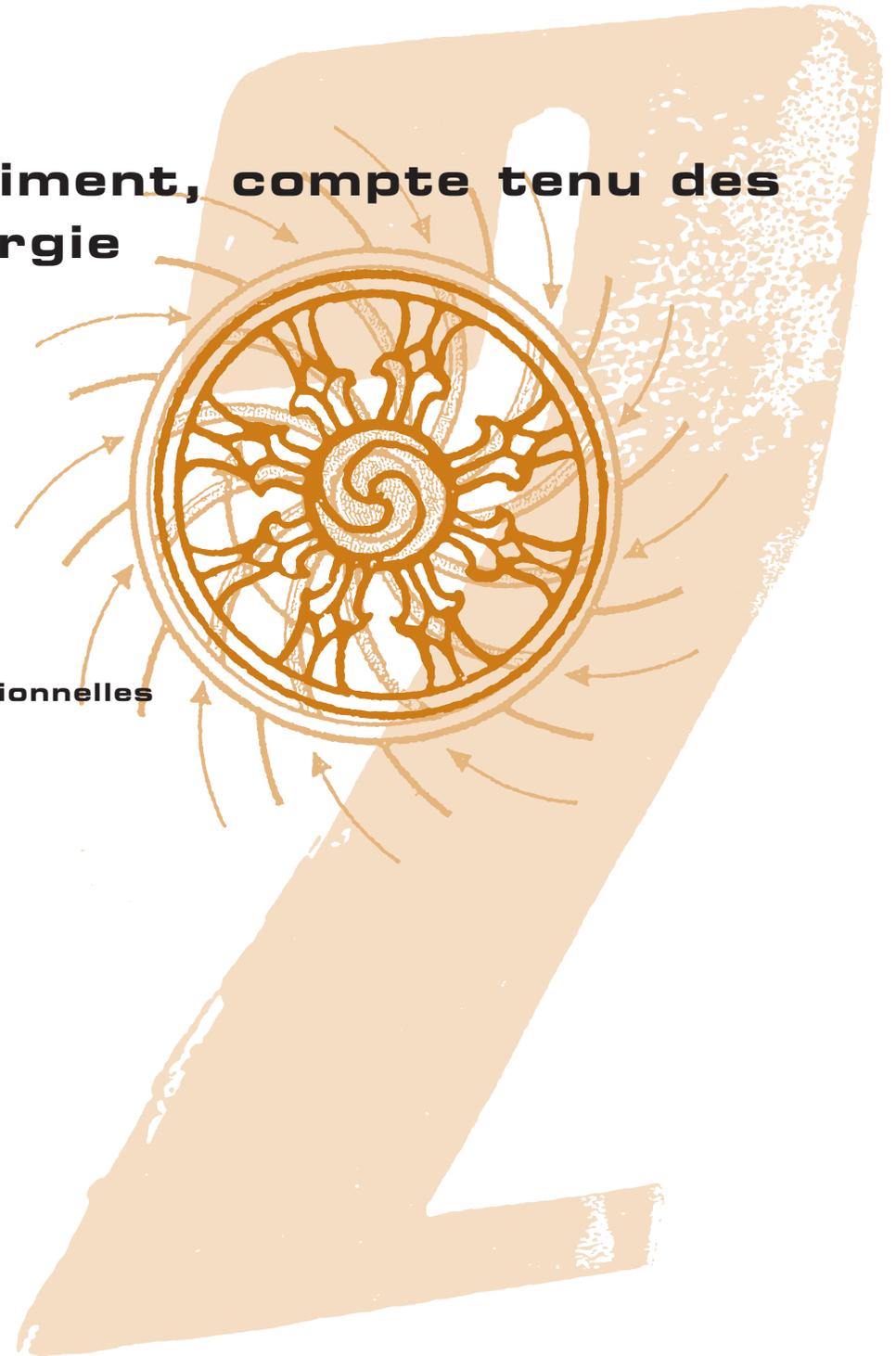


Etude et conception du bâtiment, compte tenu des impératifs en matière d'énergie

L'énergie dans l'enseignement professionnel
Modules pour les professions de la construction: Module 2

- 1 Introduction: de quoi s'agit-il?**
- 2 Objectifs de la formation**
- 3 Eléments proposés pour le plan des leçons**
- 4 Connaissances de base**
 - Construire avec le climat, références traditionnelles
 - Confort
 - Lumière du jour
 - Protection du bâtiment
 - Conception sectorielle
 - Solaire passif
- 5 Exercices et solutions proposées**
- 6 Bibliographie**
- 7 Sources**
- 8 Modèles**





1 Introduction: de quoi s'agit-il ?

Ce cours décrit une approche de la construction qui dépend étroitement du site et de son environnement, du climat et bien sûr du soleil.

De tous temps, l'architecture régionale ou vernaculaire a reflété un lien étroit avec les fluctuations climatiques, journalières et saisonnières.

Si la construction d'aujourd'hui se caractérise par une grande importance accordée à la technologie, elle ne doit, en aucun cas, ignorer l'exploitation des phénomènes climatiques et des autres phénomènes naturels pour la satisfaction de nos exigences de confort.

Une habitation bien adaptée au site et au climat simplifie la vie au lieu de la compliquer. En effet, les constructions passives sont simples de conception et d'emploi: elles comportent peu d'installations et n'exigent que peu d'entretien. De plus, elles engendrent moins de pollution car elles consomment moins d'énergie. Etant donné que c'est la construction elle-même et ses éléments constitutifs qui composent l'installation solaire passive, il importe de prendre en compte les données climatiques et solaires dès le début de la conception, puis à chaque étape de la progression du projet.

2 Objectifs de la formation

Ce cours a pour objectif de sensibiliser les apprentis des métiers de la construction à la conception d'un bâtiment ou partie de bâtiment compte tenu des impératifs en matière d'énergie.

Il évoque et explique par des croquis simples, les différents paramètres entrants dans la réflexion d'un projet de construction.

L'apprentie, l'apprenti ...

- sait décrire l'effet de la topographie, de l'orientation et de la forme du bâtiment sur sa consommation d'énergie.
- peut expliquer le fonctionnement de systèmes solaires passifs simples.
- est capable de présenter les rapports les plus importants entre l'utilisation de la lumière du jour et la consommation d'énergie.
- sait citer les éléments qui vont influencer le confort thermique positivement ou négativement.

3 Eléments proposés pour le plan des leçons

Toutes les annexes (chapitre 8) sont destinées aux élèves soit par photocopies, soit par l'intermédiaire du rétroprojecteur (ou les deux).

Le maître connaît les normes et recommandations SIA relatives au sujet traité, principalement la norme SIA 380/1 «L'énergie thermique dans le bâtiment»
Il connaît également les lois et ordonnances fédérales et cantonales concernées sur l'énergie.

4 Connaissances de base

4.1 Construire avec le climat, références traditionnelles

En milieu rural et en absence de chauffage efficace, les bâtisseurs ont toujours su, intuitivement trouver la réponse aux phénomènes naturels (froid, chaud, pluie, vent etc.):

- Recherche de forme de bâtiment la plus adaptée au site, au mouvement du sol, aux vents dominants, afin de limiter au mieux les déperditions thermiques.
- Constitution de zones tampons en utilisant la grange ou l'écurie que l'on intercale entre l'habitat situé au sud et l'extérieur (principalement au nord).
- Disposition au sud, des locaux destinés au séjour permanent des personnes.
- Construction de murs, qui par leurs masses et leurs inerties, protègent l'habitat des variations de température.

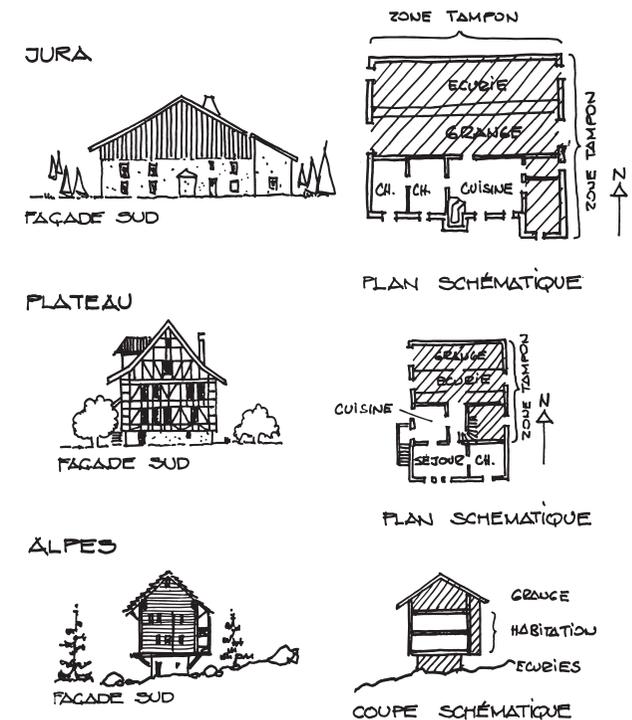


Fig. 1

4.2 Confort (satisfaction des habitants)

Un des buts essentiels de toute construction d'habitation est de créer un environnement intérieur sain et confortable, tout en limitant les flux d'énergies. Chaque personne a des besoins particuliers et ressent à sa façon les données et les contraintes de son environnement. Ces données varient en fonction du climat, des saisons, du mode de vie, de l'habillement de l'habitant, de son état de santé etc. Bien que cette notion de confort soit subjective, nous pouvons néanmoins appliquer quelques consignes simples en tenant compte des paramètres suivants:

Conditions thermiques

La sensation de confort provient du maintien de notre équilibre thermique. Cette sensation ressentie dépend d'une part, du métabolisme, de l'activité et

de l'habillement de l'occupant et d'autre part de la température moyenne de l'air, de celle des parois du local et de la vitesse de l'air; elle correspond à la température effectivement ressentie.

Le graphique ci-dessous à gauche (basé sur les études de P.-O. Fanger) indique approximativement la température de l'air idéale pour l'habitant en tenant compte de son activité et de son habillement et pour une vitesse de l'air de 0,1 m/s et une humidité relative normale de 35 à 65 % env.

Les parties ombrées donnent l'écart acceptable autour de la température idéale.

Le **met** correspond à une puissance de 58 W dissipée par m² de surface du corps.

Le **clo** correspond à une résistance thermique du vêtement de 0,155 m²K/W.

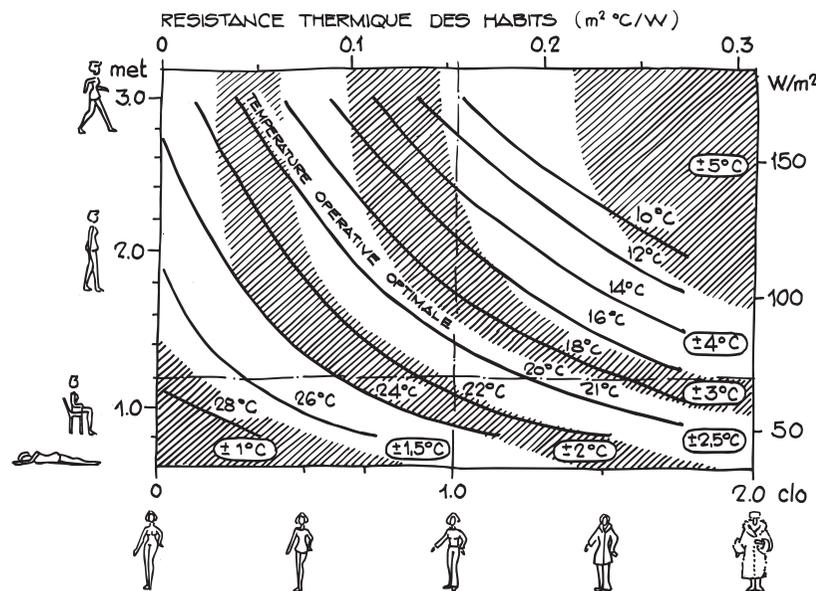


Fig. 2

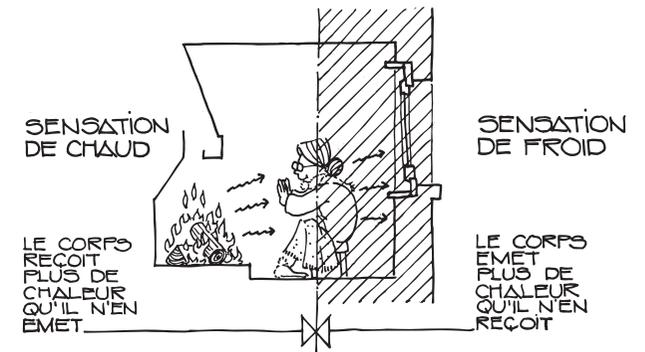


Fig. 3

De plus, en présence de parois extérieures non ou peu isolées, on ressent un effet de froid en s'approchant de ces parois bien que la température soit à peu près la même dans toute la pièce.

Par contre, on ne ressent pas ce déséquilibre thermique à proximité d'une paroi correctement isolée.

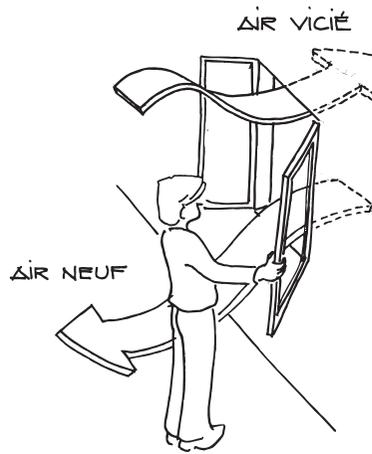


Fig. 4

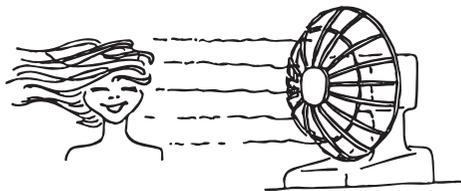


Fig. 5

Qualité et renouvellement de l'air

Un air de qualité contient très peu d'impuretés en quantité gênantes ou dangereuses pour les occupants. Ces polluants plus ou moins importants tels que le CO_2 , le radon, les odeurs diverses, les fumées de tabac etc. ainsi que l'augmentation du taux d'humidité due aux appareils électroménagers et sanitaires ainsi qu'à la transpiration des habitants, ne peuvent être supprimées; il est donc indispensable de renouveler l'air ainsi humide et pollué. Ce renouvellement est fonction des besoins en air frais par personne et celui du volume du local. On peut compter approximativement sur un renouvellement de 12 à 15 m^3 d'air par personne et par heure pour un cas normal et de 30 à 70 m^3 par heure pour un fumeur.

En hiver, l'air chaud éliminé est remplacé par de l'air froid qu'il faut chauffer. Il est donc nécessaire de limiter ce renouvellement d'air en aérant pendant de courtes périodes juste après l'émission des sources de pollution (cuisine, fumeurs etc.). Cela évitera également de refroidir les masses thermiques du local (murs, sol, plafond). Une bonne disposition des ouvertures (en diagonale et du nord au sud) accélère ce renouvellement.

Il est à noter que l'air en mouvement active et facilite l'évaporation de la sueur tout en procurant une sensation de fraîcheur. (Effet du ventilateur pour se rafraîchir)

Une installation d'aération contrôlée améliore le confort tout en réduisant les frais de chauffage. En effet, provenant des locaux humides «6» (bain,

WC, cuisine) l'air passe par un échangeur «1» qui prélève la chaleur de cet air vicié chaud et qui, transféré à de l'air frais extérieur «4» (filtré «2» et éventuellement réchauffé) est redistribué (à l'aide d'un ventilateur «3») dans les différents locaux habitables «7». L'air vicié et refroidi est quand à lui évacué à l'extérieur du bâtiment «5».

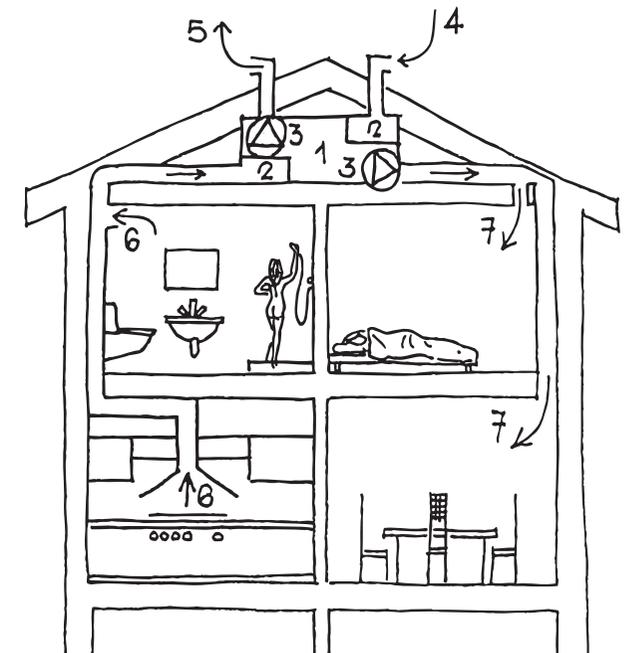


Fig. 6

- 1 récupérateur de chaleur
- 2 filtre
- 3 ventilateur
- 4 air neuf
- 5 air vicié
- 6 locaux humides
- 7 locaux occupés

Confort acoustique

Le niveau sonore des bruits aériens extérieurs est fortement diminué si l'enveloppe du bâtiment est de construction lourde et étanche comme l'est en général une construction énergétiquement bien conçue.

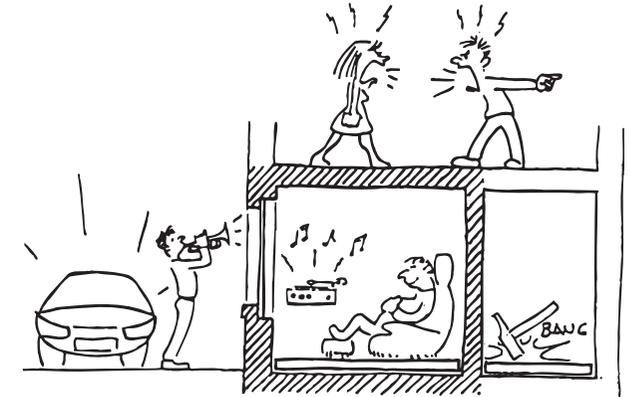


Fig. 7

Confort biologique

Élément important de notre confort, l'étude de la Géobiologie nous met en garde contre les influences négatives émises par les rayons telluriques et le réseau «Hartmann».

Nous devons attacher non seulement une grande importance à l'emplacement d'une construction, mais aussi à sa conception et à la nature et qualité des matériaux utilisés. (Certains produits tels que les matériaux synthétiques se chargent de plus en plus en électricité statique.)

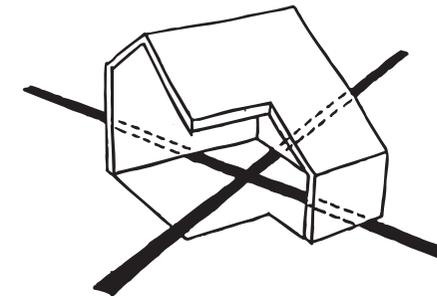


Fig. 8

Confort visuel

Afin d'assurer le confort visuel, trois notions doivent être maîtrisées simultanément:

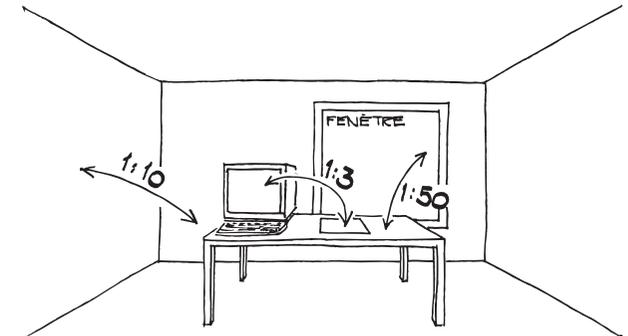
L'éclairage est la quantité de lumière reçue par une surface, il doit correspondre à l'affectation du local, il se mesure en lux. Afin de tenir compte des aspects architecturaux, l'éclairage d'un local est défini par le facteur de lumière du jour (FLJ) en % de l'éclairage à l'extérieur.

Le contraste entre les différentes surfaces d'un local doit être modéré. Il est défini par un rapport de luminance exprimé en candelas par m². Les contrastes admissibles sont de 1:3 dans le plan de travail, 1:10 dans le champ visuel et 1:50 dans le reste du local.

Le rendu des couleurs doit être perçu le plus proche possible du cas idéal (Index 100), soit le rendu d'une surface exposée à la lumière naturelle à l'extérieur dans un contexte neutre avec contraste modérés.

La lumière artificielle, les verres teintés et les parois de couleur intense modifient ce rendu. Un éclairage maximal est souvent recherché. Il ne faut pas oublier qu'un éclairage plus faible peut diminuer les contrastes et conduire à un meilleur confort visuel.

EXIGENCES	AFFECTATION	LUX	FLJ %
FAIBLES	CIRCULATIONS	200	2
MOYENNES	CHAMBRES	350	3
ÉLEVÉES	BUREAUX	500	5
TRÈS ÉLEVÉES	ATELIERS FINS	1000	10



CLASSE	PROPRIÉTÉS DU RENDU	INDEX DU RENDU
1	TRÈS BONNES	85 à 100
2	BONNES	70 à 84
3	SUFFISANTES	40 à 69
4	MÉDIOCRES	MOINS DE 40

Fig. 9

4.3 Lumière du jour

La lumière du jour est nécessaire à la santé de l'homme. Son utilisation judicieuse permet de réduire la consommation d'énergie électrique nécessaire à l'éclairage artificiel.

Facteurs d'influence

Certains facteurs influençant l'éclairage d'un local ne sont pas maîtrisables, la nature nous les impose. D'autres facteurs peuvent être maîtrisés par le concepteur d'un ouvrage, mais ils devront toujours être comparés aux facteurs thermiques qui sont souvent contradictoires.

a. Facteurs non maîtrisables

La durée du jour dépend de la saison et de la latitude. En Suisse, (47° de latitude nord) elle varie de 9 heures le 21 décembre à 15 heures le 21 juin. Dans le fond des vallées, cette durée peut être réduite sensiblement.

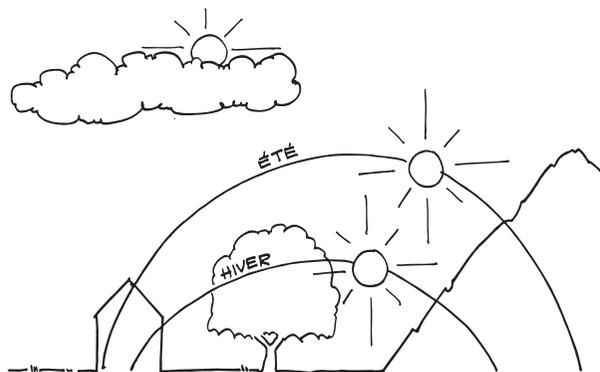


Fig. 10

La couverture nuageuse peut varier considérablement au cours d'une journée:

- Soleil direct: 100'000 lux
- Couverture nuageuse uniforme: 10'000 lux
- Couverture nuageuse épaisse: 3'500 lux

b. Facteurs rarement maîtrisables

Les caches (montagnes, habitations voisines, arbres, etc.) portent de l'ombre sur les ouvertures et diminuent la surface de ciel clair. Par la disposition de ses volumes, l'urbaniste peut réduire dans une large mesure la gêne de ces obstructions. Lors de l'implantation d'une construction sur un terrain, le concepteur peut corriger légèrement l'importance des caches, lors de la plantation d'arbres, il tiendra compte de l'ampleur future de la végétation. La construction ultérieure d'un bâtiment voisin peut modifier la situation actuelle.

La texture et les teintes des bâtiments voisins

devront, quand elles sont contrôlées par le concepteur, être claires et réfléchissantes.

c. Facteurs maîtrisables lors de la conception

La profondeur des locaux devra être limitée; les figures ci-dessous montrent qu'au-delà de 3m de la fenêtre, le FLJ est en dessous du seuil acceptable pour le travail (5%).

Les dispositions des ouvertures suivantes influencent favorablement l'éclairage naturel du local :

- Grandes dimensions
- Multiplication des ouvertures
- Position haute
- Eclairage zénithal (très efficace)
- Disposition sur deux faces opposées

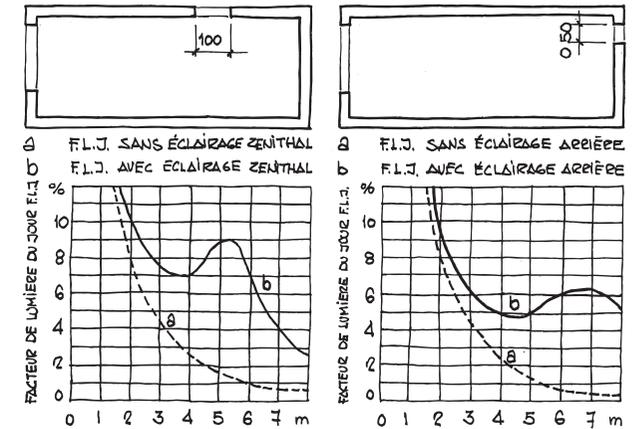


Fig. 11

Les dispositifs de protection solaire diminuent fortement la lumière du jour. Voir sur la figure ci-contre, l'effet d'un avant-toit ou d'une dalle de balcon.

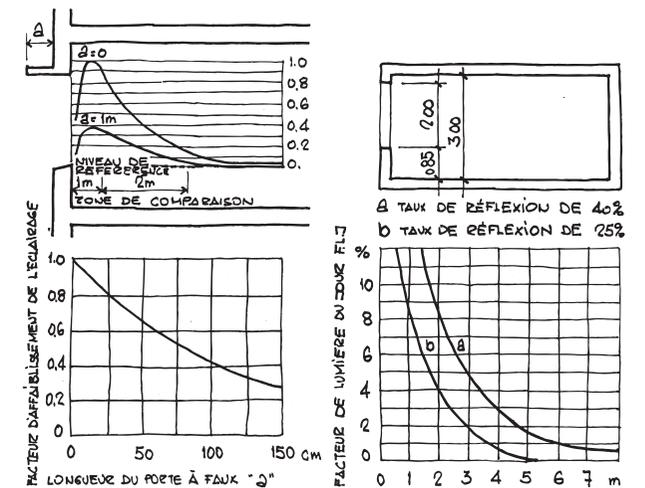


Fig. 12

Les stores à lamelles permettent un excellent réglage de la lumière solaire, les rayons directs sont stoppés et le dessus des lamelles réfléchit la lumière au fond du local. Attention aux rideaux!

La transmission lumineuse des vitrages devra être aussi élevée que possible. Elle peut varier de 80 % pour un verre simple à 20 % pour un verre réfléchissant.

Les surfaces intérieures de teinte claire et réfléchissantes améliorent la diffusion de la lumière au fond du local.

Contradictions lumière – chaleur

En parcourant les facteurs d'influences maîtrisables, on se rend compte que les exigences pour la lumière naturelle sont souvent contradictoires aux exigences thermiques. Par exemple :

- Une saillie au sud et des stores extérieurs sont nécessaires pour éviter la surchauffe. Ces deux éléments diminuent fortement le FLJ et peuvent rendre nécessaire l'éclairage artificiel en pleine journée l'été. Par ailleurs l'éclairage participe à la surchauffe.
- En multipliant les couches de verre et les couches sélectives, on améliore sensiblement la valeur K d'un vitrage, mais on diminue le facteur de transmission lumineuse.
- Plus les fenêtres sont grandes, plus l'éclairage naturel du local est important; d'autant plus importantes sont aussi les déperditions de chaleur mais également les gains solaires, attention aux

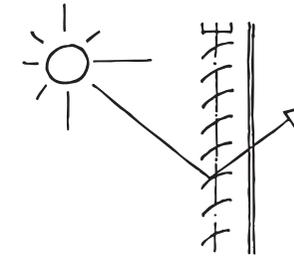


Fig. 13

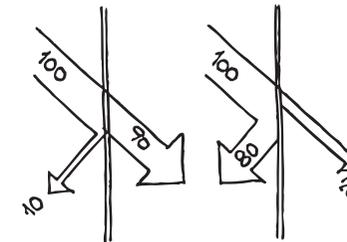


Fig. 14

perdes thermiques en hiver et aux surchauffes aux autres saisons.

- Plus les fenêtres sont petites, plus les déperditions sont faibles, mais plus les frais d'éclairage artificiel sont élevés.

En privilégiant certaines exigences, on ne doit pas agir au détriment des critères d'économie d'énergie, sans quoi le bilan global énergétique risque d'être défavorable.

Le travail du concepteur consiste à trouver le meilleur compromis possible entre confort visuel, thermique et économie d'énergie, ceci en privilégiant les critères correspondant aux besoins des futurs utilisateurs.

Apports de la technique

Une étude soignée de l'apport de lumière du jour suppose une bonne complémentarité entre éclairage naturel et artificiel. Ceci peut être obtenu par la division des espaces en zones contrôlées séparément selon les besoins et par un réglage progressif automatique à l'aide de sondes photoélectriques.

Des systèmes techniques de miroirs appelés «déviateurs anidoliques» permettent de dévier la lumière du jour par réflexion au fond des locaux.

Des outils informatiques sophistiqués ou plus simples sont à disposition sur le marché pour simuler l'éclairage à l'intérieur des locaux, pour dimensionner les éléments de prise de lumière et optimiser le confort visuel.

N'oublions jamais que conduire la lumière en architecture est un art subtil que seuls peu d'architectes ont su maîtriser.

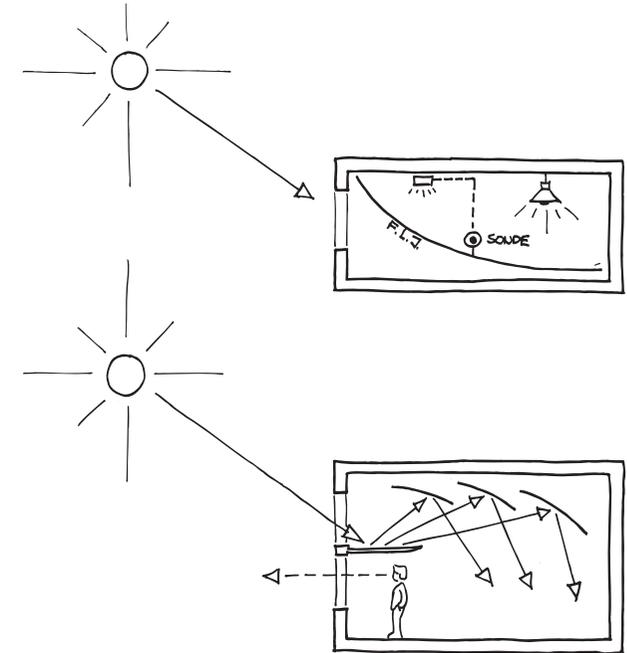


Fig. 15

4.4 Protection du bâtiment

Protection par l'environnement

Il est beaucoup plus intéressant de construire en site protégé plutôt qu'en site exposé, en effet, les constructions voisines protègent des vents dominants qui ont une influence sur les infiltrations d'air dans le bâtiment et principalement dans les parties supérieures de l'habitat. (plus on s'éloigne du sol et plus les vents sont importants).

Si une construction isolée bénéficie d'une certaine autonomie, elle oblige son propriétaire à utiliser une voiture (consommation d'énergie) pour ses déplacements (magasin, école etc.).

En hiver, les habitations situées au sud, masquent le rayonnement solaire et font ombrage au bâtiment concerné.

Protection par le terrain

Un terrain en pente, direction sud, est un avantage puisqu'il participe directement à la protection du bâtiment contre les vents froids dominants.

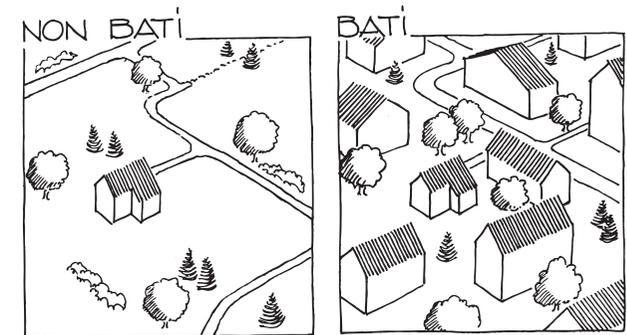


Fig. 16

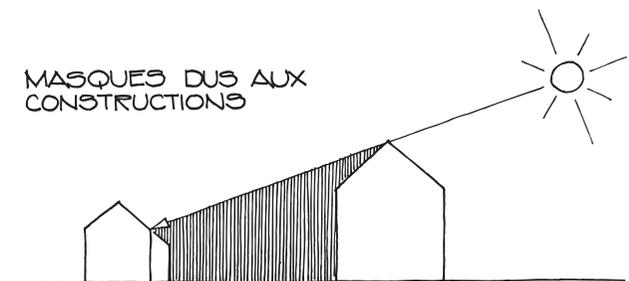


Fig. 17

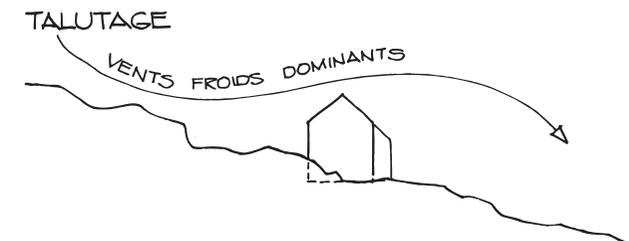


Fig. 18

Protection par la forme du bâtiment (Aérodynamisme)

Limitier la résistance aux vents froids et améliorer la ventilation de la toiture en été pour éviter sa surchauffe.

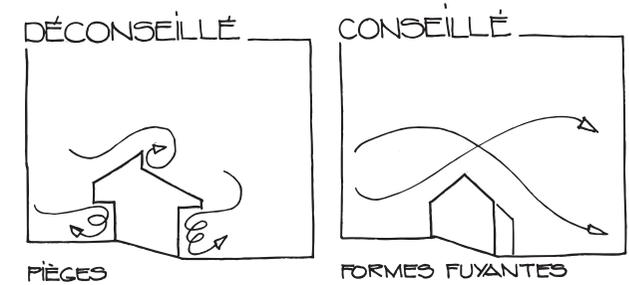


Fig. 19

Protection par la végétation

Disposer des arbres à feuilles persistantes (conifères) au nord du bâtiment.

Conséquences:

- Protection contre les vents froids en hiver.
- Ne diffusent pas d'ombre sur la façade.

Disposer des arbres à feuilles caduques (feuillus) au sud (est et ouest) du bâtiment.

Conséquences:

- Protection solaire en été.
- Ensoleillement total des façades en hiver.

Disposer également du lierre ou de la vigne (vierge) sur les façades exposées au soleil. Cette végétation perdra également ses feuilles en hiver pour permettre au soleil de réchauffer les façades.

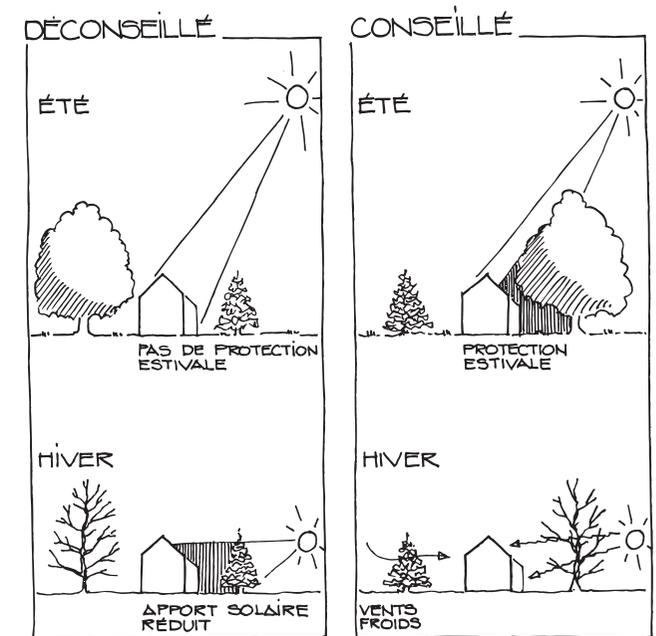


Fig. 20

Protection par les espaces tampons situés au nord

Ils sont partiellement ou totalement fermés. Ils sont passifs et n'ont un rôle que de protection thermique. (bûcher, remise, garage, cellier, cave, sas d'entrée etc.).

Protection solaire

Les protections solaires sont des compléments indispensables pour éviter les surchauffes en période estivale. Elles peuvent prendre des aspects forts différents.

a. Avant-toits

Dispositif fixe. La saillie doit tenir compte de la position du soleil en été (protection contre la surchauffe) et en hiver (ne pas empêcher le rayonnement solaire de pénétrer dans l'habitat par les vitrages). Pas de protection contre le rayonnement solaire diffus.

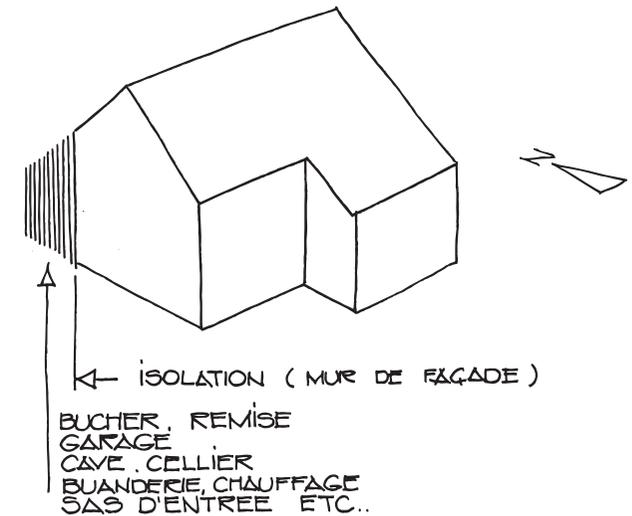


Fig. 21

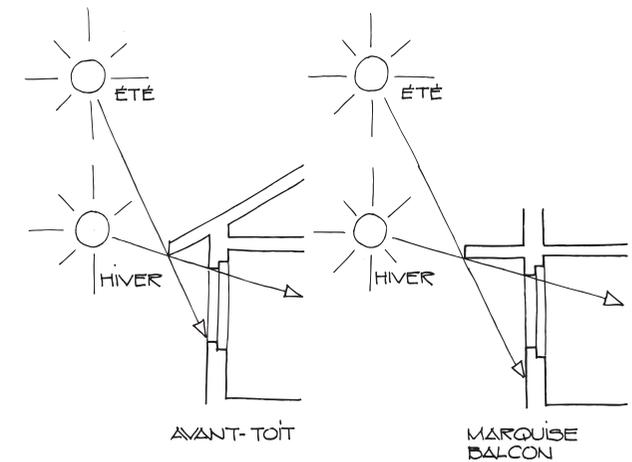


Fig. 22

b. Stores et brise-soleil

Un réglage progressif des lamelles garanti une protection optimale en été tout en laissant pénétrer le soleil en hiver. Les stores intérieurs ne sont pas conseillés. (voir module 4)

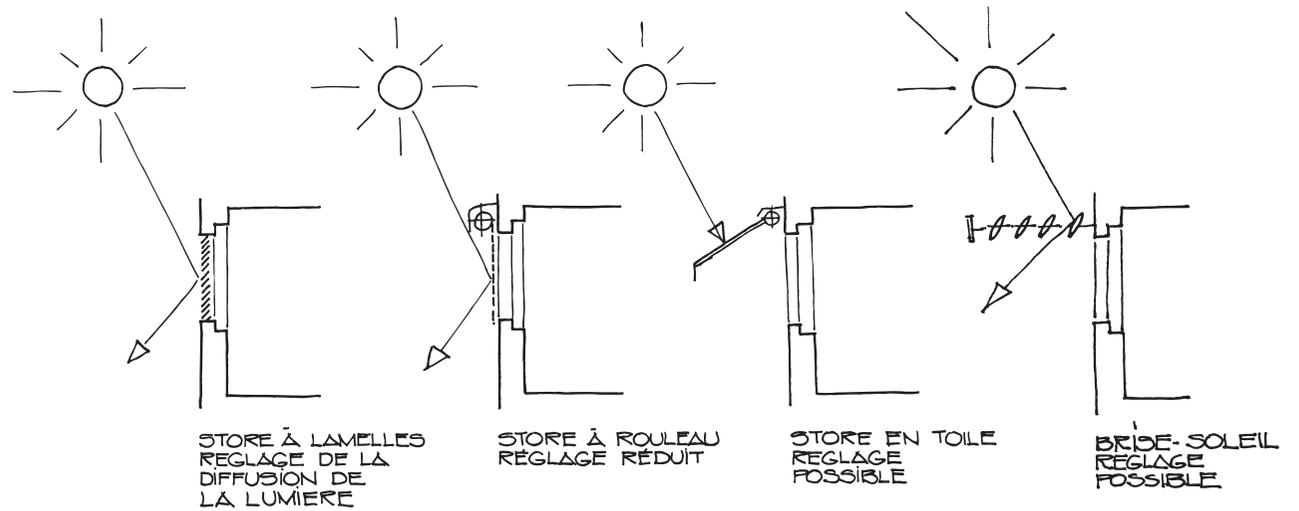


Fig. 23

4.5 Conception sectorielle

Coefficient de forme (surface)

Les pertes de chaleur par transmission sont proportionnelles à la surface et non au volume des bâtiments. Or le volume croît plus vite que la surface. Plus le bâtiment est petit et plus les déperditions par unité de volume son importantes. (dans l'exemple ci-contre, les pertes par le sol ne sont pas prises en compte).

La démonstration se fait à l'aide de 8 cubes de bois d'environ 5 cm de côté.

- 1 cube = 5 surfaces (en contact avec l'air extérieur) = 1 volume
- 2 cubes = 8 surfaces = 2 volumes
- 4 cubes = 12 surfaces = 4 volumes
- 8 cubes = 20 surfaces = 8 volumes

Isolons les 8 cubes = 8 volumes = 40 surfaces (au lieu de 20)

Calculs faits par l'apprentie/l'apprenti selon figure 25.

Formes défavorables

Plus le bâtiment est allongé ou découpé, plus les pertes par unité de volume sont importantes par rapport à un bâtiment cubique de forme carré. Les surfaces en contact avec l'air extérieur ainsi que les volumes sont à calculer par l'apprentie/l'apprenti.

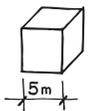
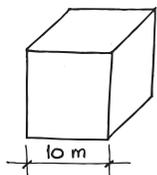
		
SURFACE EN CONTACT AVEC L'AIR EXTÉRIEUR	$5 \times 5^2 = 125 \text{ m}^2$	$5 \times 10^2 = 500 \text{ m}^2$
VOLUME	$5^3 = 125 \text{ m}^3$	$10^3 = 1000 \text{ m}^3$

Fig. 24

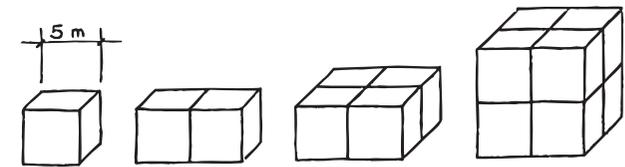
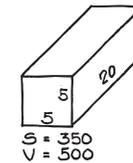
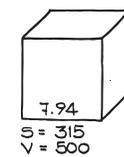


Fig. 25

Exemple 1



Exemple 2

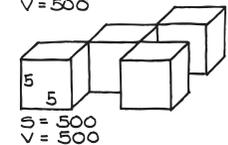
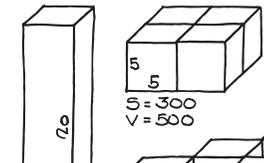


Fig. 26

On voit que l'on a intérêt à rechercher, pour un volume habitable identique, des formes aussi compactes que possible. Il faut éviter en particulier les décrochés inutiles ou injustifiés.

De plus, pour un même volume intérieur, une construction de forme compacte coûte moins cher puisqu'elle nécessite moins de surfaces de façades.

Disposition des locaux

La disposition des pièces à l'intérieur du logement sera conçue en fonction de leur destination:

Au nord: Cage d'escalier, wc, buanderie etc. (la chambre à coucher des parents est probablement la pièce habitée la moins occupée et par définition la moins chauffée; elle peut donc faire fonction de tampon).

Au sud: Toutes les pièces de la maison qui sont occupées régulièrement et chauffées.

Espaces tampons situés au sud

Ils sont vitrés (parois et toiture). Au-delà de leur rôle de régulateur thermique, ils contribuent positivement au chauffage de l'habitat en captant l'énergie solaire. (serre, véranda, double peau etc.).

Prévoir un store extérieur pour l'été et une possibilité d'aération.

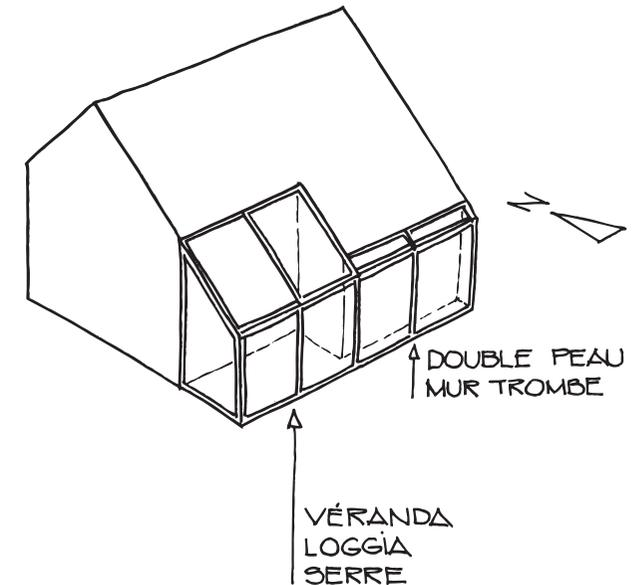


Fig. 27

4.6 Solaire passif

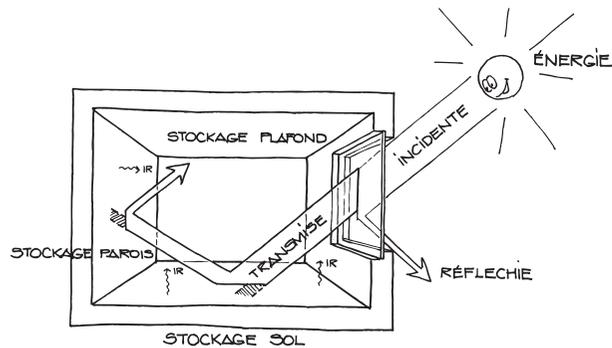


Fig. 30

Orientation du bâtiment (ensoleillement)

Le captage passif de l'énergie solaire dépend étroitement de l'orientation du bâtiment. Alors qu'entre le S-E et le S-O, les pertes d'ensoleillement ne sont que de 10% environ, elles sont plus de 40% lors d'une orientation Est ou Ouest.

Système de captage passif

Effet de serre

Principe: Les éléments de captage passif comme la fenêtre ou la serre (jardin d'hiver) permettent d'obtenir un bilan «gains - pertes» positif grâce à l'effet de serre. Cet effet est dû au fait qu'un vitrage transmet bien le rayonnement solaire et mal le rayonnement infrarouge. Ainsi, le rayonnement solaire traversant facilement le vitrage vient réchauffer les éléments de construction. Ceux-ci, comme tout corps aux températures habituelles dans un bâtiment, émettent un rayonnement infrarouge que le vitrage réfléchit en grande partie. On obtient ainsi l'effet de captage passif puisque l'énergie solaire qui a pénétré à travers un vitrage est emprisonnée dans le local qu'elle a contribué à chauffer.

Fenêtre

Pour obtenir un bilan énergétique favorable, il faut privilégier les vitrages placés au sud: apport solaire important par rapport aux pertes thermiques et cela malgré une valeur U défavorable.

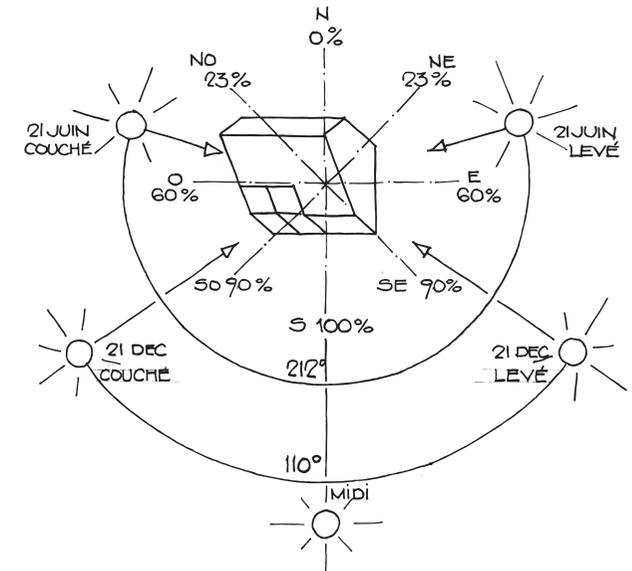


Fig. 28

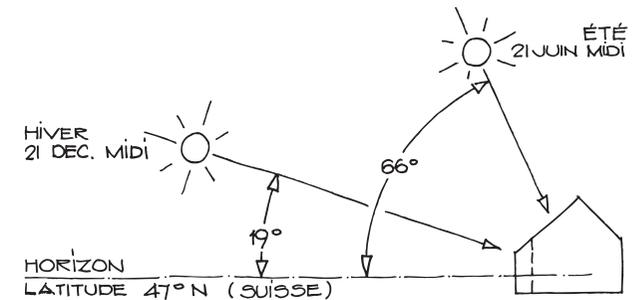


Fig. 29

Exemples: (valeurs approximatives)	valeur U [W/m ² K]	valeur g [%]
- Mur de façade actuel	0,3	0
- Vitrage 2 IV (air)	3,0	75
- Vitrage 2 IV IR (*)	1,0 – 1,4	45 – 65
- Vitrage 3 IV (air)	2,0	70
- Vitrage 3 IV IR-IR (*)	0,5 – 1,0	35 – 50

La valeur g d'un vitrage représente en % sa perméabilité par rapport à l'énergie incidente.

2 = nombre de verres

IV = verre isolant

IR = couche réfléchissant les infra-rouge

* verre spécial (traitement de surface/air resp. gaz rare)

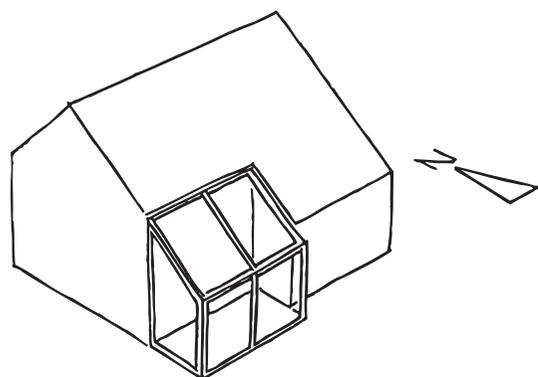


Fig. 32

Le meilleur compromis actuellement est le vitrage 2 IV IR. L'amélioration de la transparence énergétique aura pour influence l'utilisation des triples vitrages.

Le bilan énergétique étant défavorable au nord, il est nécessaire de limiter les fenêtres sur cette façade.

Serre

Espace vitré placé au sud, accumulateur d'énergie. Il est recommandé une orientation plein sud, différence possible + ou - 30°. Profondeur max. 2.50 m. Prévoir une hauteur qui permet également de chauffer les locaux habités situés à l'étage. Le bilan positif de la serre n'est pas assuré, si on installe un appareil de chauffage dans la serre.

Stockage et restitution

Il est indispensable de stocker l'énergie solaire dans les masses thermiques composant l'environnement immédiat d'un vitrage ou de la serre. Absorbées durant le temps d'ensoleillement, les masses thermiques (sur une profondeur d'environ 10 cm) composant le sol, les parois et les plafonds (béton, pierres, briques, revêtements etc.) redistribuent cette chaleur par infrarouges à l'intérieur de l'habitat. (à éviter les faux plafonds etc.)

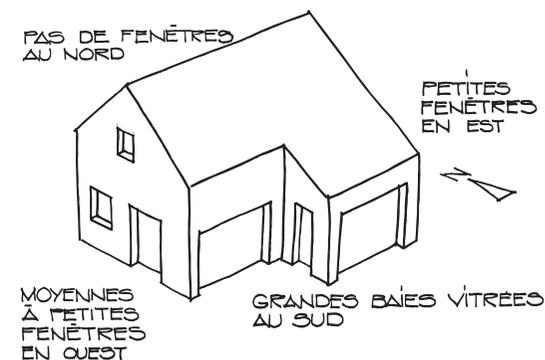


Fig. 31

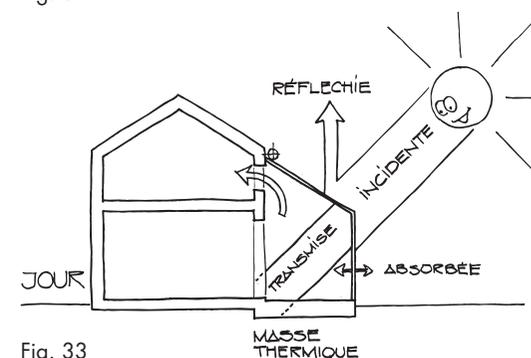


Fig. 33

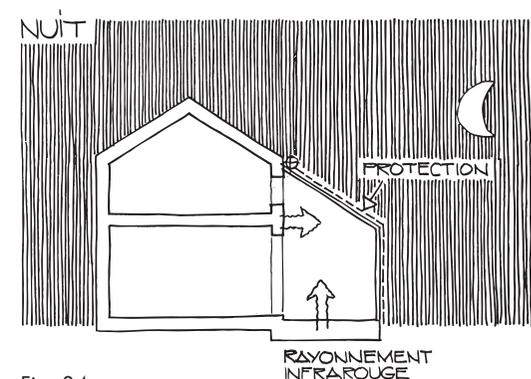


Fig. 34

Autres systèmes passifs

Mur capteur «Trombe»

Utilisation des murs entre vitrages en façade sud pour accumuler la chaleur dans un mur en béton situé derrière un vitrage (effet de serre) durant la journée et faire rayonner ce mur vers l'intérieur de l'habitat durant la nuit.

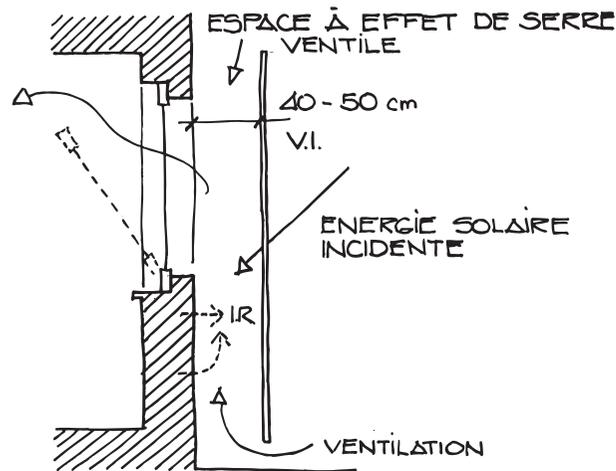


Fig. 36

Double peau

Vitrage placé entre 40 et 50 cm devant la façade sud pour accentuer l'accumulation de la chaleur par effet de serre devant cette façade.

Isolation transparente

Utilisation contrôlée du rayonnement solaire par effet de serre et réduction des déperditions thermiques. Après avoir traversé l'isolation transparente en façade, le rayonnement solaire frappe le mur intérieur qui accumule la chaleur reçue et qui la restitue en différé aux pièces voisines.

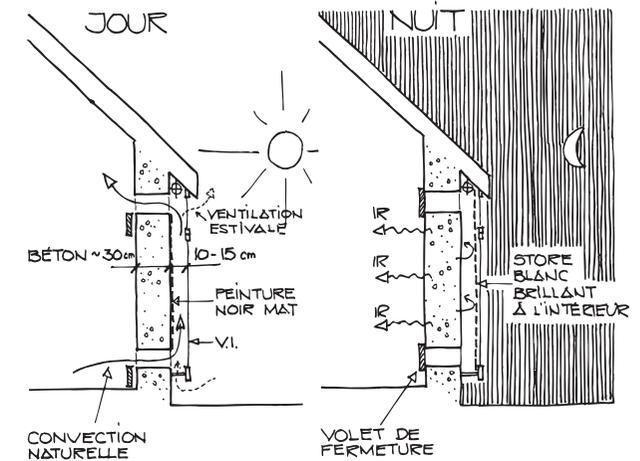


Fig. 35

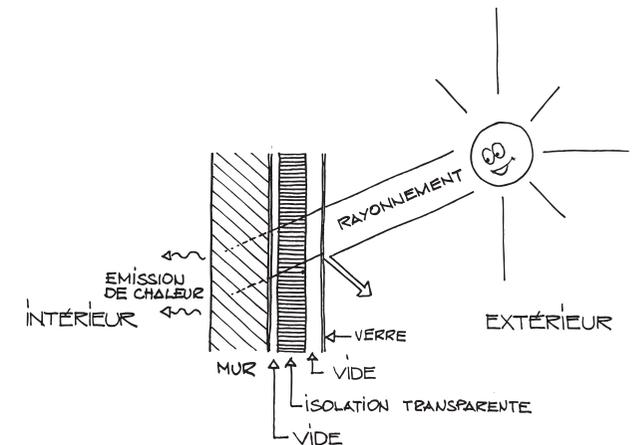


Fig. 37

5. Exercices et solutions proposées

Exercice 1

Confort; conditions thermiques

Quelle est la température opérative optimale d'une personne dont l'activité représente 1,8 met et la résistance thermique de son habillement est de 1,3 clo ?

Exercice 2

Lumière du jour

Trouver dans la documentation technique des verres les principaux coefficients pour les verres les plus courants, soit: Transmission lumineuse, coefficient U, rendu des couleurs.

(Vitrages simples et isolants, types clair, absorbant et réfléchissant).

Exercice 3

Confort visuel

Comment feriez-vous pour améliorer le confort visuel de votre salle de classe en cas de rénovation tout en optimisant les économies d'énergie ?

Exercice 4

Habitat, faible consommateur d'énergie

Etudier, sous formes d'esquisses à main levée, une petite maison familiale, faible consommatrice d'énergie, en tenant compte de sa protection, de sa forme et de l'énergie solaire «passive».

(Si la classe comprend beaucoup d'élèves, le maître organise des groupes de travail).

Solution 1:

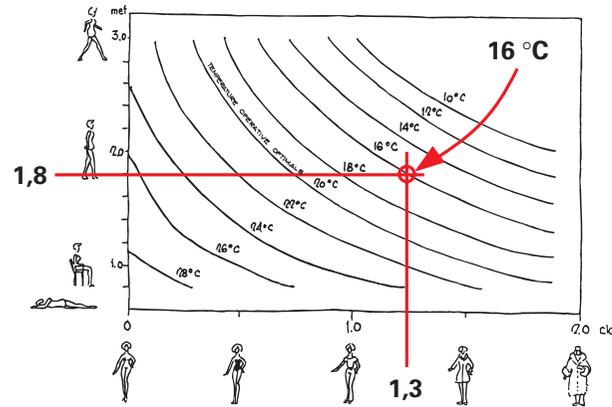


Fig. 38

Solution 2:

Coefficients des verres		Transmission lumineuse [%]	Coefficient U [W/m ² K]	Rendu des couleurs [-]
a. Verres simples				
- clair	6 mm	88	5,7	98
- absorbant	6 mm	43 à 72	5,7	89 à 96
- réfléchissant	6 mm	08 à 43	5,7	83 à 96
b. Verres isolants				
- double clair	6/12/6	78	3,0	96
- triple clair	6/12/6/12/6	73	2,0	94
- double IR clair	6/12/6	78	1,0 à 1,4	96
- double absorbant	6/12/6	15 à 64	2,7 à 3,0	85 à 96
- double réfléchissant	6/12/6	07 à 39	2,3 à 3,0	85 à 98
c. Divers				
- brique de verre		75	2,9	
- verre profilé simple		85	5,8	
- verre profilé double		73	3,5	

Solutions 3 possibles suivant les cas:

(à déterminer et à détailler par le maître de classe)

- Interventions à l'extérieur (arbres, surfaces réfléchissantes, avant-toit, etc.).
- Créer de nouvelles ouvertures.
- Changer les vitrages (déterminer le type).
- Disposition du mobilier, création de zones.
- Surfaces de teinte claire à l'intérieur.
- Nouveau concept d'éclairage artificiel (définir le fonctionnement).
- Système de déviateurs anidoliques ?

Exemple pour la solution 4:

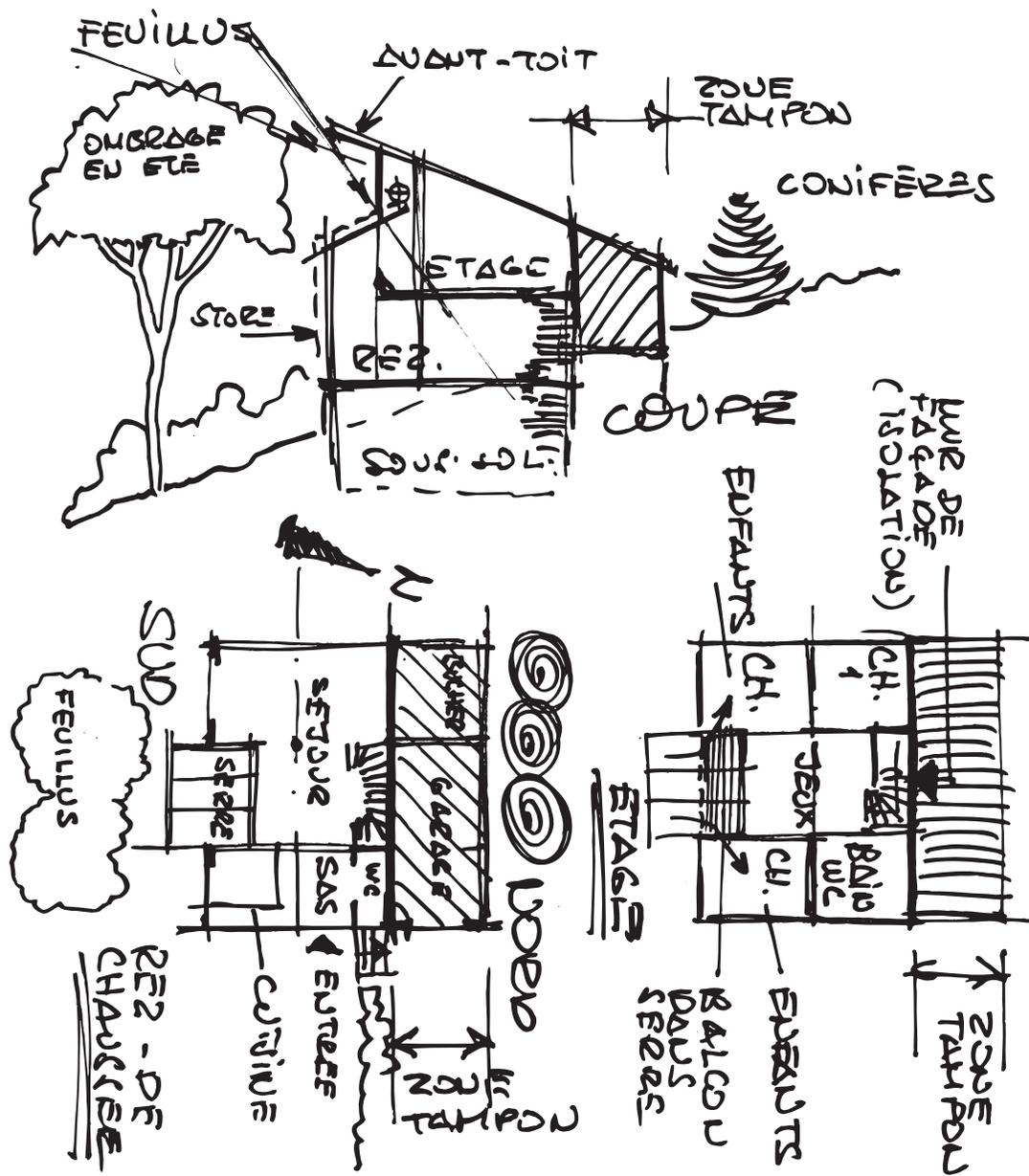


Fig. 39



6 Bibliographie

- Chauffage de l'habitat et énergie solaire: Thierry Cabirol, Daniel Fauré, Daniel Roux. EDIDUD La Calade, 13090 Aix-en-Provence.
- Le guide de l'énergie solaire passive : Edward Mazria, traduction de Pierre Bazan. Editions Parenthèses;Titre original: The passive solar energy book, Rodale Press Inc., Emmaus, PA, U.S.A.
- Construire avec le climat. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, 2, av. du Parc-de-Passy, 75775 Paris Cedex 16.
- Élément 29
Isolation thermique et maîtrise de l'énergie dans le bâtiment. Industrie suisse de la terre cuite Obstgartenstrasse 28, 8006 Zurich.
- Manuel études et projets. Progr. d'impulsion pour l'amélioration thermique des bâtiments, EDMZ, 1983, épuisé.
- SIA D 056 Le soleil. Chaleur et lumière dans le bâtiment, EPFL-ITB / LESO-PB 1990.
- Soleil et architecture – Guide pratique pour le projet, PACER 1991.
- Soleil et architecture, Mieczyslaw Twarowski 1967, traduit du polonais, Dunod Paris
- Savoir conduire la lumière naturelle en architecture. Programme Diane, E2000.
- Systèmes techniques pour l'utilisation optimale de la lumière du jour. Progr. Diane, E2000.
- Architecture climatique équilibrée, PACER 1996.
- Swissolar: Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire, E2000.
- L'énergie, Facteur-clé de notre temps: Maja Messmer et al., adaptation J. Fournier et O. Mercier. Edition LEP, Lausanne, 1998.

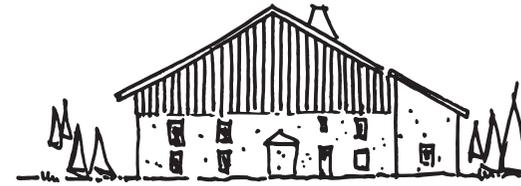
7 Sources

Tous les dessins sont de l'auteur, Joseph Simon.

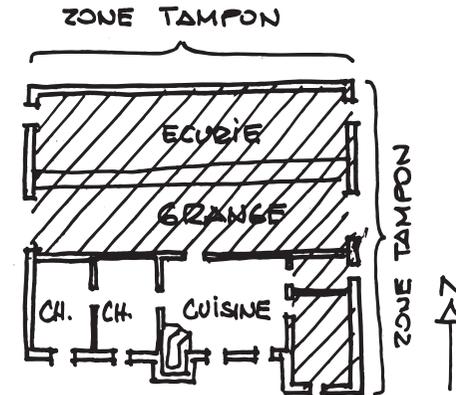
La rédaction du texte a été faite par les deux auteurs, Joseph Simon et Philippe Ebiner, en collaboration avec le traducteur de la version allemande, Markus Rebmann.

8 Modèles

JURA



FAÇADE SUD

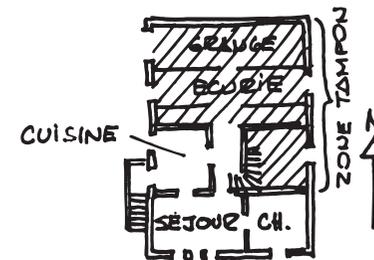


PLAN SCHEMATIQUE

PLATEAU



FAÇADE SUD



PLAN SCHEMATIQUE

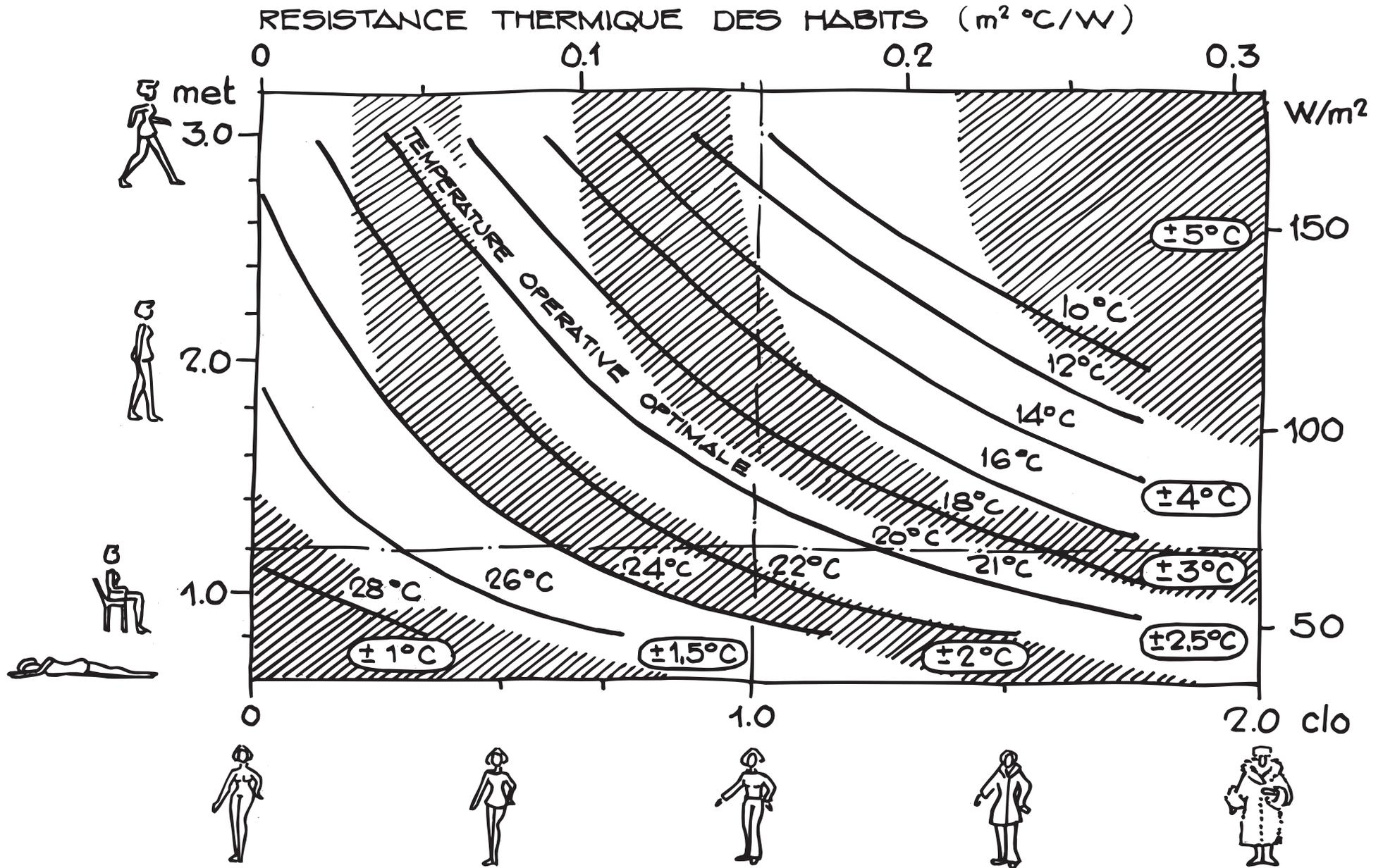
ALPES



FAÇADE SUD

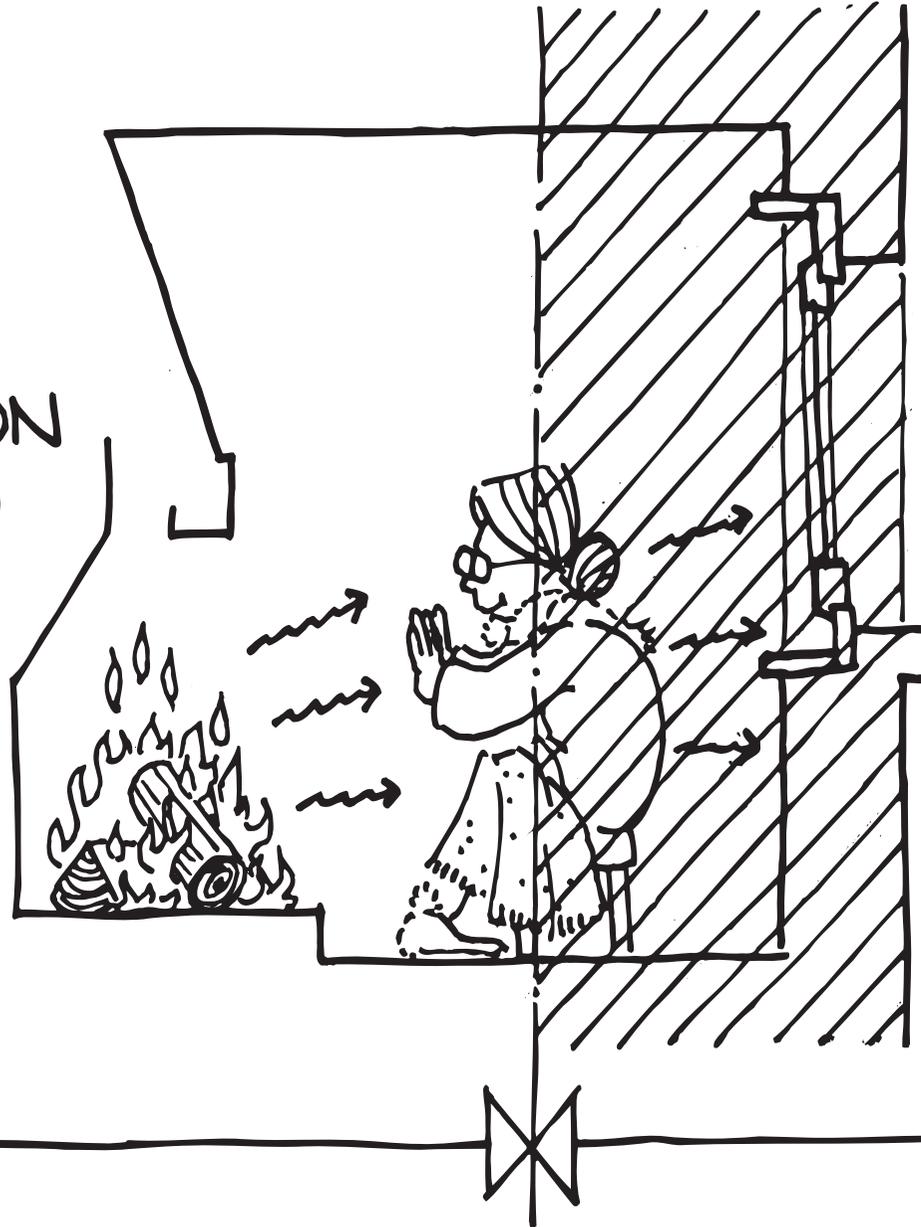


COUPE SCHEMATIQUE



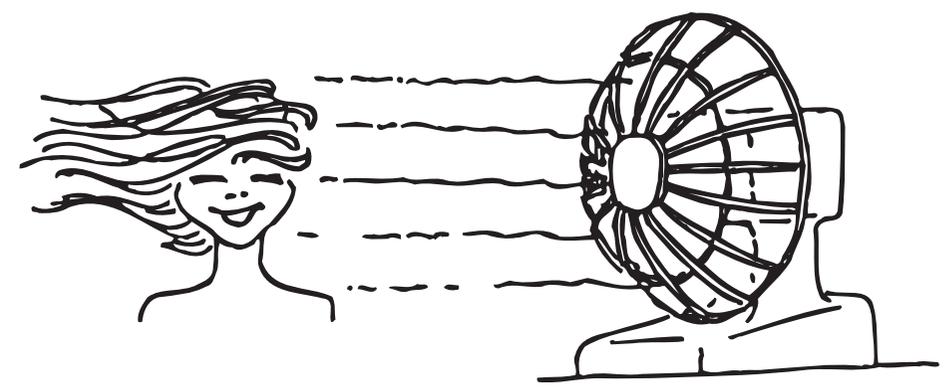
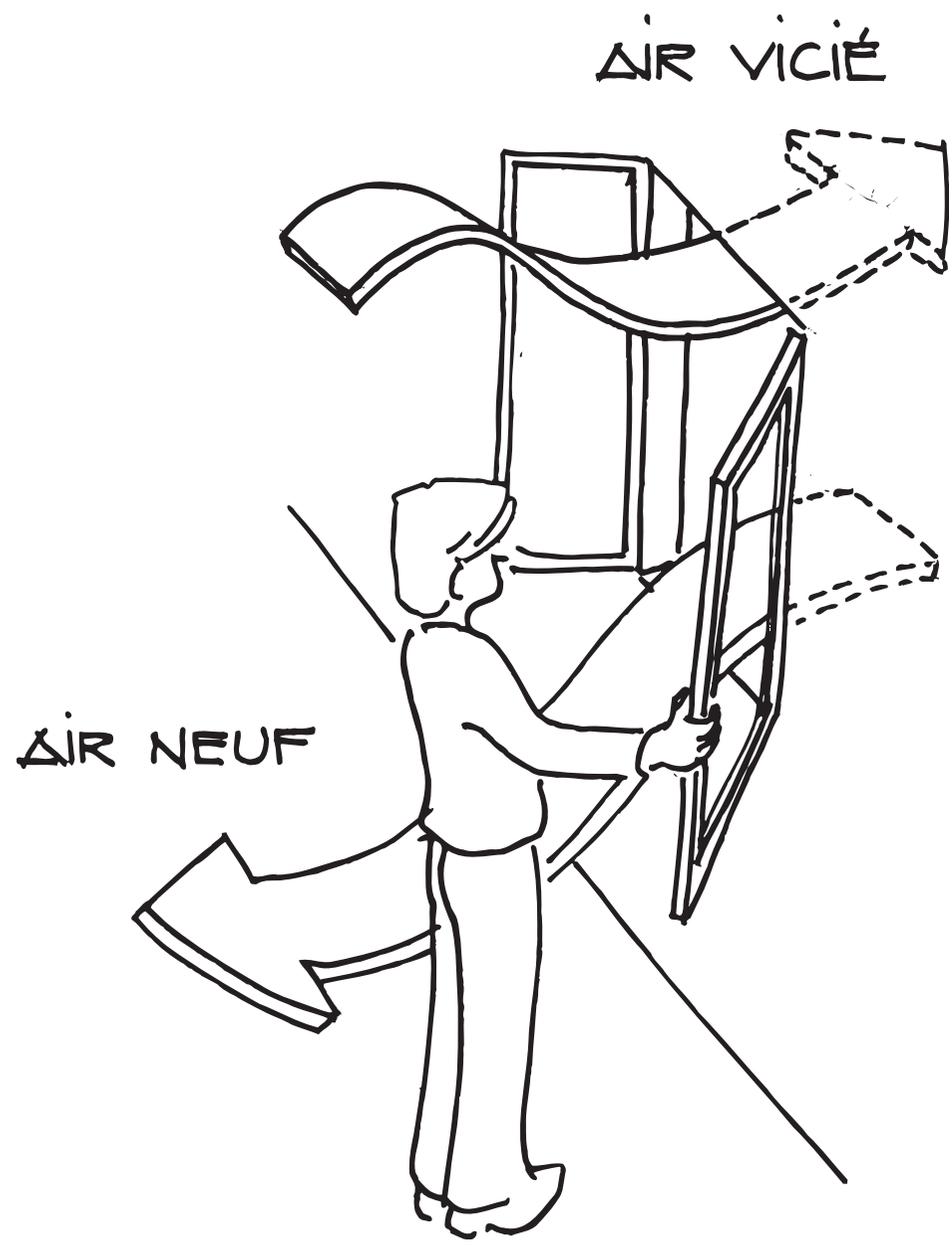
SENSATION
DE CHAUD

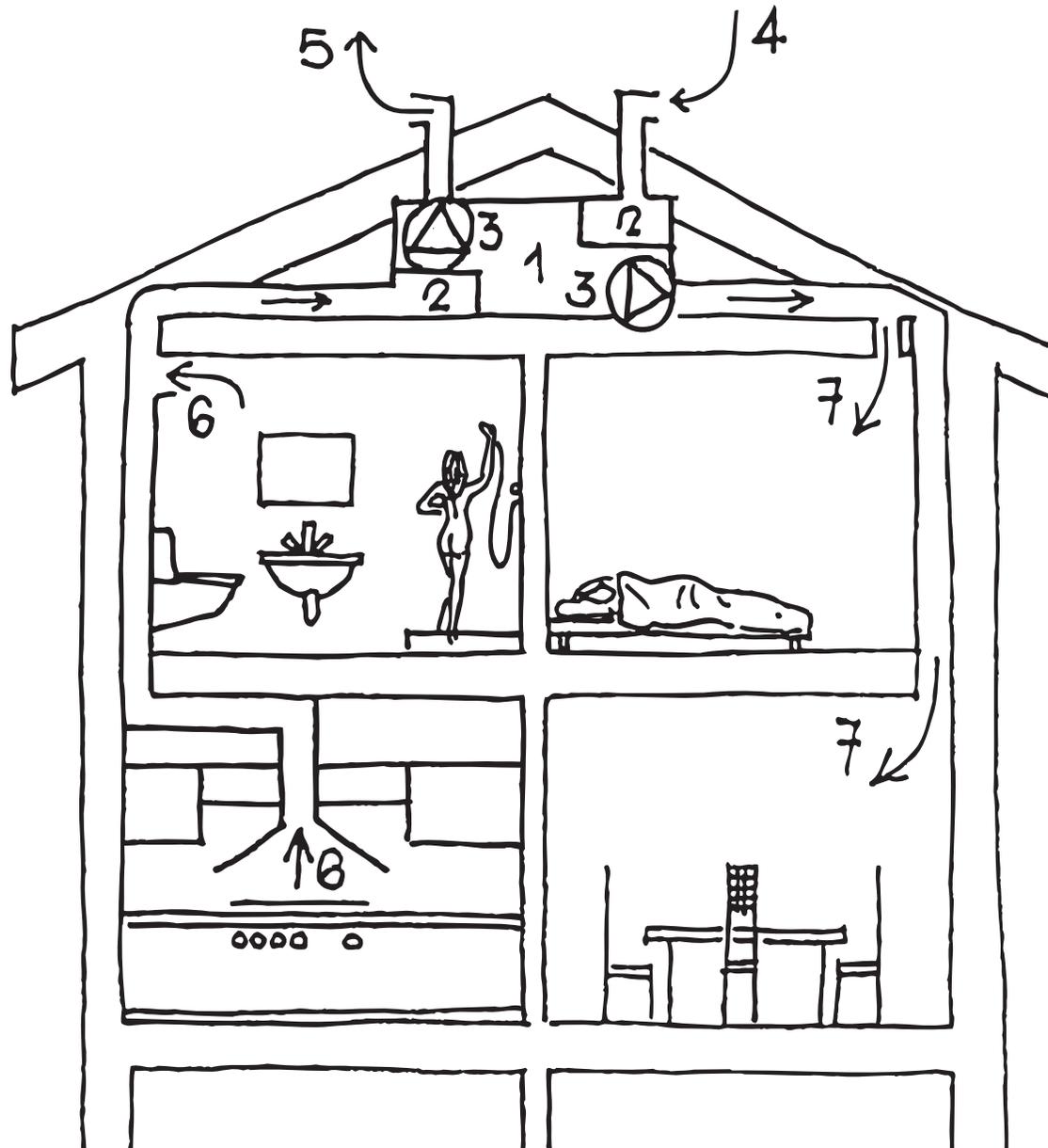
LE CORPS
REÇOIT
PLUS DE
CHALEUR
QU'IL N'EN
EMET

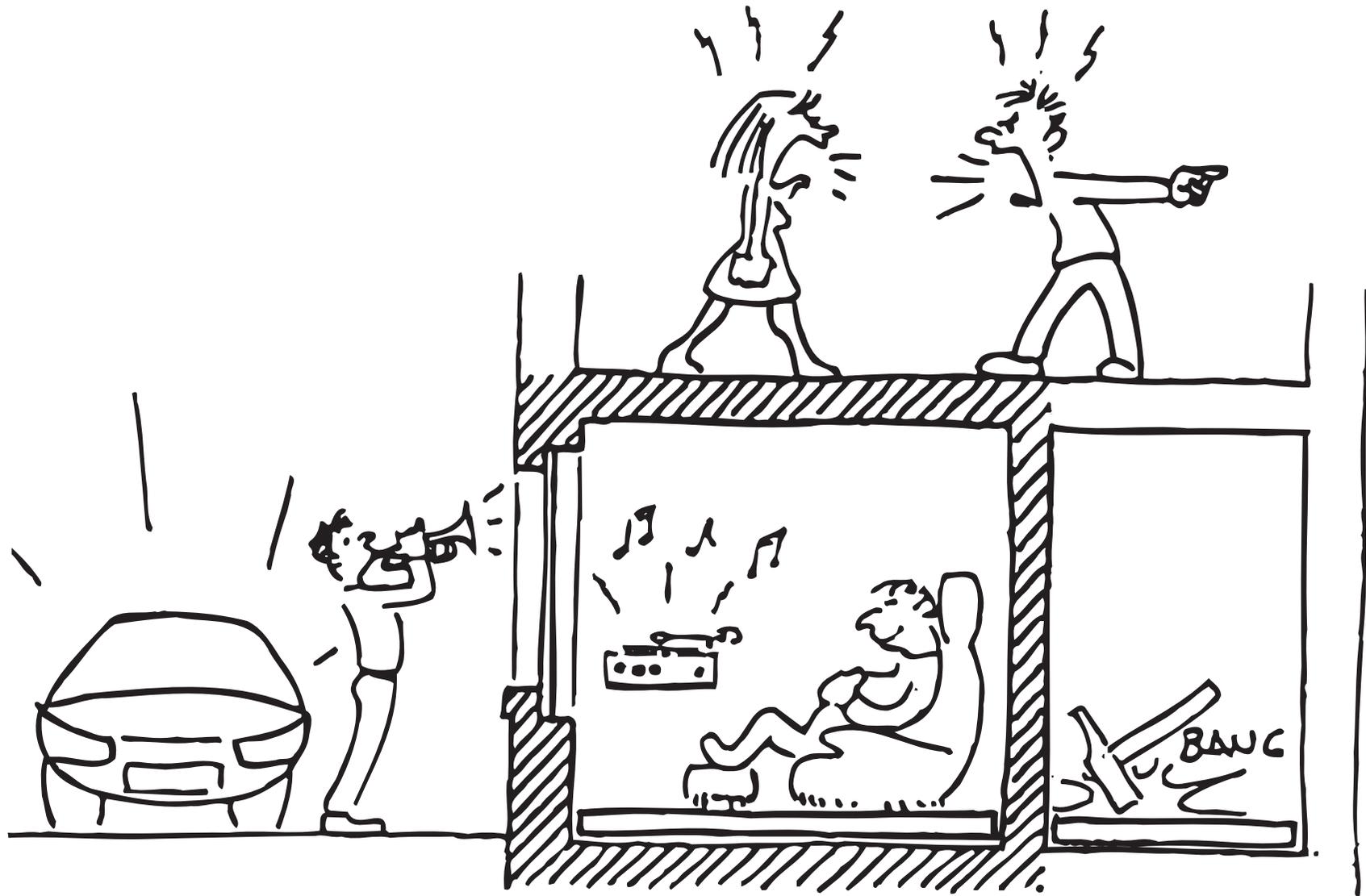


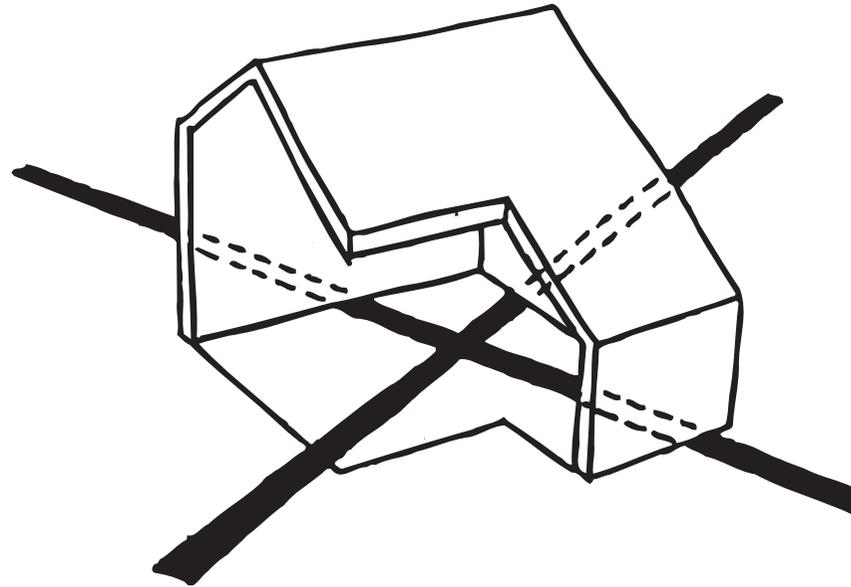
SENSATION
DE FROID

LE CORPS
EMET
PLUS DE
CHALEUR
QU'IL N'EN
REÇOIT

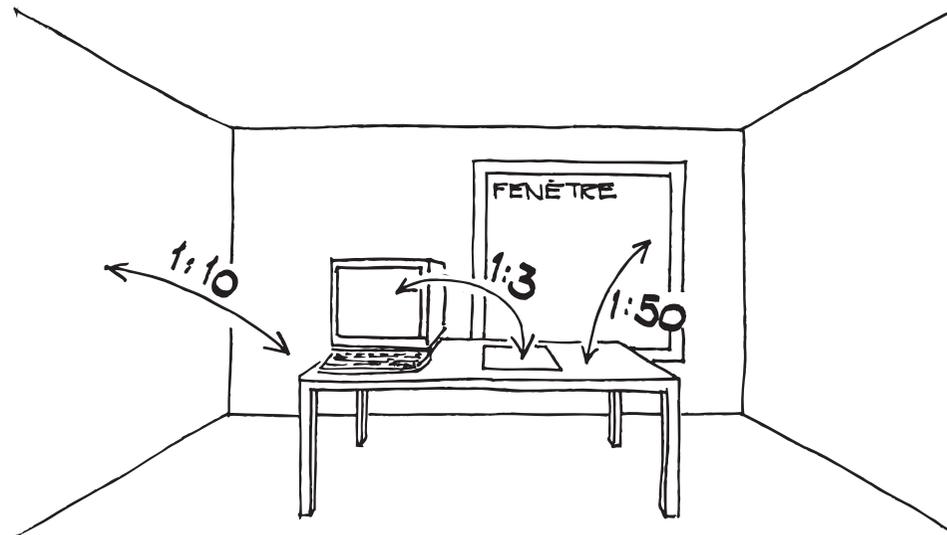




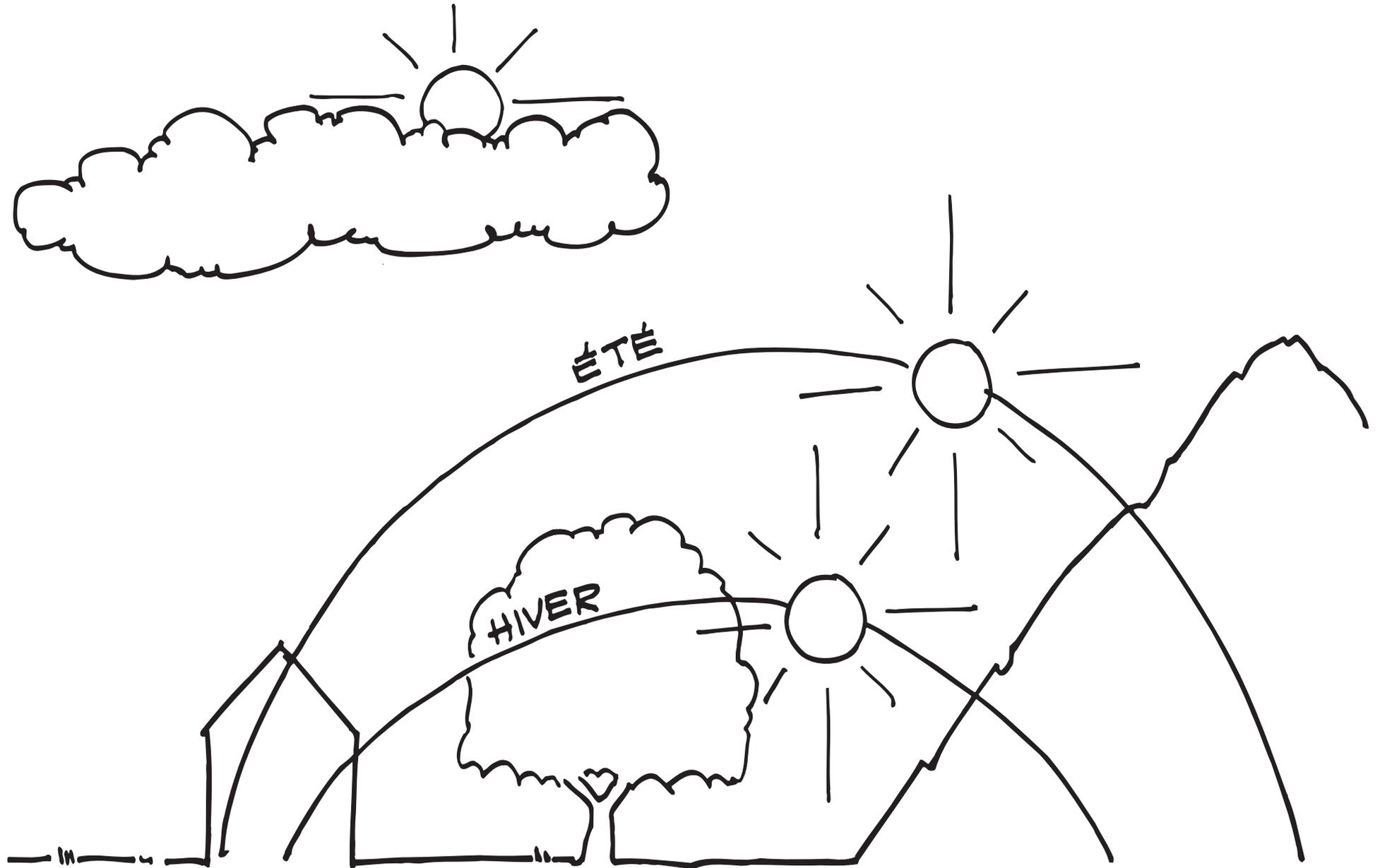


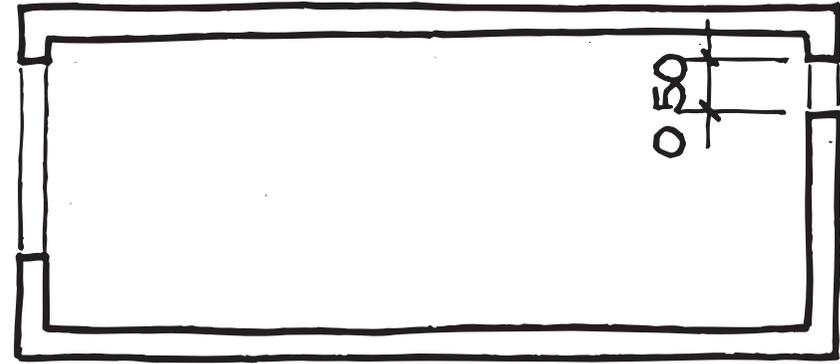
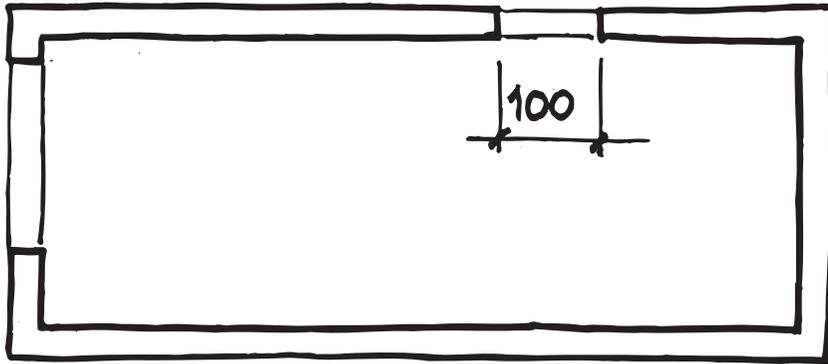


EXIGENCES	AFFECTATION	LUX	FL.J. %
FAIBLES	CIRCULATIONS	200	2
MOYENNES	CHAMBRES	350	3
ÉLEVÉES	BUREAUX	500	5
TRÈS ÉLEVÉES	ATELIERS FINS	1000	10

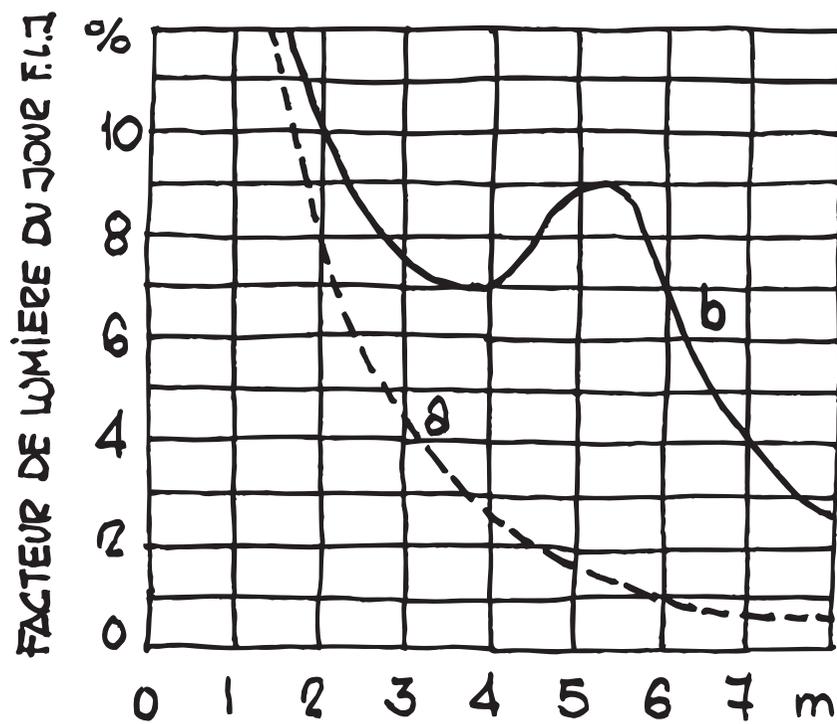


CLASSE	PROPRIÉTÉS DU RENDU	INDEX DU RENDU
1	TRÈS BONNES	85 à 100
2	BONNES	70 à 84
3	SUFFISANTES	40 à 69
4	MÉDIOCRES	MOINS DE 40

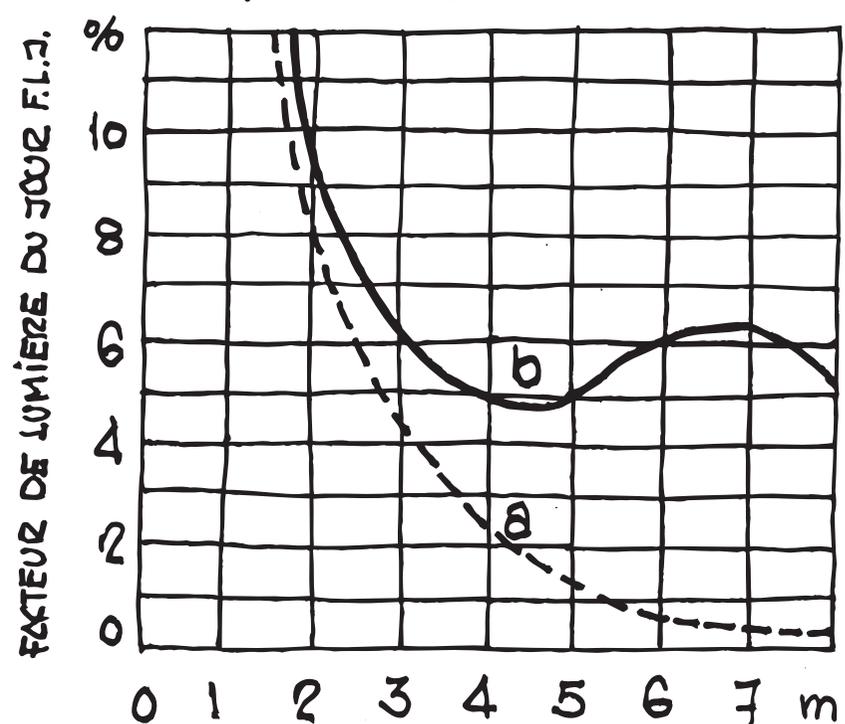


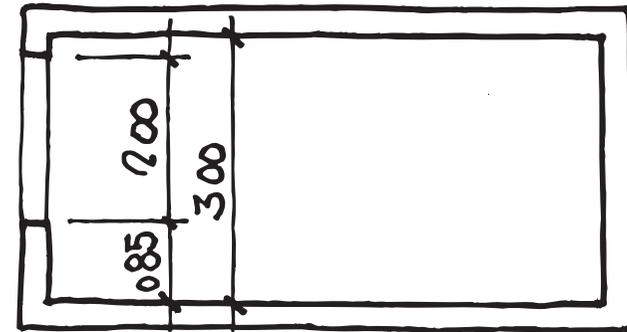
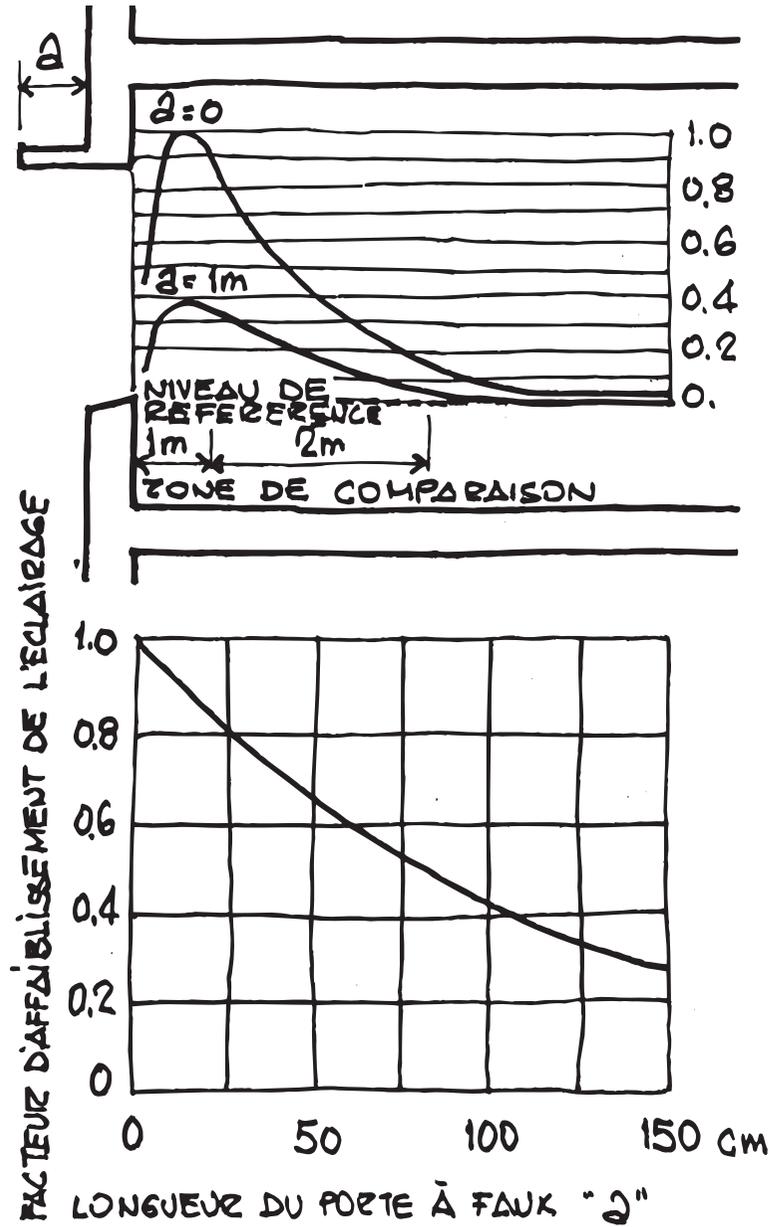


1 F.L.J. SANS ÉCLAIRAGE ZÉNITHAL
 F.L.J. AVEC ÉCLAIRAGE ZÉNITHAL

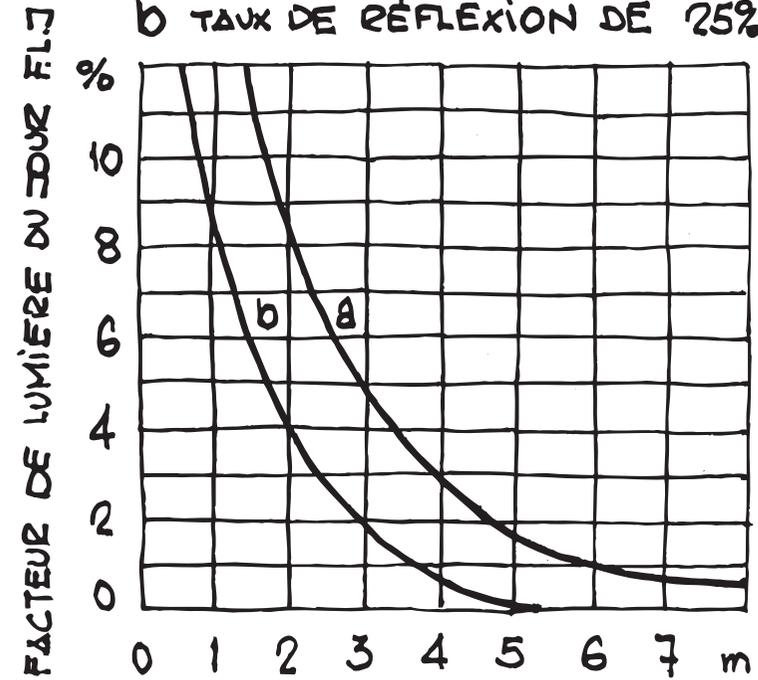


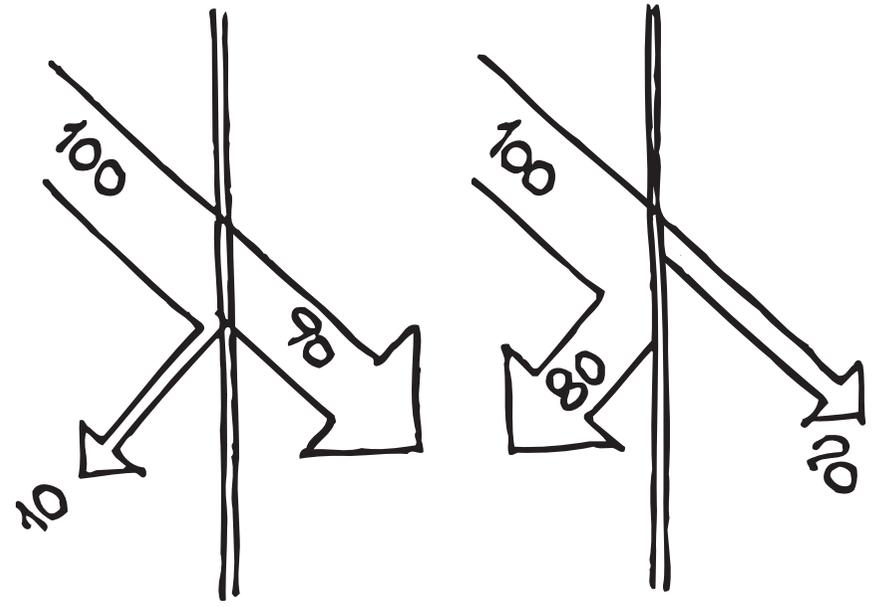
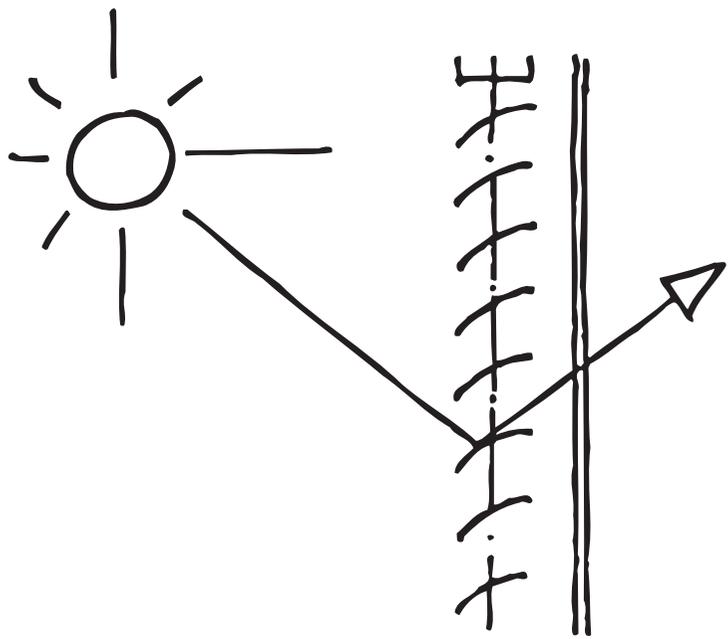
2 F.L.J. SANS ÉCLAIRAGE ARRIÈRE
 F.L.J. AVEC ÉCLAIRAGE ARRIÈRE

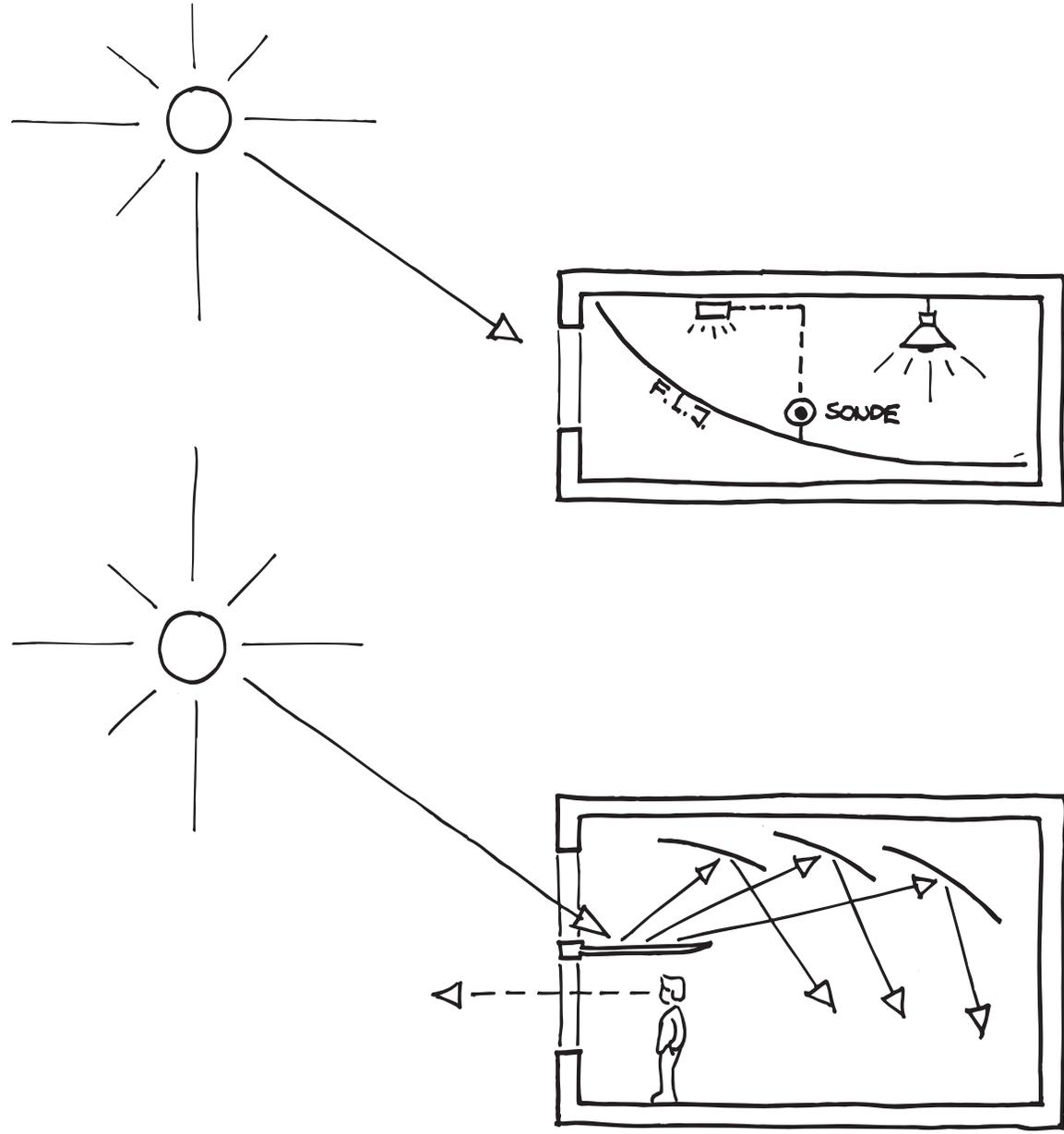


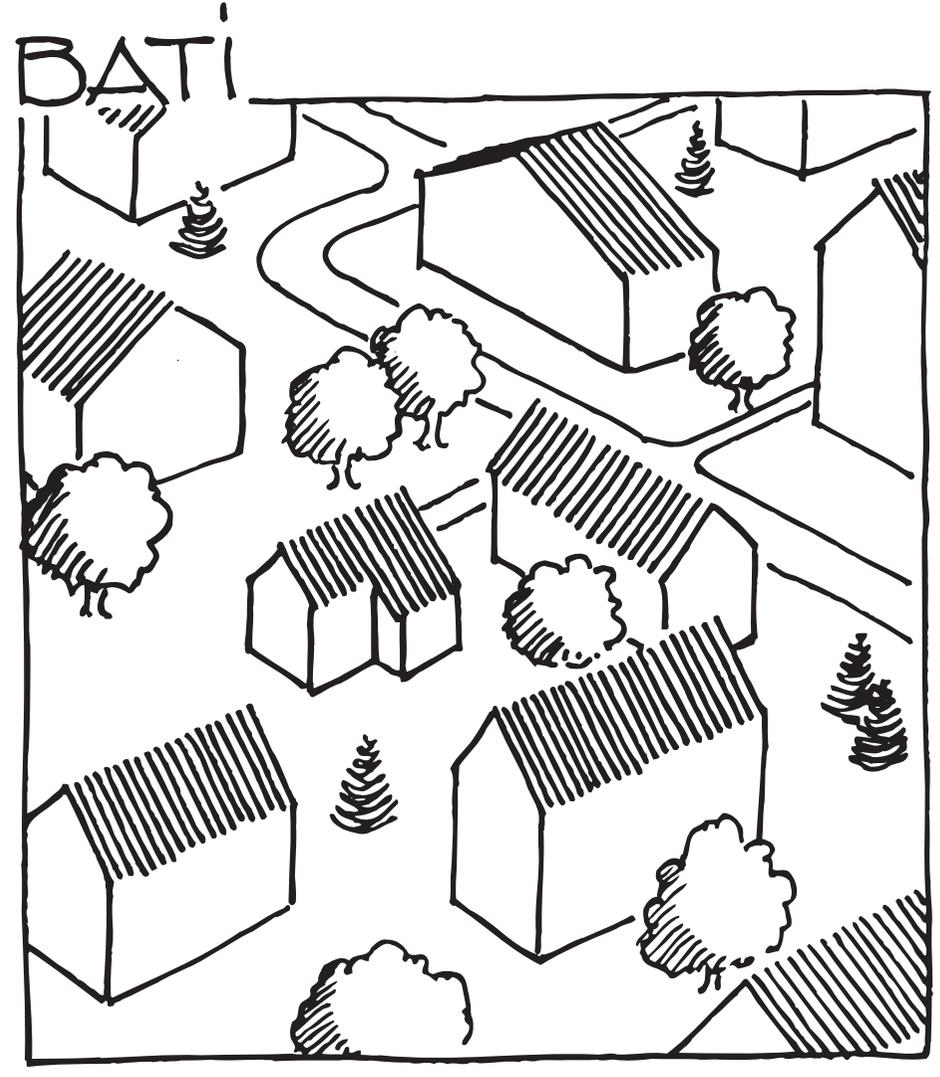
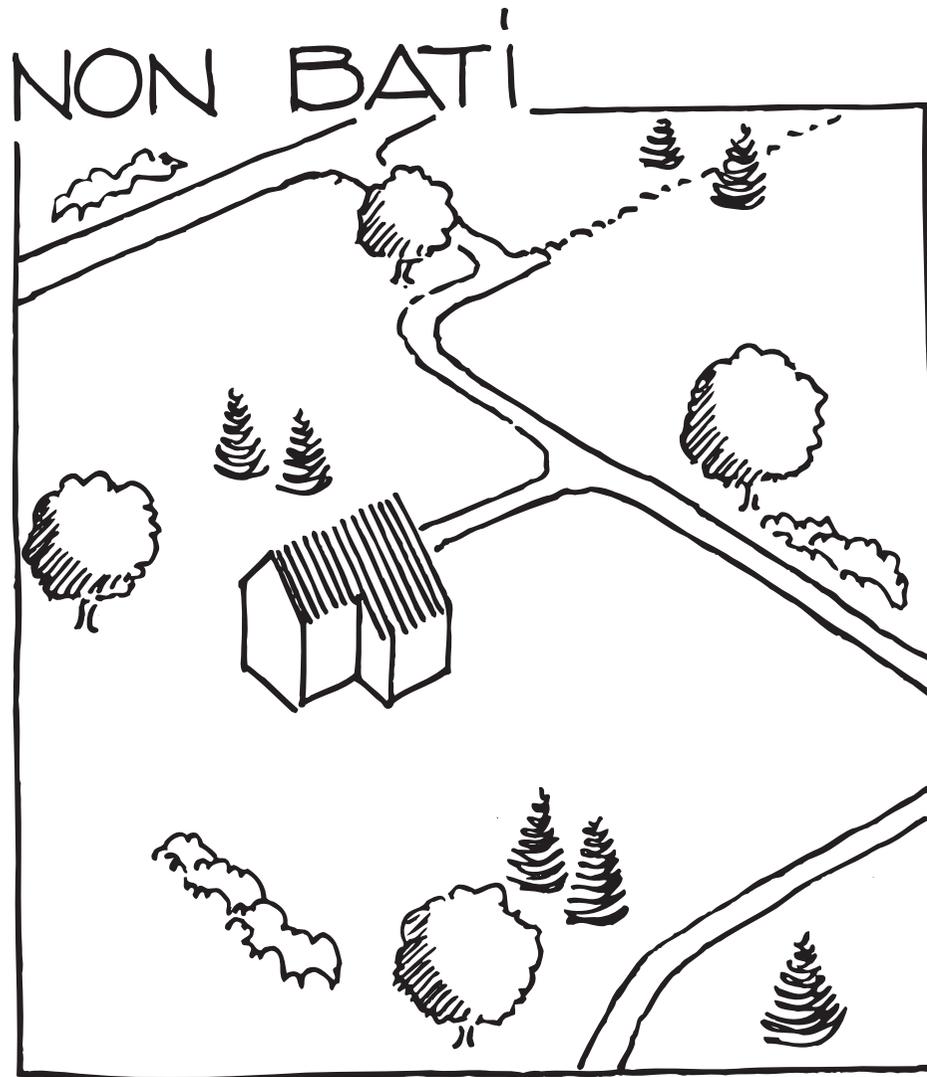


A TAUX DE RÉFLEXION DE 40%
 B TAUX DE RÉFLEXION DE 25%

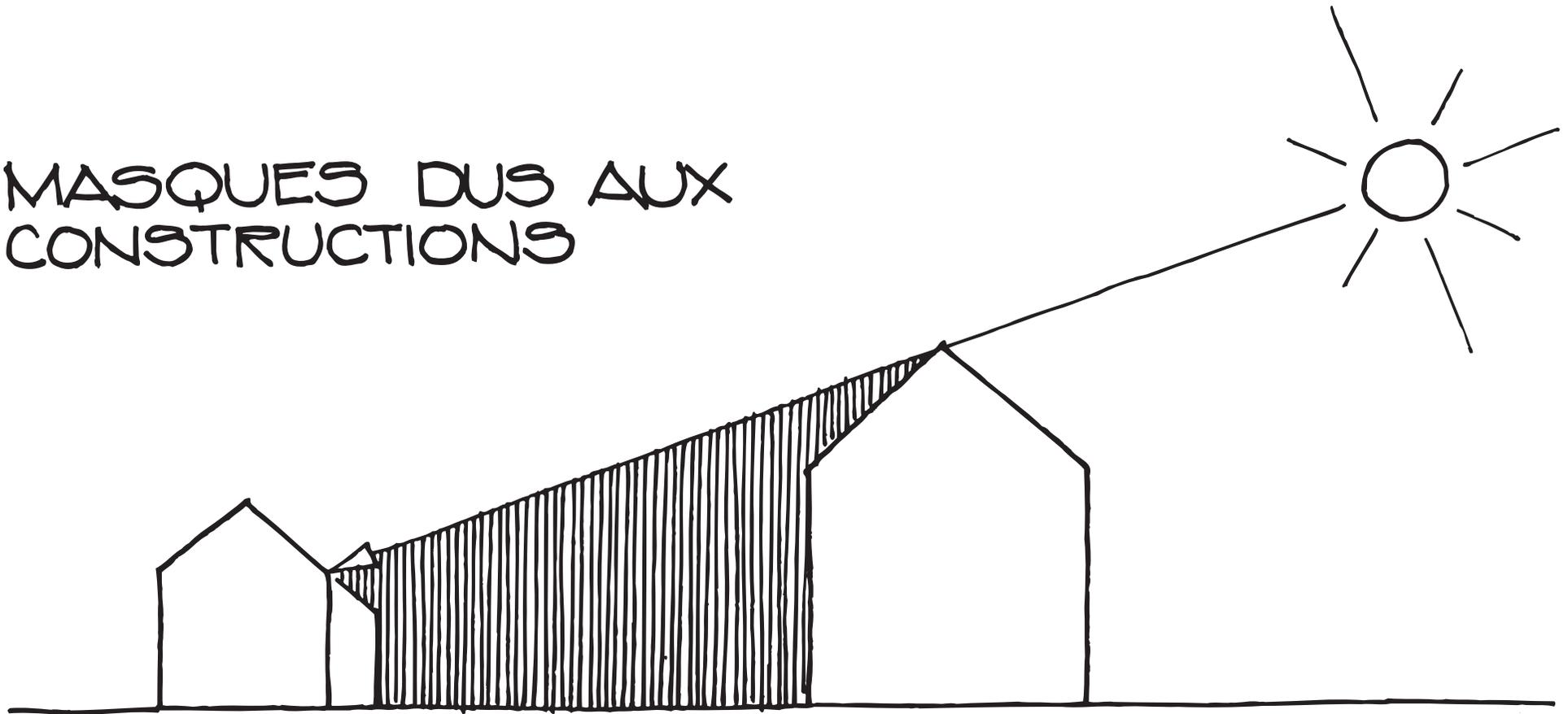




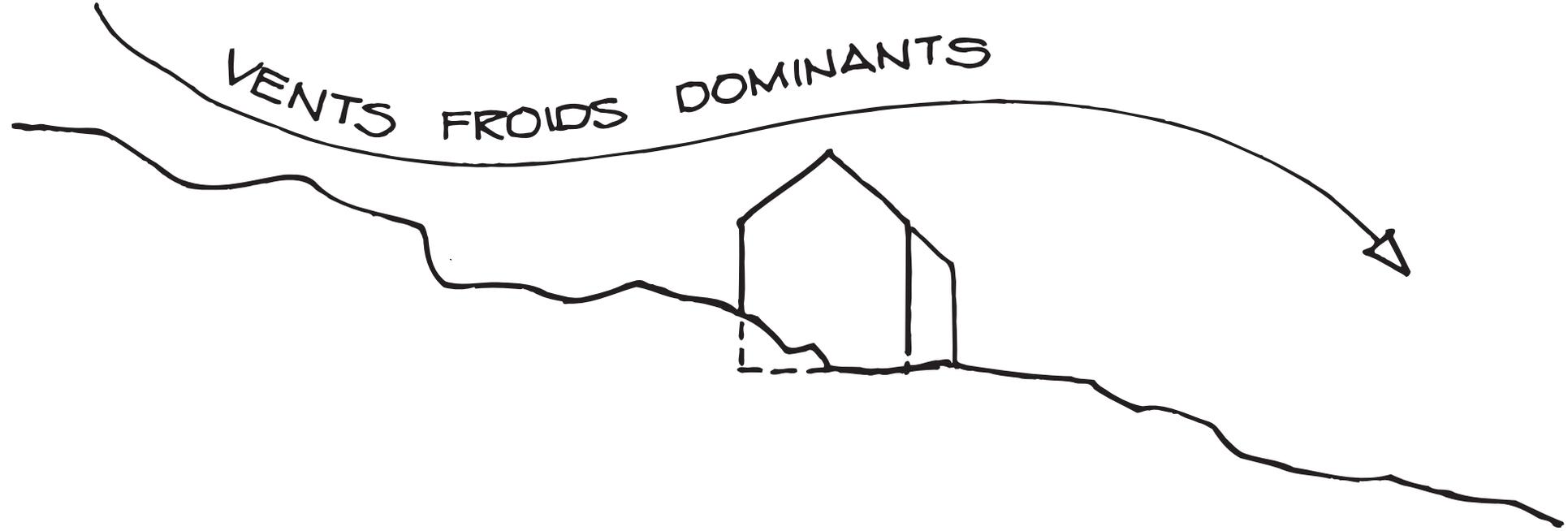




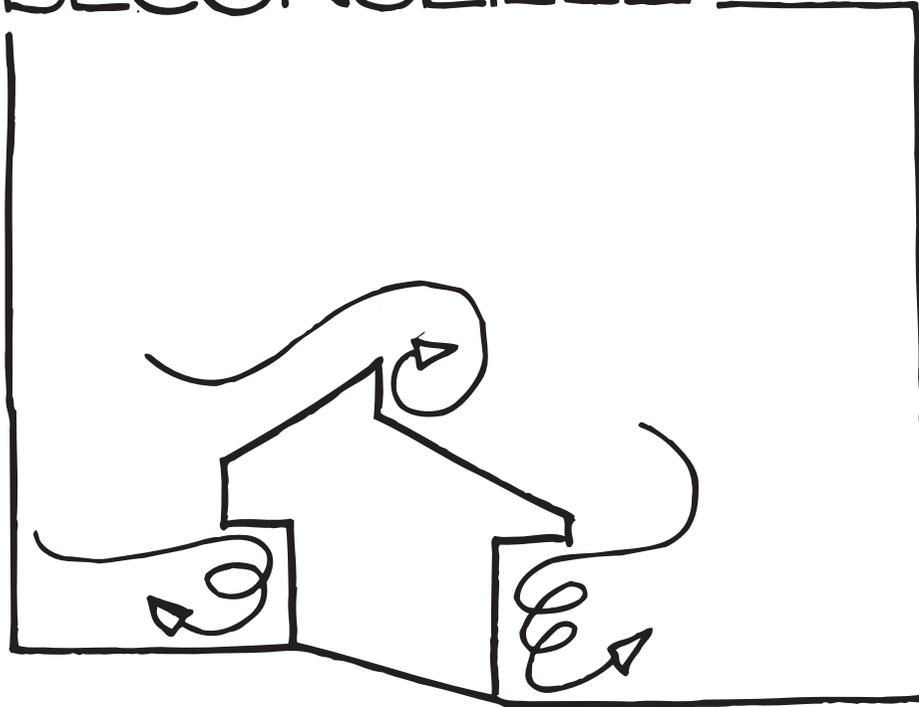
MASQUES DUS AUX CONSTRUCTIONS



TALUTAGE

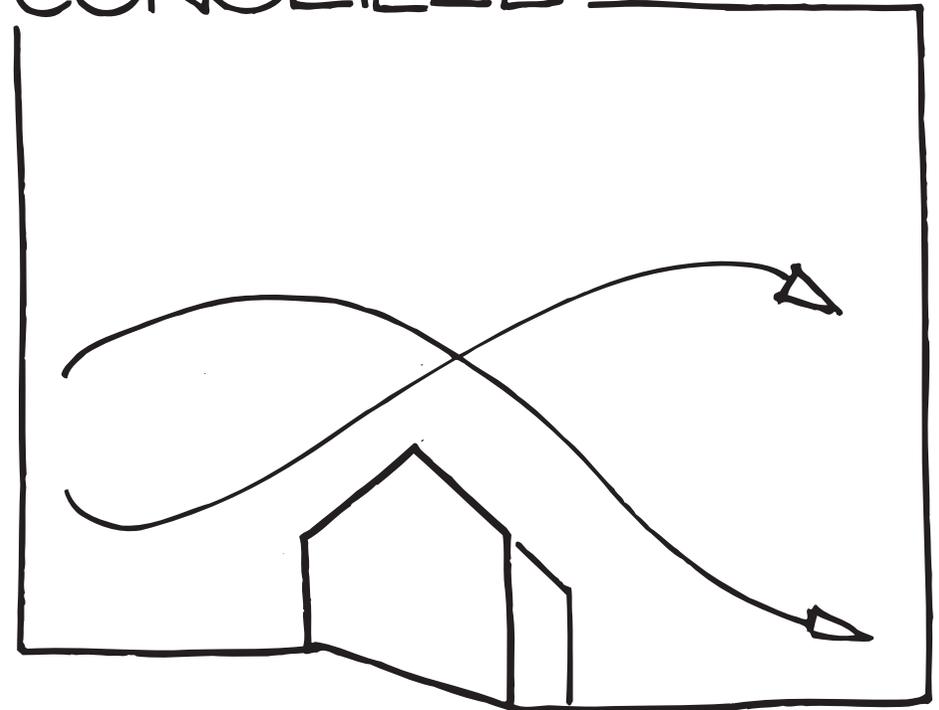


DÉCONSEILLÉ

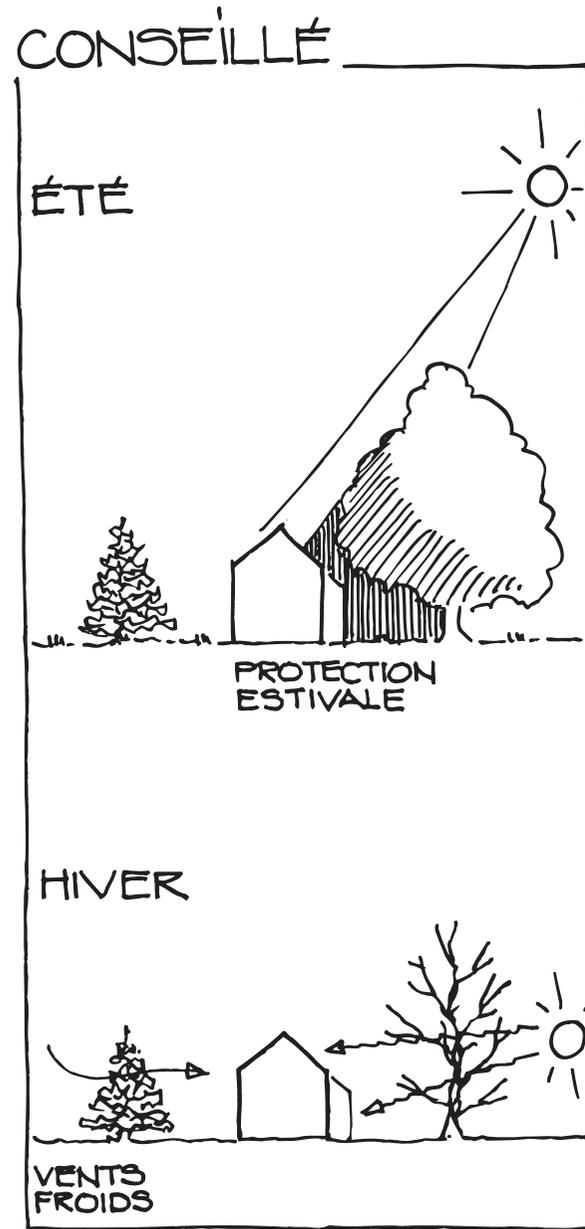
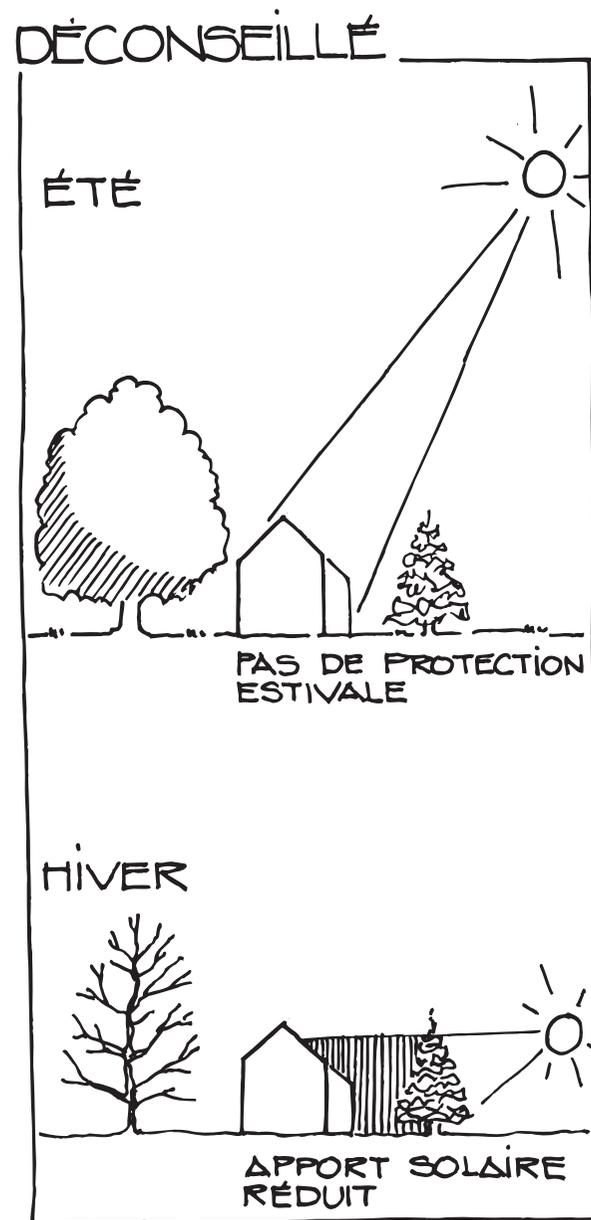


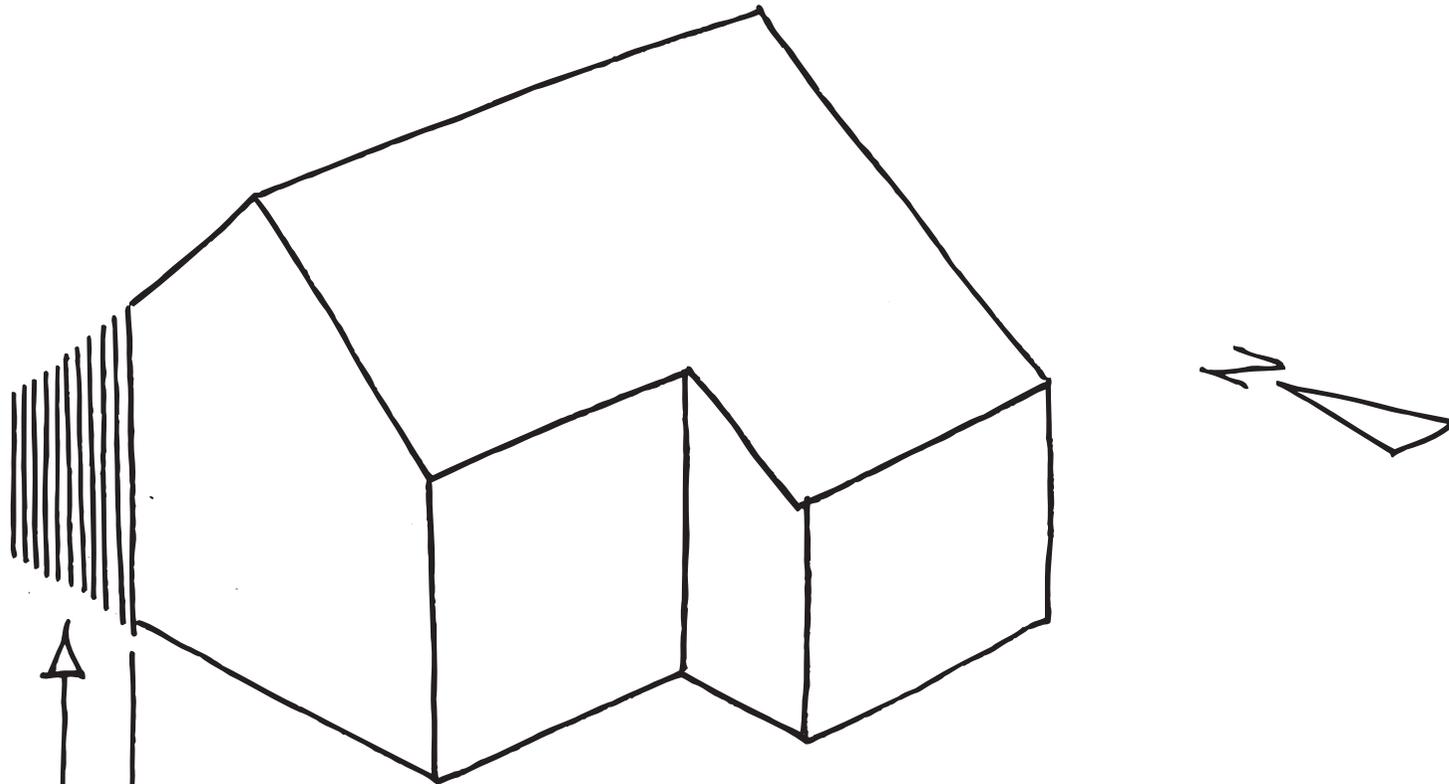
PIÈGES

CONSEILLÉ



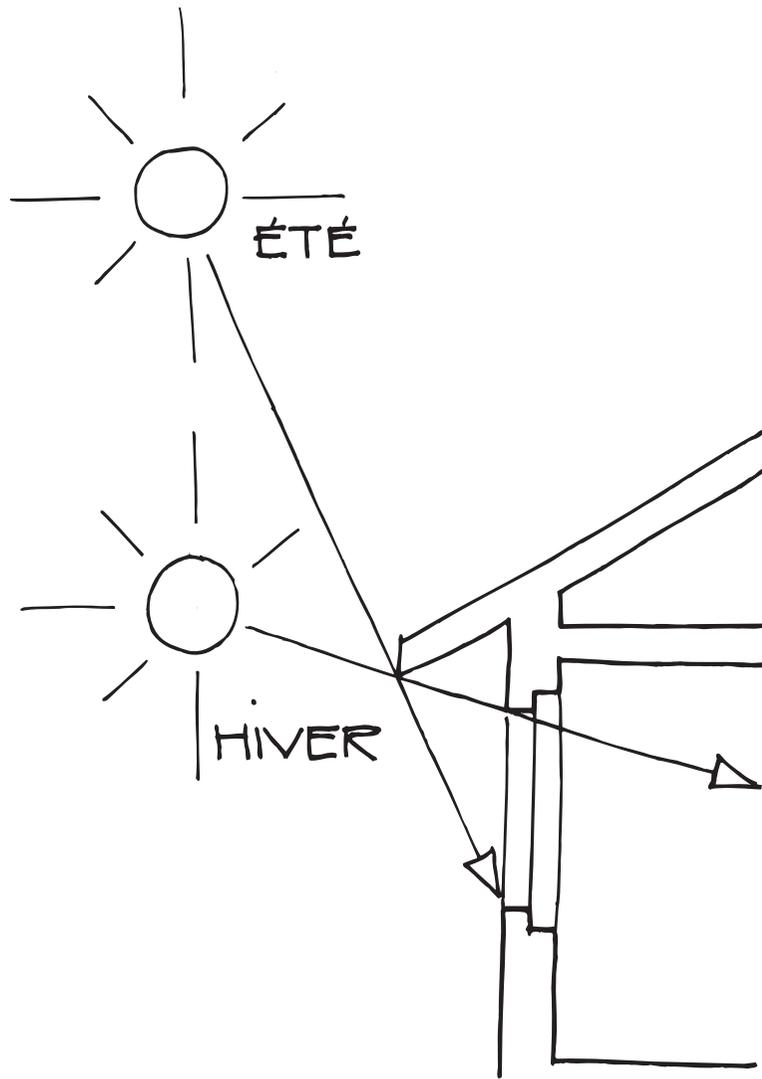
FORMES FUYANTES



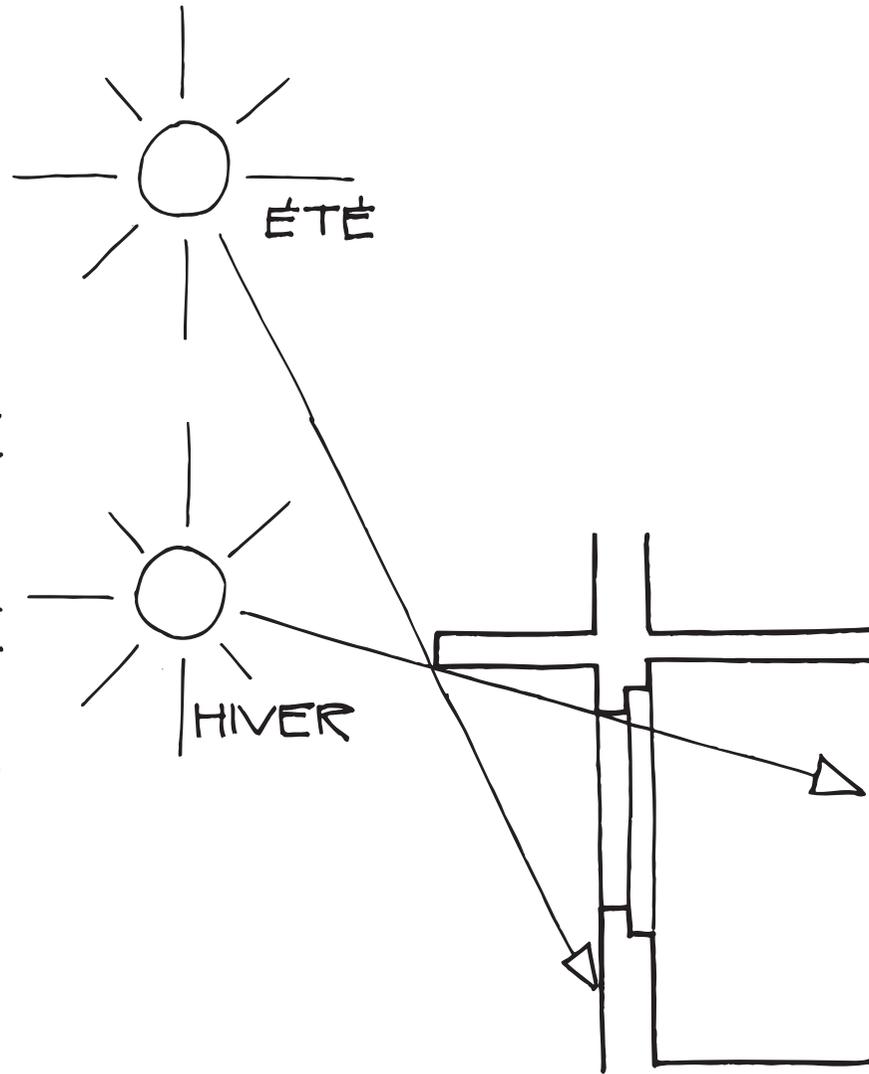


← ISOLATION (MUR DE FAÇADE)

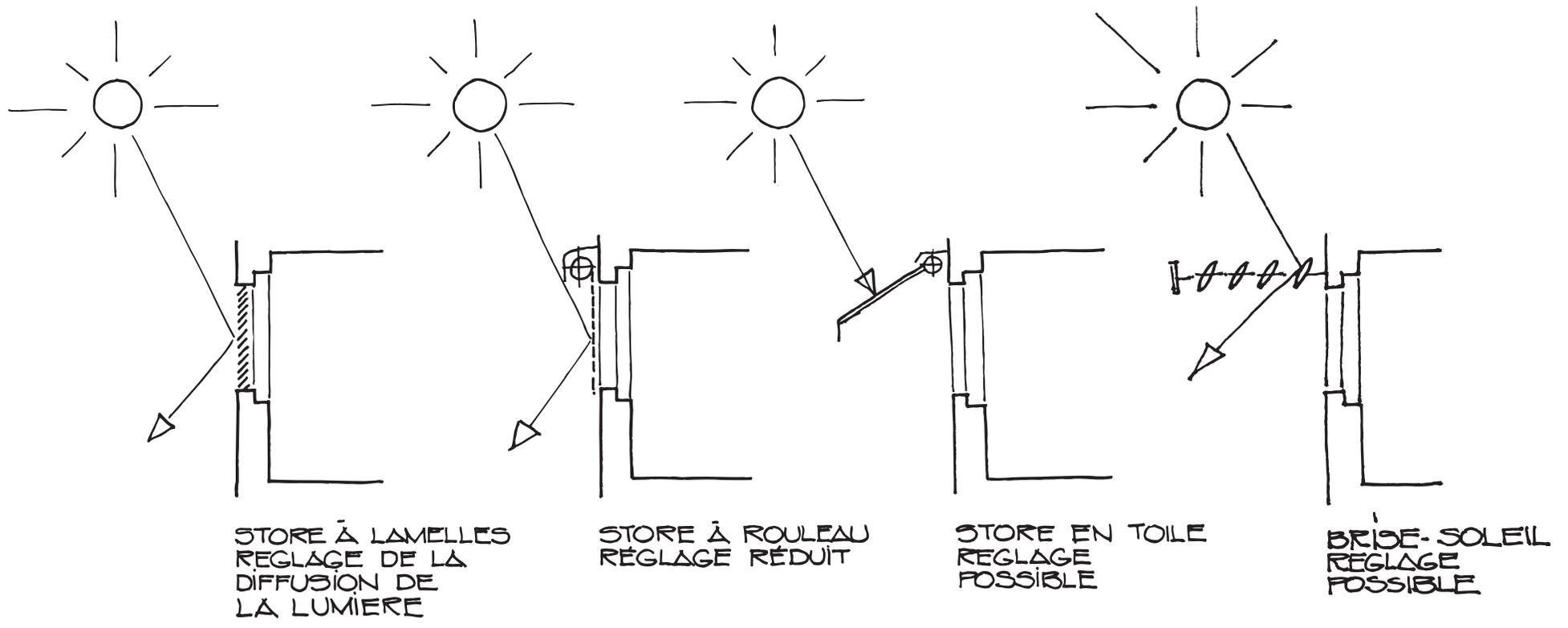
BUCHER, REMISE
GARAGE
CÀVE, CELLIER
BUANDERIE, CHAUFFAGE
SAS D'ENTREE ETC..

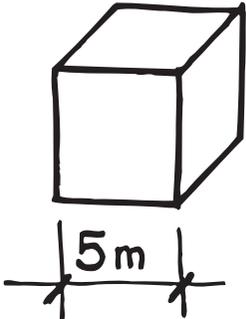
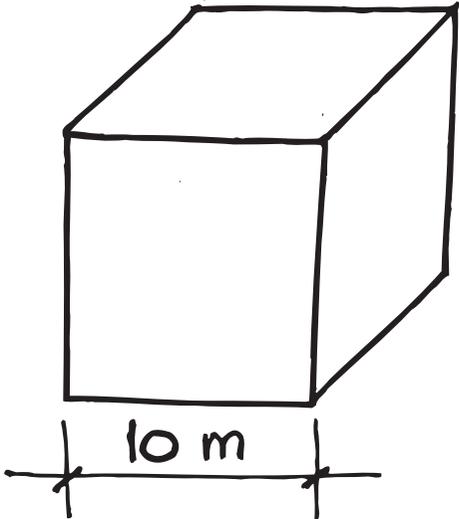


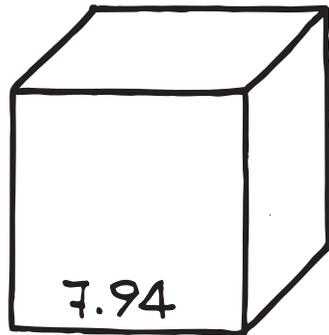
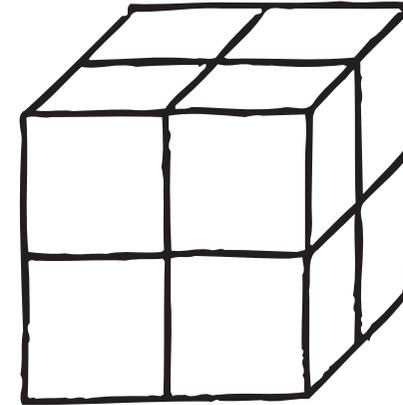
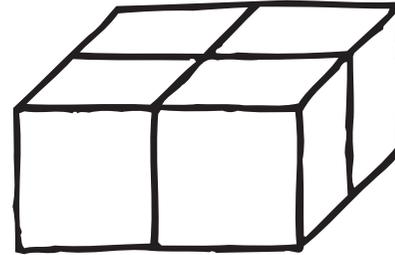
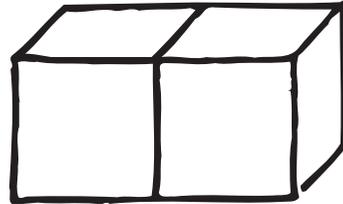
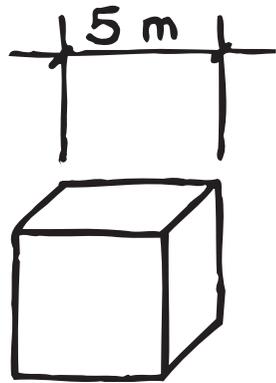
AVANT-TOIT



MARQUISE
BALCON

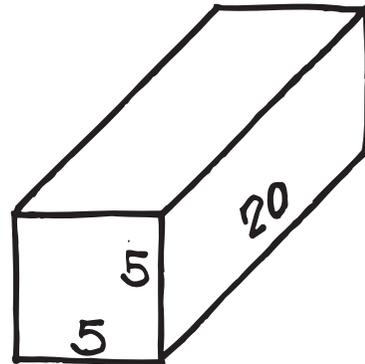


		
SURFACE EN CONTACT AVEC L'AIR EXTÉRIEUR	$5 \times 5^2 = 125 \text{ m}^2$	$5 \times 10^2 = 500 \text{ m}^2$
VOLUME	$5^3 = 125 \text{ m}^3$	$10^3 = 1'000 \text{ m}^3$



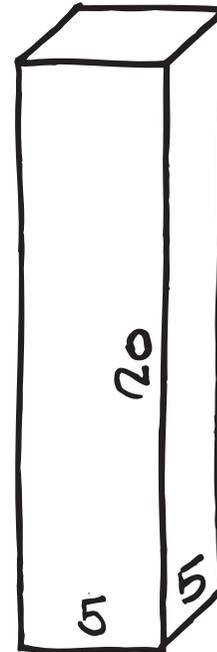
$$S = 315$$

$$V = 500$$



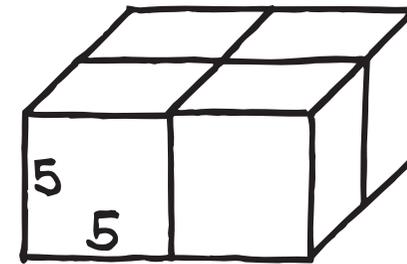
$$S = 350$$

$$V = 500$$



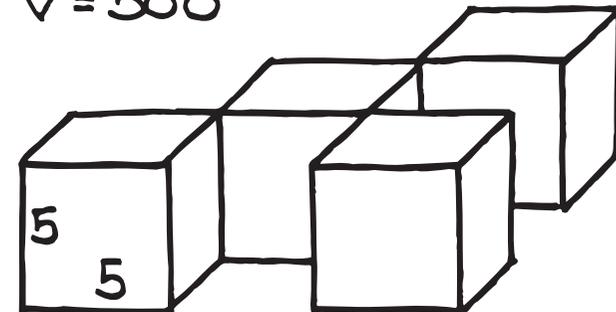
$$S = 425$$

$$V = 500$$



$$S = 300$$

$$V = 500$$



$$S = 500$$

$$V = 500$$

