

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles  
**Band:** 90 (1967)

**Artikel:** Contribution à l'étude écologique et phytosociologique du Caricetum ferrugineae dans le Jura

**Autor:** Béguin, Claude

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-88975>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE ET PHYTOSOCIOLOGIQUE DU *CARICETUM FERRUGINEAE* DANS LE JURA

par

CLAUDE BÉGUIN

AVEC 10 FIGURES, DEUX PLANCHES ET UN TABLEAU

---

## INTRODUCTION

Le *Caricetum ferrugineae* a été décrit pour la première fois par LÜDI (1921) au Lauterbrunnental. C'est une prairie naturelle de stations fraîches ou humides, en forte pente et à longue durée d'enneigement, dont le centre de répartition se situe dans la partie supérieure de l'étage subalpin.

A notre connaissance, ce groupement n'a pas été étudié dans le Jura. L'écologie et la phytosociologie du Jura n'en sont qu'à leurs débuts. Au cours des vingt dernières années, quelques chercheurs ont concentré leurs efforts sur les associations de forêts et de prairies des étages collinéen et montagnard ou sur les tourbières des hautes vallées et les tourbières de pente : LÜDI (1952), MATHEY (1964), MOOR (1936, 1938, 1945, 1952, 1960), MOOR et SCHWARZ (1957), RICHARD (1956, 1959, 1961, 1964, 1965), ZOLLER (1954). Quant aux prairies et pelouses subalpines, voire alpines du Jura, évoquées brièvement par MOOR et SCHWARZ (*op. cit.*), elles n'ont jusqu'ici fait l'objet d'aucune étude approfondie au moyen des méthodes modernes. Elles représentent donc un vaste champ d'étude, encore très mal connu.

Le travail que nous avons entrepris apporte une première contribution à l'étude des pelouses ou des prairies à caractère alpin ou subalpin<sup>1</sup> du Jura, qu'il s'agisse de pelouses culminales, ou de prairies occupant des stations spéciales, à une altitude suffisamment élevée pour que ces

<sup>1</sup> Nous laissons ouverte pour le moment la question de savoir à quel étage il convient de rattacher ces groupements.

groupements ressemblent, par leur composition floristique, à des associations décrites dans les Alpes et dont il nous appartiendra de dire si elles sont identiques ou vicariantes.

Nous avons commencé nos recherches par l'étude des prairies à *Carex ferruginea* dans la chaîne du Reculet-Mont Tendre. Signalé brièvement par LÜDI (1952) à la Barillette<sup>1</sup>, ce groupement est représenté de façon optimale, ainsi que nous le verrons plus loin, sur les pentes exposées au N dans le Creux de Narderan. Lors de deux saisons (1965 et 1966) pendant lesquelles nous avons séjourné au Rozet/Thoiry, nous l'avons étudié en détail et y avons fait plusieurs relevés.

Désirant connaître la répartition dans le Jura de cette intéressante association subalpine, nous l'avons ensuite recherchée partout où les flores signalent l'existence du *Carex ferruginea*. D'autre part, lorsque nous nous fûmes familiarisé avec l'écologie de ce groupement, nous avons tenté de le retrouver dans des stations analogues du Jura central, où se rencontre l'une ou l'autre des espèces caractéristiques de l'association, malgré que le *Carex ferruginea* lui-même n'y soit pas présent.

### Plan du travail

Dans une première partie, nous décrirons le *Caricetum ferrugineae* jurassien dans les stations du Creux de Narderan et du Crêt de la Neige, où il présente son développement optimal. C'est dans ces deux localités seulement que le groupement est assez typique et les individus d'association assez grands pour que nous ayons pu faire des relevés complets. Ces relevés nous permettront de comparer l'association jurassienne à celle des Alpes, et de définir des sous-associations. Nous comparerons enfin le *Caricetum ferrugineae* aux associations voisines qui forment souvent avec lui une série topographique, ce qui nous permettra de mieux circonscrire les exigences écologiques de notre groupement.

Dans une seconde partie, nous passerons en revue les autres stations du Jura où se rencontre la laïche ferrugineuse (La Dôle et la Barillette). Dans ces stations, le *Caricetum ferrugineae* existe encore mais à l'état fragmentaire. Puis nous étudierons les stations analogues du Jura central (Creux du Van, Chasseral) qui nous ont paru susceptibles d'être colonisées par notre groupement et dans lesquelles, en fait, le *Carex ferruginea* n'existe pas. Ces observations complétives achèveront de nous éclairer sur l'écologie dans le Jura de cette intéressante association.

Dans une troisième partie enfin, nous tenterons de préciser le déterminisme de l'association à laïche ferrugineuse dans le Jura et d'expliquer son étroite localisation dans le Jura méridional.

Cela nous conduira à poser à nouveau le problème des conditions d'existence actuelles et des vicissitudes dans le passé de la flore alpine des sommets jurassiens.

<sup>1</sup> A Chasseral, LÜDI (1952) mentionne l'existence d'un groupement qui, selon lui, offre quelque analogie avec le *Caricetum ferrugineae*.

CHAPITRE PREMIER

**Le *Caricetum ferrugineae* dans la chaîne du Reculet**

1. *La station du Creux de Narderan (Reculet).*

La prairie à laïche ferrugineuse n'occupe jamais dans le Jura de bien grandes surfaces. Elle se signale toutefois à l'attention parce qu'elle abrite plusieurs des plus belles espèces alpines de cette chaîne de montagne : *Pedicularis foliosa*, *Myosotis alpestris*, *Senecio Doronicum*,

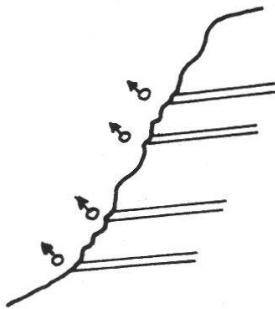


Fig. 1a. Versant en ressauts.

Ex : Narderan.

L'alternance des couches calcaires et marneuses imperméables conditionne des étages superposés hydrauliques : formation d'un système permanent d'eau courante (sources, suintements).  
Pente généralement supérieure à 30°.

- Triage efficace de haut en bas sur les éboulis de gravité.
- Variations granulométriques résultant de l'hétérogénéité lithologique du substratum géologique.

Versants en profil d'équilibre ;

Accumulation = transport.

Sol constamment rajeuni (éboulis, solifluction, avalanches, etc.). Formation d'humus même dans la partie supérieure du versant. Accumulation de cet humus au pied des vires rocheuses où est localisé le *Carex ferruginea*.

Prairies naturelles ; pas de bétail.

Pente forte + exposition nord. Insolation et évaporation très faibles.

Phénomènes d'inversion thermique.

Variations de température restreintes.

Versants abrités des vents (foehn, bise) ne connaissant pas la sécheresse, même pendant les mois critiques (juillet, août, septembre).

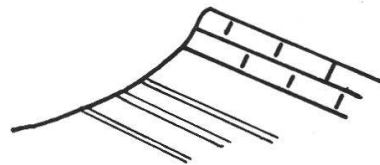


Fig. 1b. Crêt ou cuesta.

Ex : Chasseral.

L'eau pénètre sur le revers pour ne sourdre que beaucoup plus bas. L'existence d'une petite rétention d'eau par les argiles résiduelles n'est pas suffisante pour le maintien du *Carex ferruginea*.  
Pente généralement inférieure à 30°.

- Sélection moins efficace du squelette sur le versant.
- Calcaire homogène compact. Squelette plus grossier.

Versants mûrs ;

Accumulation > transport.

Formation d'un sol.

Le rapport humus/argile est plus faible. Relativement peu d'humus et peu d'eau dans la partie supérieure du talus d'éboulis.

Pelouses pseudo-alpines. Bétail.

Stations moins encaissées. Durée d'insolation et dessiccation plus fortes.

Pas d'inversion thermique. Températures extrêmes plus marquées.

Effet culminant.

Apport d'eau insuffisant ; trop sec pendant l'été.

<sup>1</sup> Vallon cataclinal entaillant le flanc de l'anticlinal.

*Festuca violacea*, *Festuca pulchella*, *Ranunculus Thora*, *Lathyrus levigatus*, *Linum alpinum*, etc. La station de Narderan est de loin la plus importante, tant par sa superficie que par la richesse de sa composition floristique. Elle se présente en mosaïque avec d'autres associations sur les versants nord des ruz<sup>1</sup> (fig. 1, photo 2).

Ces versants sont taillés entièrement dans du séquanien inférieur, c'est-à-dire dans des roches marno-calcaires. L'alternance des calcaires homogènes plaquetés et des marnes feuilletées (qui se délitent facilement) détermine des versants en « ressauts » (fig. 1a), auxquels s'opposent les crêtes ou « cuesta » des combes anticlinales, comprenant un front de calcaire compact et un talus d'éboulis.

En délimitant sur une photographie du versant nord de Narderan les surfaces occupées par le *Carecetum ferrugineae*, on s'aperçoit qu'elles ne correspondent pas forcément aux zones enneigées. Elles semblent par contre épouser étroitement le bas des vires rocheuses en formant des bandes discontinues parallèles aux affleurements.

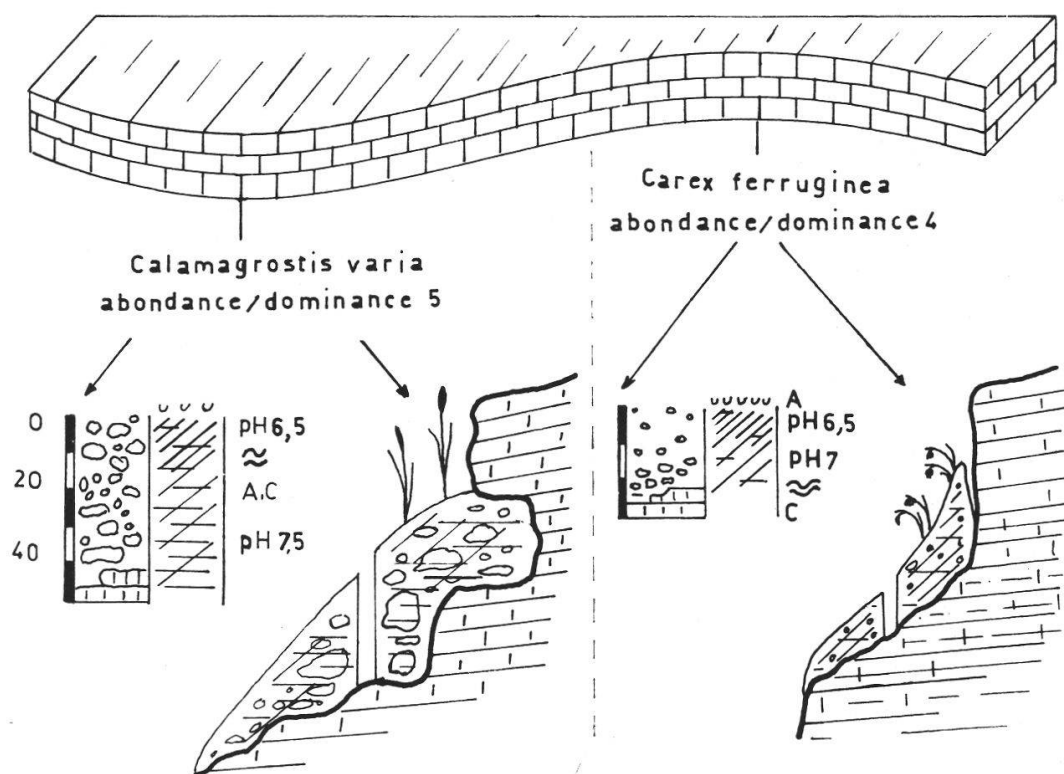


Fig. 2. Vire rocheuse avec ou sans abri sous roche. Coordonnées : 483/525/123/000. Alt. 1450 m.

- |   |  |
|---|--|
| — zone d'enracinement plus profonde, 30 cm. | — zone d'enracinement peu profonde, 5 - 10 cm. |
| — sol brunâtre (forte teneur en argile).    | — sol noirâtre (forte teneur en humus).        |
| — humidité en profondeur.                   | — humidité en surface.                         |
| — squelette fin et moyen (1 - 10 cm).       | — squelette fin (1 - 5 cm).                    |

Nous avons été frappé, en longeant les vires rocheuses de Narderan, de voir souvent disparaître le *Carex ferruginea* au profit du *Calamagrostis varia*. Rien apparemment ne fait prévoir ce brusque changement. Il est nécessaire de dégager la base rocheuse en suivant la « rimaie » pour comprendre l'importance des abris sous roche (fig. 2). La forme concave de l'affleurement rocheux, face au *Carex ferruginea*, correspond peut-être à une zone plus humide avec érosion plus active.

La station du Colomby de Gex est connue depuis fort longtemps et présente les mêmes caractéristiques écologiques générales que celle du ruz de Narderan.

## 2. La station du Crêt de la Neige.

A notre connaissance, elle n'a pas encore été signalée. C'est par hasard que nous avons trouvé quelques mètres carrés de *Caricetum ferrugineae* dans les quatre canyons principaux du versant sud de ce sommet (photo 1). Cette station ne reflète pas les conditions générales du *Caricetum ferrugineae* dans le Jura (ruz marno-calcaires, versants en ressauts), mais elle doit son existence à des facteurs géomorphologiques locaux. Il est fort probable que ces canyons constituent des couloirs d'affaissement dus à l'érosion karstique, particulièrement intense à ces endroits-là (D. Aubert, communication orale). La figure 3 montre que l'association n'est pas répartie uniformément au fond des canyons. Nous observons que le *Caricetum ferrugineae* se situe de préférence au pied des crêts dégradés, c'est-à-dire à des endroits où la roche est plus

### Lycopodio - Mugetum / Seslerio - Sempervirentetum

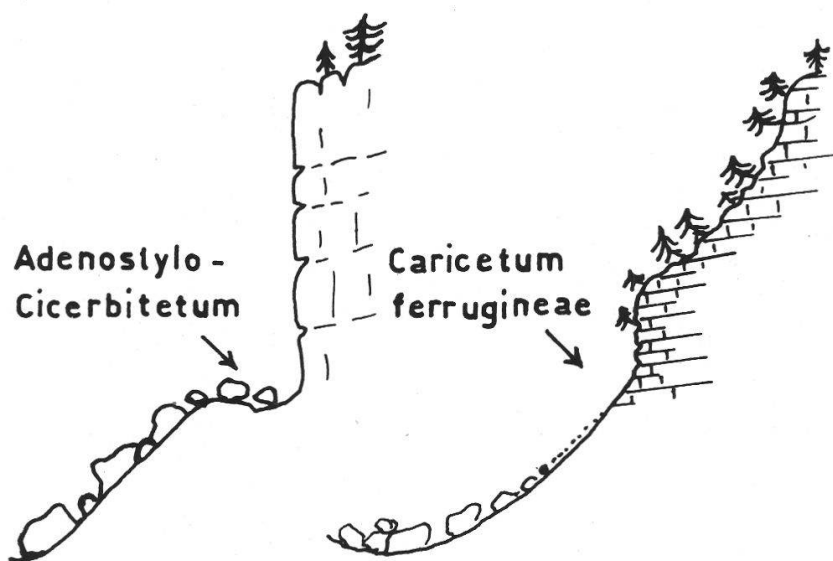


Fig. 3. L'intersection du profil topographique et du profil géologique crée des horizons humides (pente 40°, pendage 25°) favorables à l'*Adenostylo-Cicerbitetum* ou au *Caricetum ferrugineae* selon la nature du versant.

finement litée. La stratification de la roche semble donc jouer ici un rôle important. De plus, la présence d'une faille dans les canyons n'est peut-être pas étrangère à l'existence de l'association dans la mesure où elle diaclase la roche. Ainsi, dans certains cas, des roches calcaires (kimméridgien) peuvent former avec un climat périglaciaire (fonte des neiges, ruissellement, humidité constante, faible durée d'insolation) un biotope favorable. Cette station permet de penser que le *Carex ferruginea* a connu dans le Jura une période plus propice au moment de la fonte du système glaciaire. L'exemple du Creux-du-Van confirmera cette hypothèse qui sera discutée plus en détail au chapitre 3.

### 3. *Caricetum ferrugineae* alpien et jurassien.

Le tableau de végétation représente le point de départ pour l'analyse de l'association. Nous constatons tout d'abord que dans le *Caricetum ferrugineae* des Alpes, LÜDI donne un certain nombre d'espèces caractéristiques qui manquent à nos relevés du Jura. Il s'agit de :

<i>Hedysarum obscurum</i>	<i>Gentiana verna</i>
<i>Pedicularis verticillata</i>	<i>Gentiana Clusii</i>
<i>Phaca frigida</i>	<i>Gentiana campestris</i>
<i>Viola lutea</i>	<i>Globularia nudicaulis</i>
<i>Thymus Serpyllum</i>	<i>Campanula thyrsoides</i>
<i>Ligusticum Mutellina</i>	<i>Cerinthe glabra</i>
<i>Astragalus alpinus</i>	<i>Primula farinosa</i>

D'autres auteurs (JENNY-LIPS (1948), OBERDORFER (1949), HEGG (1965)) considèrent encore comme caractéristiques d'association les espèces suivantes, que nous ne retrouvons pas dans le *Caricetum ferrugineae* jurassien :

<i>Crepis pontana</i>	<i>Allium Victorialis</i>	<i>Gentiana lutea</i>
-----------------------	---------------------------	-----------------------

Il est à remarquer que plus de la moitié de ces espèces n'ont pas atteint le Jura ou ont disparu de cette chaîne de montagne. Quant aux autres, elles ne semblent pas trouver dans le *Caricetum ferrugineae* jurassien des conditions d'existence favorables. Cet appauvrissement ne permet pas à notre avis de différencier le groupement jurassien de celui des Alpes. Le climat général du Jura, même celui des plus hauts sommets de la chaîne du Reculet, n'est pas suffisamment humide pour déterminer seul l'existence du *Caricetum ferrugineae*. Dans les Alpes et les Préalpes, l'association possède une amplitude écologique plus étendue que dans le Jura où elle apparaît comme spécialisée (climax édaphique des auteurs français).

### 4. *Les sous-associations.*

Le tableau des relevés permet de distinguer quatre groupes sociologiques mis en évidence par quelques différentielles.

a) *La sous-association à Festuca pulchella* (Relevé 1) correspond à une station rocheuse très humide, presque fontinale. Elle est différenciée par *Festuca pulchella*, *Pinguicula grandiflora*, *Tofieldia calyculata* et pourrait être envisagée comme un stade pionnier du *Caricetum ferrugineae*. Les affleurements rocheux suintants ressemblent à une station fraîche du *Seslerio-Sempervirentetum* (sous-ass. à *Carex brachystachys*) avec quelques caractéristiques du *Caricetum ferrugineae* comme différentielles. La strate muscinale (*Ctenidium molluscum*, *Hylocomium splendens*, *Dicranodontium* sp. etc.) possède un haut degré de recouvrement. Cette sous-association présente une certaine analogie avec le *Bryetum Schleicheri* (HÖHN 1936) qui, dans les Alpes des Quatre-Cantons, par exemple, peut être envisagé comme stade initial du *Caricetum ferrugineae*. Les coussinets de mousse éboulés sur la roche humide sont des endroits de prédilection pour le *Carex ferruginea* qui les colonise très rapidement. A l'endroit même de la source de Narderan, comme d'ailleurs dans le lit rocailleux qui lui fait suite, le *Carex ferruginea* cède le pas à d'autres espèces, telles que le rare *Cirsium Erisithales*. Quant aux vires rocheuses abruptes, leur végétation se rapproche du *Potentillion caulescentis* (*Moehringio-Asplenietum*).

b) *Sous-association typique* (Relevé 2 : Creux de Narderan ; relevés 3, 4, 5, 6 : Crêt de la Neige). Elle correspond à la partie supérieure des talus d'éboulis, toujours en contact étroit avec les vires rocheuses suintantes. Durée d'enneigement forte. Terrain meuble. Eboulements périodiques. Pente supérieure à 40°. Importante proportion d'humus. Horizon A mélangé de squelette fin ne dépassant pas 5 cm de diamètre et uniformément réparti. Cailloux tous anguleux sans gangue d'altération ; le drainage semble trop rapide pour qu'il y ait corrosion des fragments d'éboulis. Sol décarbonaté. pH 6 - 6, 5. Relativement peu d'argile en profondeur. Les sols colonisés par cette sous-association connaissent une forte activité biologique ; les galeries des rongeurs y sont notamment très denses tout comme d'ailleurs dans la sous-association suivante.

c) *Sous-association à Calamagrostis varia* (Relevés 7, 8, 9, 10). Elle est différenciée essentiellement par *Calamagrostis varia* puis par *Veronica latifolia* et *Thesium alpinum*. Comparativement aux autres groupements, la strate arbustive est importante, représentée surtout par *Salix grandifolia* et *Sorbus Mougeotii*. L'hybride *Sorbus Mougeotii* × *Sorbus Chamaespilus* semble être caractéristique de cette station (J.-L. Richard, communication orale). On y retrouve quelques caractéristiques du *Laserpitio-Calamagrostietum* décrit par MOOR au Creux-du-Van (*Calamagrostis varia*, *Laserpitium latifolium*, ainsi que plusieurs ombellifères qui accompagnent souvent cette association : *Angelica silvestris*, *Pimpinella major*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Heracleum Sphondylium*). On y rencontre aussi quelques-unes des caractéristiques du *Caricetum ferrugineae* des Alpes décrit par LÜDI au Lauterbrunnental (*Senecio Doronicum*, *Pedicularis foliosa*, *Lathyrus levigatus*). Le terrain



semble encore particulièrement bien convenir à des espèces telles que *Bupleurum longifolium*, *Hieracium murorum*, *Astrantia major*, *Anemone narcissiflora*. Par rapport au groupement précédent, on assiste ici à une diminution du nombre des plantes alpines et du degré de recouvrement des mousses. Parmi ces dernières, *Rhytidiadelphus triquetrus* domine nettement, puis *Mnium undulatum* et *punctatum*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Dicranum scoparium*, *Thuidium* sp., etc. Cette sous-association correspond à la partie médiane des talus d'éboulis. Pente inférieure à 40°, recouverte de plus gros blocs en surface, moins ombragée et avec une durée d'enneigement plus faible. Diminution de la proportion d'humus par rapport à la terre minérale. Davantage d'argile. Réserve d'eau en profondeur (rétention argileuse) par opposition à la distribution d'eau courante superficielle qui caractérise les deux stations précédentes. Couche d'argile brillante sous les cailloux formant une espèce de gangue. Sol carbonaté. pH 7.

d) *Sous-association à Euphorbia cyparissias*. Elle correspond aux relevés 11, 12, 13, 14, effectués sur le versant E du Creux-de-Nardéran (photos 2 et 3). Sa composition floristique présente une certaine analogie avec le *Caricetum ferrugineae* à *Calamagrostis varia*, bien que le *Carex ferruginea* y soit absent. Cette prairie a son cachet. Les grandes surfaces homogènes sont dominées par *Crepis blattarioides* et *Campanula rhomboidalis*. Si les espèces caractéristiques du *Caricetum ferrugineae* ont presque toutes disparu, cela est dû, semble-t-il, au caractère plus sec du versant. N'y trouve-t-on pas quelques espèces du *Bromion erecti* et du *Berberidion*, notamment *Bromus erectus*, *Euphorbia cyparissias*, *Bupleurum falcatum*, etc., qui jouent ici le rôle de différentielles? Comme autre trait marquant, signalons l'abondance-dominance de certaines plantes du *Polygono-Trisetetum* et de l'*Arrhenatheretum* (*Trisetum flavescens* : 2-3, *Dactylis glomerata* : 2-3, etc.), peut-être témoins d'une époque où les troupeaux étaient plus importants qu'aujourd'hui, voire même où ces prairies étaient fauchées. Parmi les compagnes fidèles, citons encore *Thesium pyrenaicum*, *Valeriana officinalis*, *Digitalis ambigua* et *Campanula glomerata*. L'*Erysimo-Kenthrantheum* dessine au milieu de cette étendue quelques taches claires qui suggèrent un stade initial. Une impressionnante bordure d'*Heracleum Sphondylium* constitue la zone de transition entre les deux groupements (photo 4).

Les quatre sous-associations décrites ne sont pas toujours aussi bien individualisées. Elles présentent des interférences selon des variations écologiques de faible amplitude. Sur le versant nord du Creux-de-Nardéran, les sous-associations du *Caricetum ferrugineae* se présentent souvent dans un certain ordre correspondant à une série topographique : *Seslerio-Sempervirentetum*, *Caricetum ferrugineae*, *Adenostylo-Cicerbitetum*. Sur le versant E, la mégaphorbiaie est remplacée par la sous-association à *Euphorbia cyparissias* qui fait partie encore du *Caricetum ferrugineae*.

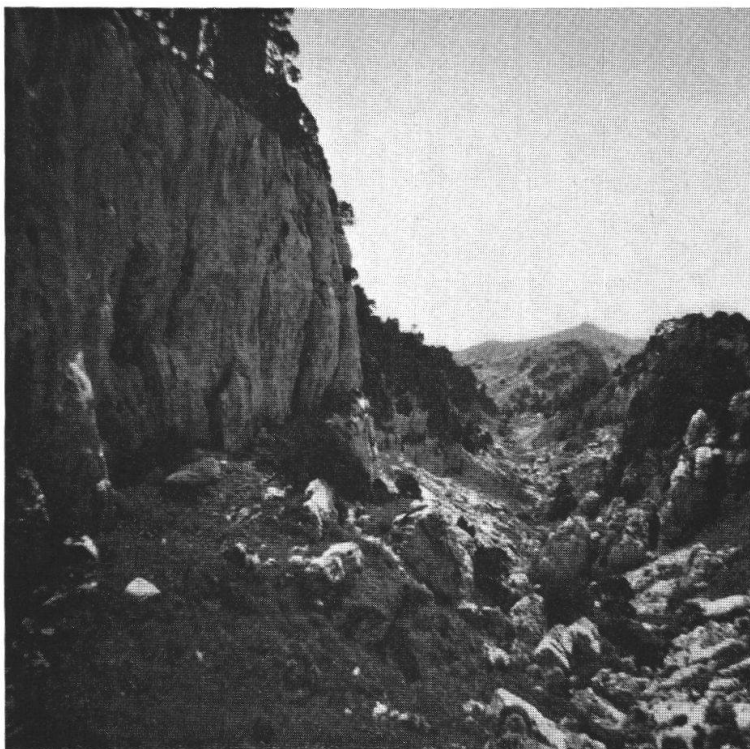


Photo 1. Canyon du Crêt de la Neige. En longeant le pied de la vire à gauche : alternance de l'*Adenostylo-Cicerbitetum* (au pied de l'abrupt rocheux compact) et du *Caricetum ferrugineae typicum* (crêt dégradé, délitement de la roche). Relevé 4 du tableau. La durée d'insolation est très réduite. Quant à la durée d'enneigement, nous avons pu vérifier par l'importance des amas encore accumulés le 29 juillet 1965, que le Crêt de la Neige porte bien son nom. D'autres phénomènes (inversion thermique, protection des vents, etc.) parlent en faveur d'un microclimat froid et humide. A l'arrière-plan : le Reculet.



Photo 2. Ruz de Nardéran. Au premier plan : versant E, sous-association à *Euphorbia cyparissias*. Au second plan : versant N, sous-associations à *Festuca pulchella, typicum* et à *Calamagrostis varia*, en mosaïque avec d'autres associations voisines (voir texte). Relevés 2, 7, 8, 9, 10.



Photo 3. Physionomie générale du *Caricetum ferrugineae* à *Euphorbia cyparissias* : Relevés 11, 12, 13, 14. A l'arrière-plan, versant en gradins avec *Laserpitio-Seslerietum* et *Seslerio-Sempervirentetum*.



Photo 4. Versant E de Nardéran. Végétation ouverte : l'*Erysimo-Kentranthetum* dessine au milieu de la sous-association à *Euphorbia cyparissias* une tache claire suggérant un stade initial. Des phénomènes de cryoturbation ralentissent probablement la colonisation. Une impressionnante bordure d'*Heracleum Sphondylium* constitue la zone de transition entre les deux groupements.



Pour cette dernière sous-association, en plus des facteurs pédologiques qui jouent un rôle prépondérant, il existe d'autres facteurs limitants importants tels que : exposition E, pente plus faible, pas d'affleurements rocheux, etc. Ces facteurs expliquent peut-être la présence de compagnes xérophiles et nitrophiles, l'existence de hautes herbes, de plantes de forêt et de prairie. La hauteur et la densité de la végétation, la grande variété d'espèces augmentent la production en herbage. C'est un étrange spectacle de trouver dans le Jura une prairie aussi riche non exploitée. Il est d'autre part intéressant de comparer les surfaces des relevés, car elles traduisent l'importance relative des différents groupements. Nous constatons que le stade pionnier à *Festuca pulchella* ne recouvre que quelques mètres carrés parmi le *Seslerio-Sempervirentetum*. La sous-association typique et celle à *Calamagrostis varia* forment au pied des vires rocheuses des bandes de végétation dépassant rarement quelques dizaines de mètres carrés, tandis que le groupement à *Euphorbia cyparissias* s'étend sur des surfaces de l'ordre de quelques hectares. Les espèces biologiques les mieux adaptées aux sols meubles croissent dans le stade pionnier et dans le *Caricetum ferrugineae typicum*.

##### 5. Les associations voisines.

La physionomie générale du versant nord du Creux-de-Nardéran ressemble étrangement à l'*Alnetum viridis* dans lequel l'aune est remplacé par le saule (*Salix grandifolia*). Succédant au *Caricetum ferrugineae*, une curieuse association où dominent *Sorbus aucuparia* et *Salix grandifolia* attire le regard. Il s'agit d'un groupement de buissons des endroits à forte accumulation de neige à la limite supérieure de la forêt. Il se cantonne au bas d'une terrasse riche en terre fine. Jusqu'à plus ample information, nous le considérons comme un stade pionnier de l'*Aceri-Fagetum*. (Le climat trop froid, la durée d'enneigement trop longue, la période de végétation trop courte, etc., empêchent le développement du hêtre.) C'est probablement le vicariant jurassien du *Sorbetum subalpinum* décrit par ISSLER dans les Vosges ou du *Sorbo-Calamagrostietum* décrit par OBERDORFER dans la Forêt Noire. Les arbres, d'une hauteur de 4 - 5 mètres, sont courbés par la neige. Alt. 1450 mètres. Pente 80 %. En voici le relevé fait avec J.-L. Richard :

Recouvrement de la strate arbustive 75 %.

4	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	<i>Lonicera alpigena</i>
2	<i>Rosa alpina</i>	+	<i>Acer Pseudoplatanus</i>
2	<i>Salix grandifolia</i>	+	<i>Sorbus Chamaemespilus</i>

Recouvrement de la strate herbacée 100%.

4	<i>Adenostyles Alliariae</i>	+	<i>Geum rivale</i>
2	<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	<i>Geranium silvaticum</i>
2	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	+	<i>Aconitum Lycoctonum</i>
2	<i>Actaea spicata</i>	+	<i>Paris quadrifolia</i>
2	<i>Crepis paludosa</i>	+	<i>Phyteuma spicatum</i>
1	<i>Aruncus silvester</i>	+	<i>Knautia silvatica</i>
1	<i>Veratrum album</i>	+	<i>Angelica silvestris</i>
1	<i>Primula elatior</i>	+	<i>Euphorbia dulcis</i>
1	<i>Saxifraga rotundifolia</i>	+	<i>Valeriana officinalis</i>
1	<i>Rumex arifolius</i>	+	<i>Epilobium alpestre</i>
1	<i>Poa Chaixii</i>	+	<i>Epilobium montanum</i>
+	<i>Allium victorialis</i>		

Parallèlement à cette association, on rencontre de petites surfaces à forte concentration d'*Epilobium angustifolium* (abondance-dominance 5).

Bien que l'altitude, l'exposition et le climat local ne soient pas contraires à l'établissement ici de l'*Asplenio-Piceetum* (cf. RICHARD 1961), nous ne trouvons que quelques épicéas, accompagnés d'un certain nombre de mauvaises indicatrices de cette association. Cela est probablement dû au fait que le substratum géologique ne fournit pas de gros blocs (roches eugéogènes).

La configuration du Creux-de-Nardoran offre un deuxième versant nord secondaire où nous avons retrouvé le *Carex ferruginea* en compagnie du *Rhododendron ferrugineum*. Nous apparenterions volontiers cette station à un *Mugo-Rhododentretum* (association spécialisée sur les pentes nord et les couloirs d'avalanche). Si le pin de montagne ne figure pas ici même, il n'en est pas très éloigné. On peut supposer qu'il en aura été chassé par l'homme qui cherche à augmenter les surfaces herbeuses pour le bétail, bétail dont la présence est marquée par *Trisetum flavescens*, *Deschampsia caespitosa*, *Anthoxantum odoratum*, *Dactylis glomerata*, etc. Des compagnes hygrophiles et sciaphiles apparaissent également (*Bartsia alpina*, *Soldanella alpina*, *Senecio Doronicum*, *Pulsatilla alpina*, *Leontodon hispidus*, *Anemone narcissiflora*, etc.). Cette association, dans une série topographique, est comprise entre le *Seslerio-Sempervirentetum* et l'*Adenostylo-Cicerbitetum*, selon un schéma qui se présente fréquemment sur les versants nord de la région. L'analyse de la végétation du *Caricetum ferrugineae* ne montre nulle part qu'il puisse s'agir d'un faciès du *Caricetum Davallianae*, comme cela existe dans les Alpes (HÖHN 1936). Contrairement à ce qui se passe dans l'Oberland bernois, le *Caricetum ferrugineae* ne semble pas pouvoir évoluer ici en une prairie à *Festuca rubra* var. *commutata*, ni d'ailleurs se transformer en *Nardetum*. Il présente une certaine analogie avec le groupement à *Carex austroalpina* (vicariant du *Carex ferruginea*) dans la région de la Grigna, au sud des Alpes (C. Favarger, communication orale).

CHAPITRE DEUXIÈME

La distribution du *Caricetum ferrugineae*  
dans le reste de la chaîne du Jura

A. L'association à l'état fragmentaire

Nous commencerons par étudier les rares stations du Jura, étrangères à la région du Reculet-Crêt de la Neige, où l'association qui nous intéresse est présente, bien qu'offrant un faciès appauvri.

1. Station de la Barillette (Saint-Cergue).

En 1952, LÜDI la considère comme unique dans le Jura suisse et en donne le relevé suivant :

<i>Carex ferruginea</i>	5	<i>Ajuga reptans</i>	1—2
<i>Agrostis alba</i>	+	<i>Veronica latifolia</i>	+
<i>Calamagrostis varia</i>	0—3	<i>Valeriana montana</i>	+
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1—2	<i>Galium pumilum</i>	+
<i>Luzula silvatica</i>	+	<i>Phyteuma spicatum</i>	+
<i>Veratrum album</i>	+	<i>Knautia silvatica</i>	2
<i>Salix appendiculata</i>	1	<i>Adenostyles Alliariae</i>	+
<i>Cardamine pinnata</i>	+	<i>Solidago Virga aurea</i>	+
<i>Sorbus chamaemespilus</i>	1	<i>Bellidiastrum Michelii</i>	2—3
<i>Alchemilla hoppeana</i>	+	<i>Chrysanthemum leucan-</i>	
<i>Acer pseudoplatanus</i>		<i>themum ssp. montanum</i>	+
(Keimling)	+	<i>Cirsium erisithales</i>	1
<i>Astrantia major</i>	3	<i>Centaurea montana</i>	1
<i>Heracleum sphondylium</i>		<i>Crepis paludosa</i>	+
ssp. <i>montanum</i>	+	<i>Hieracium murorum</i>	1
<i>Soldanella alpina</i>	+		

L'analyse de ce relevé montre qu'il ne contient que très peu d'espèces caractéristiques du *Caricetum ferrugineae* des Alpes par exemple. Bien que moins représentatif, nous l'apparenterions volontiers au *Caricetum ferrugineae calamagrostietosum variae* que nous avons décrit dans la région du Reculet (voir p. 253 et tableau de végétation; relevés 7, 8, 9, 10).

Les cartes topographiques<sup>1</sup> et géologique<sup>2</sup>, ainsi que les coupes de la figure 4, font mieux comprendre l'importance des facteurs hydro-géologiques dans le déterminisme du *Caricetum ferrugineae*. Rechercher la laîche ferrugineuse dans le Haut-Jura revient à inventorier les horizons à sources.

<sup>1</sup> Carte nationale de la Suisse 1 : 25 000. Feuilles 1260 et 1261.

<sup>2</sup> Carte géologique de la Dôle-Saint-Cergue. H. LAGOTALA 1920.

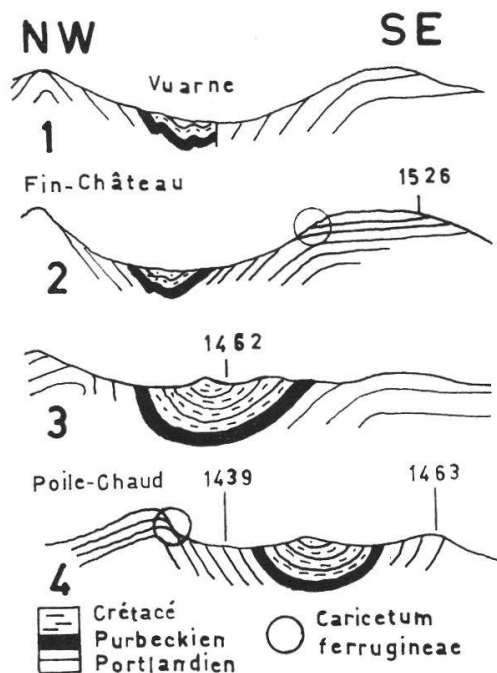


Fig.4. Coupes sériées (d'après H.LAGOTALA) mettant en évidence le régime hydrique du profil 2 par opposition aux profils 1 et 3. Les bancs marneux du portlandien inférieur et du purbeckien favorisent la résurgence de l'eau d'infiltration à des niveaux inférieurs. Si la disposition et la nature des couches sont avantageuses, encore faut-il que le système d'irrigation soit efficace. Le profil 2 montre qu'il existe à la Barillette un important bassin d'alimentation dominant la station de *Carex ferruginea*. Quant au profil 4, il explique de la même façon l'existence locale du *Caricetum ferrugineae* sur le versant nord de l'anticlinal de la Dôle.

A la Barillette, on peut distinguer deux faciès de *Caricetum ferrugineae* :

- a) L'association repose sur un sol relativement épais qui éloigne le *Carex ferruginea* de l'eau de suintement sous-jacente. Lors des périodes de sécheresse, le *Carex*, en raison de son enracinement superficiel, ne peut plus puiser en profondeur la quantité d'eau qui lui est nécessaire, contrairement à d'autres espèces comme *Adenostyles Alliariae*, *Calamagrostis varia* ou les jeunes épicéas (fig. 5). C'est pourquoi ce groupement nous paraît en équilibre instable.

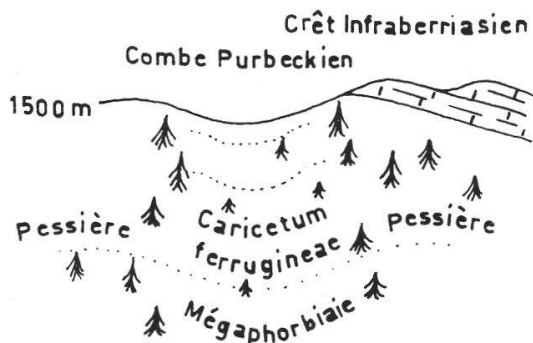


Fig. 5. Régression des surfaces de *Carex ferruginea*. La concurrence exercée par la pessière se manifeste par la présence de petits épicéas. (Les semis ne sont plus étouffés par les hautes herbes.)

- b) L'association repose sur des rochers très humides. Les petites terrasses sont recouvertes par un épais tapis de mousse. Les racines du *Carex* sont en contact direct avec la roche mère diaclasée. La faible durée d'enneigement sur ce faciès est significative. Elle prouve que ce facteur n'est pas primordial. La forte durée d'enneigement est surtout précieuse sur les talus d'éboulis. La neige raccourcit non seulement la période de végétation mais encore la période de sécheresse estivale (la fonte s'échelonne sur plusieurs mois). Elle joue également un



rôle important dans l'évolution des sols : les avalanches, les glissements, la solifluxion, le peignage par la neige, etc., rajeunissent les versants. Les cicatrices d'arrachement constituent souvent des endroits de prédilection pour le *Carex ferruginea*.

## 2. Station de la Dôle.

A vrai dire, les quelques touffes de *Carex ferruginea* qu'on observe ici sont un piètre reflet de l'association que nous avons vue au Reculet. Mais ce qui fait l'intérêt de la station, c'est qu'elle montre de façon frappante l'influence de faibles variations de la structure géologique sur la végétation. En effet le versant E-N-E de l'anticlinal de la Dôle est façonné sur des couches à contre pente (végétation correspondante relativement sèche : *Seslerio-Sempervirentetum*, *Laserpitio-Seslerietum*<sup>1</sup>), sauf autour du point 497375/143075. A cet endroit, les couches ont une autre disposition que sur le reste du versant (plongée axiale). Elles forment un petit bassin d'alimentation dominant précisément le *Caricetum ferrugineae*. L'association bénéficie donc tant soit peu d'un système d'irrigation, alors que le *Laserpitio-Seslerietum*, qui se trouve à côté, sur les plans de couche, n'en profite pas. Aussi, bien que n'ayant pas des sols fondamentalement différents (sols jeunes, meubles, du type AC, riches en humus avec un squelette fin), ces deux associations se distinguent par la quantité d'eau qu'elles reçoivent et le mode de distribution de celle-ci. L'influence de la structure sur la position du versant est déterminante.

### B. Les stations analogues

Les stations que nous passerons maintenant en revue n'abritent pas *actuellement* de *Caricetum ferrugineae*. Nous les avons explorées toutefois avec attention soit parce que la laïche ferrugineuse y a été signalée par des floristes, soit parce qu'on y trouve une ou plusieurs espèces caractéristiques de l'association.

#### 1. Station du Creux-de-Cruaz.

GRENIER (1861) signale le *Carex ferruginea* au Brassus. Cette station nous est totalement inconnue. Jusqu'à preuve du contraire, elle semble correspondre à celle, douteuse, du Creux-de-Cruaz, où nous n'avons pas observé l'association. Il n'est pas impossible que la laïche ferrugineuse ait disparu de cet endroit depuis l'époque de GRENIER à la suite d'une période critique.

Le Creux-de-Cruaz constitue un bassin fermé situé au sommet de la voûte anticlinale du Noirmont. Le profil géologique transversal présente à peu près la même disposition qu'à Chasseral (voir p. 249). Quant au

<sup>1</sup> Le *Laserpitio-Seslerietum* est localisé sur les plans de stratification ou sur les têtes de couche dégradées.

profil longitudinal, selon l'axe de l'anticlinal, il n'occasionne pas non plus de résurgences. Les plongées axiales ne donnent pas aux couches une disposition permettant la formation d'un bassin d'alimentation structural. Les autres facteurs écologiques favorables à l'association étant représentés au Creux-de-Cruaz (sol, climat local, exposition, altitude), on doit en conclure que ce sont bien les facteurs hydrogéologiques qui jouent le rôle déterminant dans la présence ou l'absence du *Caricetum ferrugineae*.

## 2. Station du Creux-du-Van.

La laïche ferrugineuse a été indiquée au Creux-du-Van par GODET (1869) : « ... en montant par le sentier de la Grand-Vi ! » (fig. 6, Creux-du-Van II). D'autres auteurs ont revu, semble-t-il, cette station, précisant même son emplacement. Cependant, nous ne connaissons actuellement personne qui ait vu la laïche ferrugineuse dans le canton de Neuchâtel et, dans l'Herbier de l'Institut de botanique, nous n'avons trouvé aucun exemplaire authentique de *Carex ferruginea* récolté au Creux-du-Van. Des recherches récentes nous font penser que l'espèce aurait disparu au début du siècle à la suite de modifications importantes survenues dans l'évolution de la forêt<sup>1</sup>. Son existence sans doute précaire revêtait probablement un caractère accidentel; elle était due, selon nous, à un facteur tectonique<sup>2</sup>: décrochement entraînant une variation de la nature des versants comme le montre la figure 6.

STATIONS			
<u>SANS CAREX FERRUGINEA</u>		<u>AVEC CAREX FERRUGINEA</u>	
Chasserai		Barillette	
Creux-du-Van I		Creux-du-Van II *	
Mt Racine		Crêt de la Neige	
Creux de Cruaz		Creux de Nardaran	

Fig. 6. Tableau synoptique du régime hydrique de quelques stations du Jura. En trait gras: orientation des plans de couches. En trait fin: orientation des versants. Pente > Pendage.

\* Station indiquée par GODET en 1869, mais probablement disparue aujourd'hui.

<sup>1</sup> En 1911, un ouragan a dévasté la zone qui abritait le *Carex ferruginea* (d'après GODET puis différents auteurs) et qui selon toute vraisemblance correspondait à une pessière (même physionomie générale qu'à la Barillette). En 1925, époque où l'on enregistre une tendance générale au reboisement, 10 000 hêtres ont été plantés à cet endroit, entraînant des modifications importantes du biotope et en particulier de la strate herbacée (J. L. Richard, communication orale). En effet, nous ne trouvons aucune espèce caractéristique du *Caricetum ferrugineae* à cet endroit. Mais la présence de *Carex brachystachys* sur un faciès rocheux, situé au-dessus de cette hêtraie secondaire, indique qu'on pourrait encore y trouver le *Carex ferruginea*.

<sup>2</sup> La carte géologique du Creux-du-Van (SCHARDT 1902) ne fait pas mention de cet accident tectonique. Nous avons eu la chance de rencontrer M. J. MULLER, de l'Institut de Géologie de Neuchâtel, qui a bien voulu nous commenter sa nouvelle carte de la région (1960).

Rappelons que le *Laserpitio-Calamagrostietum*, qui se trouve au fond du Creux-du-Van (fig. 6, Creux-du-Van I), présente un certain degré de parenté avec le *Caricetum ferrugineae*; le sol, trop sec et riche en terre fine (J. L. Richard, communication orale), semble jouer ici un rôle déterminant.

La petite station isolée et actuellement détruite du Creux-du-Van est la seule qui n'appartienne pas à la chaîne du Reculet-Mont-Tendre; si elle a pu se maintenir autrefois à cet endroit, elle le devait à un accident tectonique, et secondairement au climat local (RICHARD 1961).

### 3. Station de Chasseral.

Malgré la présence de *Pedicularis foliosa* et d'*Orchis globosa*, la station n'offre qu'une faible affinité avec le *Caricetum ferrugineae* (*Crepideto-Festucetum rubrae commutatae*, LÜDI 1953). Personne en effet n'a encore trouvé le *Carex ferruginea* à cet endroit, si ce n'est E. Sire qui en a remis un exemplaire à l'Institut de botanique de Neuchâtel. Mais après vérification, l'échantillon s'est avéré être un *Carex sempervirens*!

En comparant l'écologie de cette station avec celle du Reculet (voir p. 249), nous avons dégagé les causes probables de l'absence du *Carex ferruginea* à Chasseral.

L'association a pu être représentée ici lors de périodes plus fraîches, notamment à la fin des dernières glaciations.

---

Le nombre des stations de *Caricetum ferrugineae* dans le Jura est donc très limité. Toutefois, la station du Crêt-de-la-Neige, que nous avons signalée, laisse supposer qu'il peut en exister d'autres, principalement dans la chaîne du Reculet-Mont-Tendre. L'intérêt des canyons du Crêt-de-la-Neige réside dans leur physionomie très particulière; ils traduisent l'amplitude écologique du *Carex ferruginea*. Il est peu probable qu'on découvre de nouvelles stations dans le Jura central ou septentrional, à moins qu'elles ne revêtent un caractère accidentel comme ce fut probablement le cas au Creux-du-Van. La localisation rigoureuse de notre association sur le premier anticlinal suppose que les conditions d'existence lui sont moins propices sur les chaînes qui se succèdent plus au nord. (Le *Carex ferruginea* n'y est pas exclu a priori.)

L'étude des stations du Jura central où le *Caricetum ferrugineae* ne se rencontre pas (ou plus) nous confirme dans l'idée que les facteurs écologiques décisifs pour l'établissement d'une telle association dans le Jura sont :

a) les conditions hydrogéologiques (régime hydrique, fig. 1a, 3, 4, 6, 7);

- b) la nature des versants : « en ressaut » ou crêt dégradé, en profil d'équilibre ;
- c) le sol : faible épaisseur, proportion humus/argile forte, squelette fin à moyen, influence de la solifluction, de la reptation de la neige, qui empêchent le sol de se stabiliser ; profil de type AC ;
- d) le climat local, voire même le microclimat : froid et surtout humide. Situation à l'abri des vents.

Les facteurs secondaires sont représentés par :

- a) l'altitude : 1250 — 1700 m ;
- b) l'exposition nord ;
- c) la durée d'enneigement : faible sur le faciès rocheux, forte sur les faciès d'éboulis ;
- d) les facteurs chimiques : pH 5,5 — 7 (optimum 6,5). Sols humiques pouvant être décarbonatés jusqu'à la roche mère (l'absence de carbonates étant due à un lessivage intense et rapide (D. Aubert, communication orale).

CHAPITRE TROISIÈME

Le déterminisme du *Caricetum ferrugineae*

Par l'étude du *Caricetum ferrugineae* nous avons pu démontrer qu'il existe des variations écologiques importantes d'une extrémité à l'autre de la chaîne du Jura ; nous préciserons la nature de ces variations et montrerons par là-même que les facteurs historiques ne sont pas les seuls responsables de l'appauvrissement du contingent floristique alpin vers l'est.

En étudiant le *Caricetum ferrugineae*, on se heurte en quelque sorte à un paradoxe écologique. En effet, comment se fait-il qu'une telle association puisse se développer sur les hauteurs du Jura que H. CHRIST (1907), entre autres, dépeint comme une région chaude et sèche : « Par suite de l'écoulement trop rapide des eaux, le sol est relativement aride sur toute la surface du Jura et sa végétation est celle des terrains secs. »

*L'unicité de la chaîne du Reculet dans le Jura.*

a) Au point de vue stratigraphique, les pelouses, entourant le sommet du Reculet, reposent en grande partie sur du séquanien inférieur, c'est-à-dire sur des roches marno-calcaires plus ou moins imperméables. L'examen de la carte topographique au 1 : 25 000 fait ressortir un chevelu hydrographique fort curieux pour le Jura. Ce réseau caractérise certaines régions de nos Préalpes, mais ne reflète pas du tout le modelé karstique classique du Jura<sup>1</sup>. Cette particularité géologique ne semble pas non plus avoir préoccupé THURMANN (1849) : « Région alpestre du Jura. De 1300 à 1700 m et un peu au-dessus. Terrains dysgéogènes très prédominants. » L'auteur oppose les roches dysgéogènes xérophiles (calcaires compacts) aux roches eugéogènes péliques, hygrophiles (marno-calcaires). D'ailleurs sur la planche III du même ouvrage, nous ne retrouvons pas, dans les dix schémas représentant les différentes configurations du Jura, une coupe géologique dont la zone sommitale soit formée essentiellement de roches marno-calcaires. Les conséquences hydrogéologiques d'une telle configuration sont pourtant importantes ; il nous paraît donc nécessaire de reproduire ici une configuration supplémentaire (fig. 7).

<sup>1</sup> Le système hydrographique nous semble exagéré. Tous les traits dessinés en bleu ne correspondent pas à un ruissellement continu. Si ce mode d'érosion a existé à l'époque post-glaciaire, ce qui est fort probable, nous ne l'avons pas observé ces dernières années. Cependant, après les orages violents (communication de Cyril Aubert), caractéristiques de cette région qui bénéficie d'averses de type méditerranéen, il n'est pas exclu que certains tronçons de cours d'eau reprennent une activité momentanée et contribuent ainsi au rajeunissement de plusieurs versants.

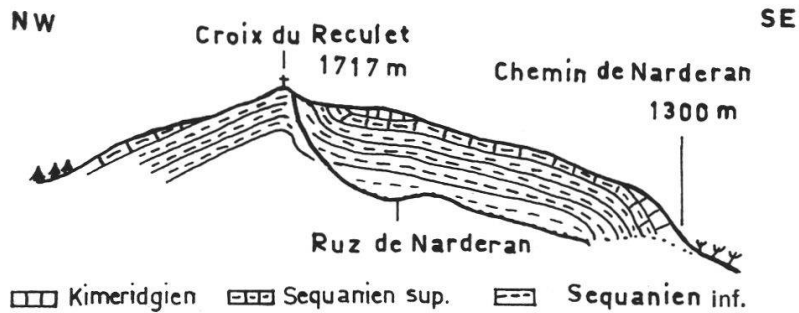


Fig. 7. Coupe géologique passant par le Reculet.

b) Comme nous pouvons le constater (fig. 7), l'épaisseur des couches marno-calcaires est énorme si on la compare à celle qu'on observe dans le Jura septentrional<sup>1</sup>. On passe de quelques dizaines à quelques centaines de mètres.

c) Dans l'analyse des différentes stations de *Caricetum ferrugineae* du Jura, nous avons été frappé par le fait que les surfaces les plus grandes, les plus homogènes, les plus représentatives sont localisées dans des ruz (fig. 8). Formant des biotopes très particuliers, les ruz sont la signature d'un faciès jeune du relief jurassien.

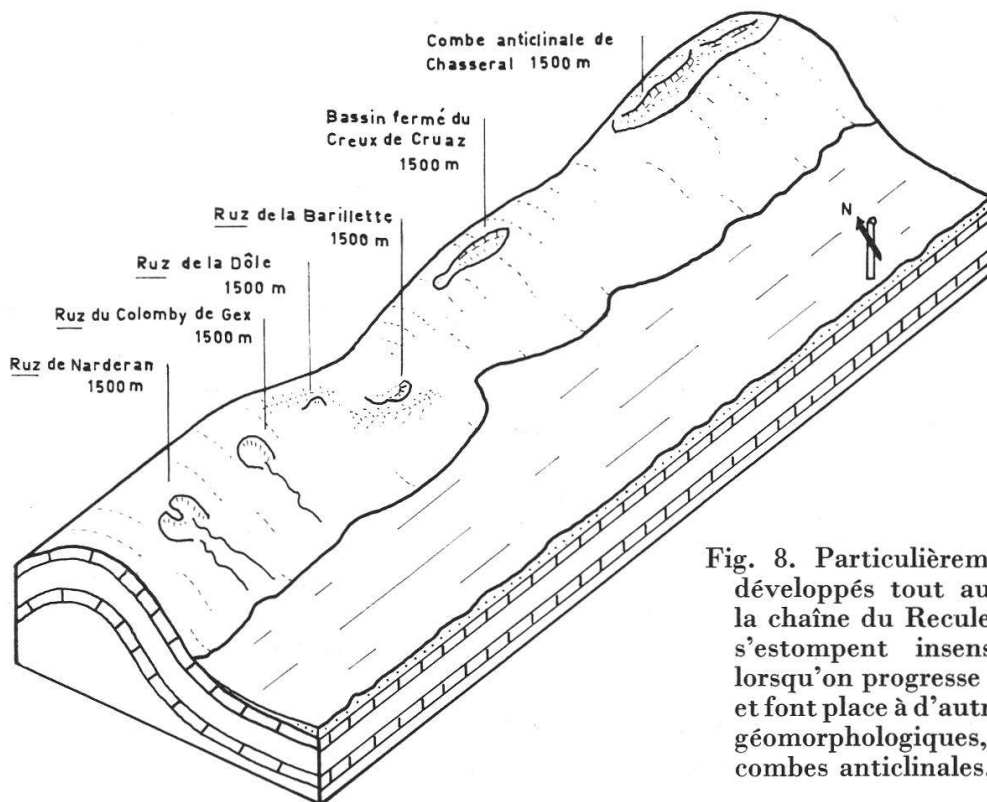


Fig. 8. Particulièrement bien développés tout au long de la chaîne du Reculet, les ruz s'estompent insensiblement lorsqu'on progresse vers l'est et font place à d'autres formes géomorphologiques, les combes anticlinales.

<sup>1</sup> Si nous attachons autant d'importance à ces quelques observations géologiques, c'est que les roches eugéogènes assurent une rétention d'eau très précieuse pour le *Caricetum ferrugineae*. De plus, selon THURMANN, la température des sources serait plus basse sur un massif eugéogène que sur un substrat offrant les propriétés opposées. (Nous n'avons pas fait d'observations précises à ce sujet.) Mais c'est surtout dans le modelé des versants que ces données stratigraphiques joueront un rôle écologique déterminant.

d) La chaîne du Reculet est formée par des couches séquaniennes formant une flexure sur le flanc sud (fig. 7). La disposition des couches est ainsi tout à fait favorable à la formation de sources ou de suintements (SCHARDT 1891).

e) Certains sommets du Jura méridional, le Reculet par exemple, apparaissent, en quelque sorte, comme de vastes réserves d'eau perchées au-dessus de 1600 mètres. En effet, les pelouses de l'horizon culminant reposent sur des couches subhorizontales ou subverticales, qui permettent la formation d'un sol composé d'une épaisse couche d'argiles résiduelles résultant de l'altération de la roche mère (surtout marno-calcaire)<sup>1</sup>.

f) L'inclinaison des pentes, la longueur des versants et la nature de la roche sous-jacente (marno calcaire) créent un faciès propre au Jura méridional. La chaîne du Reculet a connu une certaine vigueur tectonique ; elle est, de plus, bordée de profondes vallées (Valserine) exerçant un drainage efficace. Ces deux éléments expliquent en partie la forte déclivité. La hauteur des versants correspond à une dénivellation de plus de 1000 mètres.

g) L'importance des prairies naturelles caractérise cette région du Jura<sup>2</sup>.

h) Ce n'est pas tant l'altitude du Reculet (1721 m) qui nous intéresse que l'étendue de la tranche altitudinale située au-dessus de 1600 m. Inférieure à 1% dans le Jura bernois, cette tranche dépasse 12% dans le Jura genevois (fig. 9).

A cette altitude<sup>3</sup>, les précipitations annuelles dépassent 200 cm. On imagine la quantité d'eau retenue, soit par les sols, soit par la roche elle-même, et pouvant être distribuée sous forme de résurgences sur les versants sous-jacents. Précisons que le *Caricetum ferrugineae* ne se situe pas au-dessus de 1600 m mais juste au-dessous de cette altitude, plus précisément dans la zone copieusement irriguée et à forte pente. La figure 9 fait ressortir encore mieux deux formes de crêtes fondamentalement différentes.

<sup>1</sup> Les coupes pédologiques effectuées à ces endroits révèlent fréquemment une épaisseur d'un mètre de terre minérale, alors que sur du kimméridgien (Creux-du-Van, Chasseral) l'épaisseur du sol n'atteint guère que 40 cm. L'absorption d'eau est d'environ 40% (A. Bürger, communication orale). L'infiltration est ralentie ou peut être complètement arrêtée s'il y a colmatage. L'existence de nappes phréatiques n'est pas exclue. Le *Nardetum* partage avec d'autres associations ces pelouses perchées au-dessus de 1600 mètres.

<sup>2</sup> L'influence du parcours du bétail y est faible et localisée étant donné les difficultés d'accès. Elle était beaucoup plus forte au début du siècle. La pénurie de bergers, autant que la topographie, a favorisé cette évolution. L'activité humaine est encore très limitée. Elle se borne pour l'instant aux ardeurs de quelques excursionnistes non motorisés.

<sup>3</sup> La température s'abaissant d'environ 1° par 200 mètres de dénivellation, il est logique que les précipitations sous forme solide soient ici particulièrement élevées.

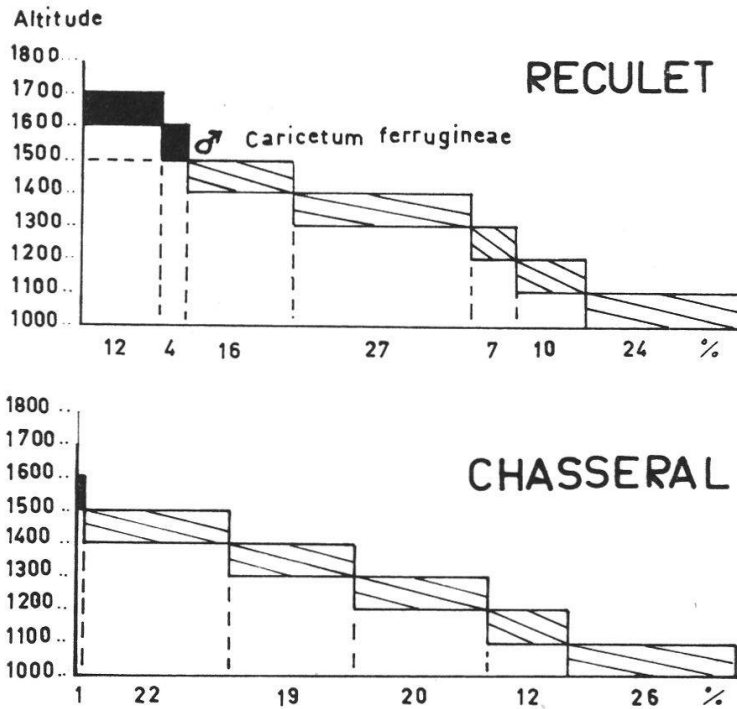


Fig. 9. Diagrammes représentant la répartition des altitudes par tranches de 100m dans la région du Reculet et de Chasseral. L'isohypse 1500 correspond à la zone optimale du *Caricetum ferrugineae* dans le Jura.

i) Il n'existe pas de variations climatiques très importantes d'une extrémité à l'autre du Jura ; citons cependant des différences d'altitude, de précipitations annuelles<sup>1</sup>, de vents dominants, d'exposition et d'insolexion des versants (courbure de l'axe anticlinal).

j) Les travaux récents de D. AUBERT (1965) apportent une contribution importante non seulement à la compréhension de l'écologie du *Caricetum ferrugineae*, mais aussi sur un plan plus général, à la connaissance du déterminisme de la végétation et de l'histoire de la flore du Jura. L'auteur signale l'existence d'une calotte glaciaire dont le niveau supérieur peut être estimé à près de 2000 m dans la région du Mont-Tendre (fig. 10).

L'érosion glaciaire a raboté vigoureusement la surface jurassienne et lui a donné un aspect caractéristique. Le décrochement de Pontarlier sépare le Jura en deux types de modelés, que l'auteur appelle Jura rocheux et Jura-pelouse suivant que l'aire a été occupée par la calotte glaciaire ou qu'elle est restée en dehors de celle-ci<sup>2</sup>. Nous pensons que l'existence actuelle du *Caricetum ferrugineae* dans le Jura dépend étroitement de la présence de la calotte glaciaire würmienne. Celle-ci,

<sup>1</sup> A ce propos, la carte pluviométrique de la Suisse 1 : 500 000 (UTTINGER 1949) nous paraît très suggestive. Elle montre notamment que toutes les stations de *Caricetum ferrugineae* dans le Jura sont étroitement localisées dans des zones où les précipitations annuelles dépassent 200 cm. Ces précipitations diminuent quand on progresse vers l'est et ne dépassent pas 140-160 cm dans le Jura central (Creux-du-Van, Chasseral, Weissenstein, etc.). Il est d'autre part intéressant de constater que les stations décrites au nord des Alpes (Hohgant, Oberiberg) se trouvent également dans des régions délimitées par l'isohyète 200.

<sup>2</sup> Le nunatak du Reculet, resté en dehors de la calotte glaciaire, constitue en quelque sorte une enclave de Jura-pelouse dans le Jura rocheux (fig. 10).



## Caricetum ferrugineae

- Optimum jurassien
- ⊙ Etat fragmentaire
- ? Probablement disparu

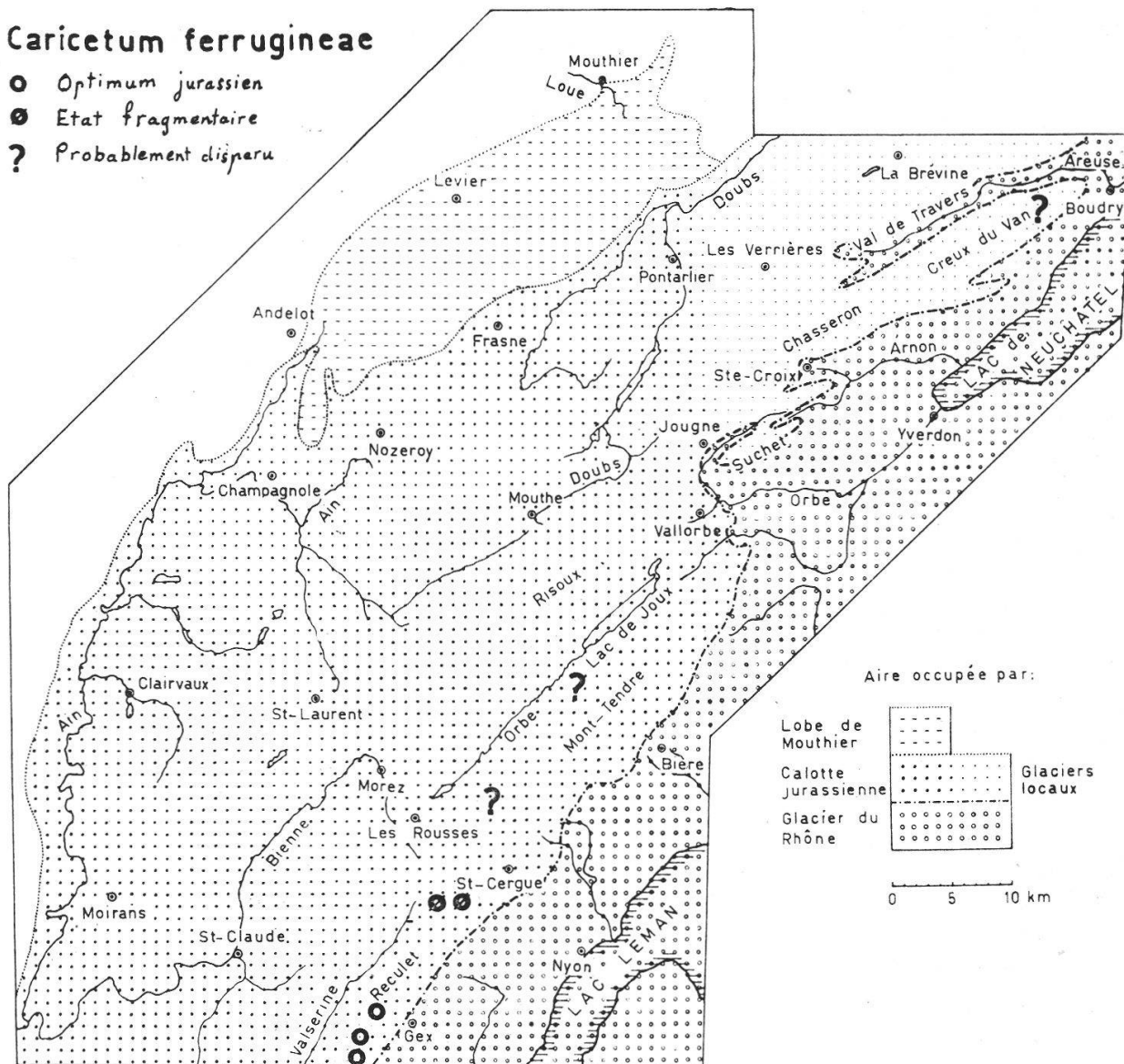


Fig. 10. Extension glaciaire au maximum wurmien (d'après AUBERT) en rapport avec la distribution actuelle du *Caricetum ferrugineae* dans le Jura (voir texte).

et plus tard les glaciers locaux de versants résultant du morcellement de cet appareil, ont contribué à façonner des cirques glaciaires. Souvent combinées à un ruissellement concentré et à d'autres facteurs géomorphologiques, ces dépressions peuvent aussi être appelées ruz. Et comme nous avons pu l'observer, c'est presque exclusivement dans ce type de modelé que se développe l'association en question. Il semble bien, en effet, que ces configurations ont souvent une microtopographie, un climat local et des facteurs hydrogéologiques qui leur donnent un cachet particulier. « Le travail des glaces a consisté tout d'abord à déblayer le terrain du sol et des cailloux superficiels et à curer les cavités karstiques. Puis l'érosion glaciaire proprement dite a complété cette dénudation <sup>1</sup>. » « La chaîne du Reculet-Mont-Tendre est extrêmement pauvre en matériel alpin d'altitude si on la compare à la région jurassienne située plus au N-E <sup>2</sup> ». Au point de vue pédologique, le

<sup>1</sup> et <sup>2</sup> D. AUBERT (1965).

*Caricetum ferrugineae* fuit les sols argileux, profonds, les terres résiduelles ou toute espèce d'accumulation de matériaux antéwürmiens. A l'est du décrochement de Pontarlier, les sols intacts suffisamment épais se prêtent à la culture et favorisent partout l'installation des fermes, tandis qu'à l'ouest les caractères sont plus rudes et permettent le maintien d'une végétation plus naturelle.

Les points traités jusqu'ici, tout en expliquant la localisation du *Caricetum ferrugineae* dans la chaîne du Reculet-Mont-Tendre, parlent en faveur d'une hétérogénéité des pelouses du Haut-Jura.

#### *Causes historiques et écologiques.*

A l'heure actuelle, il semble bien établi que la distribution de certaines espèces dans le Jura (*Senecio Doronicum*, *Lathyrus levigatus*, *Festuca pulchella*, *Pedicularis foliosa*, *Carex ferruginea*, etc.) est liée à des facteurs historiques (C. FAVARGER 1965, 2<sup>e</sup> édit.). Sans vouloir les négliger ni les sous-estimer, nous pensons qu'ils n'expliquent pas tout. Le travail que nous avons entrepris confirme cette impression, du moins dans le cas du *Caricetum ferrugineae*. En effet, nous avons mis en évidence des différences écologiques entre les deux extrémités du Jura, montrant notamment qu'il existe dans la chaîne du Reculet-Mont-Tendre un milieu particulier permettant l'établissement d'une association spécialisée ayant des exigences écologiques très étroites. L'appauvrissement progressif du *Caricetum ferrugineae* du S-W au N-E s'explique essentiellement par des causes écologiques. Les causes historiques nous semblent nécessaires pour expliquer la propagation du *Carex ferruginea* des Alpes au Jura, mais il n'est pas indispensable de les invoquer pour expliquer la répartition actuelle du *Carex ferruginea* et de son cortège dans le Jura.

La distribution des plantes alpines dans le Jura pose d'intéressants problèmes. On l'explique par différentes hypothèses :

a) Migration possible d'une chaîne à l'autre ; le Plateau n'ayant peut-être pas toujours été un obstacle infranchissable.

b) Espèces endurent la dernière glaciation sur place selon l'hypothèse des refuges : un nunatak méridional, un nunatak septentrional et quelques nunataks secondaires.

Nous ne voulons pas enlever à la théorie des massifs refuges sa valeur explicative. Cette hypothèse nous paraît pourtant peu vraisemblable dans le cas du *Caricetum ferrugineae* et plus spécialement du *Carex ferruginea* (espèce caractéristique la plus sensible). Nous constatons que les surfaces correspondant aux nunataks n'abritent pas cette espèce. Celle-ci semble être au contraire localisée dans des territoires où la glace a contribué au façonnement des versants. Les nunataks ne sont donc pas envisagés ici comme des facteurs historiques, mais

comme des facteurs écologiques dans la mesure où ils ont permis la conservation des sols et indirectement celle des eaux, lesquelles constituent un des facteurs déterminant du *Caricetum ferrugineae* (voir chapitres précédents). Si le nunatak du Reculet a existé, s'il a fonctionné comme refuge pour certaines plantes alpines, nous ne pensons pas qu'il ait pu constituer un biotope pour le *Carex ferruginea* à cette époque. La limite des neiges était située à environ 1200 mètres ; les conditions devaient y être trop extrêmes (D. Aubert, communication orale).

c) Voie d'immigration unique du S-W au N-E (hypothèse généralement admise).

Les dernières glaciations datant d'environ 12.000 ans, la dissémination d'une espèce a eu largement le temps de se faire :

1° par le vent (vents dominants du SW, violents sur les crêtes) ;

2° par les oiseaux (« Il existe pour les oiseaux et les chauves-souris un axe de migration saisonnière NE-SW » : J. DORST 1964) ;

3° par le bétail (transhumance, etc.).

Contrairement à ce qui est généralement admis, des obstacles orographiques (une cluse par exemple) ne nous semblent pas insurmontables. La propagation des espèces tout au long de l'arc jurassien nous apparaît relativement aisée, sauf peut-être dans le cas des espèces à aire actuellement disjointe. Si le Jura septentrional offrait des stations en tous points semblables à celle du Reculet, le *Carex ferruginea* y serait actuellement représenté.

d) Maintien de certaines plantes plus au nord du Jura pendant les dernières glaciations.

Nous souscrivons volontiers à cette hypothèse dans le cas de quelques espèces caractéristiques du *Caricetum ferrugineae*. Mais il est difficile de se prononcer catégoriquement sur la localisation géographique précise de ces espèces à des périodes lointaines ; l'étude de leurs conditions d'existence actuelles nous fait penser que l'aire du *Caricetum ferrugineae* devait s'étendre plus à l'est dans le Jura durant le retrait des glaciers wurmiens, au moment où les prairies et les forêts remplacèrent les stades pionniers périglaciaires. En Europe centrale, la zone bordière périglaciaire ne ressembla que peu au paysage arctique actuel. Elle reçut en effet les rayons solaires sous un grand angle d'incidence et ne fut pas assombrie par la longue nuit hivernale. Le climat fut donc glaciaire avant tout et pas plus arctique qu'alpin ; surtout précipitations estivales, température de 10° C en juillet, etc. (PORTMANN 1958, LITZELMANN 1961).

L'écologie des différentes stations de *Carex ferruginea* (voir chapitre précédent) nous fait penser que la période de fonte des glaces, et plus spécialement de la calotte glaciaire, a dû correspondre à une extension maximum de l'espèce dans le Jura (fig. 10). Tout semble indiquer que la période chaude postglaciaire qui a suivi a été critique pour le *Carex ferruginea*. Après la fonte rapide de la neige, des névés et des glaciers locaux qui recouvraient partiellement l'aire non occupée par la calotte,

la sécheresse, la formation des sols et le développement des forêts ont probablement été à l'origine d'un refoulement de l'association vers l'ouest. C'est alors que la masse importante de glace, constituée par l'inlandsis, a dû offrir à sa périphérie des conditions plus propices. Puis, le *Carex ferruginea* aurait dû disparaître normalement avec les derniers restes glaciaires s'il n'avait rencontré, dans la chaîne du Reculet, quelques facteurs écologiques de substitution. Ces facteurs spécifiques ont permis de maintenir une association spécialisée. Mais, selon l'évolution géomorphologique des versants, telle qu'on peut la suivre actuellement et selon l'évolution du climat<sup>1</sup>, il est permis de prévoir dans le Jura une régression, voire une disparition totale du *Caricetum ferrugineae* dans une période géologique proche.

### CONCLUSION

On ne peut parler de *Caricetum ferrugineae* que sur la chaîne du Reculet-Mont-Tendre. Les stations du Reculet et du Crêt de la Neige sont les plus représentatives. On y trouve environ la moitié des espèces caractéristiques des Alpes, dont *Festuca pulchella*, *Festuca violacea*, *Orchis globosa*, *Pedicularis foliosa*, *Senecio Doronicum*, etc., auxquelles s'ajoutent des plantes euryoïques telles que *Alchemilla Hoppeana*, *Bellidiastrum Michellii*, *Lotus corniculatus*, etc. Sur le versant nord du Creux-de-Nardaran, le *Caricetum ferrugineae* se trouve en mosaïque avec d'autres associations. Il se relie très fréquemment à la mégaphorbiaie par une série d'intermédiaires (Relevé 10). Selon les stations, il comble les vides des taillis de saules et de sorbiers, de rhododendrons (versants nord du Creux-de-Nardaran) ou des couloirs à forte accumulation de neige avec quelques épicéas disséminés (station de la Barillette), comme s'il avait besoin d'une ombre protectrice.

Elargissant nos recherches, tout au long de la chaîne jurassienne, nous avons mis à jour l'aire de distribution actuelle du *Caricetum ferrugineae* dans le Jura (fig. 10). La comparaison des différentes stations montre l'appauvrissement du groupement au fur et à mesure que l'on progresse vers l'est (développement optimum dans la chaîne du Reculet, à l'état fragmentaire à la Dôle et actuellement nul dans le Jura central et septentrional où son existence, jusqu'à une époque assez récente, est vraisemblable. Mais ce qui fait l'intérêt de l'analyse successive de ces différentes stations, plus ou moins homogènes et représentatives, c'est qu'elle fait ressortir les facteurs décisifs de l'association<sup>2</sup>. Elle permet de circonscrire les exigences écologiques étroites du *Caricetum ferrugineae* dans le Jura.

D'une manière plus générale, l'étude du *Caricetum ferrugineae* a permis de déceler des différences écologiques importantes entre le Jura

<sup>1</sup> On assiste actuellement à un réchauffement du climat (GUYOT 1953 et BRAUN-BLANQUET 1964, pp. 688-693).

<sup>2</sup> L'association est en quelque sorte utilisée comme réactif pour mettre en évidence les caractéristiques écologiques d'une station.

méridional et le Jura central. L'existence d'une calotte glaciaire de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, à l'endroit même où certains auteurs signalent un important refuge de plantes alpines, apporte un élément nouveau au débat sur les causes de la répartition actuelle des espèces alpines dans le Jura. Il nous semble que les hypothèses classiques doivent être examinées à nouveau à la lumière des travaux récents des géologues et notamment ceux de D. AUBERT (*op. cit.*). Nous basant sur les nouveaux ouvrages de cet auteur et sur ce que nous avons appris du *Caricetum ferrugineae* dans le Jura, nous proposons une hypothèse quant à l'évolution dans le temps et dans l'espace de cette intéressante association, hypothèse à laquelle nous espérons apporter prochainement quelques justifications supplémentaires. Quoiqu'il en soit, la localisation du *Carex ferruginea* dans le Jura méridional s'explique selon nous par des causes écologiques, donc actuelles, qui — il est vrai — ont pris naissance à la suite d'événements glaciologiques, donc en un certain sens aussi historiques. Il conviendra d'étudier les causes de la répartition jurassienne d'autres espèces alpines avant de généraliser notre hypothèse.

#### Remerciements

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à MM. les professeurs C. Favarger, J.-L. Richard, D. Aubert, J.-P. Portmann, à MM. J. Meia, chef de travaux à l'Institut de Géologie, et C. Farron, ancien assistant à l'Institut de Botanique, qui nous ont conseillé et qui ont partagé avec nous les fatigues et les plaisirs d'excursions dans la chaîne du Reculet. Nos remerciements vont encore aux professeurs M. Moor, Ch. Terrier et J.-P. Schaer qui nous ont fait bénéficier de leur expérience, ainsi qu'à M. P. Correvon et à tous nos camarades d'études dont la collaboration nous a été précieuse.

Enfin, nous tenons à remercier la commission phytogéographique de la Société helvétique des Sciences naturelles et son président, M. le professeur Zoller, pour les subsides accordés qui ont permis de mener à chef cette étude.

---

#### Résumé

Nous avons décrit, pour la première fois, le *Caricetum ferrugineae* dans le Jura, avec quatre sous-associations. Il n'y a pas lieu de le différencier de celui des Alpes. Nous avons mis en évidence les facteurs écologiques de cette association en nous appuyant principalement sur des critères géomorphologiques et sur l'observation des profils de sols. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, l'appauvrissement du

*Caricetum ferrugineae* vers l'est n'est pas dû essentiellement à des facteurs historiques, mais est déterminé surtout par l'écologie. Les travaux récents de D. AUBERT (1965) soulèvent le problème d'une évolution de l'aire écologique possible du *Carex ferruginea* après les dernières glaciations. Nous pensons que la distribution géographique d'autres espèces est également liée à l'existence de la calotte glaciaire jurassienne et d'une façon générale à des variations écologiques importantes entre les deux extrémités de la chaîne jurassienne.

### Zusammenfassung

Wir haben, zum ersten Mal für den Jura, das *Caricetum ferrugineae* mit vier Untergruppierungen beschrieben. Es besteht keine Veranlassung, diese von denjenigen der Alpen zu unterscheiden. Wir haben die ökologischen Faktoren dieser Assoziation aufgezeigt, indem wir uns hauptsächlich auf geomorphologischen Kriterien sowie auf die Beobachtung der Bodenprofile stützten. Die Verarmung des *Caricetum ferrugineae* gegen Osten beruht nicht, wie man glauben könnte, zur Hauptsache auf historischen Faktoren, sondern wird hauptsächlich durch die Ökologie bestimmt. Neuere Arbeiten von D. AUBERT (1965) erwähnen das Problem einer Evolution der möglichen ökologischen Aera von *Carex ferruginea* nach den letzten Vereisungen. Wir nehmen an, dass die geographische Verteilung anderer Arten ebenfalls mit dem Vorhandensein der Eiskappe des Jura und in ganz allgemeiner Weise mit den ökologischen zwischen den beiden Enden der Jurakette verbunden ist.

### Summary

We give here the first description of the *Caricetum ferrugineae* with four sub-associations in the Jura. There seems to be no reason to differentiate it from that found in the Alps. We have laid emphasis chiefly on the ecological factors of this association as we referred essentially to geomorphology and the study of soil profiles. Against what might be expected, the impoverishment of the *Caricetum ferrugineae* towards the East is not due to historical factors mainly but chiefly to ecology. Recent work by D. AUBERT (1965) raises the problem of the evolution of the possible ecological area of the *Carex ferruginea* following the last glaciations. We consider that the geographical distribution of other species is also due to the ice-cap of the Jura and more generally to important ecological variations occurring between the two extremities of the Jurachain.

---

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT, D. — (1959). Le décrochement de Pontarlier et l'orogénèse du Jura. *Mém. Soc. vaud. Sci. nat.* N° 76, vol. 12 (4) : 93-152, 11 fig., pl. 1-2.
- (1965). Calotte glaciaire et morphologie jurassiennes. *Ecl. Geol. Helv.* 58 (1) : 555-578, 9 fig.
- AUBERT, S. — (1901). La flore de la vallée de Joux. *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 23 : 327-471, pl. 1-5.
- (1947). Plantes étrangères introduites à la Vallée de Joux. *Bull. Soc. Bot. Genève*, 2<sup>e</sup> série, vol. XXXVIII : 55-62.
- AUBERT, S. et LUQUET, A. — (1930). Les associations végétales du Mont-Tendre. *Revue de géographie alpine, Grenoble* 18 (3) : 491-536.
- BOUVIER, R. — (1946). Les migrations végétales. 309 pp., *Paris*.
- BRAUN-BLANQUET, J. — (1964). Pflanzensoziologie. 865 pp., 442 fig., *Wien*.
- BRIQUET, J. — (1891). Recherches sur la flore du district savoisien et du district jurassique franco-suisse. *Engler's Botanische Jahrbücher* 13 : 47-105, pl. 1-2.
- BURGER, A. — (1959). Hydrogéologie du bassin de l'Areuse. *Bull. Soc. neuch. Géogr.* 52 : 5-304, pl. 1-6, 29 fig.
- CHRIST, H. — (1907). La flore de la Suisse et ses origines. Nouvelle édition augmentée d'un aperçu des récents travaux géobotaniques concernant la Suisse. XIV + 575 pp., 5 cartes, pl. 1-4, *Bâle - Genève - Lyon*.
- DERRUAU, M. — (1958). Précis de géomorphologie. 395 pp., 164 fig., pl. 1-50, *Paris*.
- DUCHAUFOR, Ph. — (1965). Précis de pédologie. 2<sup>e</sup> édit. 481 pp., *Paris*.
- ELLENBERG, H. — (1956). Grundlagen der Vegetationsgliederung. 136 pp., 19 fig., pl. 1-21, *Stuttgart*.
- (1963). Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Einführung in die Phytologie IV : 944 pp., 515 fig., pl. 1-129, *Stuttgart*.
- FAVARGER, C. — (1966). Flore et végétation des Alpes II. 2<sup>e</sup> édit. revue et augmentée. 301 pp., 41 fig., pl. 1-32, *Neuchâtel*.
- (1960). Une espèce nouvelle pour la Flore du Jura : *Carex rupestris* All. *Acta Soc. helv. Sc. nat.* 113-119.
- FAVRE, J. — (1924). La flore du cirque de Moron et des hautes côtes du Doubs. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 49 : 3-130, 5 fig.
- FOURNIER, P. — (1946). Les quatre flores de France. 1105 pp., 8075 fig., *Paris*.
- GODET, C. H. — (1853). Flore du Jura. 872 pp., *Neuchâtel*.
- GRENIER, Ch. — (1865). Flore de la chaîne jurassique. 1001 pp., *Besançon*.
- GUINOCHET, M. — (1955). Logique et dynamique du peuplement végétal. 143 pp., 32 fig., *Paris*.
- GUYOT, E. — (1963). Le climat de Neuchâtel se réchauffe-t-il? *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 86 : 69-79.
- HEGG, O. — (1965). Untersuchungen zur Pflanzensoziologie und Ökologie im Naturschutzgebiet Hohgant. *Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz* 46 : 188 pp., nb. fig.
- HEGL, G. — (1937). Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 3 : 643 pp., 404 fig., *München*.

- HERMANN, F. — (1956). Flora von Nord und Mitteleuropa. XII + 1154 pp., Stuttgart.
- HÖHN, W. — (1936). Vegetationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Die hygrophilen Pflanzengesellschaften. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 46 : 365-411.
- ISSLER, E. — (1936). Les associations végétales des Vosges méridionales. 606 pp., Colmar.
- JENNY-LIPS, H. — (1948). Vegetation der schweizer Alpen. 240 pp., 112 fig., Zurich.
- KRANK, E. H. et FAVARGER, C. — (1948). Géographie. 132 pp., 37 fig., Neuchâtel.
- LITZELMANN, E. und M. — (1961). Verbreitung von Glazialpflanzen im Vereisungsgebiet des Schwarzwalds. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.* 51 : 209-244, 10 fig., 4 cartes.
- LÜDI, W. — (1921). Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. *Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz* 9 : 364 pp., 4 tabl.
- (1953). Bericht über den 9. Kurs in Alpenbotanik. *Ber. Geobot. Inst. Rübel für das Jahr 1952* : 14-54.
- MEIA, J. — (1965). Géologie de la Montagne de Boudry (Jura neuchâtelois, Suisse). *Bull. soc. neuch. Géogr.* 53 (2) : 1-47, 15 fig., 1 carte.
- MOOR, M. und SCHWARZ, U. — (1957). Die kartographische Darstellung der Vegetation des Creux du Van-Gebietes. *Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz* 37 : 114 pp.
- MULLER, J. — (1960). Etude géologique du Creux-du-Van. Travail déposé à l'Institut de Géologie à Neuchâtel (non publié).
- OBERDORFER, E. — (1949). Pflanzensoziologie, Excursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. 987 pp., 58 fig., Iéna.
- PORTMANN, J.-P. — (1960). Le quaternaire, ère géologique de l'homme. *Archives des Sciences, Genève* 13 (2) : 174-190, 5 fig.
- POTTIER-ALAPETITE, G. — (1943). Recherches phytosociologiques et historiques sur la végétation du Jura central et sur les origines de la flore jurassienne. 339 pp., 67 fig., Tunis.
- QUANTIN, A. — (1949). Les sols de la Franche-Comté et de la chaîne jurassienne. *Bull. Soc. Hist. nat. du Doubs* 53 : 33-38.
- RAUSCHERT, S. — (1963). Beitrag zur Vereinheitlichung der soziologischen Nomenklatur. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgemeinschaft.* 10 : 232-250.
- REY, P. — (1960). Essai de phytocinétique biogéographique. 399 pp., Paris.
- RICHARD, J.-L. — (1956). L'épicéa à la limite de sa répartition naturelle dans le Jura suisse. *Journal forestier suisse* 3 : 153-163.
- (1960). Applications pratiques de la phytosociologie et de la pédologie à quelques forêts d'épicéas du Jura. *Ibid.* 4 : 217-224.
- (1961). Les forêts acidophiles du Jura. Etude phytosociologique et écologique. *Mat. pour le levé géobot. de la Suisse* 38 : 164 pp., 38 fig.
- (1965). Extraits de la carte phytosociologique des forêts du canton de Neuchâtel. *Ibid.* 47 : 48 pp.
- RICHARD, J.-L. et FAVARGER, C. — (1960). Les enclaves de végétation acidophile dans le Jura et le problème du climax. *Colloques Soc. bot. France* 107 : 99-109.



- SCHARDT, H. — (1891). Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura. *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 27 : 1-92, pl. 1-4.
- SCHARDT, H. et DUBOIS, A. — (1902). Description géologique des gorges de l'Areuse. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 30 : 195-348.
- SPINNER, H. — (1910). L'évolution de la flore neuchâteloise. *Bull. Soc. neuch. Géogr.* 20 : 5-23.
- (1918). La distribution verticale et horizontale des végétaux vasculaires dans le Jura neuchâtelois. *Mém. Univ. Neuchâtel* 2 : 197 pp., pl. 1-8.
- (1932). Le Haut-Jura neuchâtelois Nord-occidental. *Mat. pour le levé géobot. de la Suisse* 17 : 197 pp., pl. 1-6, 2 cartes.
- STUEBING, L. — (1965). Pflanzenökologisches Praktikum. 262 pp., 74 fig., *Berlin und Hamburg*.
- THIÉBAUD, C. E. — (1937). Etude géologique de la région Travers, Creux-du-Van, Saint-Aubin. Thèse. *Bull. Soc. neuch. Géogr.* 45 : 1-76 pp., 2 fig., 1 pl.
- THIÉBAUD, M. — (1955). Sur la flore de la région biennoise et de la chaîne de Chasseral ; ses éléments alpins. *Les Alpes* 2 : 1-4.
- THURMANN, J. — (1849). Essai de phytostatique appliquée à la chaîne du Jura et aux contrées voisines. 444 + 373 pp., pl. 1-7, *Berne*.
- UTTINGER, H. — (1949). Les précipitations en Suisse 1901-1940. 27 pp., avec 1 carte pluviométrique de la Suisse 1 : 500 000, *Zurich*.
- WALTER, H. — (1960). Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Einführung in die Phytologie III. 566 pp., pl. 1-265, *Stuttgart*.
- ZOLLER, H. — (1954). Die Typen der Bromus erectus - Wiesen des schweizer Juras. *Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz* 33 : 309 pp., 22 fig., 25 tabl.
-