

Conséquences constructives du climat méditerranéen

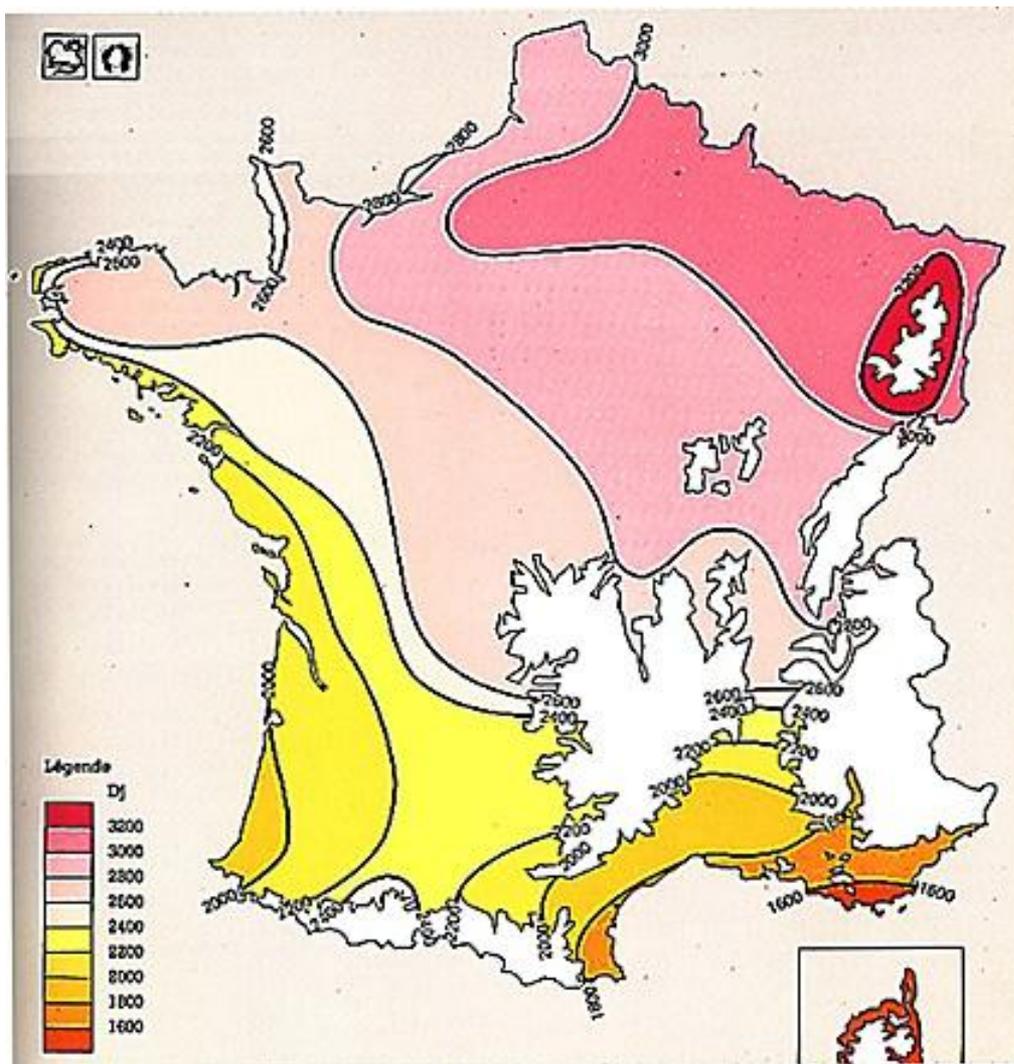


Ce qui distingue le climat méditerranéen des climats du Nord de l'Europe :

- 1. Des hivers doux et des étés chauds**
- 2. De fortes amplitudes thermiques**
- 3. Un fort ensoleillement**
- 4. Des problèmes avec l'air humide**
- 5. Des précipitations irrégulières**
- 6. Des vents capricieux**



La température d'air : les Degrés-Jours



2 fois plus de Degrés-Jours dans le Nord de la France!

Degrés-Jours unifiés de la saison de chauffage en France

Atlas climatique de la construction, L. Chemery, P. Duchêne-Marullaz; CSTB-IRBAT; 1987



La température d'air : les Degrés-Jours

Les **degrés-Jours** sont le cumul sur la durée de la saison de chauffage de l'écart journalier entre la température extérieure et la température intérieure de consigne:

$$\text{DJ} = \text{SOMME} (T_{\text{consigne}} - T_{\text{Emoy}})$$

On prend en général $TC = 18^{\circ}\text{C}$ (Degrés-Jours Unifiés) pour tenir compte des apports internes.

Les **Degrés-Jours réels** d'un bâtiment sont le cumul sur la durée de la saison de chauffage de l'écart journalier entre la température extérieure et la température extérieure de non-chauffage:

$$\text{DJ}_{\text{réels}} = \text{SOMME} (T_{\text{non chauffage}} - T_{\text{Emoy}})$$

La température extérieure de non-chauffage dépend de la conception du bâtiment: forme, isolation de l'enveloppe, orientation des façades, apports solaires, inertie thermique...etc.)

La notion de Degrés-Jours d'été

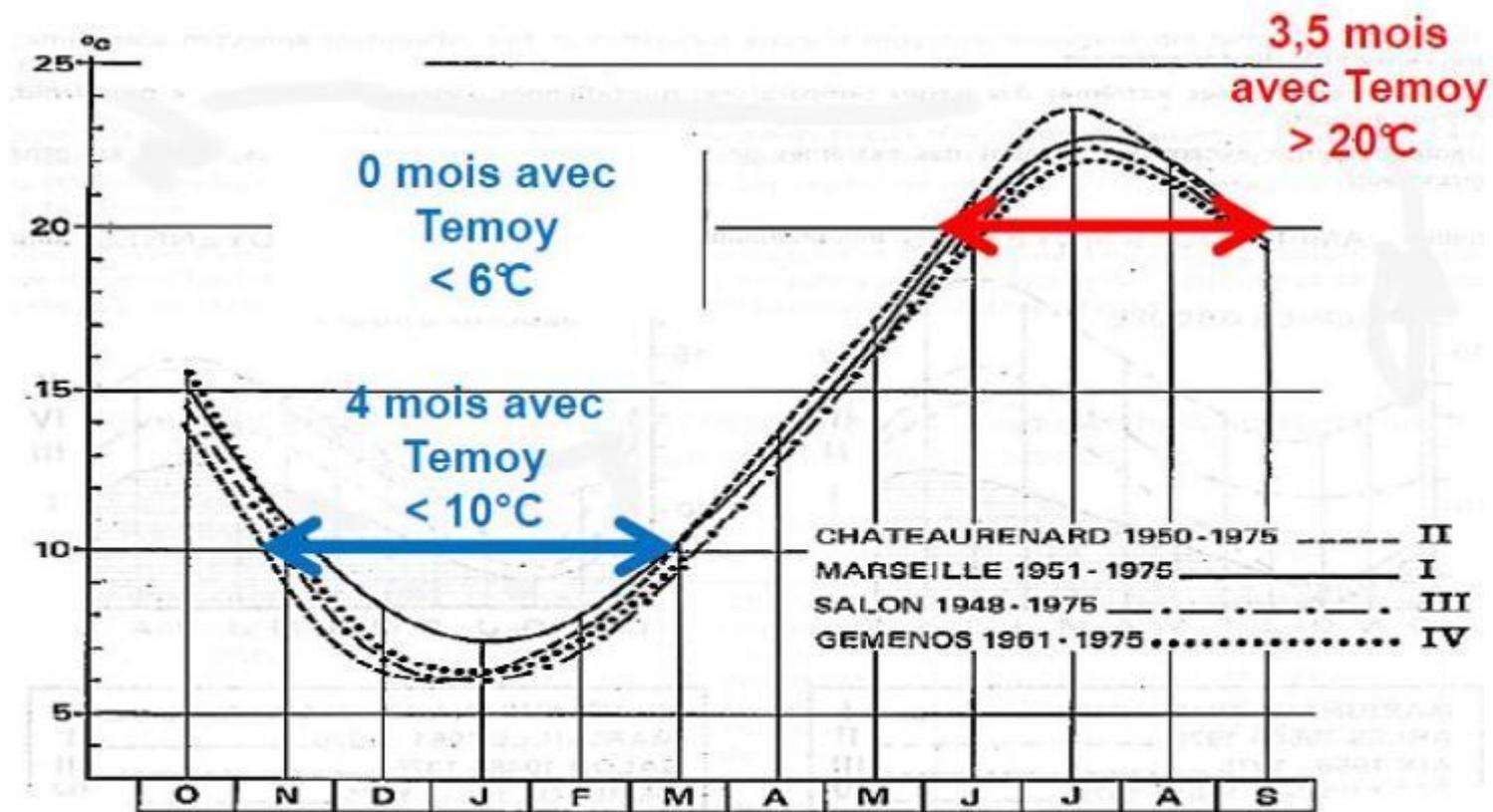
Par analogie, les **degrés-Jours d'été** sont le cumul sur la durée de la saison chaude de l'écart journalier entre la température extérieure et la température extérieure de non-climatisation

$$\text{DJété} = \text{SOMME} (T_{\text{non clim}} - T_{\text{Emoy}})$$

La température extérieure de non-climatisation dépend étroitement de la conception du bâtiment:

- Forme (notamment le ratio Surface horizontales extérieures/Volume)
- Isolation de l'enveloppe (parois exposées à l'ensoleillement),
- Orientation des façades
- Apports solaires non maîtrisés,
- Inertie thermique interne
- Efficacité de la ventilation nocturne
- Utilisation de systèmes passifs de refroidissement
- Comportement des habitants (apports internes et ventilation naturelle)

↘ La température d'air : variation annuelle

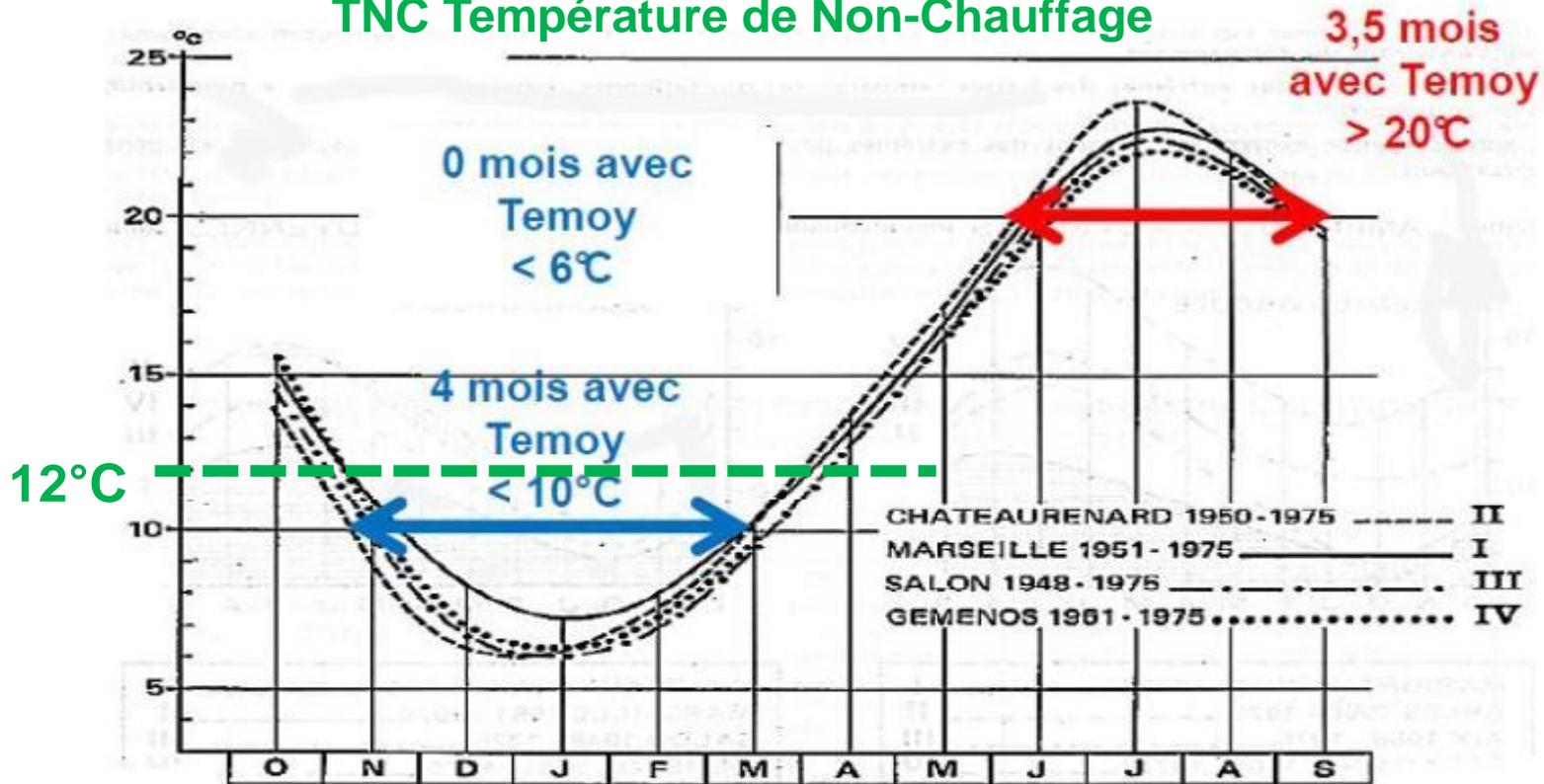


Profils des températures moyennes mensuelles à Marseille et sa région : elles oscillent entre 6 et 23°C

Aspects climatologiques des départements de la région Provence Alpes Côte d'Azur ; Ascensio E.; Monographies N°2, Ministère des transports, direction de la météorologie, 88p, Juillet 1983.

La température d'air : variation annuelle

TNC Température de Non-Chauffage



Profils des températures moyennes mensuelles à Marseille et sa région : elles oscillent entre 6 et 23°C

Aspects climatologiques des départements de la région Provence Alpes Côte d'Azur ; Ascensio E.; Monographies N°2, Ministère des transports, direction de la météorologie, 88p, Juillet 1983.



Température d'air : valeurs mensuelles

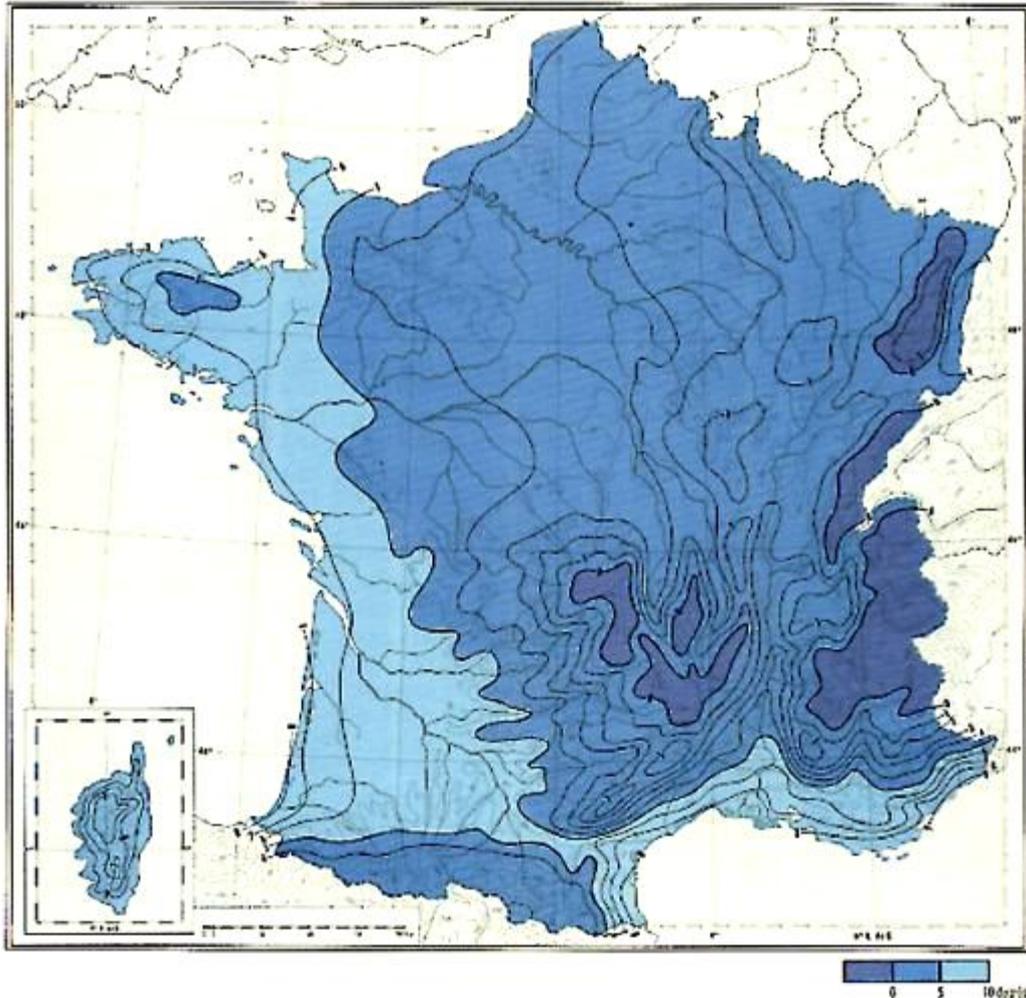
Station de Marignane

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN		
Tmoy	5,5	6,6	10,0	13,0	16,8	20,8		
Tmax	10,0	11,5	15,0	17,9	21,8	26,1		
Tmin	1,5	2,1	5,1	7,6	11,1	14,7		
AbSmax	20,0	21,9	24,0	28,5	33,0	36,0		
AbSmin	-10,7	-16,8	-10,0	-2,4	0,0	5,4		
	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNEE	
Tmoy	23,3	22,8	19,9	15,0	10,2	6,9	14,2	
Tmax	28,9	28,3	25,1	19,8	14,7	10,9	19,2	
Tmin	17,1	17,0	14,7	10,4	6,0	3,0	9,2	
AbSmax	39,0	36,6	34,3	30,2	22,8	20,2	39,0	
AbSmin	7,8	8,6	1,0	-2,2	-5,4	-12,8	-16,8	

Variation annuelle de la température moyenne en Provence



Température d'air : Janvier en France

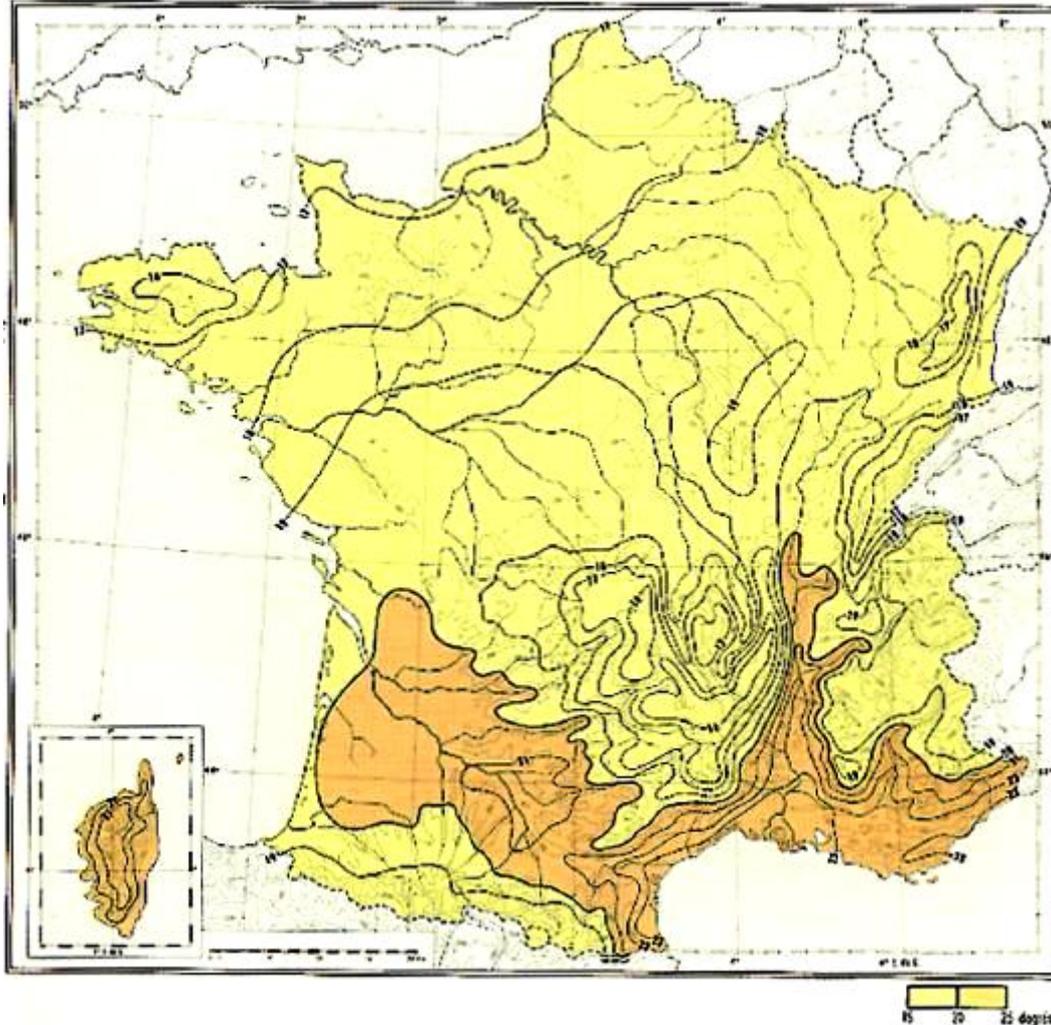


Isothermes du mois de
Janvier: moyennes
mensuelles

*Le climat de la France, R.
Artery; Ministère des
Transports,*



Température d'air : Juillet en France



Isothermes du mois de
Juillet

*Le climat de la France, R.
Arbery; Ministère des
Transports,*

↳ Conséquences constructives des hivers doux et ensoleillés

- Moindre nécessité d'une isolation thermique renforcée
- Part plus faible des ponts thermiques dans le bilan des déperditions d'enveloppe
- Part potentielle plus importante des apports solaires dans le bilan thermique de chauffage
- Nécessité accrue d'associer:

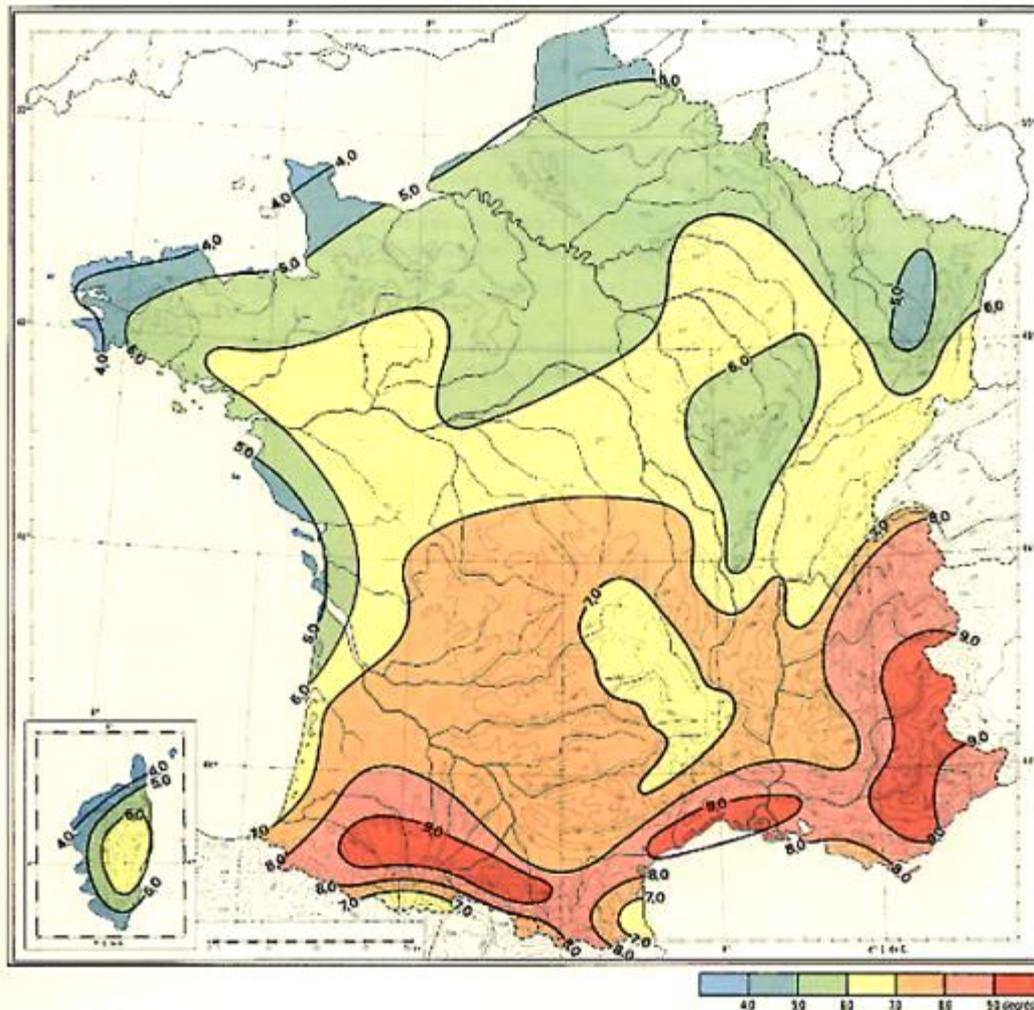
Vitrages bien exposés à l'ensoleillement

+

Surfaces effusives permettant de bénéficier d'une inertie par absorption (stockage)

- Cette solution permet aussi d'éviter les surchauffes temporaires d'été

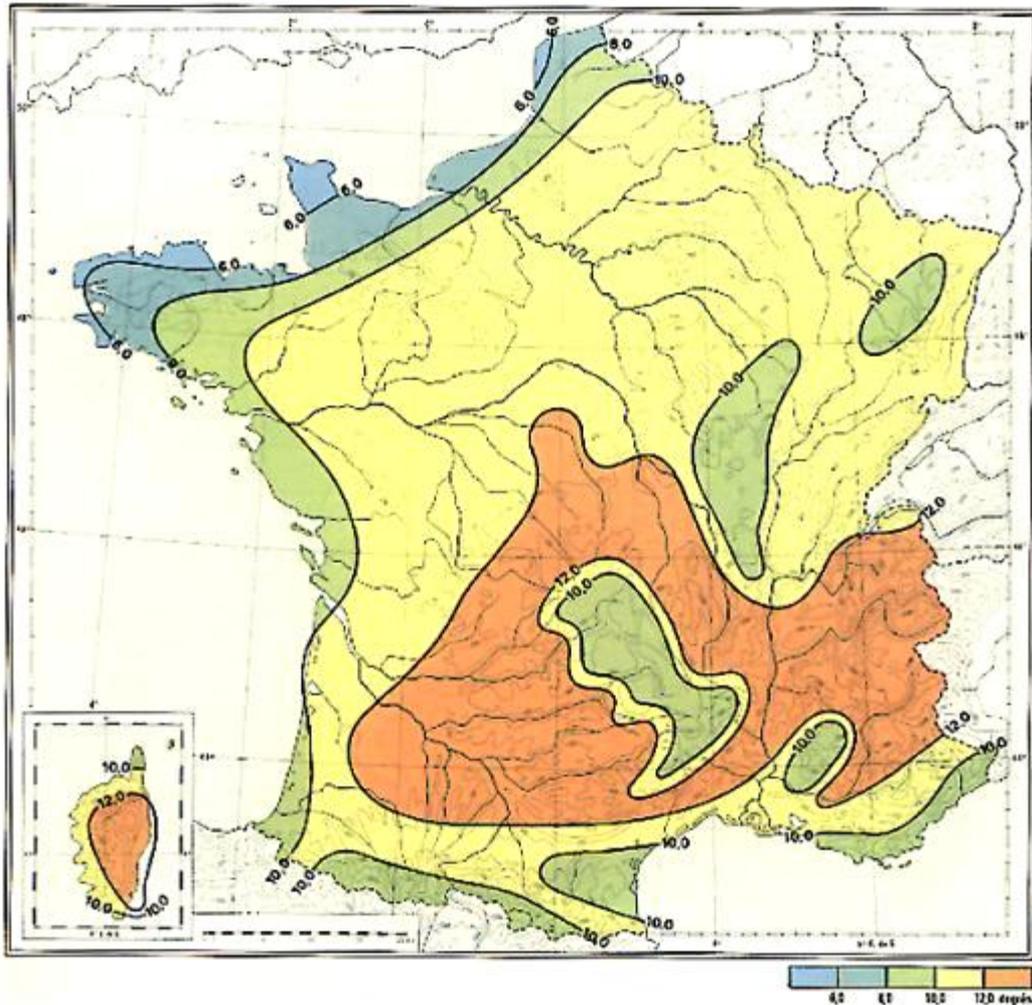
La température d'air : les amplitudes journalières



Amplitudes journalières
du mois de Janvier (°C)

*Le climat de la France, R.
Arlery; Ministère des
Transports,*

La température d'air : les amplitudes journalières



Amplitudes journalières
du mois de Juillet (°C)

*Le climat de la France, R.
Arlery; Ministère des
Transports,*



Conséquences constructives des amplitudes élevées

- En hiver, conserver la chaleur captée le jour en utilisant des **surfaces effusives** (terre, pierre, béton) et en isolant les parois extérieures exposées au refroidissement nocturne.
- En été, ventiler la nuit les **surfaces effusives** pour qu'elles restent plus longtemps fraîches pendant la journée. Les façades opaques présentant une **faible diffusivité** (bois) sont intéressantes pour leur déphasage long.
- **Attention aux surface vitrées qui par leur faible épaisseur ont un déphasage nul : les variations de températures sont transmises rapidement!**

Conséquences constructives des amplitudes élevées

L' effusivité thermique est égale à la racine carrée du produit de la conductivité thermique λ par la chaleur massique ρc .

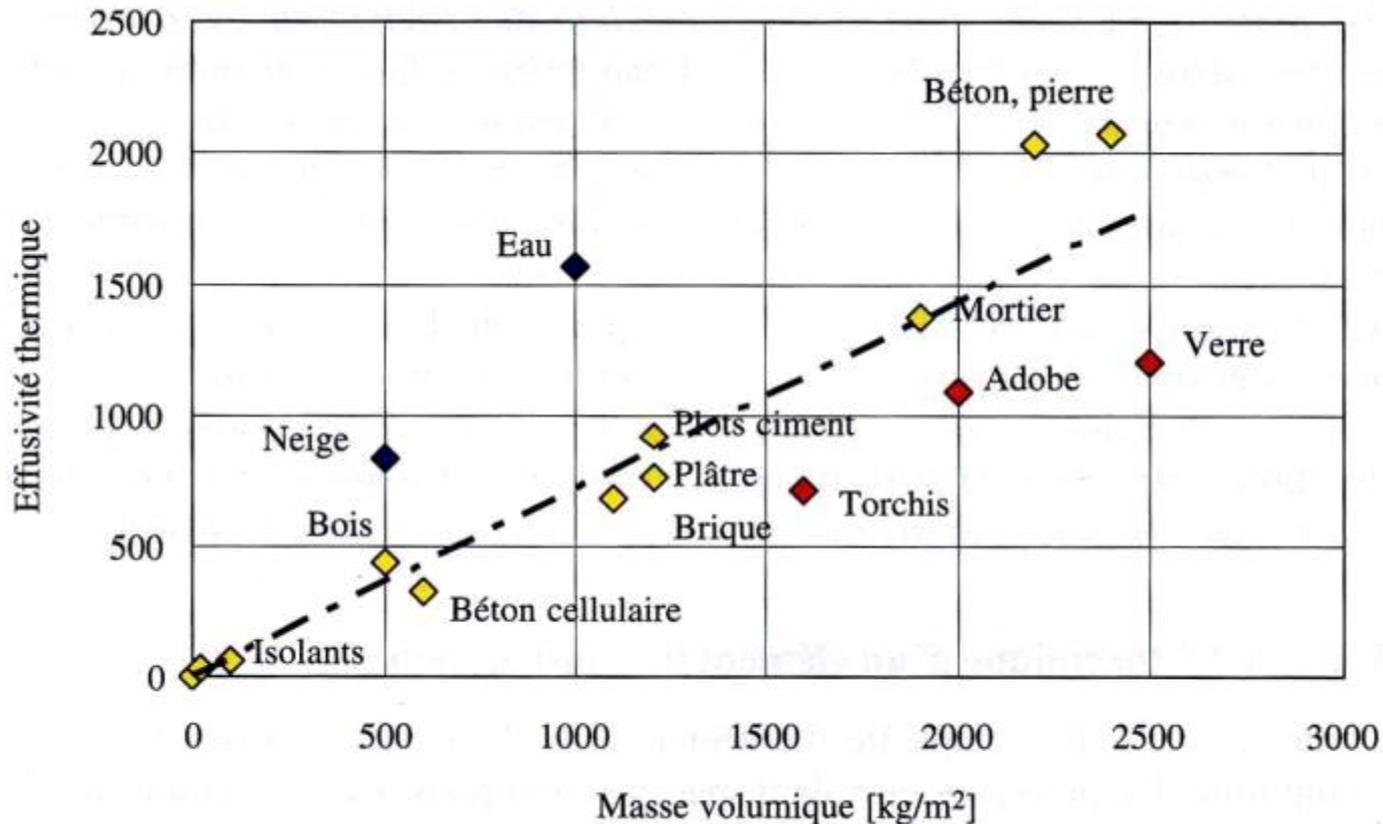


Fig. 5.46 Effusivité thermique de divers matériaux en fonction de leur masse volumique.

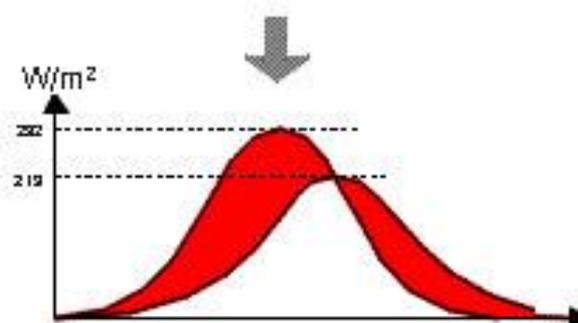
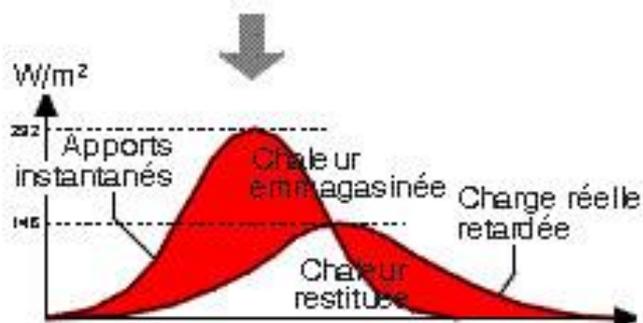
(d'après Claude Alain Roulet, EPFL)

Conséquences constructives des amplitudes élevées

Murs lourds
(isolés par l'extérieur)



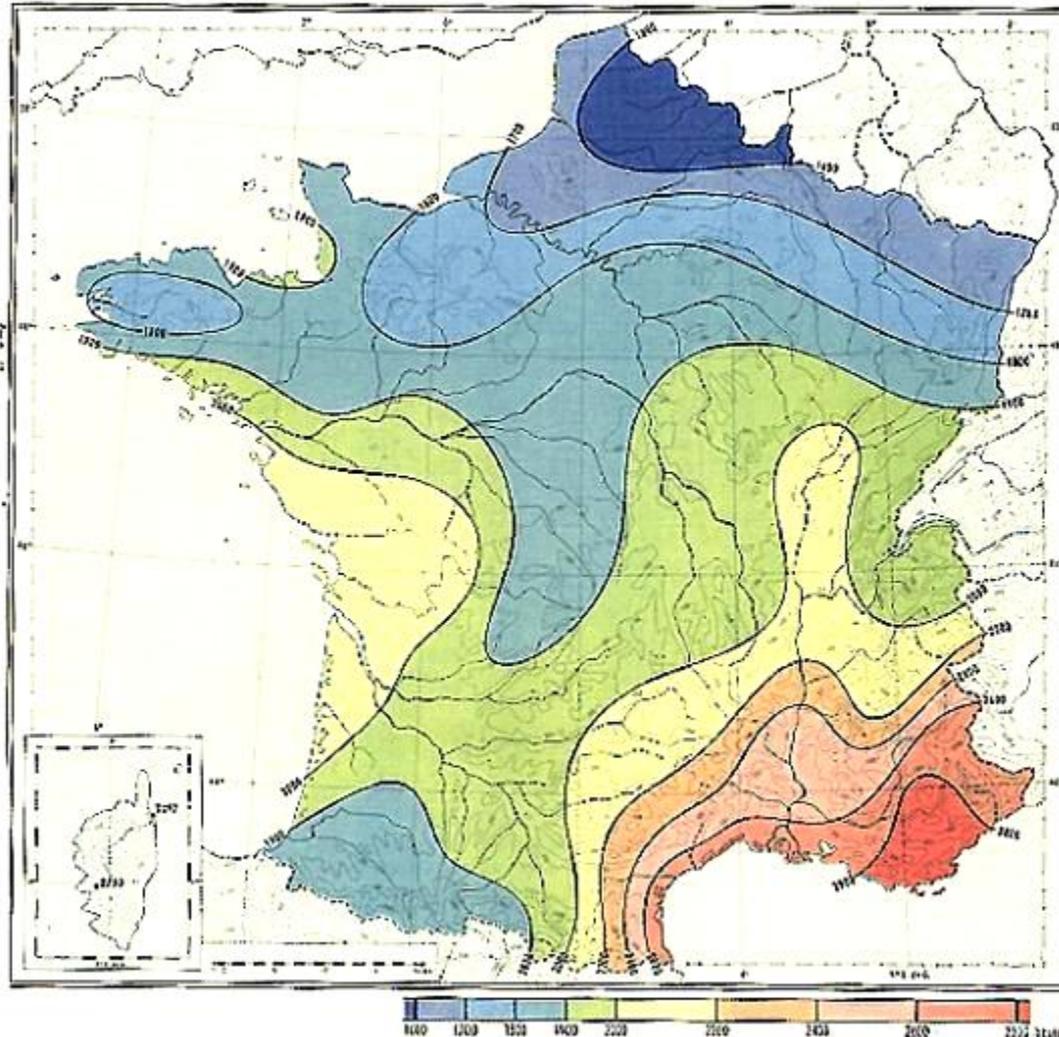
Murs légers
(isolés par l'intérieur)



La faible inertie « par absorption » n'est pas une bonne solution pour les locaux qui reçoivent des apports solaires directs : surchauffes et déficit de stockage s'y produisent.



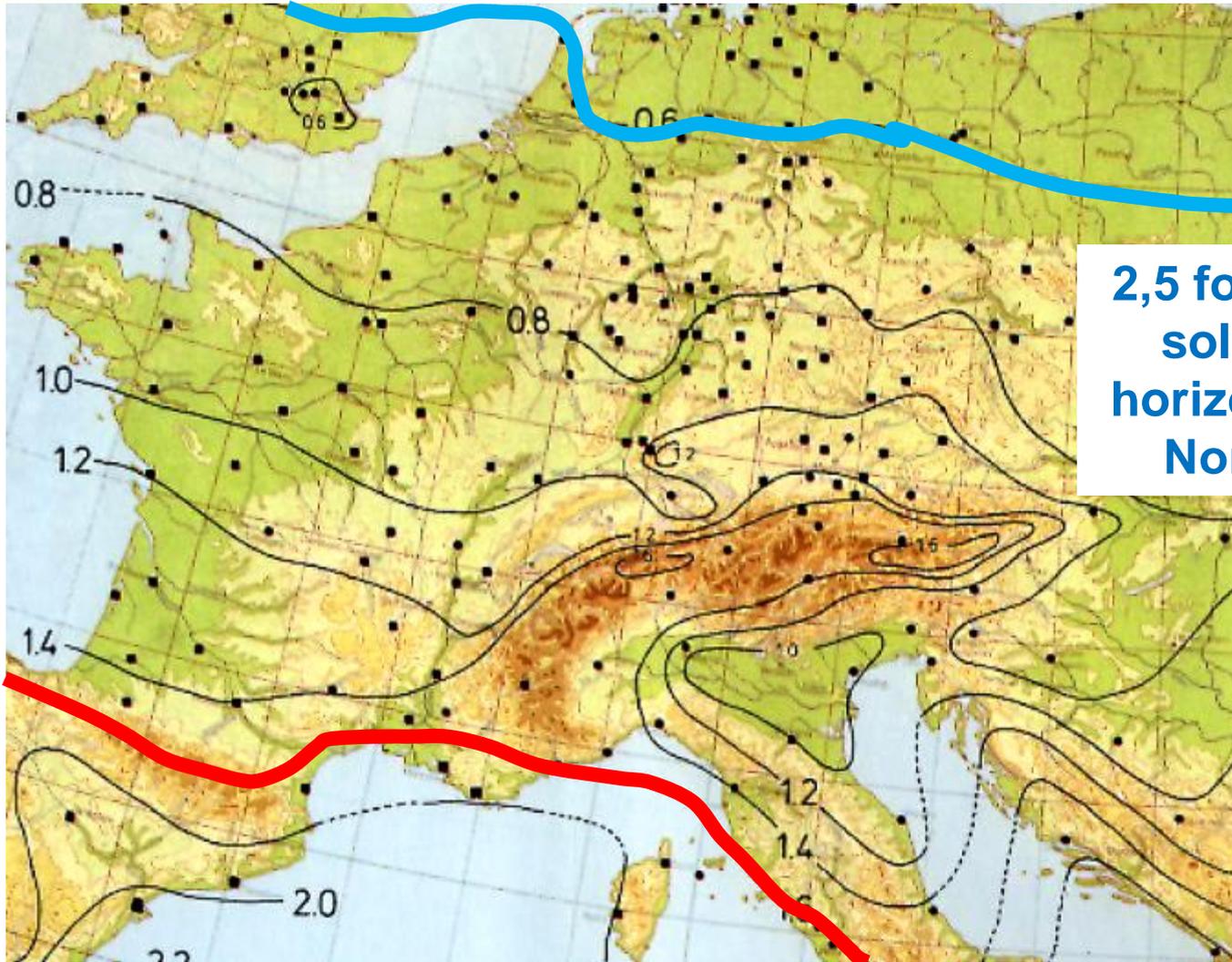
Durée d'ensoleillement



Heures d'insolation

Le climat de la France, R. Arlery; Ministère des Transports,

Le rayonnement solaire: éclairage énergétique



0,6 kWh/m²

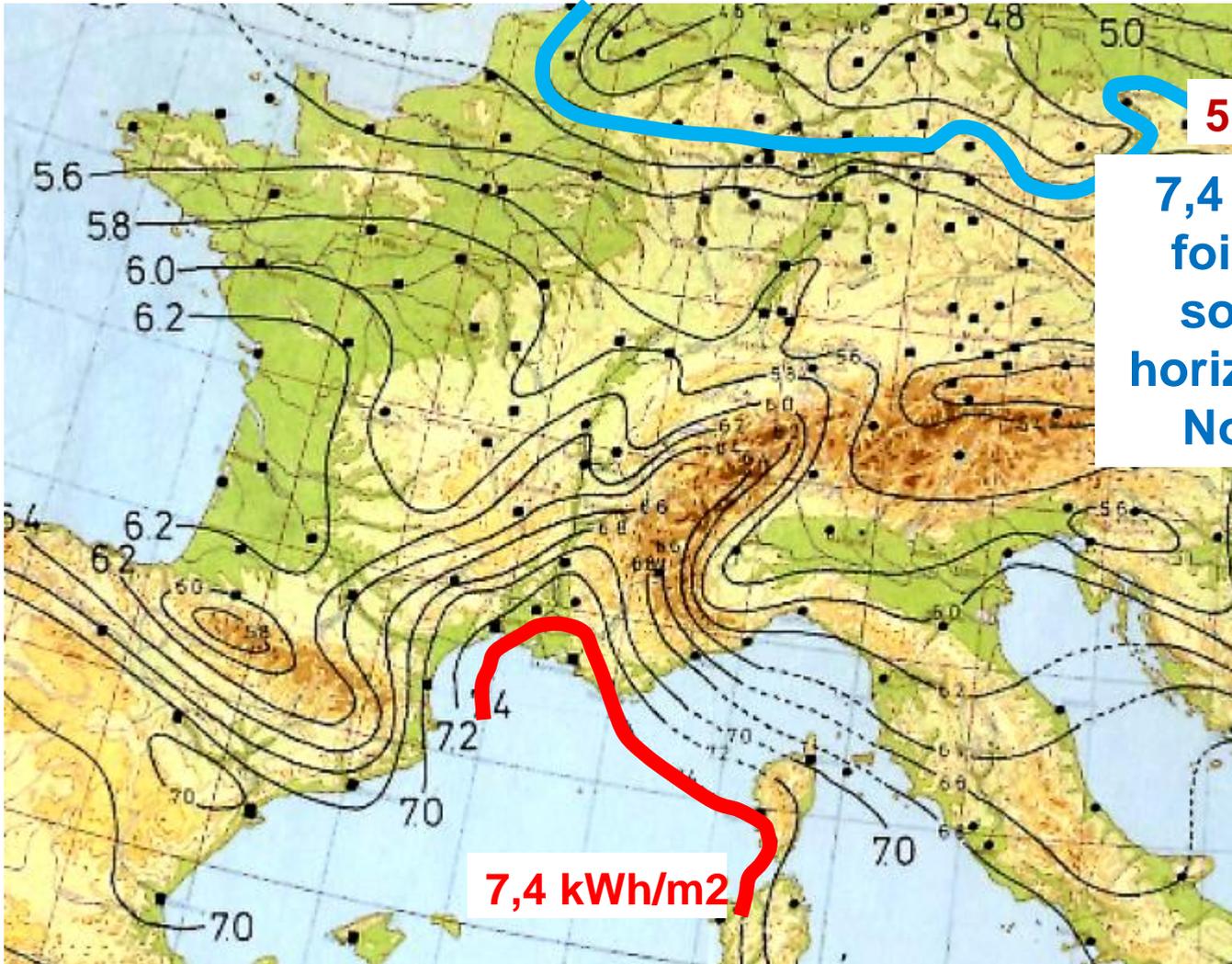
**2,5 fois plus d'énergie
solaire sur le plan
horizontal que dans le
Nord de l'Europe!**

Rayonnement
Global Horizontal
en Janvier
(kWh/m²)

*Atlas Européen du
rayonnement
solaire*

1,6 kWh/m²

Le rayonnement solaire: éclairage énergétique



5 kWh/m²

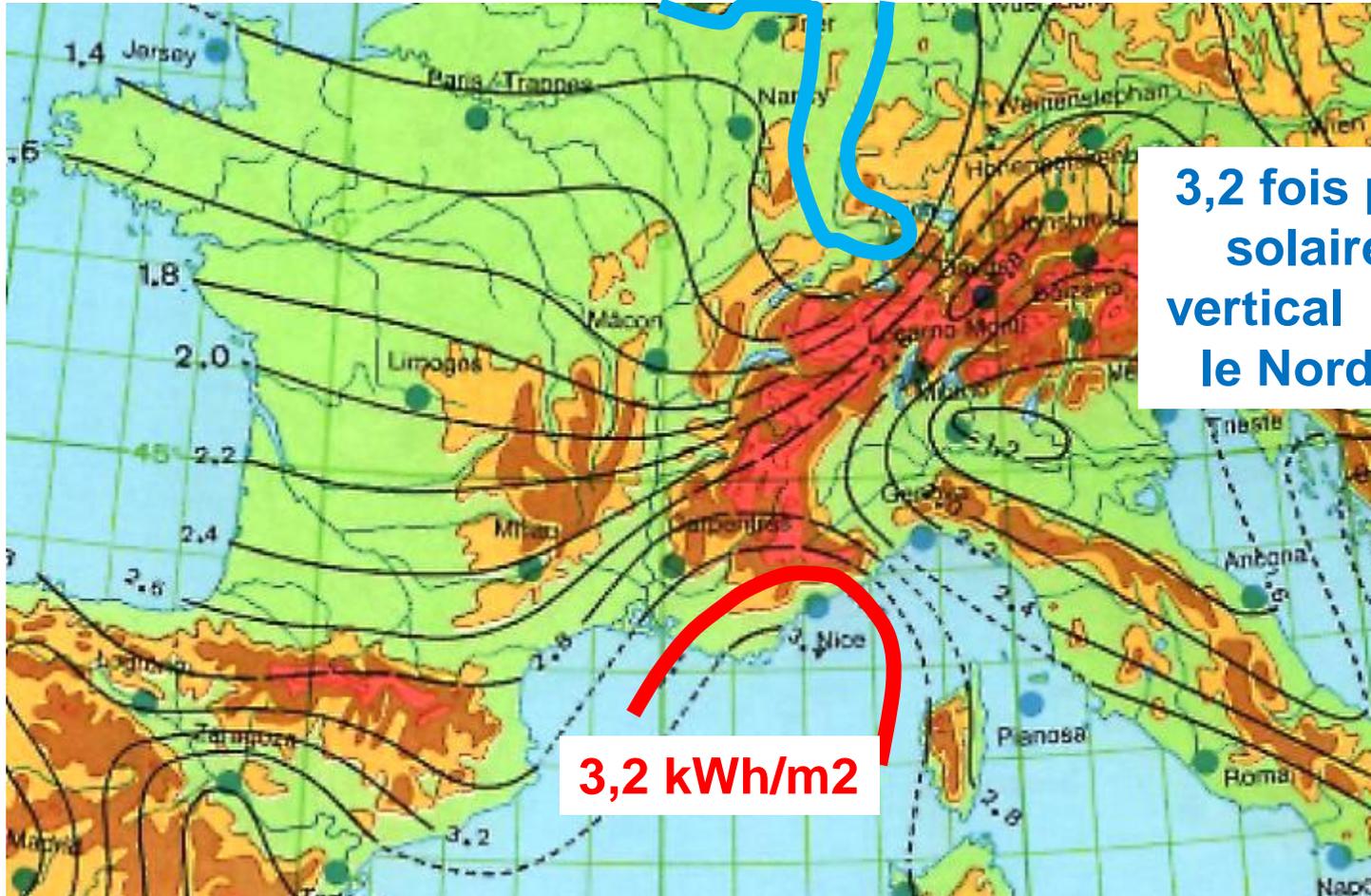
7,4 kWh/m², soit 1,5 fois plus d'énergie solaire sur le plan horizontal que dans le Nord de l'Europe!

Rayonnement Global Horizontal en Juillet en kWh/m²

Atlas Européen du rayonnement solaire

Le rayonnement solaire: éclairage énergétique

1 kWh/m²



**3,2 fois plus d'énergie
solaire sur le plan
vertical SUD que dans
le Nord de l'Europe!**

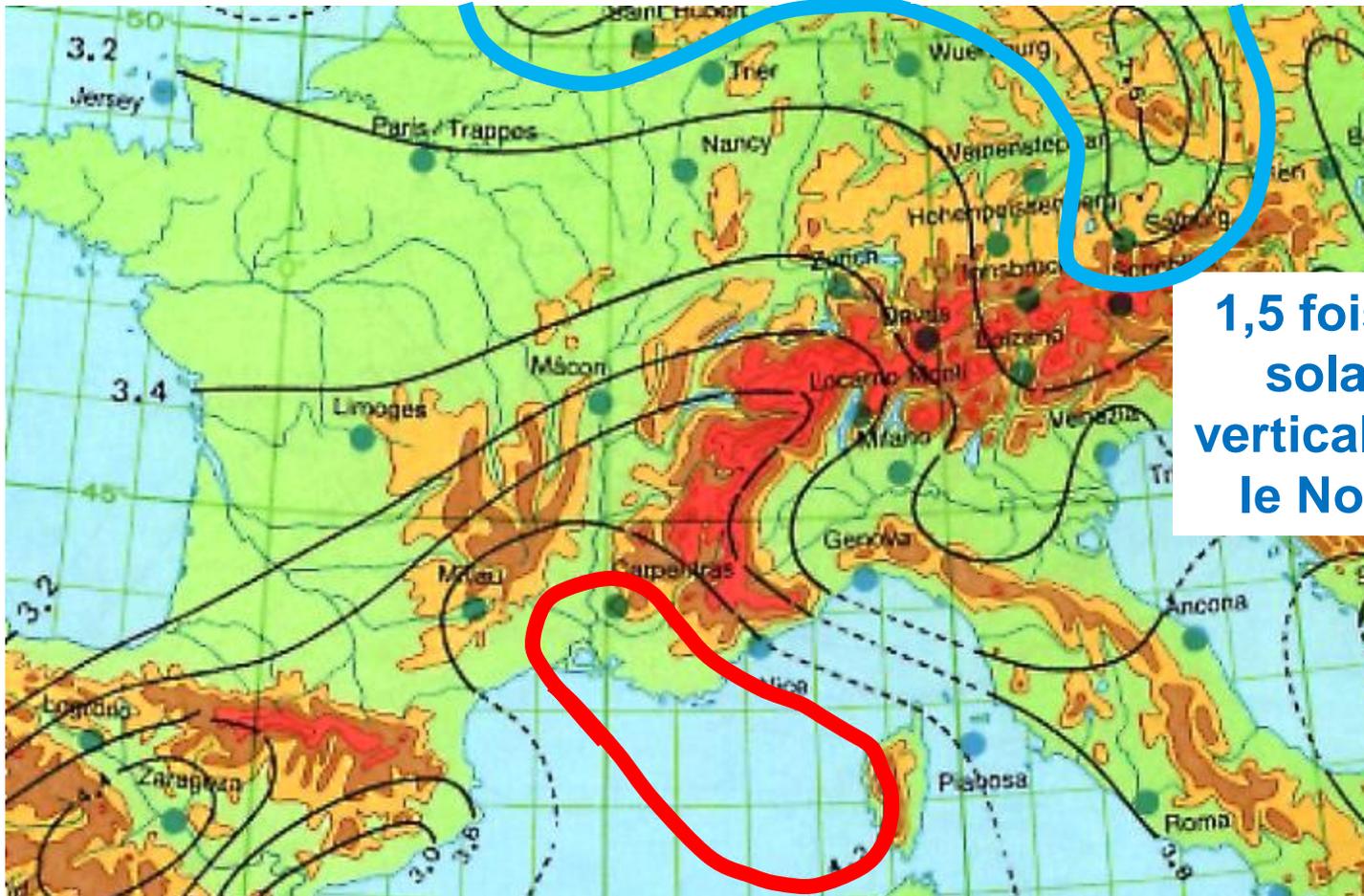
Rayonnement
Global vertical
Sud en Janvier
kWh/m²

*Atlas Européen du
rayonnement
solaire*



Le rayonnement solaire : éclairage énergétique

3 kWh/m²



**1,5 fois plus d'énergie
solaire sur le plan
vertical Ouest que dans
le Nord de l'Europe!**

Rayonnement
Global vertical
Ouest en juillet en
kWh/m²
*Atlas Européen du
rayonnement
solaire*

4,2 kWh/m²



Conséquences constructives de l'ensoleillement fort en été

- Les parois vitrées doivent être protégées de l'ensoleillement:
 - Soit par des protections fixes (architecturales)
 - Soit par des protections mobiles
 - Soit par des protections végétales .
- Les parois opaques peuvent aussi être protégées:
 - Soit par des enduits clairs
 - Soit par des ombrages végétaux: végétal couvrant ou arbres d'alignement en ville
 - **Attention aux menuiseries métalliques! (rupture de pont thermique et couleur claire obligatoires)**

↳ Conséquences constructives de l'ensoleillement fort en été



La protection solaire fixe (ici « structurale ») doit s'adapter aux orientations des façades: auvent au Sud, lames verticales à l'OUEST: Le Corbusier, Unité d'Habitation de Marseille (1953)

↳ Conséquences constructives de l'ensoleillement fort en été



Exemple de protections solaires mobiles: Immeuble d'appartements à Santa Cruz de Tenerife, Fernando Martin Menis, architecte



Conséquences constructives de l'ensoleillement fort en été



La protection solaire mobile (ici « textile ») s'adapte au gré des usagers et aux besoins selon l'heure: Cesar Portela, à Cordoba (Espagne).

↘ Conséquences constructives de l'ensoleillement fort en été

Vigne grimpante assurant la protection solaire sur quatre étages à Nice.



↳ Conséquences constructives de l'ensoleillement fort en été



Ombrage par arbre urbain à Montpellier

↘ Conséquences constructives de l'ensoleillement fort en été





Problèmes avec l'air humide

Ventilation et production de vapeur d'eau intérieure

Production de vapeur journalière (l)	Taux de renouvellement d'air horaire (volume/heure)				
	0,00	0,50	0,75	1,00	1,50
10	33,33	8,55	1,50	1,14	0,10
15	50,00	12,82	2,25	1,71	0,15
20	66,67	17,09	3,00	2,28	0,21
25	83,33	21,37	3,75	2,85	0,26

Tableau donnant le *supplément d'humidité spécifique* (g H₂O/kg d'air sec) en fonction de la production de vapeur d'eau interne (en litres par jour) et du taux de ventilation horaire

↘ Conséquences constructives liées à l'air humide

- La douceur relative et l'humidité des hivers méditerranéens, notamment en zone littorale, couplée à une étanchéité accrue à l'air, entraîne des humidités intérieures plus élevées qu'en climat plus froid.
- Les points les plus froids (ponts thermiques, vitrages, arrière des meubles) seront très exposés à la condensation.
- Seule une ventilation plus active évitera ce phénomène dont les conséquences sur la santé peuvent être redoutables.
- La sécheresse de l'air en été est favorable à l'utilisation de systèmes passifs de refroidissement évaporatif.



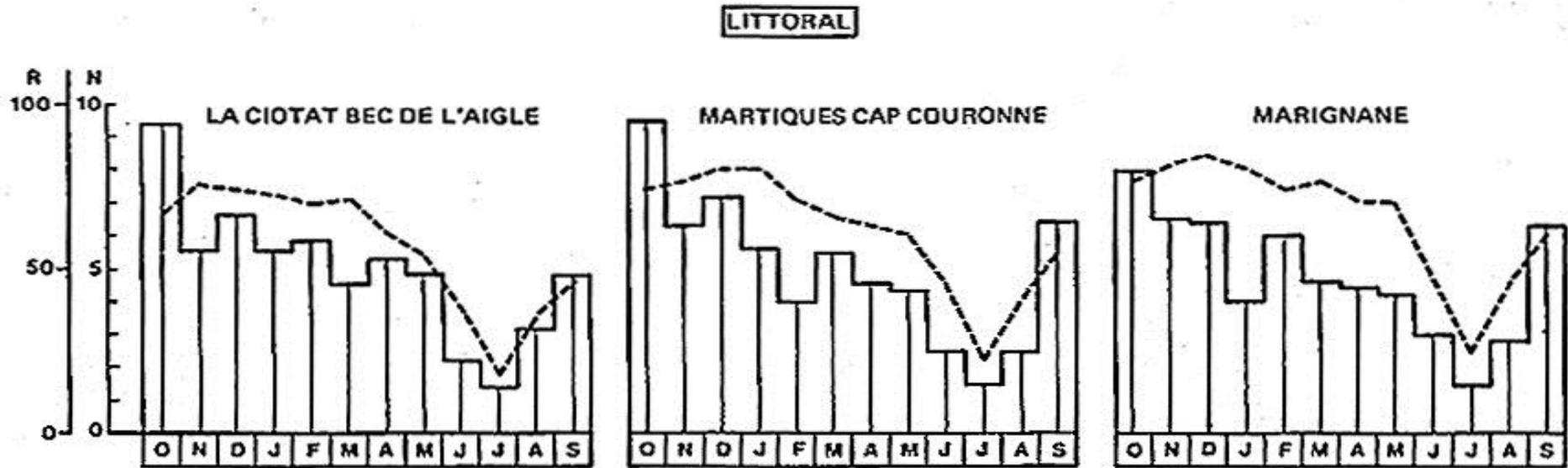
Conséquences constructives liées à l'air humide

systemes passifs de refroidissement évaporatif

Brumiseurs aériens dans le hall de la gare Saint-Charles à Marseille



Les précipitations irrégulières



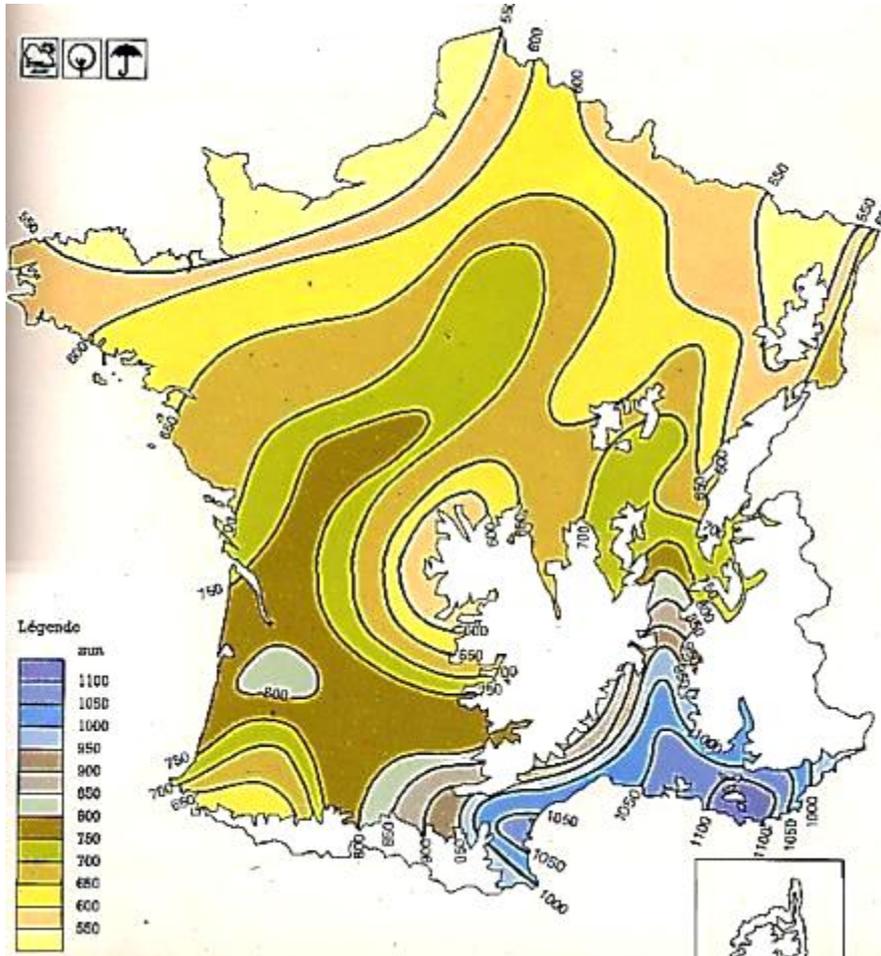
Régime annuel des précipitations dans la région marseillaise:
sécheresse d'été!

*Aspects climatologiques des départements de la région Provence Alpes Côte d'Azur ;
Ascensio E.; Monographies N°2, Ministère des transports, direction de la
météorologie, 88p, Juillet 1983.*



Les précipitations irrégulières

L'humidité de l'air: évapotranspiration potentielle



En été, l'évaporation potentielle dépasse largement les précipitations et la réserve en eau du sol!

Evapotranspiration potentielle annuelle (mm)

Atlas climatique de la construction, L. Chemery, P. Duchêne-Marullaz; CSTB-IRBAT; 1987



Les précipitations irrégulières

L'évapotranspiration

On distingue l'“**évaporation potentielle**“ et l'“**évaporation réelle**“.
L'“évaporation potentielle“ correspond à la quantité d'eau nécessaire à la plante pour éviter l'échauffement excessif des feuilles, compte tenu des conditions radiatives et hygrométriques, en supposant illimitée la quantité d'eau disponible dans le sol.

Villes	Evapotranspiration potentielle (mm)			
	Avril	Juillet	Octobre	Année
Bordeaux	85	130	35	750
Marseille	105	180	60	1050
Toulouse	90	150	45	800



Conséquences constructives des précipitations irrégulières

Le régime déséquilibré des pluies fait que:

- **Il est impossible d'envisager l'autonomie d'alimentation en eau par stockage des eaux pluviales.**
- **Les toitures végétalisées doivent être capables de survivre à plusieurs mois sans pluie ainsi qu'au bilan très défavorable d'évapotranspiration potentielle des mois d'été.**
- **Cela restreint le choix des végétaux aux seuls sedums et rend la performance de refroidissement des toitures végétalisées bien moins intéressante, à moins de prévoir une irrigation.**

↳ Conséquences constructives des précipitations irrégulières

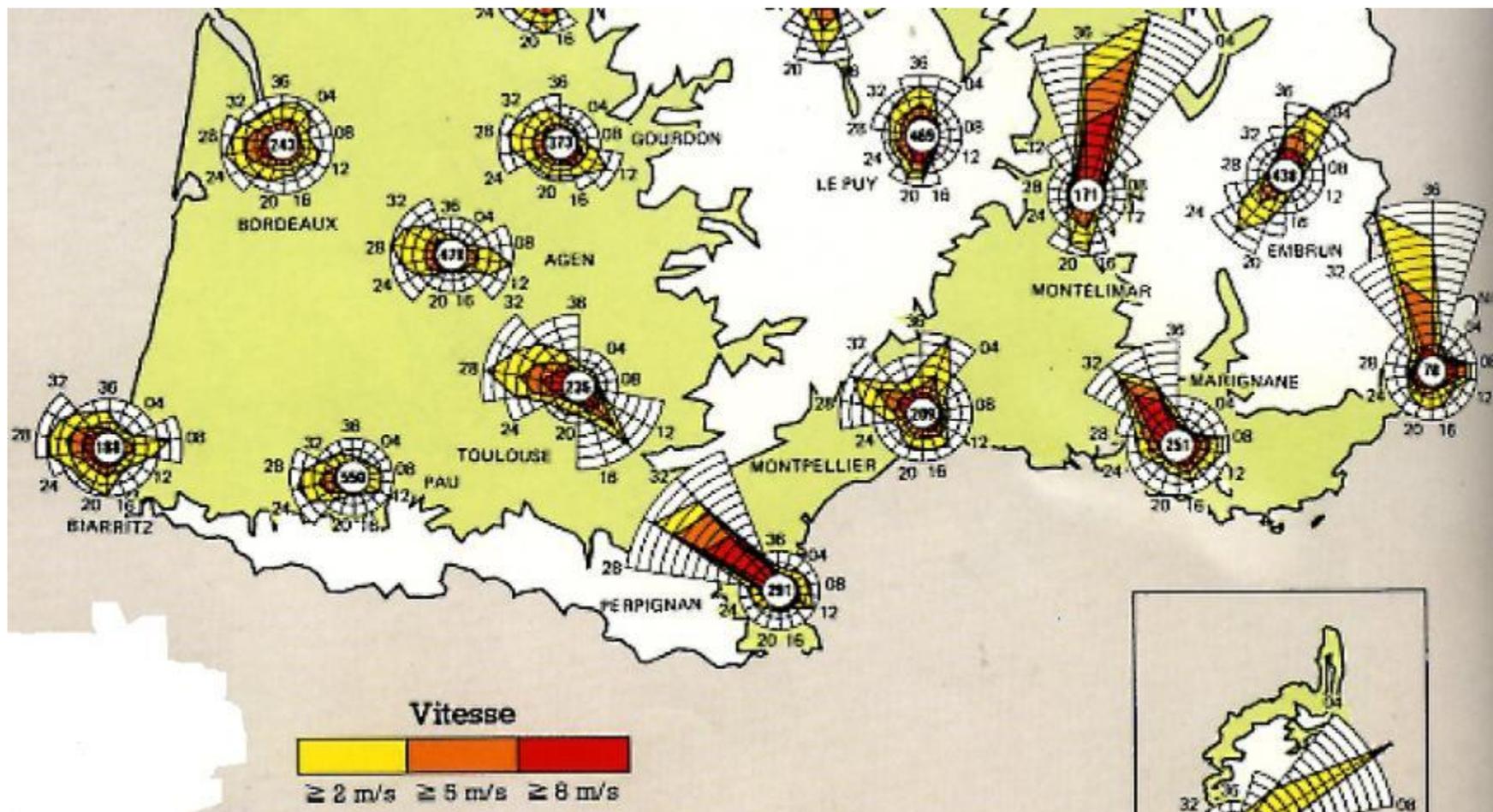
Solution non viable sans irrigation...



Toitures végétales généralisée (d'après la revue « Ecologik »)



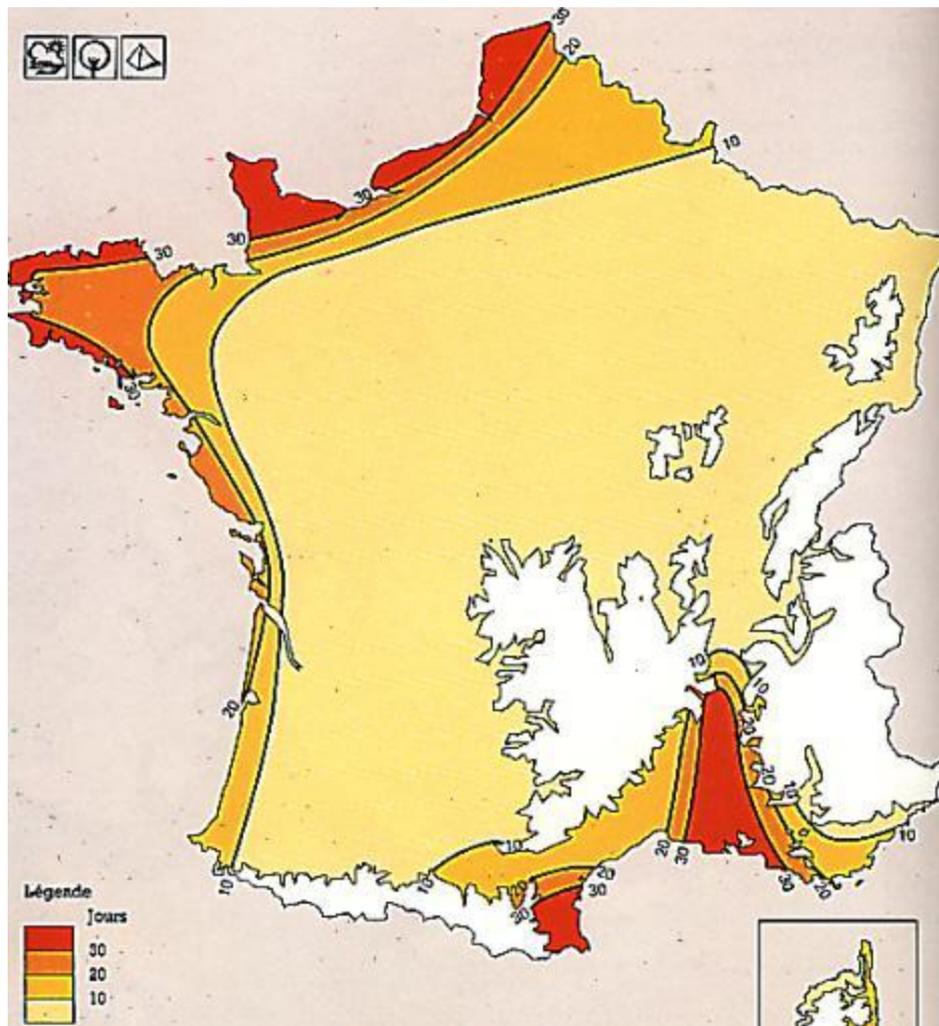
Les vents capricieux



Roses des vents des villes du Sud de la France



Les vents capricieux



Nombre de jours
annuel où
 $V \text{ vent} > 21 \text{ m/s}$

*Atlas climatique de la
construction, L.
Chemery, P. Duchêne-
Marullaz; CSTB-IRBAT;
1987*

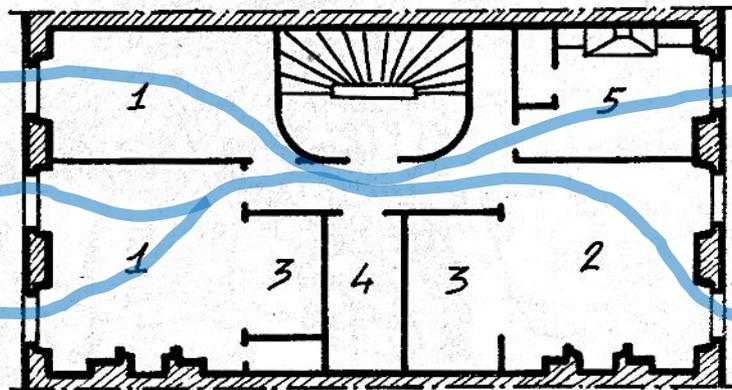


Conséquences constructives des régimes de vents capricieux

- **Par fort vent en hiver, l'étanchéité à l'air des menuiseries est requise.**
- **Par grand vent en été, il n'y aura pas de problème pour ventiler la nuit sans avoir à ouvrir grand les fenêtres: des dispositifs pour garder les fenêtre entrouvertes seront les bienvenus.**
- **Par vent faible en été, qui correspond très souvent à un vent nul la nuit, le plan des locaux habités devra être favorable à une ventilation transversale.**

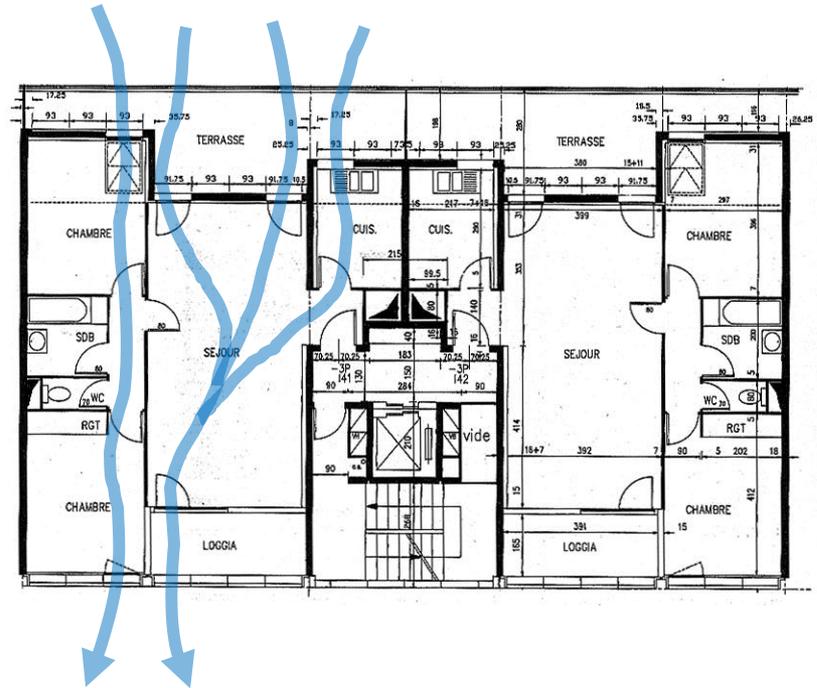
Conséquences constructives des régimes de vents capricieux

Solutions architecturales pour une ventilation transversale



- 1: Chambres
- 2: Salle à manger
- 3: Alcores
- 4: Piece noire
- 5: Cuisine

Plan du 3 fenêtres marseillais: la ventilation transversale est possible

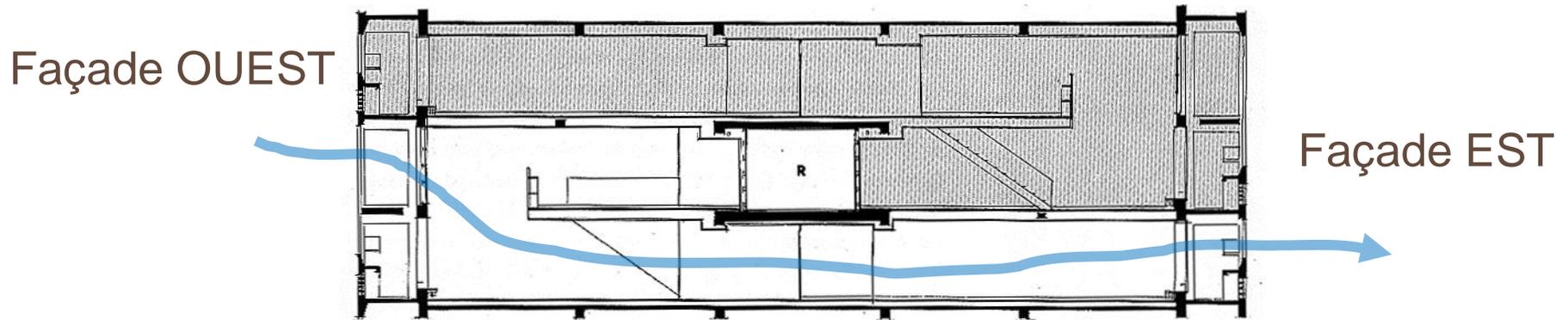


Plan d'appartements par Renzo Piano à Paris: autre version permettant la ventilation transversale



Conséquences constructives des régimes de vents capricieux

Solutions architecturales pour une ventilation transversale



Coupe des logements de l'Unité d'habitation du Corbusier à Marseille : la ventilation transversale est conservée, malgré la grande épaisseur du bâtiment.

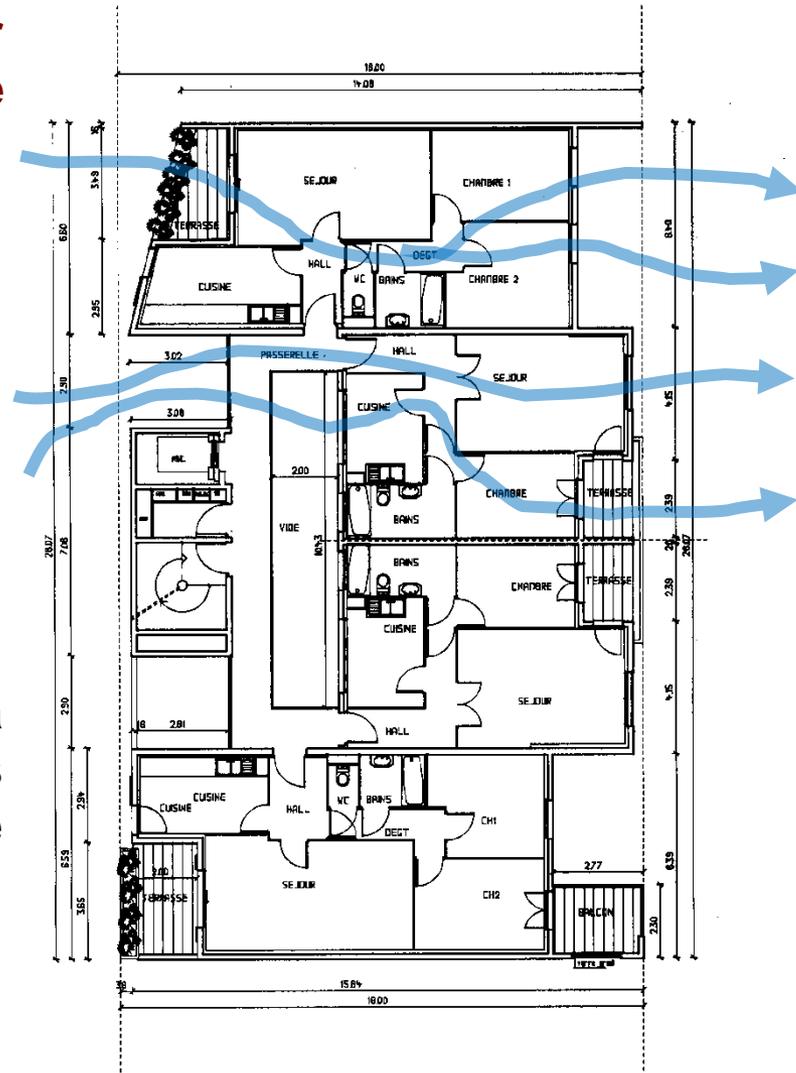


Conséquences constructives des régimes de vents capricieux

Solutions architecturales pour une ventilation transversale

Façade OUEST

Plan des logements HQE de « La Provençale » à Nice: tous les logements sont traversants, même les petits types au centre.





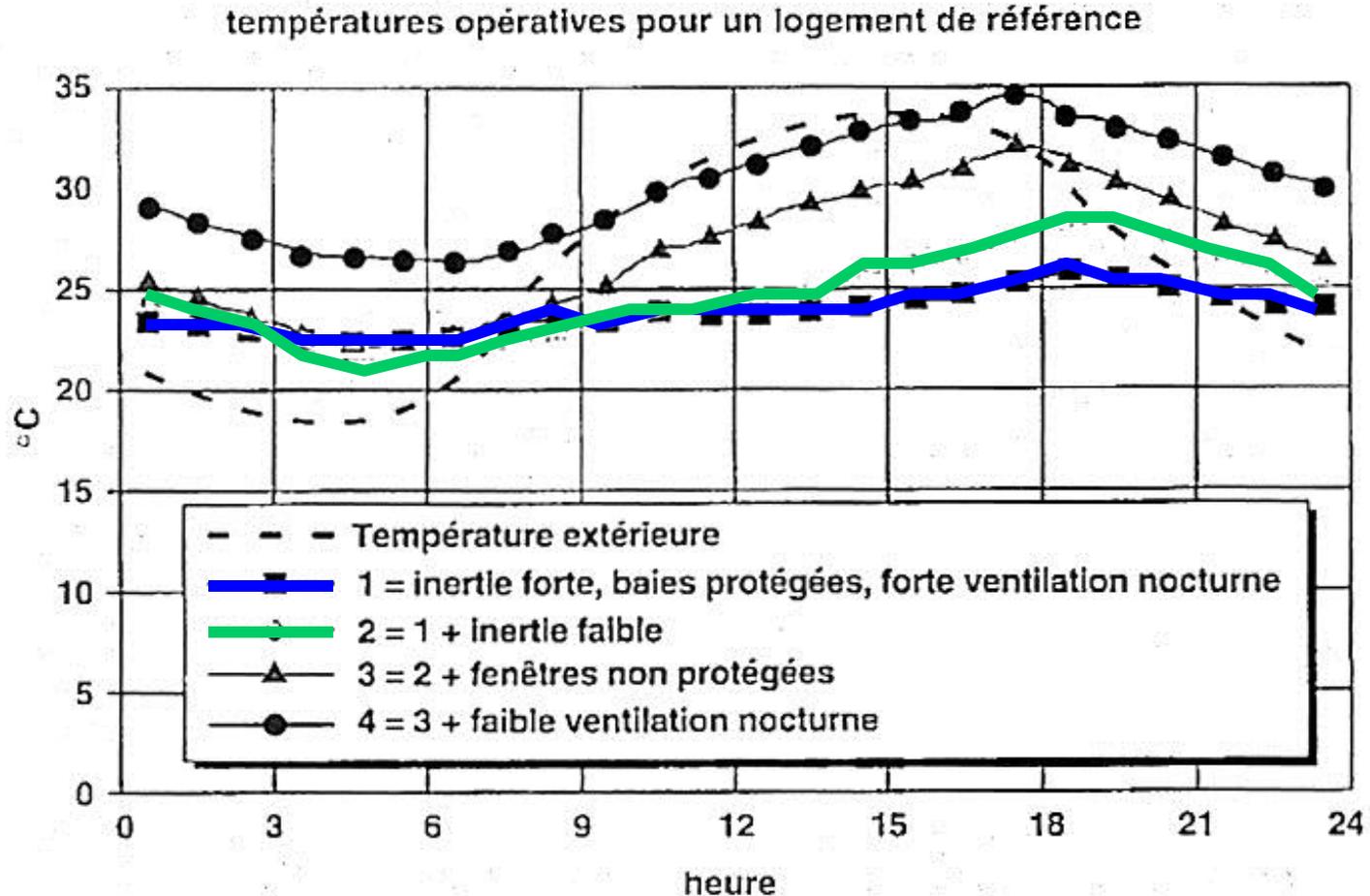
Conséquences constructives des régimes de vents capricieux

Solutions architecturales pour une ventilation transversale

Coursives des logements HQE de « La Provençale » à Nice, permettant aux petits types d'être ouverts sur deux façades.



Ventilation et inertie thermique



Evolution de la température intérieure journalière en fonction du régime de ventilation et de l'inertie thermique (d'après le CSTB).



Conséquences constructives du climat méditerranéen : conclusion

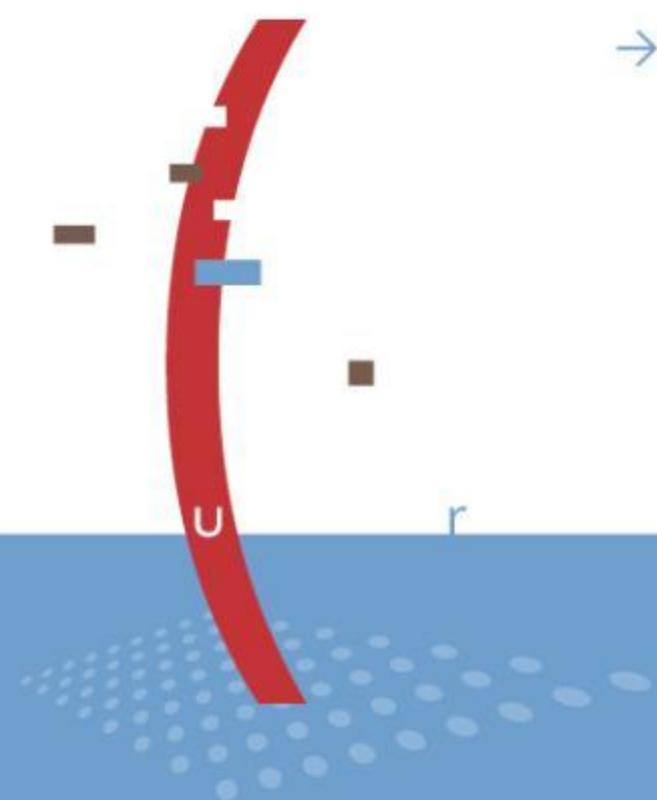
Les solutions constructives sur lesquelles se basent les référentiels provenant de l'Europe du Nord ne sont pas toutes et de manière permanente adaptées aux conditions climatiques méditerranéennes de littoral ou de plaine:

- **L'hyper-isolation thermique n'est pas nécessaire**
- **L'hyper-étanchéité à l'air n'est pas indispensable en permanence: au contraire une ventilation d'hiver doit permettre d'évacuer l'air humide intérieur.**
- **Un minimum d'inertie thermique par absorption est indispensable aussi bien pour une meilleure gestion des apports solaires d'hiver que pour conserver la fraîcheur issue de la ventilation nocturne.**
- **La protection solaire d'été doit être particulièrement soignée.**
- **La ventilation nocturne doit être facilitée par une organisation en plan offrant des façades en situations opposées, même dans les groupements et pour les petits logements.**

Construire
Aménager
Réhabiliter



d u r a b l e



- Retrouvez l'actualité, les évènements sur : www.envirobat-med.net
- Partagez les ressources, les savoirs sur : www.enviroboite.net

