses différentielles *Potentilla argentea*, *Genista sagittalis* et *Geranium columbinum*, permettent de distinguer une sous-association type d'une sous-association à *Aira caryophyllae* (1b). Les différentielles par rapport à l'Airo caryophylleae-Festucetum ovinae, sont *Trifolium striatum* et diverses espèces de l'Agrostio-Brometum, telles que *Agrostis vinealis*, *Luzula campestris*, *Potentilla rupestris* et des mousses telles que *Scleropodium purum* et *Plagiomnium affine*. Le pH

moyen est faible: autour de  $4,5 \pm 0,3$  justifiant le classement de cette association en formation des substrats acides.

### 3.2.2 - Filagini-Vulpietum myuros Oberd. 1938

Le Filagini-Vulpietum myuros est composé de peuplements dominants de *Vulpia myuros* qui est l'espèce caractéristique de l'association. Ses taux de recouvrements moyens dépassent 25 %. Contrairement à l'association dominante à *Vulpia bromoides*, le Filagini-Vulpietum myuros prospère sur des substrats squelettiques pratiquement dépourvus d'humus et avec aucune espèce propre aux pelouses. On le rencontre sur les chemins de graviers et autres milieux dégradés par les véhicules. On n'a procédé à aucun relevé de cette association, car la présence de végétaux est soumise à une trop forte influence anthropogène. Elle est facilement reconnaissable à la présence *Vulpia myuros*.

### 3.2.3 - Airo caryophylleae-Festucetum ovinae Tx. 55 ex Korneck 1974

Cette végétation est clairsemée et rase. Les relevés mettent en évidence que les plantes occupent en grande partie une strate dont la hauteur ne dépasse guère 5 cm. L'espèce caractéristique de l'Airo caryophylleae-Festucetum ovinae est *Aira caryophyllea* dont le taux de recouvrement peut dépasser 25 %. L'Airo caryophylleae - Festucetum ovinae se distingue de par ses affinités écologiques et de sa composition très nettement de l'association dominante *Vulpia bromoides* dans sa variante à *Aira caryophyllea*. Comme la végétation est toujours clairsemée, les endroits où le sol est à nu sont toujours bien visibles. Les mousses sont absentes ou peu développées. *Cerastium pallens* est présent dans tous les relevés botaniques et atteste l'impact de la sécheresse là où le sol affleure. Cette espèce compte avec *Sagina apetala* parmi les différentielles de la sous-association à *Cerastium pumilum* (OBERDORFER 1978), à laquelle appartiennent tous les relevés de la zone. Il s'agit

d'une station sur sol faiblement acide,  $\text{pH}=5,2 \pm 0,2$ . Les relevés 16 et 21 correspondent à l'Airo caryophylleae-Festucetum ovina, même si l'espèce caractéristique *Aira caryophyllea* y fait défaut. La présence de *Sagina apetala* et de *Cerastium pallens* conforte l'appartenance à la sous-association à *Cerastium pumilum* (OBERDORFER 1978) au sein de l'association. *Cerastium brachypetalum* peut atteindre un très fort couvert et marquer l'aspect de la végétation avec *Cerastium pallens*. La présence des hépatiques telle *Riccia ciliifera*, indique dans cette variante l'extrême sécheresse (cf. DÜLL 1992). Le pH est de  $5,4 \pm 0,2$ . Les touffes de graminées et les espèces de l'Agrostio-Brometum sont rares ou ne présentent qu'un très faible recouvrement. Cette végétation est retournée en certains endroits tous les ans par les sangliers.

### 3.2.4 - Clef de détermination des associations du Sedo-Scleranthetea

On parle de Sedo-Scleranthetea quand la surface est très clairsemée et que l'on ne peut plus parler de pelouses. Au sein de cette association dominant les annuelles (Thérophytes) ou des espèces de *Sédum*. Dans l'Agrostio-Brometum, des lésions imputables aux sangliers permettent l'installation d'espèces du Sedo-Scleranthetea. Il s'agit de compagnes, mais en aucun cas d'association végétale à proprement parler. En particulier, sur les sites à sangliers, on observe un important recouvrement par *Sedum sexangulare*, *Sedum rupestre* et par certains lichens du genre *Cladonia*, ainsi que diverses annuelles. Mais ils caractérisent ici uniquement le caractère clairsemé de la végétation, sans qu'il ne s'agisse d'un signe d'une extrême sécheresse de la pelouse. Les espèces du Sedo-Scleranthetea sont intégrées à la régénération cyclique de l'Agrostio-Brometum et en constituent une phase.

#### Code d'abondance dans les placettes :

+ : 1-10 %    I : 11-20 %    II : 21 - 40 %  
III : 41 - 60 %    IV : 61 - 80 %    V : 81 - 100 %

Tableau 7 : associations du Sedo-Scleranthetea

Espèces différentielles	Association dominante à <i>Vulpia bromoides</i>	Filagini-Vulpietum myuros	Airo caryophylleae-Festucetum ovinae
<i>Vulpia bromoides</i>	V	I ?	-
<i>Vulpia myuros</i>	-	V	-
<i>Aira caryophyllea</i>	II	- ?	IV
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	V	- ?	-
<i>Potentilla argentea</i>	V	- ?	-
<i>Genista sagittalis</i>	III	- ?	-
<i>Geranium columbinum</i>	- ?	I	-
<i>Agrostis vinealis</i>	IV	- ?	I
<i>Luzula campestris</i>	V	- ?	I
<i>Potentilla rupestris</i>	IV	- ?	I
<i>Cerastium pallens</i>	-	- ?	V
<i>Erophila verna</i>	-	- ?	IV
<i>Veronica arvensis</i>	-	- ?	IV
<i>Riccia ciliifera</i>	-	- ?	I

### 3.3 - Forêts et fruticées des Querceto-Fagetea

#### 3.3.1 - Potentillo albae-Quercetum petraeae Libb. 33 n. inv. Oberd. 57 em. Müller

La forêt sèche du Potentillo albae-Quercetum petraeae subcontinentale d'Europe centrale et d'Europe de l'Est est connue pour sa position climatique et son aire géographique privilégiée dans cette unité naturelle. Cette association est présente uniquement dans la partie centrale sèche de la Harth, dans les forêts communales d'Hirtzfelden (forêt de Rothleible, Niederwald), d'Oberhergheim et de Dessenheim. Elle se situe à la limite ouest de l'aire de répartition de l'association, tout comme les stations des collines rhénanes du pays de Hesse (OBERDORFER 1992) et du Bassin de la Nahe (MANZ 1993).

La forêt à Potentillo-Quercetum de la Harth peut être dotée d'une strate arbustive dense ou peut aussi se présenter sous forme de peuplements presque dépourvus de sous-bois. Le couvert forestier est dominé par le chêne sessile (*Quercus petraea*) et le chêne pubescent (*Quercus pubescens*). Par contre, le charme (*Carpinus betulus*) est souvent absent de ces stations.

Le Potentillo-Quercetum est et a été exploité en taillis sous futaie, ainsi qu'en taillis simple sur certaines parcelles du Rotleible. Malgré tout, on observe des troncs de faible diamètre pour des arbres âgés de souvent plus de 80 ans : la productivité des arbres est faible.

Dans cette zone, l'espèce caractéristique du Potentillo-Quercetum est *Potentilla alba*. Les autres différentielles de cette unité naturelle sont *Dictamnus albus*, *Rubus canescens*, *Teucrium chamaedrys*, *Carex humilis* et *Festuca rubra*. La strate herbacée est principalement composée d'espèces du Trifolio-Geraniata et de graminées. Dans la forêt du Rotleible, *Dictamnus albus* peut couvrir des surfaces importantes, jusqu'à 25%, et peut même atteindre des valeurs supérieures dans les trouées. *Brachypodium pinnatum*, *Agrostis tenuis* et *Dactylis glomerata* sont présentes en grand nombre, conférant à partir du mois de juillet une impression de prairie. Dans les forêts apparaissent régulièrement des graminées du Festuco-Brometea, tels *Bromus erectus* et *Euphorbia cyparissias* qui confirment la faible densité du peuplement. À l'ouest, cette association peut aussi passer pour vicariante, de part la présence de *Rosa arvensis* et *Festuca heterophylla* (OBERDORFER 1992).

Dans tous les relevés de végétation, l'alliance à Potentillo albae-Quercion petraeae se laisse facilement identifier par la présence de *Betonica officinalis*. D'autres espèces caractéristiques de cet assemblage sont par contre plus rares dans cette région: *Genista germanica*, *Trifolium alpestre*, *Genista tinctoria*, *Filipendula vulgaris*, *Serratula tinctoria* et *Inula hirta*.

L'ordre du Quercetalia pubescenti-petraeae se différencie par la présence de *Brachypodium pinnatum*. D'autres différentielles locales, à forte constance, sont indicatrices d'acidité tel *Agrostis tenuis*, *Anthericum liliago* ou

appartiennent au Trifolio-Geranieta comme *Anthoxanthum odoratum*, *Vincetoxicum hirundinaria* et les arbustes *Rhamnus carthaticus* et *Rosa jundzillii*.

Le Potentillo-Quercetum occupe dans le Niederwald (commune de Hirtzfelden) des sols au bilan hydrique défavorable. Il s'agit, dans tous les cas, de sols bruns lessivés rubéfiés. Le pH de l'horizon Ah oscille entre 4,0 et 6,1.

#### 3.3.2 - Galio sylvatici-Carpinetum betuli Oberd. 57 de plaine

À Munchhouse on aborde la partie nord de la grande forêt domaniale de la Harth. Elle s'étend sur une bande de 30 km de long dans le sens nord-sud, et sur une largeur de 2 à 10 km, en travers de la basse terrasse. Elle s'étend au sud jusqu'à la hauteur de Bartenheim. Représentant près de 14.000 ha, elle est, avec la forêt de Haguenau, le massif forestier le plus important d'Alsace. Les principales essences sont *Carpinus betulus*, *Quercus petraea* et dans certaines parties, *Tilia cordata*. Les stations ont été exploitées jusqu'au milieu de ce siècle, en taillis sous futaie. Le Galio sylvatici-Carpinetum betuli est l'association végétale principale de la Harth. Elle est seulement remplacée par le Potentillo album-Quercetum petraeae dans la partie centrale plus sèche.

Cette association se caractérise entre autre par la présence régulière d'espèces xérothermophiles: *Ligustrum vulgare* et *Crataegus monogyna* forment le couvert habituel des strates arbustives et herbacées. *Galium sylvaticum*, espèce caractéristique de l'association est par contre rare dans la région. Les principales différentielles du Galio-Carpinetum à constance élevée sont *Potentilla sterilis*, *Convallaria majalis*, *Melica nutans* et *Carex montana*. Plusieurs différentielles d'alliance et des espèces caractéristiques se prêtent bien pour distinguer le Galio-Carpinetum du Potentillo-Quercetum: *Anemone nemorosa*, *Dactylis polygama*, *Acer campestre*, *Stellaria holostea*, *Viola riviniana*, le groupe des *Ranunculus auricomus* et *Calamintha sylvatica*.

La forêt peut être assimilée à une vicariante à *Melittis melissophyllum* et *Coronilla emerus* (OBERDORFER 1992). *Melittis melissophyllum* n'est présent que dans la grande forêt de la Harth. La composition floristique révèle des influences sub-méditerranéennes et atlantiques qu'il y a lieu d'attribuer aux étés chauds et aux hivers relativement doux, avec en sus une humidité de l'air qui va en croissant vers le sud de la région naturelle où les précipitations sont plus élevées. Parmi les différentielles à forte constance figurent *Melittis melissophyllum*, *Luzula forsteri* et *Tilia cordata*. *Viscum album* ssp. *album* est présent sur *Tilia cordata* et ne se rencontre que dans la forêt domaniale de la Harth. *Hedera helix* pousse dans ces forêts avec une grande vigueur. La forte acidité des sols est soulignée par la présence de *Poa chaixii* et *Luzula pilosa*. *Poa chaixii* est un reliquat de son extension maximum hors de son aire sub-montagnarde de Forêt Noire et des Vosges. Quant aux sols, il s'agit d'un sol brun lessivé, bien structuré, non rubéfié.

### 3.3.3 - Clef de détermination des associations forestières

#### Code d'abondance dans les parcelles :

+ : 1-10 %    I : 11-20 %    II : 21 - 40 %  
 III : 41 - 60 %    IV : 61 - 80 %    V : 81 - 100 %

**Tableau 8** : différences entre Potentillo-Quercetum et Galio-Carpinetum

Espèces différentielles	Potentillo-Quercetum	Galio-Carpinetum
<i>Quercus pubescens</i>	V	-
<i>Euphorbia cyparissias</i>	V	-
<i>Betonica officinalis</i>	V	-
<i>Potentilla alba</i>	IV	-
<i>Anthericum liliago</i>	IV	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	IV	-
<i>Rubus canescens</i>	III	-
<i>Teucrium chamaedrys</i>	III	-
<i>Festuca rubra</i>	III	-
<i>Hieracium glaucinum</i>	III	-
<i>Carex humilis</i>	III-	-
<i>Danthonia decumbens</i>	III	-
<i>Bromus erectus</i>	III	-
<i>Viola canina</i>	II	-
<i>Agrostis tenuis</i>	V	II
<i>Brachypodium pinnatum</i>	V	I
<i>Vincetoxicum hirsutaria</i>	V	+
<i>Rosa jundzillii</i>	II	+
<i>Potentilla sterilis</i>	-	V
<i>Anemone nemorosa</i>	-	V
<i>Dactylis polygama</i>	-	V
<i>Convallaria majalis</i>	+	IV
<i>Poa chaixii</i>	-	IV
<i>Luzula pilosa</i>	-	IV
<i>Tilia cordata</i>	-	IV
<i>Stellaria holostea</i>	-	IV
<i>Carpinus betulus</i> (Baum)	-	III
<i>Melica nutans</i>	-	III
<i>Carex montana</i>	-	III
<i>Ranunculus auricomus</i>	-	III
<i>Melittis melissophyllum</i>	-	II
<i>Acer campestre</i>	-	II

### 3.4 - Dynamique et succession de la végétation

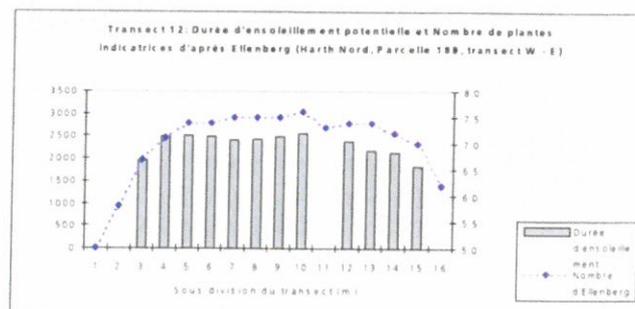
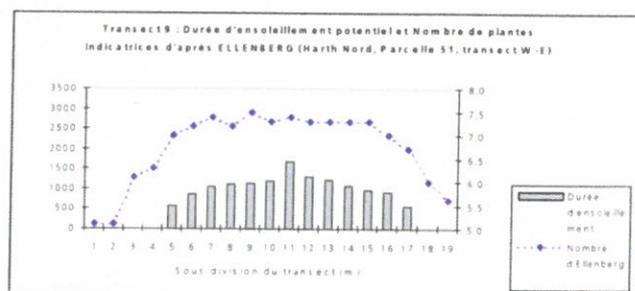
#### 3.4.1 - Comparaison des mesures du rayonnement le long des transects

(Extrait du rapport original. Voir méthodologie au chapitre 2)

A l'aide d'un horizontoscope on a évalué la réduction du rayonnement résultant de l'ombre portée par la forêt. Le rayonnement est limité par la hauteur des arbres et des arbustes limitrophes. Toute expansion du boisement vers les clairières ainsi que la croissance des arbres, diminuent la durée d'ensoleillement potentiel des pelouses et augmentent la période d'ombrage.

Le bilan du rayonnement des différentes sections des transects a été comparé au nombre moyen de lux requis par certaines plantes indicatrices (d'après ELLENBERG et al. 1992). On peut ainsi établir la relation entre le facteur d'éclairement de la station et l'actuelle composition de la végétation. L'emploi de l'horizontoscope est cependant limité aux secteurs dégagés des clairières.

Dans la plupart des transects, la durée d'ensoleillement des surfaces de pelouses est élevée (> 2000 h/an), diminuant logiquement au fur et à mesure qu'on se rapproche des lisières. L'éclairement moyen par tronçon sur le transect reflète cette gradation. La coupe est-ouest au travers de deux clairières choisies dans la forêt domaniale de la Harth illustre les différences existant entre l'éclairement moyen et la durée d'ensoleillement potentiel.



La durée d'ensoleillement potentiel des surfaces de pelouses du transect 12 (parcelle 188) est élevée (> 2000 h/an). L'éclairement moyen est également élevé, avec une valeur de 7,5 et correspond aux affinités propres à l'association végétale. La tendance des valeurs indicatrices concorde avec les données journalières d'ensoleillement.

Sur le transect 9, on a mesuré dans les pelouses, au centre de la clairière, un ensoleillement annuel compris entre 1000 et 1500 heures, mais l'éclairement moyen de l'ordre de 7,5 reste important. Dans ce cas présent, l'ensoleillement potentiel et les valeurs indicatrices des pelouses divergent. Les différences relevées entre les deux transects ont leur origine dans la grande rémanance des espèces héliophiles inféodées aux pelouses, même dans des conditions stationnelles suboptimales.

Celles-ci se retirent à partir du moment où des espèces plus concurrentielles profitant des nouvelles conditions stationnelles colonisent la clairière. Le degré d'affinité en matière de luminosité reste élevé même dans le cas où des espèces de lisière ou de la forêt viennent à coloniser la clairière. Ce phénomène peut être illustré par le cas du transect 9 (parcelle 51) par l'installation massive de *Betonica officinalis*, *Brachypodium pinnatum* et *Briza media* qu'on peut considérer pour cette unité naturelle comme espèces de lisières. En particulier, *Brachypodium pinnatum* peut, grâce à ses racines colonisatrices, former des peuplements denses, même si actuellement leur taux de recouvrement est encore limité. Par contre, les ligneux n'ont pratiquement pas encore fait leur apparition.

Dans la mesure où les conditions d'éclairement dépendent de la taille et de l'agencement des arbres jouxtant la clairière, il y a lieu d'admettre que la composition floristique des clairières est étroitement liée au type d'association forestière et des pratiques sylvicoles auxquelles la forêt est soumise. On doit s'attendre à ce que les clairières soient favorisées par des courtes révolutions des peuplements forestiers (exploitation en taillis sous futaie), tandis que la conversion en futaie avec des interventions très espacées aurait plutôt des effets néfastes sur la composition floristique des clairières. Pour maintenir les clairières il conviendrait d'associer à toute exploitation des parcelles un traitement du manteau en lisière. Celui-ci devrait faire l'objet, comme auparavant, d'une coupe.

Plus grande sera la différence entre un ensoleillement potentiel faible et les affinités de lumière des espèces des pelouses (cf. ELLENBERG et al. 1986), d'autant plus grande sera la pression offensive sur les pelouses. Le développement de fourrés pré-forestiers en est la conséquence, quand aucun autre facteur, telle la teneur en eau des sols (paragraphe 1.5) n'intervient pour limiter ce processus. D'autres facteurs tels l'abrutissement par le gibier ou l'exploitation forestière agissent à l'encontre de cette évolution.

Des modifications futures de la végétation dans les clairières pourraient être appréhendées sur la base d'une comparaison des durées d'ensoleillement potentielles et les indicatrices d'affinité moyennes selon Ellenberg en tenant compte des autres facteurs stationnels.

#### Résultats :

Les clairières du transect 5 sont probablement instables (Niederwald, parcelle D), et tel est sans doute aussi le cas pour les transects 9 (Harth Nord, parcelle 51), 10 (Harth Nord, parc. 93) et 11 (Harth Nord, parc. 187). Les autres clairières (Niederwald, parc. A, C ; Biesheim, parc. 20 ; Kastenwald, parc. 39) ne présentent aucune différence

notable et ne devraient guère évoluer dans la prochaine décennie.

#### 3.4.2 - Espèces indicatrices des pelouses secondaires et définition des espèces de lisières

Selon les conditions environnementales et la concurrence avec d'autres plantes, on pourra rencontrer certaines espèces dans divers biotopes et communautés floristiques. Ce phénomène peut être mis en relation avec la loi de constance relative des stations (DIERSCHKE 1994). Les espèces de la classe des Trifolio-Geranieta ne peuvent pas être rangées, dans un sens morphologique, parmi les espèces de "lisières". Dans l'unité naturelle de la Hardt, il s'agit plutôt de plantes herbacées (par ex *Geranium sanguineum*) ou d'espèces forestières (*Dictamnus albus*). Pour appréhender l'évolution d'une clairière ou d'une de ses parties, il importe de connaître les espèces de lisières liées à cette unité naturelle. La liste ci-dessous a été élaborée pour les clairières secondaires à partir des relevés phytosociologiques et des indices d'affinité des espèces.

Espèces indicatrices des pelouses secondaires	
<i>Avenochloa pratensis</i>	<i>Lychnis viscaria</i>
<i>Carex humilis</i> (espèce des forêts sèches)	<i>Potentilla alba</i>
<i>Colchicum autumnale</i>	<i>Potentilla recta</i>
<i>Galium glaucum</i>	<i>Viola canina</i>

Lorsque ces espèces occupent de grandes surfaces on peut partir du principe que le bilan hydrique est relativement bon. Il doit s'agir dans ce cas d'une association herbacée d'origine anthropogène, dont la station se prête aussi au développement de la forêt.

Espèces de clairières, liées à cette unité naturelle au sein de l'Agrostio-Brometum :	
<i>Avenochloa pubescens</i>	<i>Galium pumilum</i>
<i>Betonica officinalis</i>	<i>Valeriana wallrothii</i>
<i>Brachypodium pinnatum</i> (recouvrement > 5 %)	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
<i>Briza media</i>	<i>Viola hirta</i>

En présence de ces espèces on assiste à une succession menant à terme à une colonisation par les ligneux. Là aussi, la station se prête au développement d'une forêt.

Lorsque les espèces indicatrices des clairières secondaires ainsi que les espèces des lisières propres à la région naturelle font défaut, on ne peut affirmer avec certitude qu'on est en présence d'une clairière primaire. Dans ce cas, les études pédologiques et une détermination de la réserve utile en eau pourraient permettre de trancher.

Il y a également lieu d'émettre des réserves dans la mesure où on peut être en présence de situations intermédiaires entre les clairières primaires et secondaires. Alors que dans les pelouses primaires une sécheresse plus ou moins marquée intervenant tous les 5 ans sera le facteur limitant qui va occasionner le dépérissement des ligneux, ce phénomène n'interviendra que tous les 30 ans en moyenne dans le cas de clairières « semi-secondaires ». Pour les clairières secondaires, l'intervalle entre les années arides sera de 50 ans en moyenne. L'écologie est ici aussi liée aux extrêmes et aux fréquences des grandes sécheresses.

### 3.4.3 - Photointerprétation de l'évolution des pelouses et des forêts du Niederwald de 1951 à 1990

Après orthorectification des photos aériennes, on a procédé à une délimitation des clairières puis calculé leur surface. La période couverte par les différentes photos aériennes est de 40 ans. L'analyse montre que la surface des clairières a été considérablement réduite entre 1951 et 1976, de l'ordre de 80%. Depuis 1976, l'évolution a été freinée (+3%). La situation en 1990 correspond à peu près à la situation actuelle.

**Tableau 9** : évolution spatiale des clairières du Niederwald

année	1951	1976	1985	1990
clairières: % de la surface de forêt	22,3	4,3	4,0	3,8
surface (ha)	69,6	13,4	12,2	11,8
taille de la forêt (ha)	312	311,8	308,6	309,5
surface des gravières (ha)	3,6	3,8	5,9	5,0

Le recul rapide des clairières montre que les surfaces désormais envahies par les ligneux ne peuvent être assimilées à des clairières naturelles, comme le présumait ISSLER (1951). L'exploitation intensive du bois, visible sur les photos aériennes du Niederwald de 1951, a quasiment cessé en 1976. Les pratiques annexes ayant un impact sur la végétation telle la collecte de la litière ont cessé depuis les années 1950. Les sentiers entretenus par les gardes-chasses pour la chasse au lapin, visibles sur les photos de 1951, font défaut par la suite, les lapins ayant été exterminés dans le Niederwald par une épidémie de myxomatose. Les affleurements de graviers de 1951 visibles çà et là dans l'ensemble de la forêt ne peuvent être interprétés avec certitude. On est peut-être en présence de surfaces remaniées pendant la seconde guerre mondiale.

Le remembrement de 1970 a eu pour effet de couper le chemin historique qui menait directement de Hirtzfelden, au travers du Niederwald, avant de le quitter en direction des fermes de Rheinfelder et

Heiteren. Il s'agit d'une vieille route romaine reliant directement Breisach au Sundgau (GLEYS 1933). Ce chemin était encore jalonné en 1951 de clairières plus ou moins grandes, qui ont pour la plupart disparues aujourd'hui ou se sont fortement refermées. Les plus grandes sont situées directement à l'entrée de la forêt. Comme le montre l'étude des sols, elles auraient apparemment une origine anthropogène, par essartage des forêts. La forte influence de l'homme et de son bétail sur la végétation est encore perceptible de nos jours. Le chemin en travers du Niederwald est connu sous la dénomination de « sentier des bergers » ("Schäferweg"). Les feuilles épineuses du Panicaut (*Eryngium campestre*), une mauvaise herbe inféodée aux pâtures et présente dans l'ensemble des clairières de la Harth, attestent l'ancienneté de l'exploitation.

Les surfaces de gravières ne sont pas comptabilisées dans les surfaces de forêts, mais mesurées à part. Ces anciennes surfaces ouvertes commencent à se reboiser. En 1978, 1,1 ha de la surface des pelouses, en partie boisée, fut convertie en champ, à la bordure ouest de la forêt. Les 2,7 ha en terrains de service (prés) à Hirtzfelden n'ont été pris en compte. Ils se situent dans le coin nord-ouest des forêts. Ils furent exploités pour la dernière fois en 1960 (SIGRIST, comm. orale) et depuis la forêt progresse. La présence actuelle d'associations caractéristiques d'espèces comme *Orchis simia*, *Orchis ustulata* et *Orchis morio* laisse supposer qu'il s'agit d'un ancien Mesobrometum.

Les champs de culture à gibier ont été comptabilisés avec les clairières, compte tenu de leur faible surface et de leur reconversion actuelle en pelouse. Une culture à gibier (parcelle D) utilisée pendant une courte période seulement en 1976 sur 0,2 ha s'est transformée en pelouse clairsemée (*Agrostio-Brometum geranietosum sanguinei*, variante de *Potentilla arenaria*). Une seconde culture à gibier (parcelle B) de 0,6 ha a subi le même sort. elle se trouve dans un stade transitoire entre un Thero-Airion et l'*Agrostio-Brometum*.

### 3.4.4 - Photointerprétation de l'évolution des pelouses de la forêt domaniale de la Harth de 1951 à 1994

Cette comparaison fait apparaître une diminution en surface d'environ 75 % des clairières à végétation xérophile pour la période donnée. La tendance fut la plus marquée entre 1951 et 1976 et est sans doute à mettre en rapport avec l'abandon de certaines pratiques d'exploitation intensive de la forêt. Cette analyse ne porte que sur le périmètre retenu dans le cadre du projet Natura 2000 (superficie de 2562 ha). Les clairières situées en dehors de ce périmètre sont avant tout d'anciennes gravières et des zones de gagnage. Les pelouses sèches n'y sont représentées que par deux lambeaux dotés d'éléments de l'*Agrostio-Brometum*.

**Tab. 10 :** Extension des sites xérothermophiles en forêt domaniale de la Harth Nord

Année	1951	1976	1994
Superficie des clairières (ha)	46,7	13,3	11,6
Proportion de la surface de la forêt étudiée	1,8 %	0,5 %	0,4 %
Surfaces déboisées sur terrain militaire (ha)	-	17,2	8,9
Association à Xérobromiom	2,1	1,7	1,2
Prairies à gibier naturelles - parcelles 96, 95 (ha)	5,4	1,2	0,4
Gravière - parcelles 211/212 (ha)	9,7	1,9	1,1

Ces clairières sont composées de pelouses à *Agrostio-Brometum*, d'éléments du *Xerobrometum* sur la parcelle 96, d'ourlets à *Brachypodium pinnatum* et de *Mesobrometum* sur substrat graveleux sur les sites d'anciennes gravières. Les secteurs déboisés dans les années 70 sur terrain militaire (parcelles 182, 183, 187 et 188) ont fait l'objet d'une analyse séparée, de même que les gagnages à grande diversité floristique sur les parcelles 95 et 96.

#### Une analyse comparée des photos aériennes fait apparaître les tendances suivantes :

##### Une forte diminution de la superficie des clairières.

Les zones initialement dégagées ont été envahies par des ligneux. La présence de buissons très denses de *Prunus spinosa* et *Crataegus monogyna* est une caractéristique très marquée d'anciennes clairières. Certaines d'entre elles sont même sur le point de se refermer entièrement. Des mesures s'imposent en vue de contre-carrer ce processus.

Les sites à **Agrostio-Brometum** retenus au titre « d'habitat de la directive européenne » **n'occupent plus que 2 à 2,5 ha**. Leur extension maximale est atteinte dans le secteur sud-ouest de la partie nord de la forêt domaniale de la Harth, avec une grande partie des sites se trouvant sur terrains militaires (parcelles 182, 183, 187 et 188).

Les éléments du **Xerobrometum** qui figurent également parmi les habitats de la directive européenne ont vu leur superficie **réduite de 40 %**. Des mesures appropriées s'imposent pour assurer leur maintien.

Des **prairies à gibier naturelles à haute diversité floristique** non convertis en champ labourés, il ne subsiste qu'un lambeau sur la parcelle 96. Pour leur conservation, il y a urgence à mettre un terme à l'enfrichement actuel. Hormis les parcelles figurant dans le programme Natura

2000, seules les prairies des parcelles 266 et 269 offrent une telle richesse floristique

Les formations xérothermophiles présentes sur les **sites d'anciennes gravières** (parcelle 210/211) ont vu leur surface **diminuer d'environ 90 % depuis 1951**. La suppression des pins serait de nature à recréer les habitats ouverts qui caractérisent ces milieux.

Seuls 0,4 % de la surface de la forêt sont encore occupés par des formations xérothermophiles. Si cette tendance ne peut être inversée, de nombreuses espèces inféodées à ces milieux seront condamnées à disparaître. Il importera donc d'assurer le maintien en place d'un réseau de biotopes à formations xérothermophiles.

## 4 - Résultats des inventaires botaniques

L'inventaire des pelouses du site Natura 2000 de la Harth Nord a été mené en 3 campagnes de 1997 à 2000 : 74 sites ont été étudiés en 1997 dans la forêt domaniale de la Harth, 109 en 1999 et 151 en 2000 (Cf. paragraphe 1.2). Au total on a donc relevé 334 habitats xérothermiques avec les données sur leur composition et intérêt patrimonial. Chaque site a donné lieu à la rédaction d'une fiche synthétique indiquant, outre la liste des espèces caractéristiques rencontrées, les données phytosociologiques de la pelouse, de l'ourlet et du manteau, des informations sur l'anthropisation de la clairière et son évolution actuelle, une notation de son intérêt écologique et ses priorités d'entretien, et des préconisations de gestion. Ces renseignements ont été rassemblés dans une base de données générale, à laquelle ont été ajoutées notamment un lien cartographique, des photographies des sites en 2004 (état « zéro ») et une liste des travaux réalisés dans les dernières années.

Plus de 450 espèces végétales ont été recensées, ce qui fait de la Harth un centre de biodiversité remarquable. Cependant, les listes reprises dans les fiches ne sont pas exhaustives, puisque seules les espèces caractéristiques ont été mentionnées. D'autre part, bien que la plupart des clairières aient été visitées plusieurs fois au cours des saisons de végétation, il est possible –et même probable– que certaines plantes n'aient pas été vues. La base de données prévoit d'ajouter dans les listes les plantes vues après l'inventaire initial.

La forêt communale de Dessenheim est enfin un cas particulier. En effet, et bien que 81 clairières aient été décrites sur ce seul massif de 400 ha, elle n'a pu faire l'objet d'une cartographie intégrale : elle est très clairière et bien souvent les limites s'estompent entre les clairières actuelles et d'anciennes formes d'utilisation des parcelles. L'inventaire s'est donc concentré sur les sites à valeur floristique remarquable. Ce massif forestier de Dessenheim offre un bon exemple de la manière dont les traitements en taillis-sous-futaie ainsi que l'utilisation des sites à des fins cynégétiques peuvent favoriser le développement de pelouses xérothermiques.

## 4.1 - Classement des espèces selon leur valeur patrimoniale.

### 4.1.1 - Classement de l'auteur

La nomenclature se réfère à EHRENDORFER (1976). Pour le genre *Heriacium* ssp., il est fait appel à la classification de GOTTSCHLICH (1996).

Le présent classement est d'une part inspiré de l'ancienne Liste Rouge de REDURON (1986), d'autre part basé sur les propres observations par l'auteur du statut des espèces dans la région naturelle en se référant aux critères définis par l'IUCN pour les espèces menacées (SCHNITTLER *et al.*, 1994).

Les catégories sont numérotées de 0 à 3 et agrémentées des catégories R, PA, M et D.

Pour chaque catégorie, il faut qu'un des critères soit applicable :

#### 0 Espèce éteinte ou disparue

Toute nouvelle observation d'une telle espèce devrait faire l'objet d'une protection spéciale. Dans cette catégorie figurent :

- des espèces dont la disparition a été bien documentée
- des espèces pour lesquelles une mention postérieure à 1980 fait défaut, et pour laquelle il y a lieu d'admettre qu'elles ont définitivement disparues.

#### 1 Espèce menacée de disparition

La sauvegarde d'une telle espèce est peu probable tant que les conditions qui l'ont menées au bord de l'extermination n'auront pas été levées, et que des mesures de protection efficaces n'auront pas été appliquées.

- Espèces qui se sont très raréfiées. La population restante est hautement menacée.
- Espèces dont les effectifs ont toujours été très restreints, mais que les influences anthropiques actuelles peuvent mener au bord de l'extinction.
- Espèces dont les effectifs souffrent d'une diminution sensible des habitats au point de devenir critiques.

#### 2 Espèce très menacée

Espèces en très nette régression et sur lesquelles agissent plusieurs facteurs simultanément. Les menaces s'appliquent à l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce.

- Espèces aux effectifs très faibles (<10) (très rares) dont la vulnérabilité résulte d'impacts actuels ou à venir.
- Espèces ayant disparu d'une grande partie de l'aire de répartition d'origine.
- Espèce inféodée à des milieux particulièrement vulnérables.

Réduction sensible de la diversité des habitats encore utilisés actuellement (par rapport à la situation antérieure).

#### 3 Menacée

Espèces en régression sensible ou que les impacts actuels rendent vulnérables. Les menaces concernent une grande partie de son aire de répartition.

- Espèces aux effectifs réduits (<50) (rares), que des impacts actuels ou prévisibles exposent à des menaces.
- Espèces encore relativement fréquentes, mais très vul-

nérables aux impacts en cours ou à venir.

- Espèces qui sont devenues rares dans une grande partie de leur aire de distribution.
- Espèces victimes d'une destruction croissante de leur habitat.
- Espèces inféodées à des biotopes menacés.
- Espèces dont la diversité des habitats utilisés a été fortement réduite.

#### R Très rare

Espèce de tout temps rare, très localisée.

- Espèces à aire de répartition très réduite, mais dont la population est stable et pour laquelle aucune menace n'est à présent détectable.
- Ces espèces pourraient néanmoins être victimes d'influences imprévisibles susceptibles de les mener au bord de l'extinction.

Toutes les autres espèces sont considérées comme non menacées. On peut les classer ainsi :

#### PA Espèces de la Liste de Pré-Alerte

Ces espèces ne sont pas encore menacées, mais à moyen terme les évolutions actuelles pourraient les rendre vulnérables (catégorie 3).

- Espèces qui présentent certes un recul, mais dont les effectifs sont encore tels qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure.
- Espèces encore abondantes, mais dont les habitats ont tendance à diminuer.

#### M Menaces possibles

Le statut de l'espèce est mal connu, mais vu sa biologie il y a lieu d'admettre qu'elle pourrait être menacée.

#### D Données insuffisantes

Les données sur le statut actuel ainsi que nos connaissances de sa biologie laissent à désirer lorsque :

- ces espèces ont échappé à l'observation, où qu'elles ont été mal identifiées ou
- que leur taxonomie n'a été établie que récemment ou
- que leur taxonomie est incertaine

### 4.1.2 - Classement selon la nouvelle « Liste Rouge ».

Les « Listes Rouges de la nature menacée en Alsace » ont été revues pour faire l'objet d'une publication regroupant différentes listes de faune, de flore et d'habitat (*op.cit.*, ODONAT Coord. 2003, Collection Conservation, Strasbourg, PP. 26-27). Les catégories sont déclinées en 7 notes pour les Listes Rouges, et 3 notes pour les Listes Oranges qui désignent des espèces au statut de conservation non défavorable, mais qui pourrait le devenir, ou qui présentent un intérêt patrimonial marqué.

#### Liste rouge : catégories de menace<sup>1</sup>

##### Disparu – X

Taxons éteints dans la région considérée. Concerne les espèces :

<sup>1</sup> Catégories classées par ordre décroissant de gravité (en "déclin" et "rare" sont toutefois sensiblement équivalentes)