

Zeitschrift: Beiheft zum Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 4 (1977)

Artikel: Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft in der Schweiz =
Levé cartographique des aptitudes climatiques pour l'agriculture en
Suisse

Autor: Jeanneret, François / Vautier, Philippe

Kapitel: 4: Entwurf der Klimaeignungskarte : Methodik = Realisation des cartes :
methodologie

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-960238>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

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

Diese Liste der Fehlerquellen deutet auf die unterschiedliche Genauigkeit der Ergebnisse hin (Beurteilung der Stationen und ihre Kartierung): sie variiert lokal je nach Informations- und Datendichte, nach der Qualität der agronomischen und klimatologischen Grundlagen sowie nach zufallsbedingten Veränderungen (wie zum Beispiel statistisch nicht erfasste Witterungen, Vor- oder Abhandensein von Spezialuntersuchungen).

Nach der Zuverlässigkeit der Beobachtungsergebnisse lassen sich die Stationen folgendermassen einteilen: am zuverlässigsten liess sich die Klimaeignung für die vollständigen Stationen mit Beobachtungsdaten der drei Klimaelemente über je mindestens 60 Jahre bestimmen (77 Stationen, das heisst 24 %). Für Regenmess-Stationen und meteorologischen Stationen mit höchstens zwei Klimaelementen können bereits gewisse Schwierigkeiten auftreten (233 Stationen, 72 %). Die Ergebnisse für die Stationen, bei welchen wesentliche Vorbehalte angebracht werden (siehe Anhang 2), sind mit Vorsicht zu interpretieren (12 Stationen, 4 %). Allerdings handelt es sich bereits um eine gewisse Auswahl (siehe Abschnitt 3.2.2), denn allzu unsichere Beobachtungsergebnisse sind von der Meteorologischen Zentralanstalt gar nicht abgelocht worden.

4. ENTWURF DER KLIMAEIGNUNGSKARTE - METHODIK REALISATION DES CARTES - METHODOLOGIE

4.1 CARTE DES REGIMES PLUVIOMETRIQUES

4.1.1 Généralités

Un régime pluviométrique se caractérise par le bilan de synthèse que l'on peut tirer des particularités suivantes:

- la somme des précipitations (mm/an, mm/mois, etc) et leur répartition au courant de l'année, suivant les saisons
- éventuellement la densité des précipitations (mm/jour de pluie)
- l'amplitude et la fréquence des variations de ces caractéristiques d'une année à l'autre

Ce bilan de synthèse peut s'établir en fonction de critères différents suivant les points de vue. La même importance ne sera par exemple pas attribuée aux différences caractéristiques s'il s'agit d'établir un bilan pour le tourisme, l'habitat ou l'agriculture exclusivement, comme c'est le cas dans la présente étude.

Des études spécifiquement climatiques portant sur chacune des composantes du régime pluviométrique ont été effectuées par différents auteurs (voir alinéa 3.1) et ont souvent abouti à la publication de cartes spéciales. L'interprétation de

ces données présentées séparément et d'un point de vue purement *descriptif* pose parfois certains problèmes, entr'autres lorsqu'il s'agit d'en tirer des conclusions sur les aptitudes pour l'agriculture. Les données descriptives du climat "moyen" ne sont en effet pas étudiées ou présentées en fonction d'une culture plutôt que d'une autre, ce qui rend difficile l'estimation des conséquences pour une culture spécifique.

Pour illustrer ce point, nous prendrons l'exemple suivant: sur la carte pluviométrique de la Suisse d'UTTINGER (1948) se basant sur les moyennes annuelles des précipitations, Thoune et Genève ont des données équivalentes; Thoune reçoit 96 cm par an en moyenne et Genève-Observatoire 92 cm. Thoune compte en moyenne 124 et Genève-Observatoire 107 jours de pluie par an (avec plus d'un mm).

Avec des chiffres tels que ceux-ci, il est difficile de se rendre compte de l'incidence sur les cultures de ces différences, minimes dans le cas des précipitations et relativement peu importantes dans le cas des jours de pluie. La répartition des précipitations ainsi que des jours de pluie en cours de végétation pourrait en effet se faire de telle sorte que Thoune souffre de la sécheresse certains mois d'été, et d'excès d'humidité en hiver par exemple. De même qu'à Genève, l'été pourrait être souvent trop pluvieux et l'hiver trop sec. Pour remédier à ces inconvénients certains auteurs (par exemple MAEDER 1970 a et b, PRIMAULT 1972, CALAME 1977) ont réduit la période d'observation d'une année à quelques mois d'été ou de printemps, été et automne, etc. (période de végétation longue et courte). Les moyennes des précipitations et du nombre des jours de pluie durant la période de végétation correspondent déjà mieux aux besoins de l'interprétation agronomique, mais certains défauts subsistent, car la période de croissance des plantes et les stades de développement sensibles diffèrent d'une espèce à l'autre par exemple, et les variations d'une année à l'autre ne sont pas considérées.

Les besoins des différentes espèces peuvent même se révéler être contraires à un certain moment; les herbages ont par exemple besoin d'eau et d'humidité en juin - juillet pour que la repousse des plantes après la coupe soit assurée, alors que, à la même époque, les céréales préfèrent un régime plutôt sec, surtout pour la phase de maturation et pour les récoltes.

4.1.2 Le régime pluviométrique

Ces considérations nous ont incités à concevoir un système d'analyse des données à disposition différent de ceux adoptés jusqu'ici (alinéa 2.2. et 2.3). Pour les trois types de cultures étudiés spécifiquement, nous avons considéré une période de croissance différente et établi pour les mois et groupements de mois concernés des seuils de tolérance différents, pour les quantités de précipitations et leur fréquence (alinéa 2.2). Nous avons ensuite étudié non pas les moyennes sur plusieurs années des valeurs propres à ces périodes, mais la fréquence à laquelle se reproduisaient des situations critiques (seuils dépassés), en considérant chaque année agricole pour soi.

Exemple: Données du mois de juillet obtenues pour les herbages:

- 13 % des mois de juillet analysés à Thoune ont reçu des précipitations inférieures au seuil minimum (70 mm), contre 52 % à Genève
- 7 % des mois de juillet analysés à Thoune ont reçu des précipitations supérieures au seuil maximum (200 mm) contre 2 % à Genève

- 12 % des mois de juillet analysés à Thoune comptent un nombre de jours de pluie inférieur au minimum fixé (7 jours), contre 48 % à Genève
- 32 % des mois de juillet analysés à Thoune comptent un nombre de jours de pluie supérieur au maximum fixé (15 jours), contre 5 % à Genève.

En continuant ce petit jeu pour d'autres mois, périodes et cultures, on se rend mieux compte alors des différences significatives pour l'agriculture des régimes de précipitation régnant à Thoune et à Genève. Les chiffres globaux du tableau 8 en donneront une bonne image.

Tabelle 8: Prozentualer Anteil der Perioden mit Beobachtungswerten ausserhalb der Schwellenwerte für die Hauptkulturen, anhand zweier Beispiele

Tableau 8: Pourcentage des périodes avec des valeurs en dehors des seuils pour les trois cultures principales et deux exemples

	Futterbau Herbages	Getreide céréales	Kartoffeln pommes de t.	Futterbau Herbages	Getreide céréales	Kartoffeln pommes de t.
	Perioden mit Niederschlags- mengen unter dem unteren Schwellenwert (%) / périodes avec quantités de précipita- tions au-dessous du seuil inférieur (%)			Perioden mit Niederschlags- frequenz unter dem unteren Schwellenwert (%) / périodes avec fréquences de précipi- tations au-dessous du seuil inférieur (%)		
Thun	12	7	20	11	4	7
Genève	39	14	48	36	9	26
	Perioden mit Niederschlags- mengen über dem oberen Schwellenwert (%) / périodes avec quantités de précipita- tions en dessus du seuil supérieur (%)			Perioden mit Niederschlags- frequenz über dem oberen Schwellenwert (%) / périodes avec fréquences des précipi- tations en dessus du seuil supérieur (%)		
Thun	5	15	9	30	53	16
Genève	2	5	2	9	27	2

Tabelle 9: Extreme Beispiele von Stationen mit Beobachtungswerten ausserhalb der Schwellenwerte für die Hauptkulturen (prozentuale Anteile)

Tableau 9: Exemples extrêmes de stations avec des valeurs en-dehors des seuils pour les cultures principales (pourcentages)

	Beobachtungswerte unter den unteren Schwellenwerten (%) valeurs en dessous des seuils inférieurs (%)						Beobachtungswerte über den oberen Schwellenwerten (%) valeurs en dessus des seuils supérieurs (%)					
	Niederschlags- mengen / quanti- tés de précipi- tations			Niederschlags- frequenz / fré- quence des pré- cipitations			Niederschlags- mengen / quanti- tés de précipi- tations			Niederschlags- frequenz / fré- quence des pré- cipitations		
	F/H	G/C	K/P	F/H	G/C	K/P	F/H	G/C	K/P	F/H	G/C	K/P
Sion 549 m	80	42	81	52	20	40	0	1	0	3	9	1
Schwyz 520 m	1	1	2	4	2	2	52	56	58	53	68	36
Hallau 450 m	38	14	36	20	6	14	1	4	2	21	42	10
Luzern 498 m	5	4	9	7	2	3	17	29	26	46	62	28

F/H = Futterbau/herbages G/C = Getreide/céréales K/P = Kartoffeln/
pommes de terre

On peut se rendre compte ainsi par exemple des risques de sécheresse très faibles à Thoune pour les herbages par rapport à ceux rencontrés à Genève. De même on peut mieux se faire une idée des risques d'excès d'eau et surtout de jours de pluie à Thoune par rapport à Genève.

Si l'on considère ensuite les données de l'ensemble des stations du réseau de l'Institut Suisse de Météorologie selon ce système d'analyse, on peut assez bien évaluer l'importance effective des particularités de ces composantes du régime pluviométrique pour certains aspects pratiques en agriculture.

Malgré la faible étendue du territoire, on trouve en Suisse des conditions pluviométriques extrêmement différentes selon les régions. Les quelques chiffres suivants donnent un aperçu des variations possibles pour chaque facteur, dans le cadre de notre analyse. Nous prendrons pour exemple les chiffres d'une station pour laquelle les risques de *déficit* en eau et en jours de pluie sont extrêmement élevés, Sion (549 m), ainsi que d'une station pour laquelle les risques d'*excès d'eau* et de jours de pluie sont extrêmement élevés aussi, Schwyz (520 m). Dans le choix de ces exemples nous avons intentionnellement tenu compte des altitudes très proches afin de montrer à quel point, même à cette condition, les variations peuvent être extrêmes. Certaines stations en Suisse présentent des conditions encore plus extrêmes dans un sens ou dans l'autre, mais ne sont pas si représentatives de régions agricoles.

Les deux autres stations pour lesquelles nous donnons les chiffres (tableau 9) montrent deux situations intermédiaires entre ces extrêmes relatifs, et représentatives elles aussi de régions agricoles importantes. La liste de toutes les stations analysées avec toutes ces valeurs se trouve dans les annexes.

4.1.3 Classement des stations

La représentation cartographique d'une synthèse de ces observations rendant compte des particularités fondamentales et importantes pour l'agriculture des différents régimes pluviométriques rencontrés en Suisse ne pouvait se faire de manière simple en considérant tous les détails fournis par l'analyse ainsi effectuée. Notre but n'étant pas de représenter de manière purement descriptive toutes les différences locales détaillées constatées lors de l'analyse (dont les combinaisons sont presque infinies) mais plutôt d'en dégager les points importants dans la mesure où ils peuvent conditionner plus ou moins fortement l'organisation de la production agricole d'une région à l'autre.

Cette synthèse s'est effectuée en deux temps: Tout d'abord nous avons donné pour chaque genre de risque des notes de 1 à 10, en tenant compte des données pour les trois cultures (1 = risque insignifiant, 10 = risque très élevé).

A Sion par exemple, les risques de manque d'eau et de jours de pluie pour les trois cultures sont - dans le cadre des conditions en Suisse - parmi les plus élevés, surtout en regard de la longue période de végétation. Par contre les risques d'excès d'eau et de jours de pluie sont quasi négligeables pour chacune des trois cultures (voir le tableau 8).

A Oberiberg, pour citer un autre exemple très différent, les risques de manque d'eau sont négligeables, ainsi que les risques d'avoir peu de jours de pluie. Les probabilités d'excès d'eau et de jours de pluie sont par contre parmi les plus élevés dans le cadre suisse à nouveau.

Pour ces deux stations, représentatives pour chaque facteur des extrêmes rencontrés en Suisse, nous avons donné les notes suivantes (Tableau 10).

Tabelle 10: Bewertungsnoten der Trockenheits- und Nässe-Risiken an zwei extremen Beispielen (Note 1 = unbedeutendes Risiko, Note 10 = sehr hohes Risiko)

Tableau 10: Notes de risques de sécheresse et d'excès d'eau pour deux exemples extrêmes (note 1 = risque insignifiant, note 10 = risque très élevé)

	Trockenheitsrisiken Risques de sécheresse infolge ungenügender Nieder- Nieder- schlags- schlags- mengen / frequenz / à cause de manque de quantités fréquence d'eau d'eau		Nässe-Risiken Risques d'excès d'eau infolge übermässiger Nieder- Nieder- schlags- schlags- mengen / frequenz / à cause d'excès de quantités fréquence d'eau d'eau	
Sion 549 m	10	10	1	1
Oberiberg 1090 m	1	1	10	10

A partir de cette base, nous avons donné des notes pour chaque station, par facteur. A chaque note correspondent donc certains chiffres (en %) de risques pour chaque culture. Les tableaux 1 à 4 chez JEANNERET et VAUTIER (1977b) en donnent le résumé.

Le deuxième pas que nous avons franchi en vue de la synthèse a été de classer les stations observées selon un système exprimant l'essentiel de ces considérations. Au vu des notes établies nous aurions pu faire un grand nombre de classes descriptives avec toutes les combinaisons possibles. Tel n'a pas été le cas. Au contraire, il s'agissait de faire ressortir les particularités significatives seulement, qui peuvent avoir une forte incidence sur l'organisation de la production agricole.

Pour ce faire nous avons rassemblé dans la même classe les stations dont l'ensemble des notes peuvent être considérées comme équivalentes d'un point de vue pratique en agriculture. Les stations d'observation qui y sont classées sont donc représentatives d'un *régime pluviométrique* caractéristique, conditionnant dans une mesure certaine et analogue, en relation avec les autres facteurs de production l'organisation de la production agricole.

Pour qualifier ces régimes nous avons utilisé des termes courants, exprimant le caractère dominant des contraintes dues aux précipitations auxquelles l'organisation de la production agricole dans son ensemble est soumise à l'intérieur des différentes zones délimitées.

Le tableau 6 chez JEANNERET et VAUTIER (1977b) montre comment nous avons fait la synthèse en six régimes pluviométriques distincts, du plus sec au plus humide, d'après les notes relatives à chaque facteur considéré.

Les stations pluviométriques classées dans les six différents régimes nous ont ensuite servi de base pour la représentation cartographique des six zones.

4.2. CARTE DES APTITUDES CLIMATIQUES POUR LES CEREALES

4.2.1 Conception

Les aptitudes pour les cultures céréalières concernent l'ensemble de ce genre de cultures, sauf le maïs-grain. L'étude ayant essentiellement porté sur les conditions requises pour le blé et les "qualités" des années étant principalement fonction de cette même espèce, qu'il s'agisse de variétés d'automne ou de printemps, on peut se demander si le terme "cultures céréalières" n'est pas trop général.

Le blé est la céréale la plus cultivée en Suisse et de loin la plus importante comme base alimentaire pour l'homme, ce qui a conditionné pour notre étude le choix de cette espèce à priori. Le blé a de grandes facultés d'adaptation, ce qui lui permet de donner satisfaction aussi bien dans des régions séchardes que dans des régions modérément pluvieuses, malgré la préférence marquée pour les zones modérément séchardes à équilibrées. Comme c'est la céréale la mieux payée et la plus importante, l'agriculteur n'y renoncera pas pour une autre espèce tant que les conditions sont encore satisfaisantes. Lorsque dans une région donnée on cultive une autre céréale que le blé de préférence, par exemple le seigle en Valais central, c'est que cette culture remplace avantageusement le blé qui n'y donne pas régulièrement satisfaction. Ce n'est donc pas parce que les conditions sont particulièrement favorables au seigle qu'on l'y cultive, mais parce qu'il assure une plus grande sécurité dans les rendements, grâce à sa rusticité qui lui permet de moins souffrir de la sécheresse que le blé. De même en altitude, on cultive l'orge d'été pour sa précocité, faute d'avoir une période de croissance suffisamment longue pour le blé, et dans les régions trop pluvieuses, l'épautre peut prendre la place du blé, car elle supporte mieux les excès d'eau. Mais toutes ces cultures de substitution donnent aussi plus de satisfaction dans les bonnes zones à blé que dans ces cas particuliers.

On peut donc estimer qu'en Suisse, les aptitudes pour les céréales se jugent selon une échelle de valeur essentiellement fonction de la culture du blé. Les bonnes régions à blé se prêtent également le mieux à d'autres cultures céréalières, et plus on se tourne vers des zones peu favorables au blé, plus le choix des autres espèces s'amenuise aussi. C'est ce point de vue que nous avons adopté, sans pour cela perdre de vue que, malgré les contraintes assez communes à toutes les cultures céréalières (préparation du sol, semis, récoltes), des différences de sensibilité à d'autres contraintes d'une espèce à l'autre peuvent avoir une importance relativement grande de cas en cas (KOBLET 1965: chapitre 2.5.2).

La conception de l'étude consacrée aux aptitudes pour les céréales est basée essentiellement sur le niveau moyen, la sécurité et la qualité des rendements de blé possibles, en regard de la fréquence de certains événements climatiques favorables ou défavorables à leur culture. Mais le rendement potentiel n'est pas le seul critère entrant en ligne de compte dans le jugement des aptitudes pour une culture, loin de là. Si par exemple le rendement ou la qualité souhaités ne sont atteints qu'au prix d'efforts démesurés, de difficultés incessantes à la récolte ou lors des semis, la culture sera bien vite partiellement ou totalement abandonnée lorsqu'elle n'est pas d'importance vitale, au profit d'autres cultures pour lesquelles, dans la même situation, le bilan des facteurs positifs en regard des aspects négatifs est plus favorable.

C'est ainsi que, si de rendements très flatteurs peuvent être obtenus sur de petites surfaces auxquelles tous les soins intenses sont consacrés, même dans des

zones climatiques peu propices, il ne faut pas oublier que l'extrapolation de tels chiffres à de grandes surfaces peut donner des résultats souvent bien éloignés de ceux réellement atteignables dans la pratique.

Nous n'avons donc pas uniquement tenu compte des rendements possibles, mais aussi de ces problèmes liés à la pratique de la culture. Ces deux aspects vont souvent de pair, c'est évident, et nous avons tenté d'évaluer l'importance de leur conjugaison.

Nous avons ainsi analysé les conditions atmosphériques de l'automne déjà, afin de pouvoir nous rendre compte dans la mesure du possible des conditions de labour et de semis d'automne rencontrées d'une année à l'autre dans les différentes régions. Un nombre excessif de jours de pluie, accompagné de précipitations elles aussi trop abondantes sont une entrave sérieuse, même parfois insurmontable suivant les moyens mécaniques utilisés et les sols concernés, surtout lorsque cette situation se maintient longtemps. Même si les semis effectués envers et contre tout dans ces conditions donnent parfois des résultats encore acceptables lorsque le reste de la période de croissance est favorable, de tels automnes sont en fait très peu propices à la pratique de la culture céréalière, car une grande partie des semis ne peuvent être effectués comme prévus.

Les conditions pour l'hivernage peuvent être importantes, et nous en avons aussi tenu compte dans la mesure où les données disponibles le permettaient.

Dès la fin de l'hiver, ainsi qu'au premier printemps, les mêmes réflexions que pour l'automne peuvent être faites concernant la préparation des sols et les conditions de semis printaniers.

Nous avons ensuite aussi étudié pour chaque année et station analysée en détail, les conditions de croissance proprement dites, jusqu'à la maturité et la récolte. La période d'observation va donc de septembre à fin août. Les régions où les récoltes ne s'effectuent en général pas avant septembre ne sont pas négligées pour autant, mais nous devons nous en tenir à une période type pour chaque station, pour ne pas trop compliquer les choses.

L'étude complète consacrée à l'évaluation des aptitudes pour les céréales et plus spécifiquement pour les blés est présentée au chapitre 2.

4.2.2 Commentaires

Considérons sur la carte l'étendue du territoire classé dans les zones 1, 2 et 3 (très favorable, favorable, moyen). On constatera que notre pays offre des conditions relativement favorables à la culture des céréales, surtout en regard des rendements indicatifs obtenus dans la pratique qui se situent tout-de-même à un haut niveau. Les chiffres indicatifs de rendements moyens indiqués pour chaque zone sont basés sur les données de l'Administration fédérale des blés de 1960 à 1972.

A l'avenir, on estimera peut-être que ces données indicatives sont un peu basses. Dans la zone 1 par exemple, des récoltes de 50 à 60 q/ha sont de plus en plus fréquentes avec des variétés de haute productivité. Une succession d'années favorables et moyennes peuvent aussi donner l'impression que les rendements augmentent encore. Dans notre étude, nous nous en sommes tenu essentiellement aux années 1960 à 1972 (jusqu'à 1974 aussi) époque où certaines variétés à hauts rendements étaient moins répandues qu'actuellement. Les techniques culturales ont aussi évolué. Nous avons donc préféré nous en tenir à des chiffres effectivement

atteints durant plus de 10 ans plutôt que de nous hasarder dans des chiffres surfaits, une mauvaise année pouvant tout bouleverser d'un coup. De plus, un certain plafond dans l'évolution des rendements est perceptible, en regard de la qualité surtout.

La zone 1 se distingue surtout de la zone 2 par sa précocité et les conditions de travail (semis, récolte) spécialement peu perturbées en général. Les rendements sont bons et le travail aisé, ce qui justifie la grande place prise par les céréales dans l'assolement pour ces zones.

Les zones 4 et 5 (peu favorable et marginal à mauvais) englobent aussi bien des régions de basse, moyenne et assez haute altitude. Les régions de basse altitude classées dans ces zones, bien que présentant des conditions de température largement satisfaisantes pour la culture des céréales, subissent de fortes et fréquentes contraintes dues au régime pluviométrique trop humide. Nous prendrons comme exemple la comparaison entre Genève (zone 1, 405 m d'altitude) et Glaris (zone 5, 503 m d'altitude) pour le mois de juillet au point de vue pluviométrique. A Genève, sur 66 ans d'observation, 2 fois seulement (soit 3 %), le mois de juillet accuse des précipitations supérieures à la limite supérieure fixée (150 mm), avec un maximum absolu de 203 mm. A Glaris par contre, sur 70 années d'observation, 47 fois le mois de juillet accuse des précipitations supérieures à la limite supérieure fixée pour le blé (soit 67 %), avec un maximum absolu de 345 mm. La différence est encore plus marquée si on considère les mois de juin, juillet et août dans leur ensemble, puisqu'à Genève, 2 fois seulement (soit 3 %), le seuil supérieur a été dépassé (400 mm pour les trois mois), avec un maximum absolu de 439 mm, alors qu'à Glaris, cette situation s'est présentée 64 fois (soit 91 %), avec un maximum absolu de 717 mm!

Pour les mêmes stations, en ce qui concerne les jours de pluie cette fois, les différences sont elles aussi énormes. Sur 60 mois de juillet analysés à Genève, 8 seulement accusent plus que 12 jours de pluie et le maximum se situe à 15 jours de pluie. A Glaris, sur 60 mois de juillet analysés aussi, 48 accusent plus que 12 jours de pluie, et le maximum se situe à 23 jours!

On peut dès lors se faire une idée des difficultés qui peuvent se présenter dans la région de Glaris pour les récoltes par exemple (la situation au mois d'août est comparable). La formation des rendements aussi y est entravée, l'humidité favorisant les maladies cryptogamiques, la verse, l'asphyxie du système racinaire, etc. Pour qu'une bonne maturation soit assurée, le blé demande de l'air sec et craint l'humidité. De plus, la récolte ne pouvant se faire en général en temps voulu à cause des périodes de pluie, les risques de germination sur pied, de diminution de la qualité et la nécessité du séchage des grains sont évidents. Tous ces inconvénients sont si extrêmes à Glaris que la culture céréalière n'y joue aucun rôle, même si les conditions de température ne sont en aucun cas un élément restrictif. Nous ne prétendons pas que la culture de certaines variétés robustes y soit impossible. Nous constatons simplement par contre que d'autres possibilités de culture du sol s'offrent (herbages permanents, éventuellement cultures fourragères), pour lesquelles le bilan des avantages et des inconvénients est moins défavorable dans la pratique. A ces conditions, la culture céréalière ne s'y justifie pas.

Dans les régions d'altitude moyenne ou assez élevée (700 - 1400 m), et classées en zones 4 et 5, ce sont soit les températures, soit les précipitations qui jouent

un rôle plus ou moins important suivant les cas, et très souvent, c'est la combinaison des deux facteurs qui conditionne les aptitudes. En Valais et en Engadine par exemple, seule la dégradation des conditions de température limitant la période de végétation et n'assurant pas la maturation impose des limites de plus en plus absolues à la culture des céréales en altitude, le régime des pluies étant en soi favorable aux céréales dans ces régions. C'est une des raisons qui explique que la limite supérieure de la classe 5 est passablement plus élevée dans ces régions que dans d'autres. Pour le Jura par contre et les Préalpes surtout, le régime des précipitations devient toujours plus humide avec l'altitude, et c'est alors la combinaison des deux facteurs qui pose des limites. Comme nous l'avons déjà vu, c'est parfois aussi le régime des précipitations qui est déterminant à lui tout seul (Meiringen, Schwyz).

Les régions absolument inaptées à la production céréalières ont surtout été délimitées en fonction de la période de végétation et des conditions de température ne permettant pas la croissance des céréales la plupart des années. Lorsque la période de végétation descend en dessous de 150 à 160 jours, même dans les régions qui sont favorisées du point de vue pluviométrique pour les céréales, le développement jusqu'à maturité de la plupart des espèces n'est pas assuré. Des variétés très précoces de céréales rustiques pourraient trouver parfois des conditions de croissance acceptables dans des situations particulières, mais les rendements ne justifieraient pas la culture dans le cadre d'une économie d'échanges. Dans un régime autarcique en revanche, ces quelques maigres possibilités peuvent être exploitées sur de petites surfaces, là où le régime pluviométrique n'entrave en rien la pratique des cultures (Valais central, vallées latérales surtout et Engadine). Nous ne pouvons malheureusement pas tenir compte de ces surfaces à l'échelle de notre carte et dans le cadre des objectifs fixés qui se limitent à l'étude des particularités du méso-climat et non du micro-climat.

4.3. CARTE DES APTITUDES CLIMATIQUES POUR L'AGRICULTURE

4.3.1 Conception

Afin de bien mettre en évidence les variations d'aptitudes d'une région à l'autre, plusieurs genres de cultures différents ont été considérés dans la partie analytique de l'étude (voir chapitres 2 et 3). Pour chaque station météorologique ou pluviométrique le classement pour les six genres de cultures a été établi, chacun réagissant à sa manière face aux caractéristiques météorologiques.

C'est finalement en considérant la classification pour les six cultures ensemble que l'on peut mettre en évidence les différences d'aptitudes ainsi que les divers modes d'utilisation du sol rencontrés dans notre pays pour la production végétale.

Une synthèse de toutes les données ponctuelles (stations du réseau météorologique) a été réalisée afin d'obtenir des zones d'aptitudes en nombre raisonnable pour permettre une cartographie illustrant les différences fondamentales.

Vingt zones ont été distinguées sur la carte en fonction des combinaisons d'aptitudes pour les six genres de culture (voir chapitre 3.4.3). Les stations et surfaces faisant partie d'une même zone ont des caractéristiques climatiques considérées comme analogues en regard des possibilités de production. Les différences d'aptitudes à l'intérieur d'une même zone ne sont plus dues au méso-climat mais bien plus au micro-climat, aux sols, à l'exposition des parcelles.

La distinction des aptitudes entre les zones résulte du classement pour les différentes cultures, conditionnant en grande partie l'orientation de la production. Par exemple dans la zone A 1, la plupart des surfaces sont consacrées aux cultures spéciales adaptées au climat sec et chaud, mettant bien en valeur l'eau d'arrosage. Le classement pour les cultures destinées à produire de grandes quantités de matière sèche (herbages, céréales, pommes de terre) indique bien qu'elle ne sont pas à leur place puisque de meilleures possibilités sont offertes pour les fruits, légumes et autres cultures spéciales.

Dans la zone A 2, tous les genres de culture sont représentés, avec malgré tout une majorité des surfaces consacrées aux cultures favorisées (céréales, maïs-grain, colza, cultures spéciales). Les herbages, pommes de terre et dérobées d'été sont par contre moins favorisés mais sont compris dans les assolements.

En passant d'un "étage" à l'autre (de A 2 à B 2 par exemple), la période de végétation seule varie. Cette diminution du nombre de jours de croissance se répercute surtout sur les aptitudes des cultures nécessitant une longue période de végétation. Les cultures spéciales, le maïs-grain, les dérobées d'été occupent logiquement moins de surfaces (proportionnellement) que dans la zone A 2, et les rendements sont inférieurs.

Chaque zone est donc caractérisée par les possibilités de production offertes jugées en fonction des rendements ou des succès que l'on peut obtenir avec les différents genres de cultures. Dans chaque cas, nous avons mis en évidence les modes d'utilisation du sol qui conviennent le mieux aux aptitudes de la zone (voir Légende de synthèse sur la carte, annexe à JEANNERET et VAUTIER 1977b).

4.3.2 Légende de synthèse

Pour les vingt zones d'aptitudes délimitées sur l'étendue de notre territoire, nous avons résumé verbalement les avantages et les possibilités offerts dans chaque cas. Le ou les modes de culture permettant le mieux d'exploiter le potentiel naturel mis à disposition par les conditions climatiques ont été mis en évidence.

Au bas de cette légende, un petit texte résume la manière dont le travail a été fait pour aboutir à la carte des aptitudes. Les sources principales de documentation y sont citées.

4.3.3 Légende détaillée

Dans cette grande légende (au dos des cartes), tout le travail effectué pour l'élaboration de la carte de synthèse est résumé schématiquement en détail. Le texte explicatif qui figure sur la légende donne le mode d'emploi et permet de comprendre les tableaux qui y figurent (voir aussi chapitres 2 et 3).

4.4 METHODIK DER KARTENERSTELLUNG

4.4.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der klimatischen Eignungsbeurteilung mussten in ihrer räumlichen Verteilung dargestellt werden. Dies bedeutet, dass die an einzelnen Punkten (meteorologischen Beobachtungsstationen) erfasste und bearbeitete Klimateignung auf einen bestimmten Ausschnitt der Landschaft übertragen werden sollte.

Mit dieser Aufgabe ist eine sehr wesentliche Problematik verbunden. Es geht nämlich darum, das Gebiet abzugrenzen, für das eine Beobachtungsstation repräsentativ ist. Ausserdem gilt es, die Klimaeignung für Gebiete zu ermitteln, die keine Beobachtungsstation enthalten.

Die Abschätzung von Werten zwischen zwei Beobachtungspunkten wird als Interpolation, über zwei Punkte hinaus als Extrapolation bezeichnet.

Gleichzeitig musste im Rahmen der Kartierung die Kombination der Klimaeignung für verschiedene Kulturen vorgenommen werden. Da die Grenzen der Zonen gleicher Klimaeignung für verschiedene Kulturen nicht immer zusammenfallen, wird die kartographische Darstellung zuweilen recht kompliziert. Gerade in dieser Frage musste der Vorgang des Generalisierens zu einer klaren Uebersicht verhelfen.

Im Folgenden sollen die angewandten kartographischen Methoden und die damit verbundene Problematik im Zusammenhang mit den einzelnen erstellten Karten erläutert werden. Jedes Thema stellt wieder eigene spezifische Anforderungen an die kartographischen Methoden.

4.4.2 Interpolations- und Extrapolations-Kriterien

Zunächst soll die Frage nach den Kriterien gestellt werden, nach welchen Werte zwischen oder ausserhalb von Beobachtungspunkten bestimmt werden. Da zunächst vor allem Isolinien gleicher Klimaeigenschaften oder -Eignung darzustellen sind, erhalten bestimmte Grenzwerte eine besondere Bedeutung. Interpolations- und Extrapolations-Kriterien sind in diesen Fällen grundsätzlich Klimafaktoren.

Im Rahmen der kleinen, aber von bedeutenden topographischen Differenzen geprägten Schweiz ist die Meereshöhe ein dominanter Faktor, der für klimatische Interpolationen und Extrapolationen herangezogen werden muss. Daneben sind auch die topographischen Elemente der Hangeignung und Exposition ausschlaggebend.

Schliesslich sind eine ganze Reihe weiterer Elemente der Landschaft zu berücksichtigen, deren Einfluss auf das Klima nicht zu bestreiten, jedoch schwer zu bestimmen ist:

- Höhe über Talboden
- Tiefe unter Gipfeln und Gräten
- Entfernung von Wasserscheiden
- Richtung der Talachse
- Entfernung von stehenden Gewässern
sowie deren Fläche und Inhalt
- Vegetationsbeschaffenheit und -Verteilung
(insbesondere bei Wald)
- Ueberbaute Fläche von Siedlungen

Diese Liste umfasst einige der wichtigsten Elemente, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Das Ausmass der Beeinflussung des Klimas durch diese Landschaftselemente muss von Fall zu Fall ermittelt werden; selten lässt es sich genau messen oder berechnen. Leider fehlen auch im Allgemeinen grundsätzliche Untersuchungen, aus denen sich Richtwerte ableiten liessen.

4.4.3 Frostschadenkartierung

Je dichter die Beobachtungspunkte, desto einfacher und genauer wird die Kartierung des darzustellenden Klimaelementes. In der Klimatologie ist eine kontinuierliche Erfassung von Elementen kaum möglich (siehe Abschnitt 5.1). Meteorologische

Beobachtungsstationen liegen meistens relativ weit auseinander. Pflanzenphänologische Beobachtungen können bedeutend dichter aufgenommen werden, da Pflanzen in grosser Individuenzahl in der Landschaft vorkommen. Theoretisch stellen zwar phänologische Beobachtungen keine kontinuierliche Erfassung des Klimageschehens dar, aber IMHOF (1972) bezeichnet phänologische Karten praktisch als echte Kontinuumskarten.

Die Beobachtung von Frostschäden an Nussbäumen kann in diesem Sinn als phänologische Aufnahme betrachtet werden. Während die Ergebnisse an anderer Stelle diskutiert werden (Kapitel 2 in JEANNERET und VAUTIER 1977b und in JEANNERET 1975a), sollen hier die Probleme der kartographischen Darstellung erörtert werden.

Die Beobachtungen an den Nussbäumen im Frühjahr 1974 wurden im Feld direkt in Karten im Massstab 1 : 50'000 oder 1 : 100'000 eingetragen. Diese Aufnahmen wurden kartiert und in den Massstab 1 : 500'000 übertragen (siehe Beilage zu JEANNERET 1975a). An einem Ausschnitt sollen die angewandten Methoden gezeigt werden. Es handelt sich um das Gebiet Seeland - St. Immer-Tal, das demonstrationshalber im Massstab 1 : 100'000 dargestellt wird (Abbildung 18). Dieser Raum ist deshalb gut geeignet, weil er verschiedene Landschaftstypen umfasst, nämlich Ebenen und Hügel des tieferen Mittellandes sowie Höhenzüge und Täler des südlichen Juras. Er enthält neben beachtlichen Höhenunterschieden von 430 m bis 1572 m einen Teil der im Abschnitt 4.4.2 erwähnten Landschaftselementen.

Die Frostschädigung an Nussbäumen im Frühjahr 1974 ist in diesem Gebiet gut belegt. Im Kartenausschnitt wurden 178 Bäume erfasst. Durchschnittlich kommt somit auf 2,7 km² ein Nussbaum, während bei dieser Aufnahme im schweizerischen Mittel ein Nussbaum auf 9 km² beobachtet wurde. Aus den Signaturen für beobachtete Nussbäume zeigt sich, dass die Beobachtungen nicht gleichmässig verteilt sind, sondern sich natürlich an den Routen der Beobachter häufen.

Zuerst mussten die Ergebnisse auf ihre Aussagekraft hin geprüft werden. Bäume in Siedlungen oder in unmittelbarer Nähe von Bauernhäusern befinden sich in einer Gunstlage, die für das umliegende Gelände nicht typisch ist. Das sind mikroklimatische Details, die nicht zum Charakter einer mesoklimatischen Karte passen. Hier muss bereits ein Generalisierungsprozess einsetzen.

Grössere Siedlungen erzeugen allerdings unter Umständen beachtliche Gunstlagen, die als solche kartiert werden müssen. Bei der Karte im Massstab 1 : 500'000 (JEANNERET 1975a) wurde dieses Problem so gelöst, dass Städte generell ausgelassen wurden, da sie in dieser Beziehung mit dem Land kaum vergleichbar sind.

Gunstlagen an Hängen sind oft sehr schmal, so dass in steilen Lagen (zum Beispiel am Jura-Südfuss) nicht die ganze Abfolge der vier Schadenstufen gezeigt werden kann (siehe auch Abschnitt 4.4.4).

Die Grenzen zwischen den einzelnen Schadenstufen wurden grundsätzlich an Beobachter-Routen bestimmt, die über verschiedene Höhenstufen führen (beispielsweise Aarberg - Seedorf - Frienisberg, Twann - Gaicht - Lamboing). Da die Frostschädigung von Kaltluft verursacht wurde, ist die Höhenlage für die Kartierung das dominante Landschaftselement, während Exposition und Hangneigung hier kaum eine Rolle spielen. Wesentlich ist dagegen die Kanalisierung der Kaltluft als begünstigender Vorgang (möglicherweise am Südausgang der Taubenlochschlucht wirksam, vielleicht in Kombination mit der Gunstlage des Stadtklimas) sowie der Einfluss stehender Gewässer (Bielersee). Nussbäume in Ebenen werden durch Kaltluftseen ge-

schädigt. Die Mächtigkeit dieser Luftschichten kann an den umliegenden Höhen abgelesen werden. Im Grossen Moos betrug diese Mächtigkeit nur wenige Meter. Nach MATHYS (1975: 25 ff.) sind ferner eine Reihe weiterer Lagekriterien zu berücksichtigen: Mulden-, Tal- und Gipfellagen als gefährdete Baumstandorte, Plateaux und Hänge als Gunstlagen.

So müssen alle Indizien herangezogen werden, um den Verlauf der Isolinien zu bestimmen. Dank der grossen Dichte der Beobachtungen ist dies im vorliegenden Fall mit relativ grosser Genauigkeit möglich.

4.4.4 Karten einzelner Kulturen

Die Kartenausschnitte der Abbildungen 19 und 20 sollen nicht zusätzliche lokal-klimatische Informationen für das dargestellte Gebiet vermitteln, da sich aufgrund der Stationsdichte eine so detaillierte Kartierung kaum verantworten lässt. Wie bei Abbildung 18 soll der Kartierungsvorgang in diesem dafür gut geeigneten Raum veranschaulicht werden.

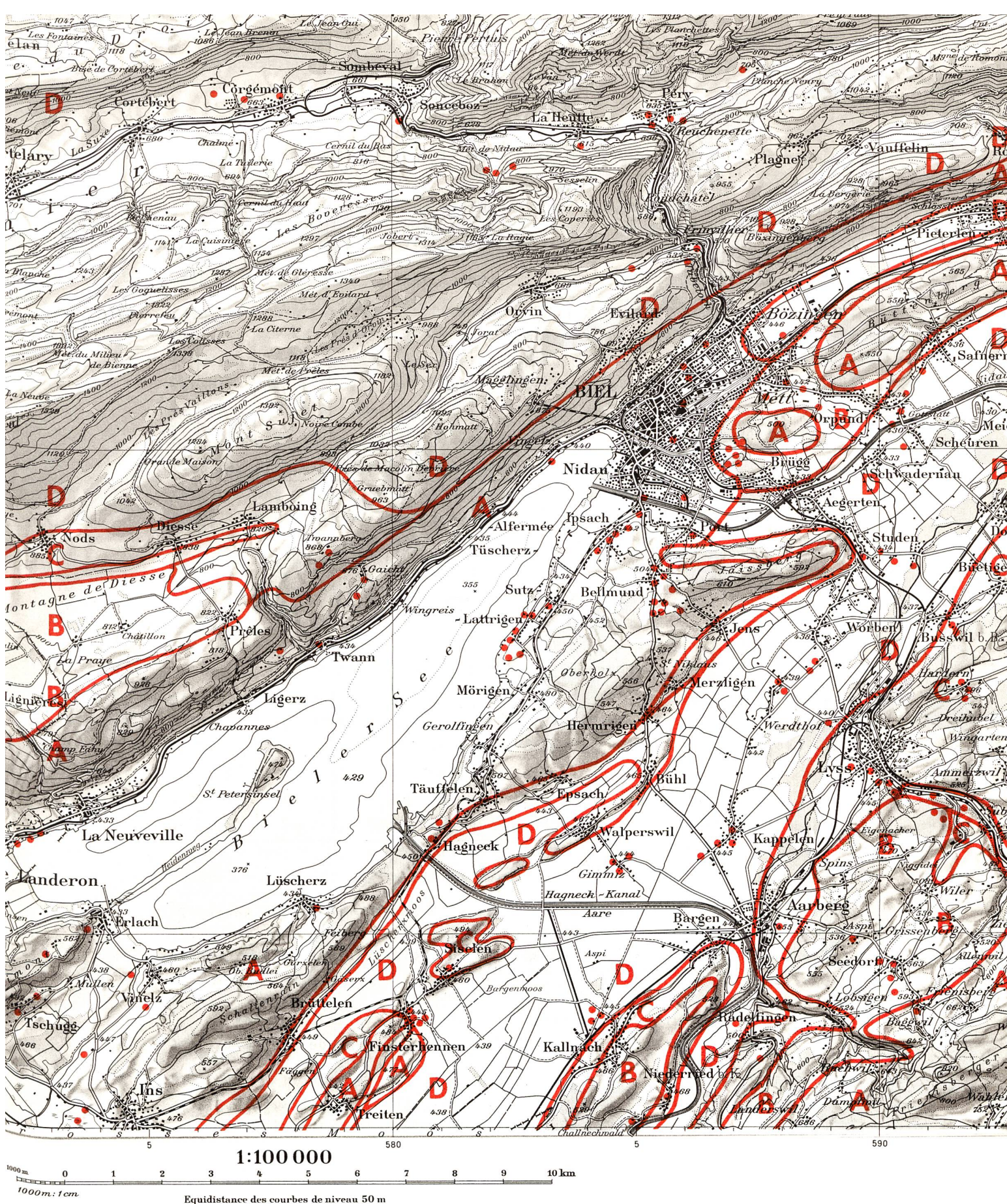
Die Klimaeignung für die einzelnen Kulturen wurde an den Beobachtungsstationen der Meteorologischen Zentralanstalt bestimmt. Im Gebiet des Kartenausschnittes Seeland - St. Immer-Tal standen die Daten von fünf Regenmess-Stationen zur Verfügung. Dies entspricht einer Station auf 97 km², im Vergleich zum schweizerischen Mittel von einer Station auf etwa 130 km² (bei 322 zur Verfügung stehenden Stationen) ein etwas überdurchschnittlicher Wert.

Für die Kartierung standen im angrenzenden Gebiet sechs Stationen (davon vier meteorologische Stationen) sowie in der weiteren Umgebung zusätzlich sechs Stationen (wovon zwei meteorologische Stationen) zur Verfügung. Die Tabelle 11 fasst die Lagebeschreibung und die Klimaeignungen dieser Stationen zusammen.

Die Kartierung der Klimaeignung für einzelne Kulturen ist infolge der weit geringeren Dichte der Beobachtungspunkte wesentlich heikler als für die Frostscheiden (Abschnitt 4.4.3). Zwischen den einzelnen Stationen werden viele Klimafaktoren wirksam, die schwer abzuschätzen sind.

Die Wirkung der Meereshöhe auf das Klima lässt sich nicht mehr einfach an einem beobachteten Geländeprofil entnehmen, wie dies für die Kartierung der Frostscheiden möglich war. Es muss versucht werden, die Höhengradienten für die Klimaeignung einzelner Kulturen zu bestimmen. Dabei muss angenommen werden, dass die zwei folgenden Voraussetzungen einigermaßen erfüllt sind: Erstens müssen zwischen den einzelnen Stufen der Klimaeignung vergleichbare Differenzen bestehen. Das würde heissen, dass beispielsweise die durchschnittlichen Getreideerträge beim Übergang von Eignungsklasse 1 zu 2 in ähnlichem Rahmen reduziert werden wie beim Übergang von 2 zu 3. Zweitens sollte innerhalb einer Region die Meereshöhe als wichtigster Klimafaktor betrachtet werden können. Dies gestattet es, zwischen Meereshöhe und Klimaeignung eine lineare Abhängigkeit anzunehmen.

Unter der vereinfachten Annahme, dass diese Voraussetzungen erfüllt sind, können graphisch regionale Höhengradienten abgeleitet werden (Abbildung 22). Die Klimaeignung für die einzelnen Kulturen liegt dabei als ganzzahliger Wert vor, welcher mit einer Tendenz ergänzt werden kann (siehe Tabelle 11 und Anhang von JEANNERET und VAUTIER 1977b). In der graphischen Darstellung (Abbildung 22) wurden diese Tendenzen berücksichtigt: zum Beispiel die Klimaeignung 1 (-2) als Abszissenwert 1,3 und 2 (-1) als Wert 1,7.



Reproduziert mit Bewilligung der Eidg.
Landestopographie vom 15. 9. 1977
Reproduit avec l'autorisation du
Service topographique fédéral du 15-9-1977

- beobachteter Nussbaum / noyer observé
- A keine Schäden / aucun dégât
- B schwach geschädigt / dégâts faibles
- C mittelmässig geschädigt / dégâts moyens
- D stark geschädigt / dégâts forts

Abbildung 18: Karte der Spätfrostschäden im Frühling 1974 (beobachtet an Nussbäumen) in der Umgebung des Bielersees
Figure 18: Carte des dégâts de gel tardifs au printemps 1974 (observés sur noyers) dans les environs du lac de Biene

Tabelle 11: Verwendete Daten für die Beispielskartierungen (Abbildungen 19 - 21)

Tableau 11: Données utilisées pour la représentation cartographique des exemples (figures 19 à 21)

Sta.Nr. No.Station	Stationsname Nom de la station	Meereshöhe (m) Altitude (m)	meteor. Beob. observ. météo.	Klimaeignung/apptitude cli- matique		
				F/H	G/C	K/P
<u>Stationen im Kartengebiet / Stations dans la région cartographiée</u>						
25000	Biel - Bienne	436	NM, NT	2	1	2
25330	Evilard	724	NM, NT	2(-4)	3	3
26081	Courtelary	692	NM	2(-4)	2	3
30461	Wahlendorf	755	NM	2(-4)	2(3)	2
32700	Aarberg	450	NM, NT	2	1	2
<u>Stationen im angrenzenden Gebiet / stations dans une région limitrophe</u>						
20000	Neuchâtel	487	TM, NM, NT	3(-2)	1	3
20531	Cernier	800	NM	4(-2)	3(-4)	3
20670	Chaumont	1141	TM, NM, NT	5	5	5
23000	La Chaux-de-Fonds	984	TM, NM, NT	4	5	4(-5)
26100	Mt. Soleil	1183	TM, NM, NT	5	5	5
27130	Bellelay	930	NM, NT	4	4(-5)	5(-4)
<u>Stationen in weiterer Umgebung / stations dans les environs</u>						
15800	Avanches	474	NM	3	1	3
17000	Fribourg	677	TM, NM, NT	2	2	2
30120	Bern	572	TM, NM, NT	2(-1)	2	1(-2)
34000	Burgdorf	525	NM, NT	2	2	1
45000	Solothurn	470	NM, NT	1	3	1
45631	Gerlafingen	451	NM	2	2	2

Legende / Légende

meteor. Beob.	verfügbare meteorologische Beobachtungen (nach Anhang 2) als Monatsmittel	
observ. météor.	observations météorologiques disponibles (selon l'appendice 2) comme moyennes mensuelles	
TM	Temperaturen / températures	
NM	Niederschlagsmengen / quantités de précipitations	
NT	Niederschlagstage ($N \geq 1,0$ mm) / jours de précipitations ($N \geq 1,0$ mm)	
Klimaeignung / aptitudes cli- matiques	F/H	Futterbau / herbages
		1 sehr günstig (Flachland) / très favorable (plaine)
		2 günstig (Flachland) / favorable (plaine)
		3 geeignet (Flachland) / moyen à médiocre (plaine)
		4 geeignet, aber beschränkte Vegetationsperiode / bon, mais période de végétation restreinte
		5 geeignet für Weiden und Wiesen / bon pour pâturages et prairies
	G/C	Getreide / céréales und / et
	K/P	Kartoffeln / pommes de terre
		1 sehr günstig / très favorable
		2 günstig / favorable
		3 geeignet / moyen
		4 wenig geeignet / peu favorable
		5 begrenzt / marginal à mauvais

Die Höhengradienten müssen für jede Kultur und jede Region neu bestimmt werden, unter Umständen sogar für einzelne Höhenstufen separat. Im Gebiet des vorliegenden Kartenausschnittes wurde das mittlere St. Immer-Tal, der Jura-Südfuss und das Seeland nordöstlich des Grossen Mooses als Region betrachtet. Aus diesen Darstellungen (Abbildung 22) können die Höhen der Grenzen der einzelnen Klimaeignungsklassen ermittelt werden. So liegt beispielsweise die Grenze zwischen sehr geeignetem und geeignetem Klima (Stufen 1 und 2) für Getreide am Jura-Südfuss bei 500 m.

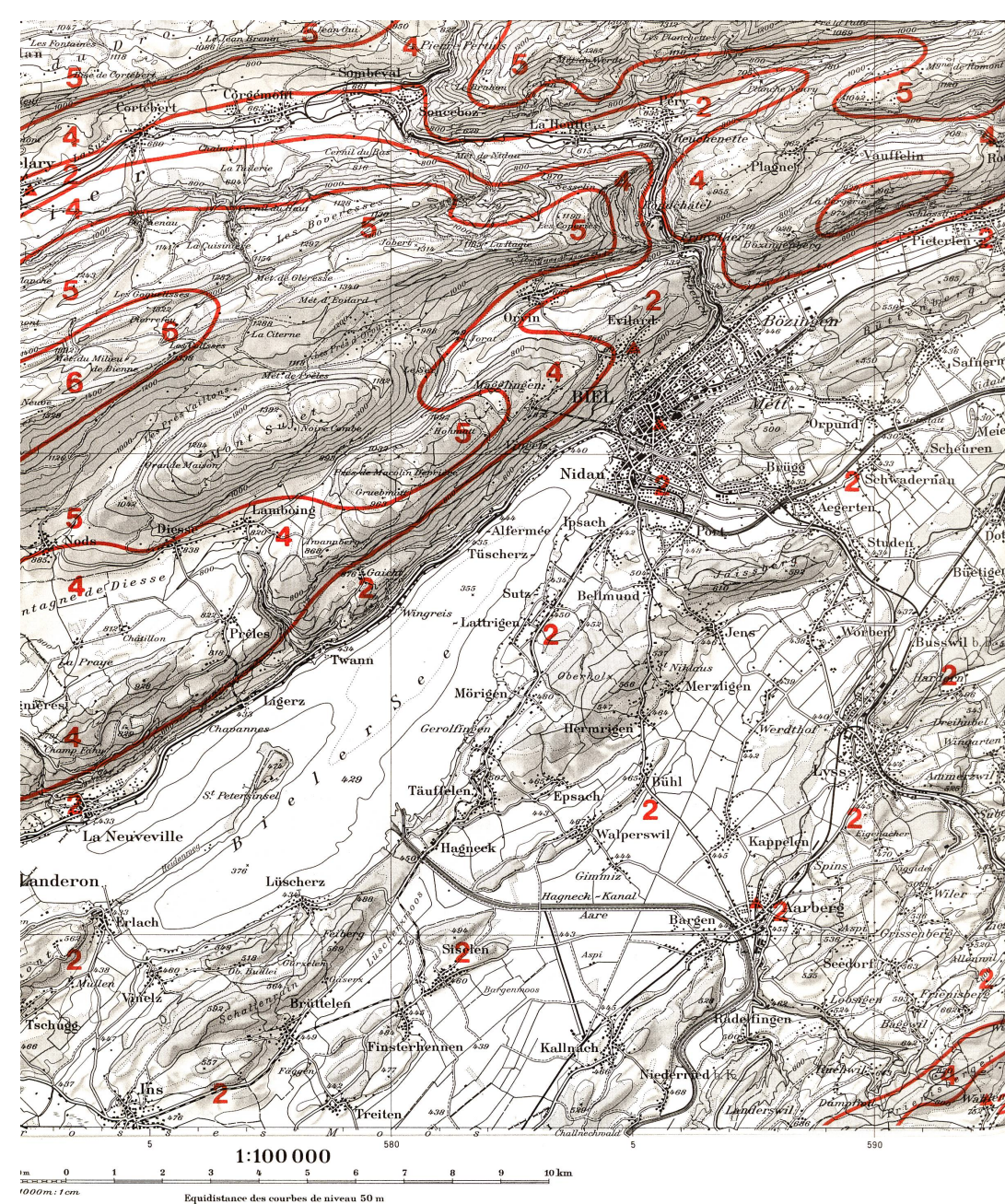
Beim Futterbau (Abbildungen 22 links und Abbildung 19) muss berücksichtigt werden, dass die Klassen 3 und 4 dieselbe Klimaeignung darstellen (geeignet), sich aber in Bezug auf die Ursache der Beeinträchtigung unterscheiden: bei Klasse 3 infolge Tendenz zu Trockenheit im Talgebiet und bei Klasse 4 wegen der reduzierten Vegetationsperiode im Berggebiet.

Die Höhengradienten vermitteln ein Bild der von der Meereshöhe abhängigen Variation der Klimaeignung. Diese Variation wird noch durch die Einflüsse weiterer Landschaftselemente überlagert. Bei den vorliegenden Landschaften sind vor allem Exposition und Hangneigung sowie der Einfluss des Sees wesentlich. Das Ausmass der Beeinflussung muss dabei von Fall zu Fall laufend ermittelt werden. Beispielsweise wurden die Expositions differenzen zwischen Nord- und Südhängen im St. Immer-Tal auf 50 bis 150 m geschätzt.

Auch hier kann in Hanglagen nicht immer die gesamte Abfolge sämtlicher Klassen in den Karten gezeigt werden, weil die einzelnen Klassen an steilen Stellen zu schmal werden. IMHOF (1972) schlägt für solche Fälle die Vereinigung mehrerer Isolinien zu einer einzigen Linie vor, was an der Kontinuität der dargestellten Wertflächen (hier der Klimaeignung) nichts ändert. Diese Lösung musste für die Klimaeignung für Getreide (Abbildung 20) im St. Immer-Tal und an den Hängen über dem Bielersee angestrebt werden.

Die Karten der Klimaeignung für die zwei Hauptkulturen zeigen einige Ähnlichkeiten. Die Höhen über 1000 m lassen sich jedoch nur mit der Klimaeignung für Futterbau gliedern, während sich die Ebenen und Hügel südlich und östlich des Bielersees nur bei der Klimaeignung für Getreide unterscheiden.

Die Klimaeignung für Getreide wurde für die ganze Schweiz im Massstab 1 : 100'000 (Arbeitskarte) kartiert. Eine Zusammenfassung dieser Karte im Massstab 1 : 500'000 findet sich als Beilage zu JEANNERET und VAUTIER 1977b. Anhand dieser Kartierung konnten die methodischen Probleme erkannt werden. Dank diesen Erfahrungen konnte die kombinierte Karte der Klimaeignung im Massstab 1 : 100'000 (Arbeitskarte) direkt aufgenommen werden. Aus dieser in den Massstab 1 : 200'000 reduzierten Karte kann die Klimaeignung für die weiteren Kulturen herausgelesen werden. In der Beilage finden sich acht typische Ausschnitte aus dieser Karte sowie die Kurz-Legende. Der vollständige Satz der vier Kartenblätter samt der ausführlichen Legende auf der Kartenrückseite findet sich als Beilage zu JEANNERET und VAUTIER 1977b.

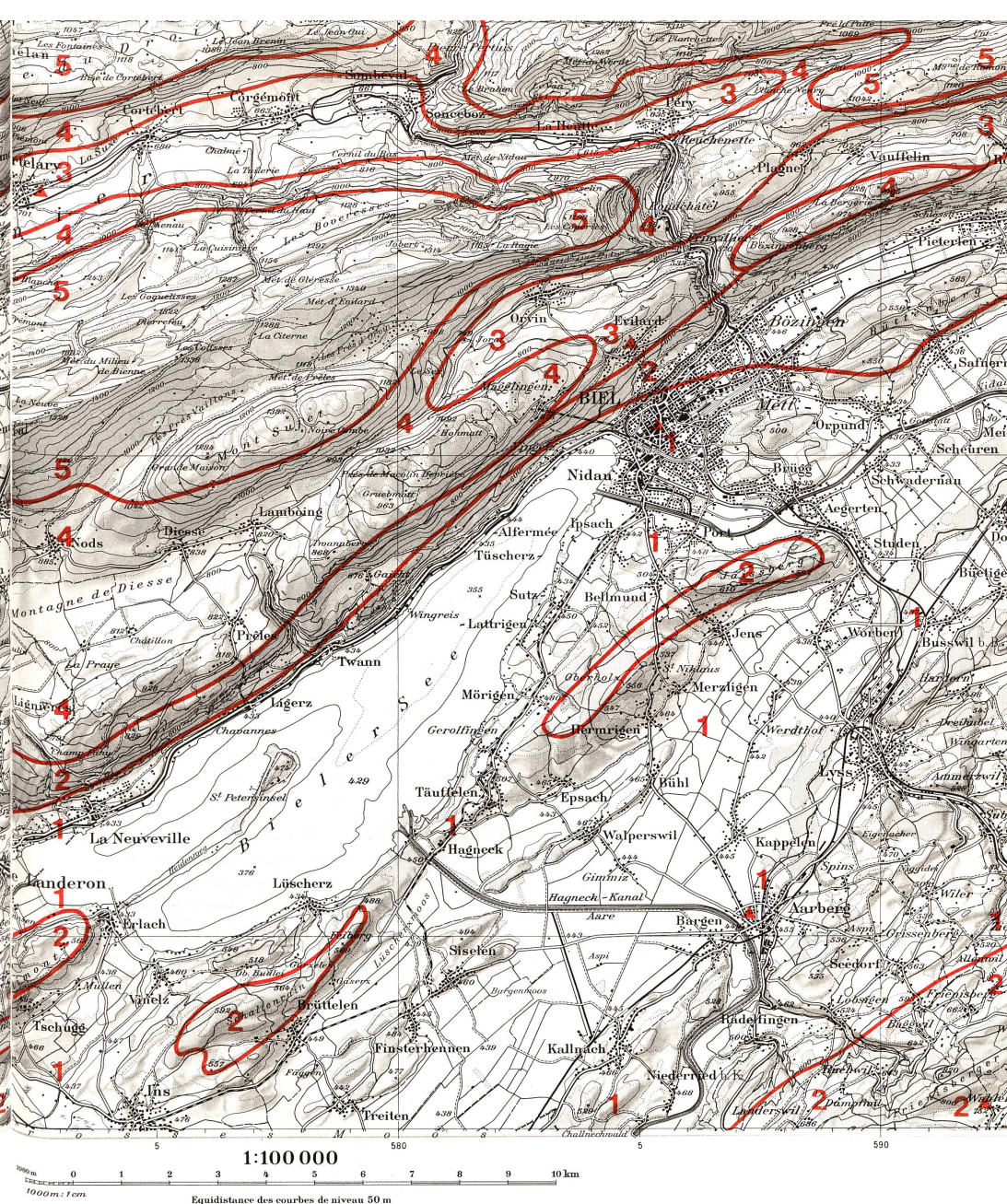


Diese Kartenskizze dient der Demonstration der Methoden und Probleme der kartographischen Darstellung. Sie enthält nicht mehr gesicherte Details als die Karte der Klimateignung für die Landwirtschaft im Massstab 1 : 200'000. — Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landes-topographie vom 15. 9. 1977.

Cette carte sert à la démonstration des méthodes et des problèmes de la représentation carto-graphique. Elle ne contient pas plus de détails garantis que la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200'000^e. — Reproduit avec l'autorisation du service topographique fédéral du 15-9-1977.

Abbildung 19: Karte der Klimateignung für Futterbau in der Umgebung des Bielersees
Figure 19: Carte des aptitudes climatiques pour les herbages dans les environs du lac de Biene

- 2 günstig (Flachland)
favorable (plaine)
- geeignet, aber beschränkte Vegetationsperiode / bon, mais période de végétation restreinte
- 4 geeignet für Wiesen und Weiden
bon pour pâturages et prairies
- 5 geeignet für Wiesen und Weiden
bon pour pâturages et prairies
- 6 geeignet für Alpwäiden
bon pour alpages



Diese Kartenskizze dient der Demonstration der Methoden und Probleme der kartographischen Darstellung. Sie enthält nicht mehr gesicherte Details als die Karte der Klimateignung für die Landwirtschaft im Massstab 1 : 200'000. — Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landes-topographie vom 15. 9. 1977.

Cette carte sert à la démonstration des méthodes et des problèmes de la représentation carto-graphique. Elle ne contient pas plus de détails garantis que la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200'000^e. — Reproduit avec l'autorisation du service topographique fédéral du 15-9-1977.

Abbildung 20: Karte der Klimateignung für Getreide in der Umgebung des Bielersees
Figure 20: Carte des aptitudes climatiques pour les céréales dans les environs du lac de Biene

- 1 sehr günstig / très favorable
- 2 günstig / favorable
- 3 geeignet / moyen
- 4 wenig geeignet / peu favorable
- 5 begrenzt / marginal à mauvais

4.4.5 Karte des Niederschlagshaushaltes

Bei dieser Karte handelt es sich um die Darstellung einer klimatischen, aber auf landwirtschaftliche Bedürfnisse zugeschnittenen Grösse, nämlich des Niederschlagshaushaltes in seiner Wirksamkeit für den Pflanzenbau. Ueber Entstehung und Aussage dieser im Massstab 1 : 500'000 gehaltenen Karte orientiert Kapitel 3 in JEANNERET und VAUTIER 1977b (Karte als Beilage).

Das topographische Kleinrelief beeinflusst die Niederschläge nicht in gleichem Mass wie etwa die Klimaeignung für eine bestimmte landwirtschaftliche Kultur. Der Einfluss von Landschaftselementen auf die Niederschlagsverteilung wurde zwar verschiedentlich untersucht (beispielsweise von UTTINGER 1949, 1950, 1951), ist aber doch zu wenig bekannt, als dass eine detaillierte Kartierung für den Raum der ganzen Schweiz möglich wäre. Deshalb ist der Verlauf der Begrenzungslinien zwischen Zonen gleichen Niederschlagshaushaltes stärker generalisiert als die Begrenzungslinien der Frostschäden- und Klimaeignungskarte im gleichen Massstab. Mit den zur Vergütung stehenden Daten und Erfahrungen liesse sich eine Darstellung in einem grösseren Massstab kaum verantworten.

4.4.6 Kombinierte Klimaeignungskarte

Der Kartenausschnitt der Abbildung 21 soll wie die vorangehenden der Abbildungen 19 und 20 nicht zusätzliche Informationen für das dargestellte Gebiet zeigen, sondern lediglich den Kartierungsvorgang veranschaulichen.

Beim vorliegenden Beispiel werden die Eignungen für die drei Hauptkulturen kombiniert. Das Ergebnis ist nicht genau dasselbe wie für die Klimaeignungskarte der Schweiz im Massstab 1 : 200'000 (Beilage), weil dort die Klimaeignung für sechs Kulturen kombiniert wird (die drei Hauptkulturen Futterbau, Getreide und Kartoffeln und dazu die drei ergänzenden Kulturen Körnermais, Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen). Das vorliegende Kartenbeispiel (Abbildung 21) zeigt lediglich die Ueberlagerung der Klimaeignung für die drei Hauptkulturen.

Auf der Klimaeignungskarte der Schweiz im Massstab 1 : 200'000 (Beilagen) kommen nicht mehr wie bei der Kartenskizze der Abbildung 21 die Einzelkombinationen zur Darstellung, sondern die zusammengefassten Eignungsklassen (siehe die Legende in der Beilage sowie Abschnitte 3.4 und 4.3). Damit liegt zwischen diesen beiden Karten ein wesentlicher Verarbeitungsschritt, nämlich die Zusammenfassung der Kombination zu Eignungsklassen.

Vergleicht man die Karte der Abbildung 21 mit den drei vorangehenden (Abbildungen 19 und 20), so fällt vor allem die detaillierte Gliederung des Gebietes auf. Im Kartenausschnitt treten 14 Kombinationen von Klimaeignungen der drei Hauptkulturen auf. Nur vier dieser Kombinationen sind mit einer Station vertreten, die übrigen ergeben sich durch die Ueberlagerung der drei vorangehenden Karten.

Die Begrenzungslinien auf der Karte der kombinierten Klimaeignung für die drei Hauptkulturen (Abbildung 21) sind gegenüber denjenigen der Karten der Klimaeignung für einzelne Kulturen (Abbildungen 19 und 20) leicht generalisiert. An den Steilhängen mussten wiederum Begrenzungslinien vereinfacht werden, wobei auf die Darstellung von schmalen, in der Praxis unwesentlichen Zonen verzichtet wurde. Dies fällt wiederum besonders an den Hängen des St. Immer-Tales und am Jura-Südfuss auf.

Bei allen diesen Klimaeignungskarten wurde versucht, die Begrenzung von Zonen verschiedener Klimaeignung in funktionale Landschaftsscheiden zu verlegen. Steil-

stufen, Wälder, Flussläufe, Siedlungen und weitere Landschaftselemente sind sehr oft wirksame geländeklimatische Scheiden.

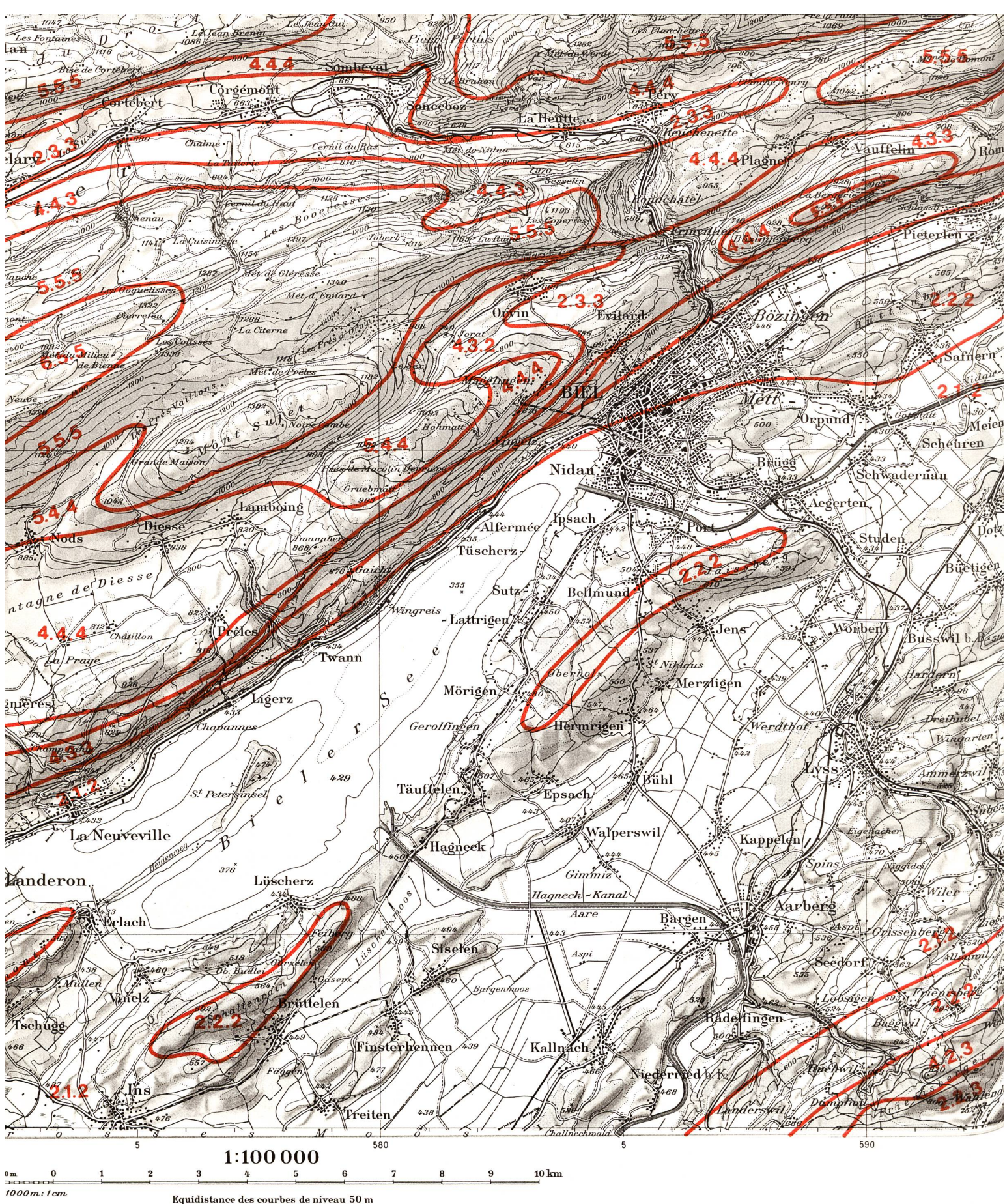
Die kombinierte Klimaeignungskarte der Schweiz wurde zuerst im Massstab 1 : 100'000 entworfen, dann vereinfacht und in den Massstab 1 : 200'000 reduziert (Beilagen).

Bei der Festlegung von Zonengrenzen sowie in allen zweifelhaften Fällen wurden zahlreiche vorhandene regionale und lokale Klimaarbeiten herangezogen. Sie können hier nicht alle aufgezählt werden, finden sich jedoch in der Bibliographie zur "Klimatologie der Schweiz" (JEANNERET 1975b). Nur die Karte der Wärmestufen im Massstab 1 : 200'000 von SCHREIBER et alii (1977) soll hier speziell erwähnt werden, weil es sich um die detaillierteste klimatische Aufnahme handelt, die für das ganze Gebiet der Schweiz vorliegt.

4.4.7 Landschaftsprofile

Durch das in den Kartenskizzen (Abbildungen 19 und 20) dargestellte Gebiet sowie durch weitere besonders interessante Landschaften wurden Profile gezeichnet, die die Variationen der Klimaeignung in verschiedenen Landesteilen veranschaulichen (in JEANNERET und VAUTIER 1977b Abbildung 3 für Landschaften im Jura und im Mittelland, Abbildung 4 für Alpen-Landschaften). Die Profile sind im horizontalen Massstab 1 : 100'000 gehalten und vierfach überhöht.

Für eine Auswahl ähnlicher Landschaften liegen auch Profile der Spätfrostschäden im Frühjahr 1974 vor (Abbildung 2 in JEANNERET und VAUTIER 1977b). Obwohl es sich um eine einzelne Aufnahme handelt und nicht um eine allgemeine Frostgefährdung, ist ein Vergleich mit der Klimaeignung interessant.



Diese Kartenskizze dient der Demonstration der Methoden und Probleme der kartographischen Darstellung. Sie enthält nicht mehr gesicherte Details als die Karte der Klimateignung für die Landwirtschaft im Massstab 1 : 200'000. — Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 15. 9. 1977.

Cette carte sert à la démonstration des méthodes et des problèmes de la représentation cartographique. Elle ne contient pas plus de détails garantis que la carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture au 200'000^e. — Reproduit avec l'autorisation du service topographique fédéral du 15-9-1977.

1.2.3 Klimateignung für Futterbau (wie Abbildung 19), Getreide und Kartoffeln (wie Abbildung 20)

1.2.3 Aptitudes climatiques pour les herbages (comme figure 19), céréales et pommes-de-terre (comme figure 20)

Abbildung 21: Karte der Klimateignung für die Hauptkulturen in der Umgebung des Bielersees

Figure 21: Carte des aptitudes climatiques pour les cultures principales dans les environs du lac de Biene

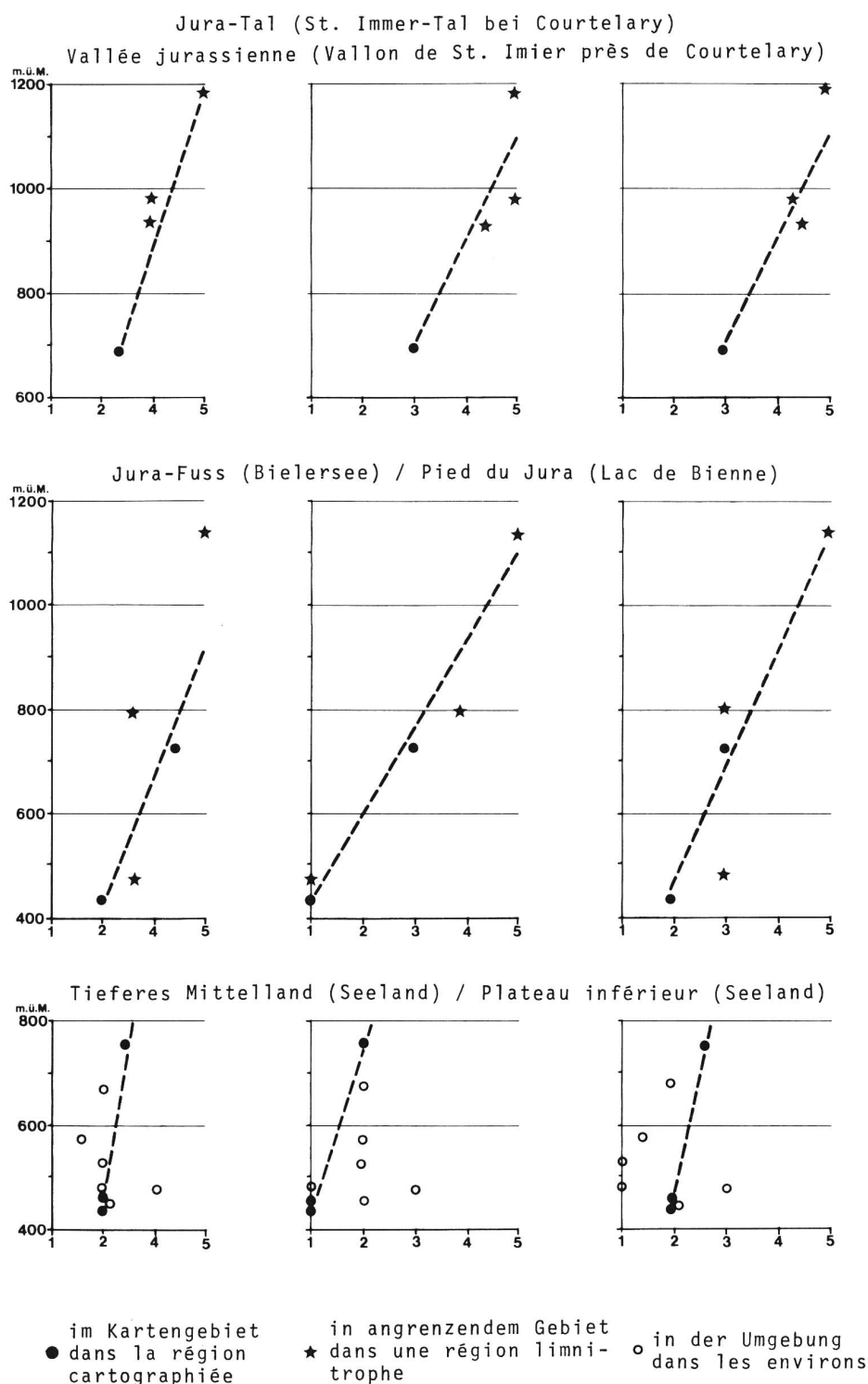


Abbildung 22: Regionale Höhengradienten der Hauptkulturen in der Umgebung des Bielersees (Abszisse = Eignungsklasse, Ordinate = Meereshöhe)

Figure 22: Gradients altitudinaux régionaux des cultures principales dans les environs du lac de Bienne (abscisse = classe d'aptitude, ordonnée = altitude)