

Un fichier bioclimatique : environnement — site urbain — bâtiment

Jean Bouillot

44, rue des Blés

F-21700 Nuits Saint Georges

France

Summary

This bioclimatic card index has two aims: regrouping existing case references and elaborating design recommendations for typical climatic situations.

In order to grasp the global spatial context of each case, the index includes its environment, site, urban surroundings and buildings.

The analysis is based on climatological data concerning the place and on selected photographic information; it is applied to upper level ecological chains and lower level bioclimatic confort conditions. It thus makes it possible to define a specific bioclimatic principle for each level.

Résumé

Ce fichier bioclimatique vise un double objet qui est d'établir en ensemble de références de cas exemplaires existants et d'élaborer un ensemble de recommandations à la conception de projets d'architecture dans des situations climatiques typiques.

Afin d'appréhender le contexte spatial de chaque cas dans sa globalité, ce fichier porte sur l'ensemble de ses dimensions: l'environnement, le site, l'espace urbain et le bâtiment.

S'appuyant sur les données climatologiques du lieu et sur une information photographique aussi sélective que possible, les analyses portent sur les chaînes écologiques aux échelles supérieures, sur les conditions bioclimatiques de confort aux échelles inférieures, et permettent d'aboutir à un principe bioclimatique spécifique du lieu pour chacune d'elles.

Un fichier bioclimatique

Le principe de ce fichier est d'établir un certain nombre de *références-recommandations* à partir de situations climatiques typiques.

Son objet n'est donc pas d'établir une typologie spatiale et architecturale exhaustive par rapport au climat, mais de fournir des repères et outils de conception spécifiques à chaque situation climatique, en se basant sur une *typologie climatique*.

Par contre, pour être complète, la démarche spatiale embrasse l'ensemble du contexte spatial, de manière à remonter aux mécanismes fondamentaux agissant sur notre espace quotidien et à les intégrer à la fois à la compréhension de notre environnement naturel et à la conception de notre environnement bâti.

L'analyse, concernant les références et les recommandations, est organisée suivant quatre échelles: partant du "macroscopique" *environnement*, au sens de la géographie régionale, pour arriver au "microscopique" *bâtiment*, en passant par le *site*, portion sélective de l'environnement, et l'*espace urbain* entre site et bâtiment.

Dans la mesure où ce fichier est basé sur une typologie climatique, il importe d'établir cette dernière sur une base homogène bien équilibrée dans un premier temps (macro-régionalisme), et suffisamment fine et détaillée dans un second temps (micro-régionalisme).

Pour ce faire, l'analyse fait intervenir les facteurs du climat successivement du macroscopique au microscopique:

- la *latitude*, avec la zone climatique;
- l'*éloignement à la mer*, avec la continentalité;
- l'*altitude*, avec la topographie;
- la *densité*, avec le mode d'occupation du sol.

De cette manière, sans être exhaustif, le fichier peut toujours être complété de situations climatiques plus fines (micro-climats) existant à l'intérieur de situations climatiques plus vastes.

Les données climatiques sont données sous la forme de schémas au recto et numérique au verso de chaque fiche.

Les références (cas étudié), figurant au recto de chaque fiche, ne sont choisies que par rapport à leur caractère d'*exemplarité*, comme réponses humaines aux climats.

L'analyse, structurée verticalement suivant les quatre échelles définies plus haut, s'organise de gauche à droite suivant trois volets:

- des *diapositives* en couleurs, donnant un maximum d'informations en ce qui concerne le contexte spatial en objet;
- des graphes analytiques de nature à identifier les composantes fondamentales de la situation en objet, sous forme d'un *biogramme* (analyse des chaînes écologiques du biotope) aux échelles environnement et site, et d'un *diagramme bioclimatique* (analyse des composantes de l'ambiance par

rapport aux exigences humaines en matière de confort thermo-hygro-métrique) aux échelles du bâtiment et de l'espace urbain;

- des *principes bioclimatiques* à chacune des quatre échelles, où sont mis en évidence les principes d'intégration du cas étudié aux conditions climatiques et d'environnement locales.

Les recommandations, figurant au verso de chaque fiche, sont directement tirées de l'analyse au recto (biogramme + diagramme bioclimatique) et ne concernent que les trois échelles site — espace urbain — bâtiment.

Elles se traduisent par la mise en situation schématique des principes initialement mis en évidence.

L'idée de ce fichier a été exposée par l'auteur durant la Conférence du P.L.E.A.¹ International 91 à Séville.

Celui-ci étant membre du Groupe de Travail "Architecture + Eenergie" de l'UIA², l'idée en a été reprise et développée au sein d'un groupe de travail plus restreint en son sein, et réunissant les confrères suivants:

- Prof. Jeffrey Cook, Arizona State University;
- Steve V. Szokolay, University of Queensland, Australia;
- Martin Evans, University of Buenos Aires, Argentina;
- Sanjay Prakash, India;
- Jean Bouillot, France.

NOTICE DE LA FICHE DE BASE

Les numéros des rubriques se rapportent à la fiche ci-dessous (un exemple de fiche remplie se trouve à la fin de l'article).

RECTO

1. *Agents du micro-climat*

Les quatre informations portées sur la ligne en haut de la fiche servent à situer rapidement les caractéristiques climatiques de l'endroit analysé:

- la zone climatique: entre zones froide, tempérée, chaude-sèche, chaude-humide, et leurs composantes (froid-tempéré, tempéré-chaud aride = méditerranéen, chaud aride — chaud humide = guinéen);
- la continentalité, entre insulaire, littoral, océanique et continental;
- la topographie: entre plaine, colline, plateau, montagne;
- le mode d'occupation du sol: entre naturel, rural, urbain, industriel.

¹ Passive and Low Energy Architecture.

² Union Internationale des Architectes.

2. Coordonnées géographiques

Directement liées aux informations précédentes:

— densité: en habitants au km² (mode d'occupation du sol).

3. Graphiques des données climatologiques

Ces graphiques sont à établir sur la base des informations numériques indiquées au verso de la fiche.

- température de l'air en degrésC/mois, moyennes quotidiennes mini et maxi;
- soleil brillant en heures/mois, durée moyenne;
- irradiation sur un plan horizontal, en Wh/m²/mois moyenne journalière;
- humidité relative en %/mois, moyennes journalières mini et maxi;
- précipitations en mm/mois, moyenne;
- vents en directions et fréquence.

4.5.6.7. Diapositives en couleur

Ces diapositives sont nécessairement prises à l'endroit indiqué en haut de la fiche, et successivement de l'environnement général, du site, de l'espace urbain et du bâtiment, comme à travers un effet de zoom à l'endroit pris comme référence.

Ces diapositives sont l'élément d'illustration du cas étudié le plus expressif, et, pour cette raison, l'objet de cette étude doit être un cas de référence aussi significatif que possible du climat concerné sur la fiche, et non l'inverse (l'analyse climatique illustrant l'étude de cas).

Ainsi le choix du cas à étudier est assez difficile, la valeur première étant de représenter *la meilleure référence spatiale par rapport au climat* sur la fiche.

Les caractéristiques du bâtiment comme le programme, la densité bâtie, le type de design et les matériaux de construction, ne doivent pas influencer le choix des cas à étudier, même s'ils sont donnés, à toutes fins utiles, à titre d'information (voir plus loin para. 16).

8. Biogramme de l'environnement

Ce graphe ouvre l'analyse de manière à mettre en évidence les mécanismes naturels qui se manifestent à l'endroit choisi à l'échelle de l'environnement.

Il fait intervenir les principales composantes à ce niveau d'analyse (géomorphologie, climatologie, hydrographie et végétation, héliologie) de manière à construire la (es) chaîne(s) écologique à préserver, et à en déduire les ressources viables localement, sous leur forme brute avant toute action humaine.

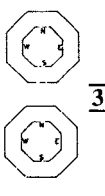
CLIMATIC DATA

climatic zone: 1 continentality: topography: land use:

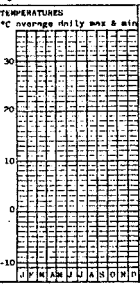
location :
 latitude :
 sea distance :
 altitude :
 density :

climatologic qualitative comment: 2

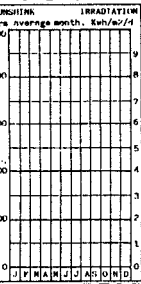
WINDS directions and frequencies



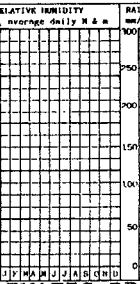
TEMPERATURES °C average daily max & min



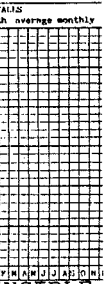
SUNSHINE hrs average month, h/m/d/y



IRRADIATION % average daily h & m



RAINFALL mm/ft/h average monthly



SLIDES BIOGRAMMES AND CHARTS BIOCLIMATIC PRINCIPLE

ENVIRONMENT

4 8 12

SITE

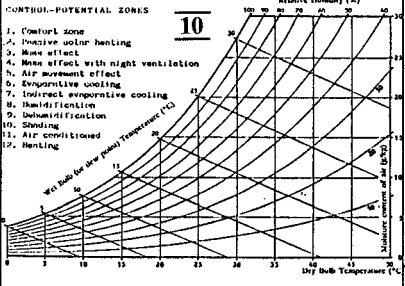
5 9 13

URBAN

6 10 14

CONTIN. - POTENTIAL ZONES

1. Comfort zone
2. Positive solar heating
3. Mass effect
4. Mass effect with night ventilation
5. Air movement effect
6. Evaporative cooling
7. Indirect evaporative cooling
8. Humidification
9. Dehumidification
10. Shading
11. Air conditioned
12. Heating



BUILDING

7 11 15

YEARLY COMFORT CONDIT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
heating												
wind shelter												
rain shelter												
solar gains												
shading												
air movement												
radiant cooling												
evaporative cool.												
humidification												
dehumidification												
air-conditioned												

programme: density: 16 design: materials:

NUMERIC CLIMATIC DATA

17

17

RECOMMENDATIONS

SITE

18

19

UNIT CLIMATE COMFORT	TEMPERATURE	WIND - VELOCITY	WIND - DIRECTION	WIND - PRESSURE
1/4 SILENCE COMFORT				
wind shelter				
sun protection				
comfort				
humidity				
air movement				
temperature cooling				
humidity reduction				
dehumidification				

URBAN

20

21

UNIT CLIMATE COMFORT	WIND	FAKE	GREEN	SOLAR
1/4 SILENCE COMFORT				
wind shelter				
rain shelter				
sun protection				
comfort				
humidity				
air movement				
temperature cooling				
humidity reduction				
dehumidification				

BUILDING

22

23

UNIT CLIMATE COMFORT	HEAVY	LIGHT	WATER	ENERGY
1/4 SILENCE COMFORT				
humidity				
wind shelter				
rain shelter				
noise noise				
humidity				
air movement				
temperature cooling				
temperature cooling				
humidity reduction				
dehumidification				
UV - control devices				

9. Biogramme du site

De la même manière, ce graphe est le prolongement naturel du précédent; il fait intervenir les principales composantes à l'échelle du site (topographie, microclimatologie, hydro-végétation, ensoleillement), en faisant cette fois-ci, entrer l'intervention humaine en ligne de compte, de manière à construire la(es) chaîne(s) écologique naturelle-humaine(s) à protéger, à promouvoir ou à développer.

10. Diagramme bioclimatique

Ce diagramme est construit pour être utilisé aux trois échelles bâtiment—espace urbain—site, en considérant au départ les conditions d'activité et vestimentaires suivantes des usagers à l'intérieur du bâtiment: une activité moyenne (1.3 - 1.5 met), des vêtements légers (0.4 - 0.8 clo) et des mouvements d'air négligeables.

La transposition de ces conditions dans l'espace urbain et dans le site doit être faite en considérant un même niveau d'activité (par exemple, la marche calme), une situation bien abritée et une modification de l'habillement par rapport à l'usage du chauffage ou de l'air conditionné dans le bâtiment.

La *zone de confort*, et les *zones de contrôle* (chauffage, ventilation, rafraîchissement par évaporation, action de la masse thermique, etc...) sont à construire pour chaque climat sur le fond du diagramme psychométrique (diagramme de "l'air humide" en usage pour les études de chauffage) en utilisant la méthode de S.V. Szokolay.

En effet, comme l'explique S.V. Szokolay, dans son "Climate Analysis Based on the Psychrometric Chart" (*International Journal of Ambient Energy*, Vol. 7, Number 4, October 1986), l'*influence de l'acclimatation sur la préférence thermique* a pour principale conséquence sur l'analyse le fait qu'un seul diagramme ne peut suffire là où un diagramme particulier pour chaque climat est nécessaire pour obtenir un résultat aussi proche que possible de la réalité.

Une fois le diagramme construit pour le cas climatique considéré, les climogrammes mensuels sont reportés sur la base des données climatologiques en température de l'air et hygrométrie, en indiquant les deux extrêmes quotidiens — température mini + hygrométrie maxi le matin; température maxi + hygrométrie mini en mi-journée).

On peut directement lire sur le diagramme les conditions de confort à satisfaire durant toute l'année au cours des différents mois.

11. Conditions annuelles de confort

Ce tableau est directement établi à partir du diagramme bioclimatique, de manière à obtenir une lecture plus facile des résultats de l'analyse précédente, et afin de sélectionner les conditions saisonnières extrêmes à satisfaire dans l'espace vital humain.

12. Principe bioclimatique de l'environnement

Ce schéma vient à la suite du biogramme de l'environnement; en utilisant un fond de carte, il met en situation les mécanismes et relations entre les différentes composantes de l'environnement, et en particulier entre géomorphologie, hydrographie, climatologie et héliologie (régime solaire), en mettant en évidence les risques de pollutions diverses et les protections à envisager éventuellement.

13.14.15. Principes bioclimatiques

Pour chacune des échelles suivantes (site, espace urbain, bâtiment) et en relation horizontale avec les diapositives, par l'intermédiaire des biogrammes et des diagrammes, ces schémas doivent faire la démonstration de l'adéquation du choix du site et de la conception du bâtiment et des espaces urbains avec les zones de contrôle du diagramme bioclimatique, et la démonstration de leur exemplarité par rapport aux conditions climatiques locales du point de vue des conditions de confort pour l'être humain.

16. Information concernant le bâtiment

Ces informations peuvent être données comme complément, mais elles ne représentent pas le matériel de base du fichier, même si elles peuvent être utilisées, à un second niveau, comme bases de classement et d'analyse.

Ce sont:

- le programme: habitat, enseignement, culture, tertiaire, sanitaire, etc...;
- la densité de la construction: bâtiment bas, de moyenne hauteur, de grande hauteur;
- conception: vernaculaire, architecte, autres;
- matériaux de construction: traditionnels, industriels.

VERSO

17. Données climatologiques numériques

Ces données de base sont indiquées au verso de chaque fiche pour servir à l'établissement des graphiques et diagrammes de la page recto (lecture rapide) et les calculs thermiques.

Les données climatologiques nécessaires à l'établissement du diagramme bioclimatique sont:

- la température extérieure en moyenne annuelle;
- les températures moyennes mensuelles, quotidienne minimum et maximum;

- l'humidité relative moyenne mensuelle, quotidienne minimum et maximum;
- l'irradiation solaire globale sur un plan horizontal, en Wh/m²/jour, en moyenne quotidienne mensuelle.

18.19.20.21.22.23 *Recommandations et conseils pour la conception*

Pour chacune des trois échelles inférieures (site, espace urbain, bâtiment), des recommandations et conseils peuvent être élaborés sur la base des mêmes conditions annuelles de confort.

Dans les trois cas, les composantes spécifiques de l'espace à concevoir doivent être identifiées par rapport au rôle qu'elles doivent jouer afin de répondre aux exigences de confort, et combinées en un principe bioclimatique global matérialisé par un *modèle spatial spécifique* (par exemple: une maison, une place publique, un quartier).

Le *bâtiment* peut, quant à lui, être considéré comme la combinaison de quatre enceintes: lourde, légère, eau et énergie; les conditions de confort du bâtiment sont celles-mêmes du diagramme bioclimatique.

L'*espace urbain* peut-être considéré comme la combinaison de quatre domaines: le domaine bâti, l'espace libre, les espaces verts et l'espace solaire (portion de l'espace libre éclairée par le soleil, donc mouvante).

Mêmes conditions de confort que pour le bâtiment, moins la climatisation, le chauffage (remplacé par les vêtements d'hiver), le rafraîchissement par la masse thermique et les gains solaires (remplacés par la radiation solaire directe).

Le *site* peut être considéré comme la combinaison de quatre domaines naturels: la topographie, le microclimat, l'hydro-végétation et l'ensoleillement.

Les conditions de confort sont les mêmes que celles qui s'appliquent à l'espace urbain.

Toute autre sorte de recommandation, sous forme écrite ou graphique, utile pour les concepteurs et les planificateurs, peut être insérée dans les encarts réservés à cet effet.

CLIMATIC DATA

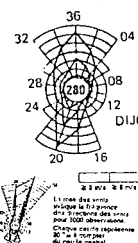
climatic zone: TEMPERATE

location : CHAMBOILLE Fr
 latitude : 47°16'N
 sea distance: 485 km (Atlan
 altitude : 220 meters
 density : 100 hab/km2

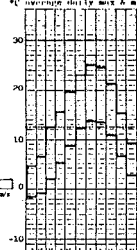
climatologic qualitative
 comment:
 The cold season lasts between 5
 to 6 months, while 3 to 4 for the
 hot one; inter-seasons are real
 with 1 to 2 months each one.
 Rains equally distributed.

continentality: CONTINENTAL, topography: PLAIN-PLAT, land use: RURAL

WIND
 directions and frequencies



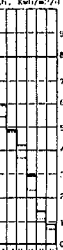
TEMPERATURES
 °C average daily MAX & MIN



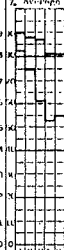
PRECIPITATION
 mm average monthly



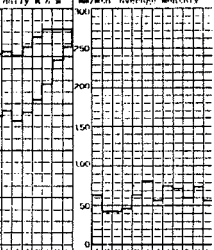
INDOOR TEMPERATURE
 °C average daily MAX & MIN



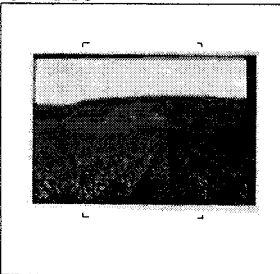
RELATIVE HUMIDITY
 % average daily MAX & MIN



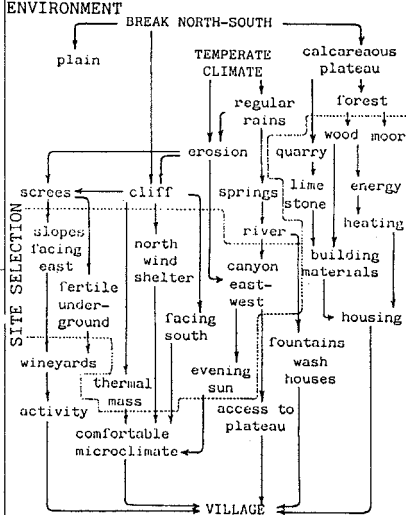
RAINFALL
 mm each covering monthly



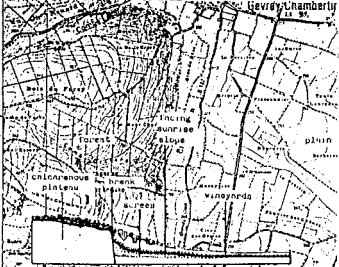
ENVIRONMENT



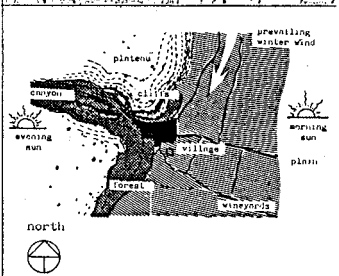
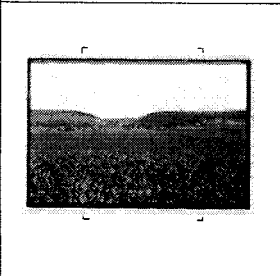
BIODIAGRAMMES AND CHARTS



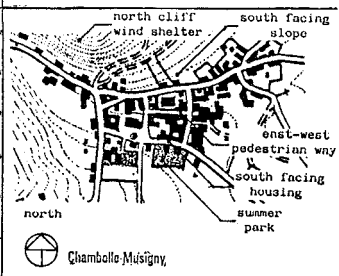
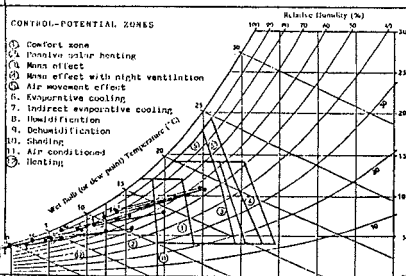
BIOCLIMATIC PRINCIPLE



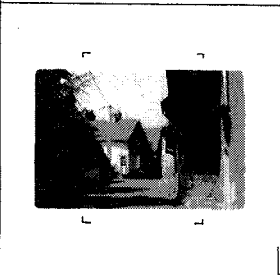
SITE



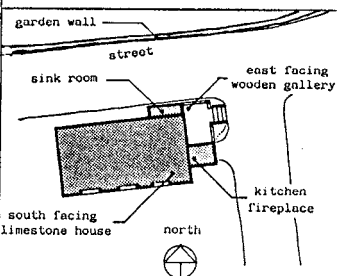
SITE HUMAN ACTION



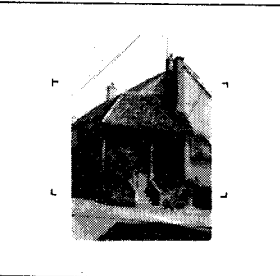
URBAN



YEARLY CLIMATIC EFFECT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
heating	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
wind shelter	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
rain shelter	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
solar gains	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
shading	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
air movement	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
radiant cooling	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
evaporative cool.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
humidification	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
dehumidification	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
air-conditioned	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



BUILDING



programme: HOUSING

density: LOW

design: VERNACULAR

materials: TRADITIONAL

NUMERIC CLIMATIC DATA

Dijon 47°16'N 5°06'E 220m

Period 1931-60 Biogeography 12, 14, 16	Temperature						Relative humidity		Precipitation			Bright sunshine			
	Average daily		Average monthly		Absolute		Average of observations at 0630 1230		Average monthly fall	Maximum fall in 24 h	Average No. of days with 0.1 mm or more	Average monthly duration	Average per cent of possible	Maximum duration in one day	Average No. of days with no sun
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	max cent	min cent	millimetres			hours	hours		
January	4.4	-1.6	12.0	-8.3	16.5	-16.6	90	82	64	26	16	68	24	5.2	13
February	6.5	-0.9	14.2	-8.0	19.7	-19.6	89	75	42	21	13	84	32	10.9	8
March	12.3	2.0	20.2	-4.3	23.5	-10.4	86	61	42	33	10	189	51	12.7	3
April	16.8	5.1	23.8	-0.7	26.6	-3.9	81	53	46	27	11	210	61	14.2	2
May	19.8	8.7	27.1	2.4	30.2	-0.4	81	55	64	30	12	249	83	16.7	2
June	22.0	12.1	30.8	6.5	36.0	3.9	82	57	81	119	12	281	83	16.1	1
July	22.1	13.9	32.9	9.1	37.2	5.3	80	63	58	62	11	271	86	16.0	0
August	24.7	13.5	32.1	8.9	36.0	5.4	84	56	77	63	11	244	85	15.1	1
September	21.3	10.9	28.1	6.4	33.0	0.8	80	61	72	57	11	211	86	13.3	2
October	19.3	6.4	22.8	-0.5	25.8	-3.8	91	69	60	53	12	148	44	11.7	4
November	9.1	2.7	15.8	-4.2	21.6	-9.4	91	79	70	52	14	70	25	9.9	11
December	4.9	-0.3	12.7	-6.7	16.0	-13.8	91	84	57	38	14	45	17	8.3	16
Year	16.2	6.0	23.0*	-12.0*	37.2	-15.6	86	65	739	110	147	2049	46	16.1	63
No. of years	30	30	15	15	15	15	15	15	30	15	30	15	15	14	14

YEAR

mean daily temp.: 11.31 °C
 neutrality temp.: 21.10 °C
 degree-days : 2871
 solar irradi. av.
 daily Wh/m2/d : 3245
 sunshine fract. : 43 %

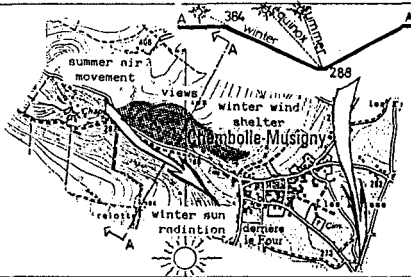
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

solar irradiation															
aver.daily Wh/m2/d	940	1600	2850	4250	5000	5750	5900	4800	3700	2350	1100	700			
sunshine fraction															
%	24	32	51	51	53	53	56	55	56	44	25	17			
aver. daily temp.															
°C	1.4	3.1	8	11.6	14.8	18.6	21	20.5	16.8	11.2	5.8	3			
degree-days															
(basis 18°C) °C	500	418	326	289	154	91				117	170	351	455		

RECOMMENDATIONS

SLOPE VILLAGE DEVELOPMENT

The south slopes in the canyon, well wind-sheltered and sun radiated during winter, could be good possible extensions for the village, without any negative impact within the vineyard domain.

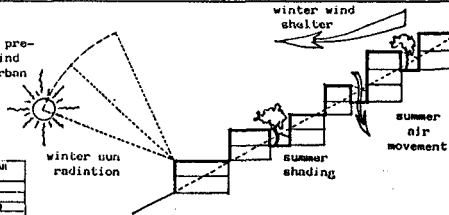


SITE

UNIT DEVELOPMENT CRITERIA	HEAVY	MEDIUM	WATER	ENERGY
WIND SHIELDING	●	●	●	●
SUN SHIELDING	●	●	●	●
WIND POLLUTION	●	●	●	●
WINDING	●	●	●	●
AIR MOVEMENT	●	●	●	●
WIND PROTECTIVE WALL	●	●	●	●
WIND POLLUTION	●	●	●	●
AIR SHIELDING	●	●	●	●

STEPPED ORDERING

The slope village-development can preserve good sunniness, views and wind shelter conditions, as well for urban spaces as for buildings.



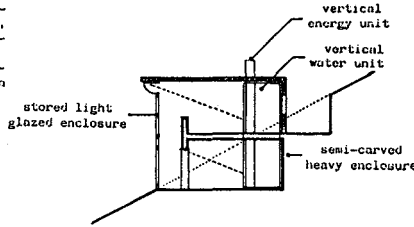
URBAN

UNIT DEVELOPMENT CRITERIA	HEAVY	WATER	GREEN	SOLAR
WIND SHIELDING	●	●	●	●
SUN SHIELDING	●	●	●	●
WIND POLLUTION	●	●	●	●
WINDING	●	●	●	●
AIR MOVEMENT	●	●	●	●
WIND PROTECTIVE WALL	●	●	●	●
WIND POLLUTION	●	●	●	●
AIR SHIELDING	●	●	●	●

TWO STORES SEMI-CARVED BUILDING

The hill slope semi-carving can contribute to a high inertia heavy enclosure, useful as much for heat storage in winter as for radiant cooling in summer. The light glazed enclosure can be developed either on the upper floor or as a

continuous envelope on the south side of the building.



BUILDING

UNIT DEVELOPMENT CRITERIA	HEAVY	WATER	ENERGY
WIND SHIELDING	●	●	●
SUN SHIELDING	●	●	●
WIND POLLUTION	●	●	●
WINDING	●	●	●
AIR MOVEMENT	●	●	●
WIND PROTECTIVE WALL	●	●	●
WIND POLLUTION	●	●	●
AIR SHIELDING	●	●	●