

Choix des matériaux selon des critères écologiques

L'énergie dans l'enseignement professionnel
Modules pour les professions de la construction: Module 8

- 1 Introduction: de quoi s'agit-il?**
- 2 Objectifs de la formation**
- 3 Eléments proposés pour le plan des leçons**
- 4 Connaissances de base**
 - **Matériau et cycle de pensée**
 - **Energie grise, énergie d'exploitation**
 - **Polluants d'habitation, produits nocifs Indoor**
 - **Aération**
 - **Du matériau à la construction**
- 5 Exercices et solutions proposées**
- 6 Bibliographie**
- 7 Sources**
- 8 Modèles**



1 Introduction: de quoi s'agit-il ?

Le matériau et la construction sont des éléments centraux du bâtiment et forment un tout avec le projet. Des solutions claires en matière de construction et de choix de matériaux polluent moins l'environnement déjà lors de la fabrication, sont plus flexibles dans la phase d'utilisation et offrent des possibilités de construction additionnelle et de déconstruction respectant l'environnement.

Il s'agit d'utiliser le moins de matériaux possible. Une limitation des matériaux est aussi judicieuse parce que les matériaux composites compliqués ne peuvent être que difficilement réintroduits dans un circuit de réutilisation à la fin de leur vie. Dans la mesure du possible, il faut utiliser des produits recyclables.

Une grande partie des flux de matière, de la consommation d'énergie et de l'impact sur l'environnement sont déjà occasionnés lors de la fabrication des matériaux de construction avant que l'on commence à bâtir. L'énergie grise utilisée est un bon indicateur du caractère non polluant d'une construction.

Construire est une nécessité vitale. Cela doit avoir lieu de telle manière que la pollution soit minimale pour l'homme et pour l'environnement. Le but de la construction est de trouver des solutions écologiquement optimales et non pas de celles qui sont à la pointe de la technique.



Fig. 1: Maison à Versam de Peter Zumthor, Haldenstein, agrandissement du chalet vieux de 200 ans avec une construction en bois moderne



2 Objectifs de la formation

L'apprentie, l'apprenti ...

- comprennent les rapports écologiques simples intervenant dans le choix des matériaux.
- sont en mesure d'interpréter des données se rapportant à l'énergie grise et à la biologie de la construction.
- savent expliquer la notion d'«énergie grise».
- connaissent les principaux polluants Indoor.
- connaissent les principaux microorganismes provoquant des allergies et citent les mesures à prendre.
- savent expliquer l'importance du choix des matériaux en ce qui concerne leur future élimination ou recyclage.

Exemples de réponses:

- Tenir compte des matériaux de construction les plus respectueux possible des ressources dans tous les phases (fabrication, construction, utilisation, élimination).
- Utilisation du manuel technique de l'énergie.
- L'énergie grise est l'énergie qui doit être utilisée pour la fabrication d'un produit ou la fourniture d'une prestation de service. Dans la construction – comme partout – nous sommes toujours consommateurs d'énergie grise et d'énergie d'exploitation.
- Formaldéhyde, radon, solvant, fibres d'amiante.
- Acarien, champignons de moisissure.
Mesures à prendre: aération suffisante, ventilation mécanique contrôlée.
- Utiliser le moins possible de matériaux et ceux qui sont les plus simples à recycler.



3 Eléments proposés pour le plan des leçons

Les extraits des vidéos suivantes sont recommandées comme introduction:

- Prima materia - la redécouverte de la terre comme matériau de construction.
Groupe de recherche «construction en terre glaise» de l'EPF Zurich (Version allemande).
- Endroit, fonction et forme. Construire dans les Grisons. L'architecture de Gion Caminada et Peter Zumthor.
Edition Hochparterre, ISBN 3-9520855-2-9 (Version allemande).

Les élèves doivent apprendre à travailler avec les documents existants :

- Documentation CFSC 5/95 (Version allemande)
- SIA D 0123 (Version allemande)
- L'énergie grise des matériaux
- Manuel technique de l'énergie
- Eco- devis
- Qualité de l'air dans les locaux, OFEFP N° 287
- Liste positive de l' ASdE (Association suisse d'éco-biologie)
- Ökologie im Bau, Jutta Schwarz (Version allemande)
- Ökologisches Baustoff- Lexikon, G. Zwiener (Version allemande)

Il serait judicieux d'associer les exercices à un projet concret de construction qui puisse être aussi utilisé pour d'autres modules.



4 Connaissances de base

4.1 Matériau et cycle de pensée

Construire a toujours été dépendant des ressources disponibles. Nos ancêtres avaient à disposition une palette très limitée de matériaux de construction.

Sous nos latitudes, les parois étaient de préférence en pierre; les planchers et les toits en bois. En fonction des conditions climatiques, d'autres cultures étaient contraintes d'utiliser un seul matériau pour tous les éléments de construction. Les matériaux de construction existants faisaient partie d'un grand cycle englobant le futur comme le passé et ne produisant aucun déchet.

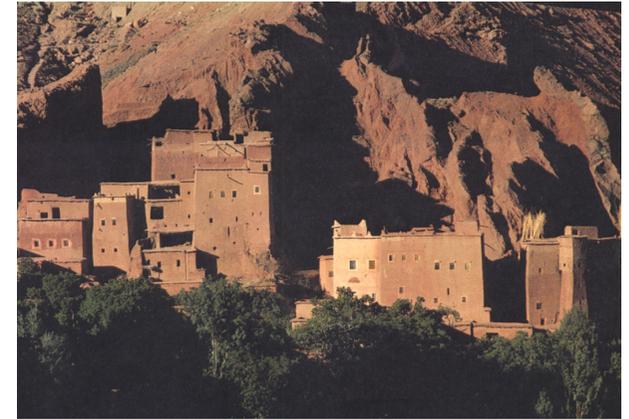


Fig. 2: Construction en argile au Maroc

Aujourd'hui, une quantité incontrôlable de matériaux les plus divers sont à disposition pour la construction. La fabrication et l'emploi de ces matériaux de construction ne dépend plus de l'emplacement d'un bâtiment mais des préférences personnelles du responsable de la construction et de l'architecte ainsi que du prix des matériaux de construction.

La disponibilité mondiale de pratiquement tous les matériaux de construction et le développement continu de nouveaux matériaux a - à côté d'avantages indiscutables - aussi conduit à les employer sans aucun scrupule. Des matériaux de construction avec des durées de vie différentes et des caractéristiques diverses sont aujourd'hui associés et collés dans des éléments indissociables et hétérogènes.



Fig. 3: Immeuble d'habitation à Zurich, isolation périphérique de plaques de polystyrène collées



Les connexions globales peuvent être représentées avec une évidence frappante par un schéma circulaire comportant quatre stations: production, fabrication/construction, exploitation/entretien et déconstruction/démolition. Des interactions avec l'environnement et les êtres humains se produisent à chaque station. Par exemple des retombées et des substances nocives sont produites lors de l'extraction des matières premières.

Le rôle de la construction actuelle consiste à mettre en évidence les interactions lors de chaque étape, d'évaluer les conséquences pour l'homme et l'environnement et d'organiser le cycle de la manière la plus respectueuse possible des ressources.

Diminution des matières premières:

Le gisement de beaucoup des matières premières est limité. Il s'agit de les consommer avec économie et d'utiliser de préférence des matériaux de construction provenant de matières premières largement disponibles dans le pays ou de matières premières renouvelables.

Production:

Il s'agit d'utiliser des produits de fabricants qui les confectionnent en respectant l'environnement. Le canevas pour la déclaration de la SIA et la liste positive de l'ASdE (Association suisse d'éco-biologie) donnent des renseignements à ce sujet.

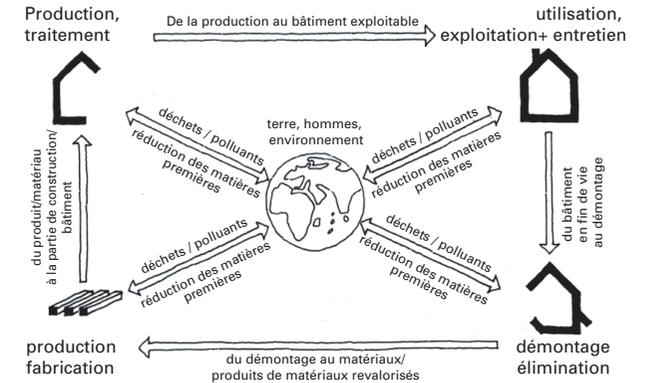


Fig. 4: Relations dans le cycle



Fig. 5: La forêt est plus qu'un fournisseur de matière première



Façonnage:

Lors du façonnage, les émissions de solvants (dus à la colle et aux couleurs) et les substances critiques du point de vue de l'hygiène du travail par ex. les fibres pouvant pénétrer dans les poumons (matériau calorifuge) revêtent une importance particulière.

Utilisation:

Il est important pour le bien-être et la santé qu'aucune substance nocive ne s'échappe des matériaux. Les matériaux éco-biologiques influencent, comme cela a été démontré, positivement l'état de santé des habitants.

Entretien:

Un critère des plus importants est la longévité d'un matériau ou d'une construction. Des éléments avec une courte durée de vie doivent pouvoir être réparés ou remplacés, sans que les éléments de construction durables soient compromis.

Déconstruction, démontage:

Presque chaque bâtiment sera démonté un jour. C'est pourquoi il est important que les différents éléments de construction puissent être décomposés le plus facilement possible en matière de base soit pour être à nouveau utilisés ou bien mis à la décharge ou pour être éliminés de manière inoffensive.

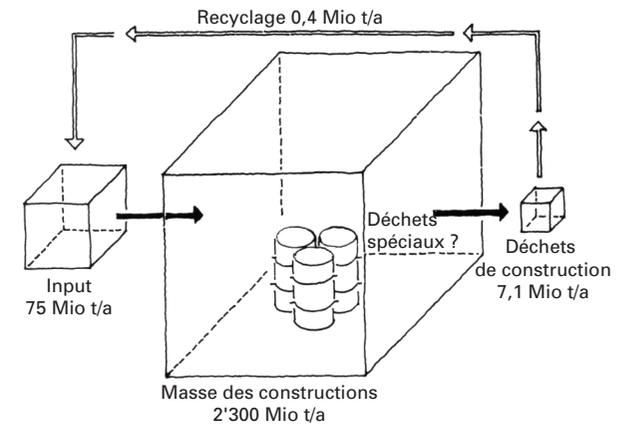


Fig. 6: Quantité de matériaux dans la construction suisse. Une comparaison avec la nature indique l'ordre de grandeur de 7 mio. de tonnes de déchets de construction, en partie nocifs, par année: tous les arbres de la Suisse laissent tomber annuellement 10 fois moins (env. 70'000 tonnes) de feuilles mortes et d'aiguilles (qui contrairement aux déchets de construction sont les bienvenus) !



Recyclage:

La solution idéale est d'utiliser les déchets pour leur usage initial (recyclage) comme on le pratique pour le verre des bouteilles. Ce n'est pas possible avec plusieurs sortes de déchets, tels les déchets de construction.

- le recyclage n'a pas toujours lieu à cent pour cent
- le recyclage n'est la plupart du temps qu'un «downcycling»
- le recyclage utilise de l'énergie.

Des produits en matériel recyclé sont aujourd'hui disponibles dans certains domaines d'application, par exemple les isolants, les briques et les feuilles de protection.

Élimination:

Il s'agit de penser déjà à l'éventuelle déconstruction lors de l'élaboration du projet: comment se passera la décomposition de parties du bâtiment ou d'éléments de construction en leurs divers composants, sont-ils réutilisables ou peuvent-ils être stockés définitivement?

La déclaration des caractéristiques écologiques des matériaux de construction D 093 de la SIA donne des renseignements sur la possibilité de réutilisation et d'élimination inoffensive par incinération ainsi que sur le stockage dans une décharge de substances inertes (substance inerte = inorganique et matériau inoffensif).

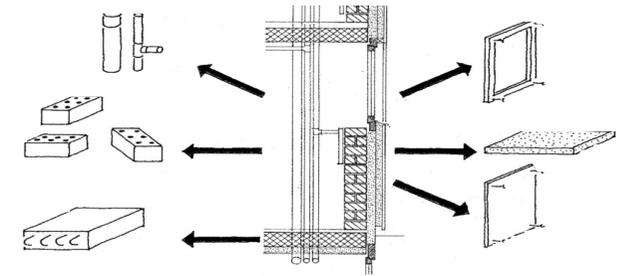


Fig. 7: Modèle de pensée pour la déconstruction



4.2 Energie grise, énergie d'exploitation

L'énergie d'exploitation

L'énergie d'exploitation indique la quantité d'énergie nécessaire :

- au chauffage d'un bâtiment
- au traitement de l'eau chaude
- à la lumière et aux appareils

L'énergie grise

L'énergie grise englobe l'énergie primaire provenant d'énergies fossiles non renouvelables, comme le charbon, le pétrole et le gaz naturel, et le courant électrique qui sera utilisé pour la fabrication des produits.

Elle est produite lors de tous

- les processus de fabrication
- les processus de façonnage
- les transports

de l'extraction des matières premières au bâtiment terminé, ainsi que lors de la future élimination du matériau de construction, respectivement de la déconstruction- démontage du bâtiment entier.

Qu'exprime l'énergie grise?

L'énergie grise d'un produit est aussi un indicateur de la quantité de gaz carbonique (CO_2) à effet de serre ainsi que les polluants de l'air: oxyde d'azote (NO_x) et anhydride sulfureux (SO_2). Ils sont responsables des pluies acides et de la dégradation de la qualité de l'air.

Ces gaz se forment lors de l'incinération d'agents énergétiques non renouvelables. Plus l'énergie grise d'un produit est basse, moins l'air est pollué et moins l'effet de serre est activé.



Fig. 10: Fabrication de briques silico- calcaires dans un autoclave

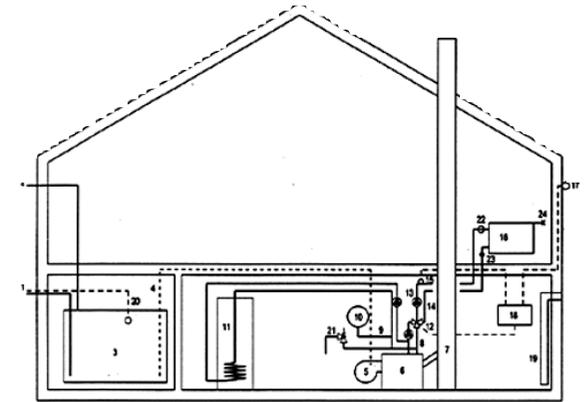


Fig. 8: Chauffage central à mazout

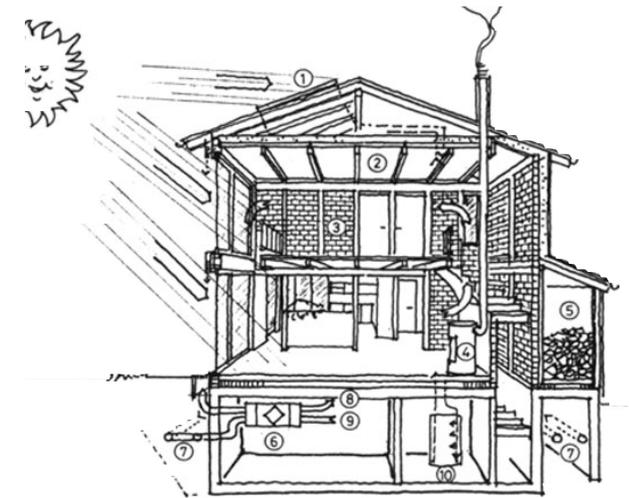


Fig. 9: Chauffage à bois avec collecteurs

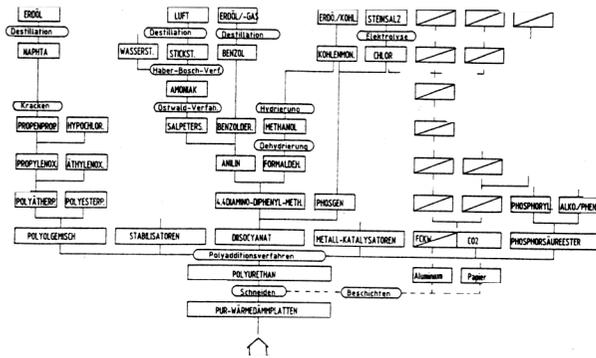


Fig. 12: Exemple d'une chaîne du processus de fabrication (PUR)

Matières synthétiques

Des produits qui seront fabriqués avec des matières premières, pétrole ou charbon, sont à considérer comme partie intégrante de l'énergie grise. En font partie tous les produits synthétiques organiques comme les matières plastiques. Comme celles-ci ont besoin de quantité importante d'énergie lors de la fabrication, elles indiquent un taux élevé d'énergie grise.

Bois

Des produits provenant de matières premières ou d'agents énergétiques renouvelables comme par ex. le bois, passent pour neutre en CO₂, car ils absorbent la même quantité de CO₂ lors de leur croissance que celle qu'ils rejettent plus tard dans l'environnement lors de la combustion ou de la putréfaction. L'énergie grise est consommée seulement lors du transport et lors du façonnage.

Produits de recyclage

Les produits de recyclage soulagent l'environnement. L'énergie grise de beaucoup de produits recyclés est très faible.



Fig. 11: Corrosion par agents polluants de l'air

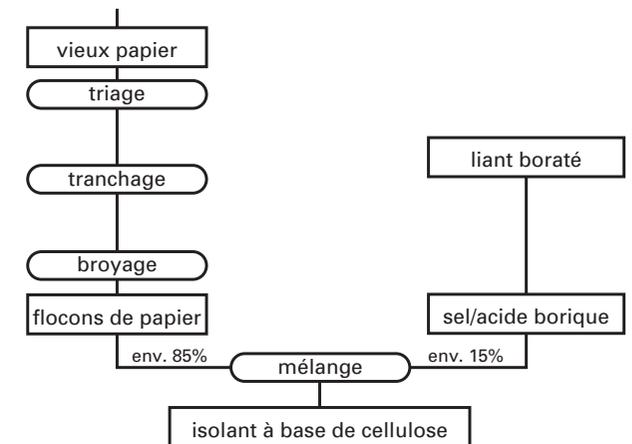


Fig. 13: Chaîne du processus de fabrication d'un isolant à base de cellulose



4.3 Polluants d'habitation, produits nocifs Indoor

Définition

Beaucoup de matériaux de construction synthétiquement et naturellement organiques peuvent dégager (émettre) des substances dans l'air des locaux. Il s'agit là de diverses substances chimiques, qui peuvent, surtout dans le cas des premiers cités et selon leur concentration, nuire à la santé des utilisateurs du bâtiment.

Formaldéhyde

Le formaldéhyde est irritant. De petites quantités peuvent déjà provoquer chez les habitants des irritations des yeux et des muqueuses, de la fatigue et des maux de tête chroniques. Le formaldéhyde est utilisé entre autres pour le façonnage des panneaux d'aggloméré. Il faut faire attention à n'incorporer dans les locaux fermés que des matériaux en bois classé Lignum CH 6.5 (= max. 6.5mg de formaldéhyde par 100 g d'aggloméré).

Le taux limite par local ne doit pas dépasser 0,13 mg/m³.

Autres sources de formaldéhyde: fumée du tabac, textiles, produits de nettoyage, colles, peintures, mousses.

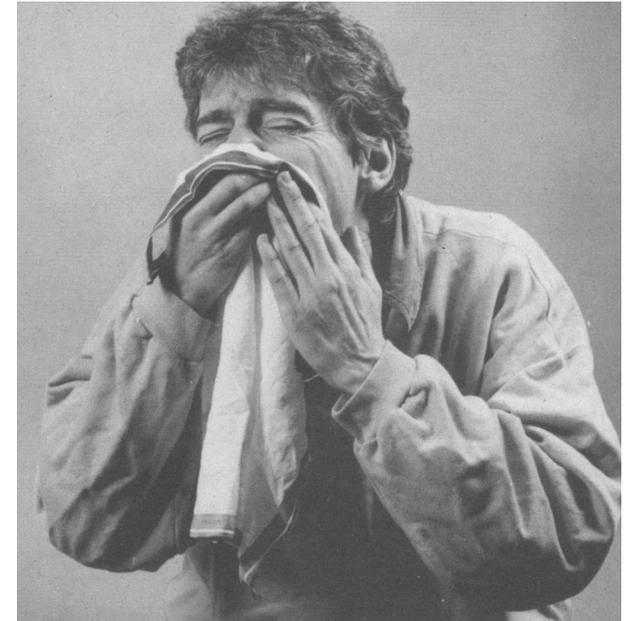


Fig. 14



Solvants (benzène, toluène, acétone, trichloréthylène, xylène, e. a.)

Des solvants comme les diluants nitro, succédanés de térébenthine, etc. sont des hydrocarbures organiques légèrement volatiles. Ils se trouvent dans les peintures, les vernis, les colles, les produits de protection du bois, etc. Des maux de tête, des nausées, des répercussions à long terme sur les reins, le foie, la rate et le système nerveux ou même un cancer du sang et des lésions héréditaires peuvent en être les conséquences.

Il faut donc renoncer aux peintures contenant des solvants, aux vernis, aux produits de protection du bois, aux décapants, aux produits de polissage, aux colles et aux sols en moquette avec dos en mousse synthétique. Aujourd'hui, il existe des alternatives de choix pour la plupart des applications.

Radon

Le radon est un gaz radioactif provenant du sol. C'est la géologie du lieu du sous-sol qui est déterminante. Le radon peut causer un cancer des poumons. L'office fédéral de la santé publique (OFS) estime qu'annuellement 200 à 300 personnes en Suisse meurent d'un cancer du poumon causé par le radon. Pour cette raison, l'ordonnance sur la radioprotection a fixé des prescriptions obligatoires pour les locaux d'habitation et de séjour ainsi que pour les locaux de travail. Il existe des valeurs de référence pour les nouveaux bâtiments, pour les transformations d'immeubles comme pour les assainissements. Le principal responsable du transport du radon du sol à l'intérieur de la maison est l'effet dit

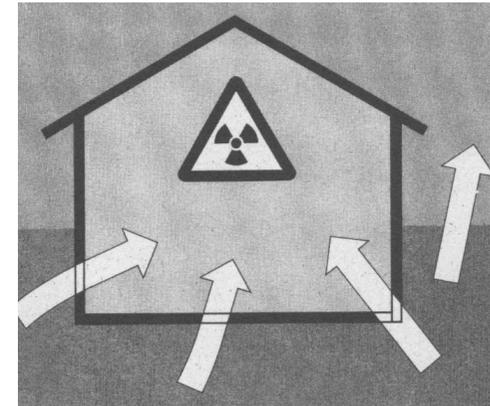
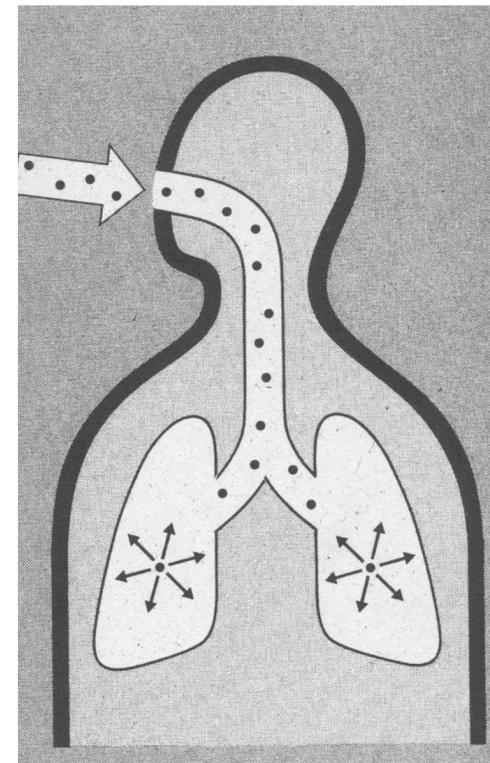


Fig.15: Le radon provoque le cancer du poumon





de cheminée: de l'air chaud montant dans la maison, cause une dépression à peine perceptible dans les caves et dans les étages inférieurs et ainsi un appel d'air se produit. Comme conséquence de cette aspiration, l'air riche en radon des sous-sols passe à travers les sols des caves non étanches (par ex. sol naturels, trous et lézardes dans les sols). La concentration en radon diminue vers les parties hautes du bâtiment.

Colmater ou même monter des installations d'aération peut supprimer la nuisance.

Fibres minérales

Les produits connus de laine de verre resp. de laine de pierre ne provoquent pas d'émission de solvants. Mais il existe des risques liés à l'hygiène du travail par rapport aux fibres pouvant pénétrer dans les poumons et qui sont présentes en trace dans les deux produits (selon la déclaration des caractéristiques écologiques des matériaux de construction D 093f de la SIA).

Fibres de cellulose

Les fibres de cellulose extraites du papier journal et traitées avec du bore et de l'acide borique sont insufflées comme isolant thermique en particulier dans les cavités des constructions en bois. Ici aussi, des risques liés à l'hygiène du travail existent vu la nocivité des substances additionnelles. Lors d'une exécution appropriée des travaux (couche étanche à l'air), il n'existe pas de risque pour les habitants.

Fibres de bois, panneaux en aggloméré

Il n'existe pas de fibres pouvant pénétrer dans les poumons. Selon le produit, des émissions de solvants subsistent et peuvent provoquer des allergies.

Fibres d'amiante

L'utilisation de produits avec fibres d'amiante est interdite sur la base du risque cancérigène établi (asbestose, cancer du poumon). Lors de démolition ou de déconstruction- démontage de substance existante avec des parties en amiante (panneaux de toit ou de façade, revêtements de sols, éléments de protection contre l'incendie), les mesures de sécurité de l'hygiène du travail sont indispensables et donc prescrites et obligatoires.



4.4 Aération

L'air dans les locaux intérieurs est avec l'eau potable, les produits alimentaires et l'air extérieur un des éléments vitaux pour la santé de l'homme. La grande difficulté est de construire des maisons bien isolées, pour des raisons d'économie d'énergie, et de garantir un renouvellement de l'air suffisant et en même temps le confort. La concentration des substances dans l'air des locaux intérieurs augmente de façon exponentielle avec un faible renouvellement de l'air. L'aération contrôlée mécaniquement avec des échangeurs de chaleur est considéré aujourd'hui comme une solution possible pour répondre aux deux exigences.

Micro-organismes (bactéries, virus, champignons)

Parmi les principaux agents pouvant provoquer des allergies, on compte les acariens et les champignons de moisissures qui trouvent souvent, en particulier à cause de l'humidité de l'air élevée, des conditions favorables à leur croissance dans les nouvelles constructions et dans les transformations. Les climatiseurs, les humidificateurs, les tapis, les animaux domestiques et les plantes peuvent favoriser la présence de micro-organismes.

Un renouvellement de l'air suffisant est nécessaire afin de remplacer l'air pollué et malodorant par de l'air frais et pour éviter l'humidité relativement élevée nécessaire à la croissance d'acariens et de champignons de moisissure.

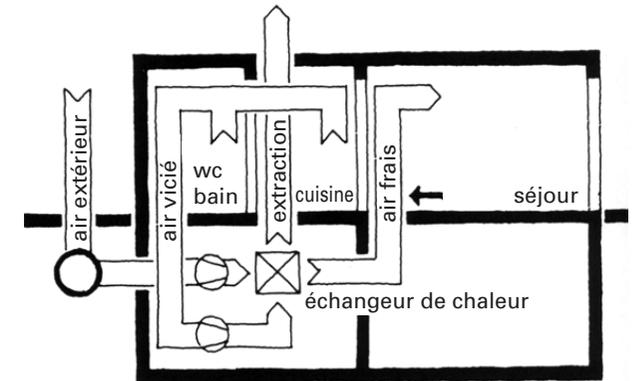


Fig.16: Aération mécanique contrôlée



4.5 Du matériau à la construction

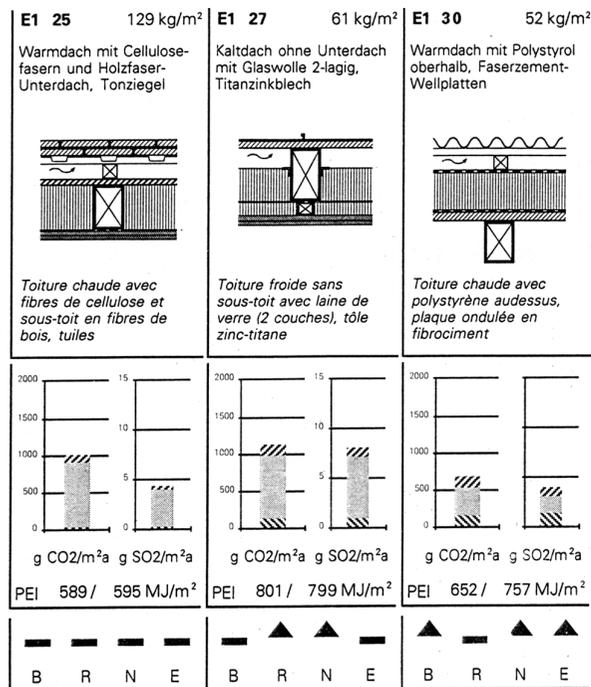


Fig. 17: Exemple d'évaluation de toits en pente

L'indication des informations écologiques sur les matériaux de construction était de la compétence des fabricants. Dans la nouvelle documentation SIA D 0123 (version allemande), ces informations seront fournies avec des indications sur la durée d'utilisation dans un canevas d'évaluation des constructions. Le but est une optimisation complète en rapport avec la consommation générale d'énergie, la pollution de l'environnement et les coûts de construction pour tout le bâtiment.

L'office des constructions fédérales a publié une version courte (erfa, info 5/95) sur la documentation SIA D 0123 (version allemande).

Construction

1 m² de la coupe normale d'une construction représentative est évaluée avec les couches importantes du gros-oeuvre. Les mêmes éléments de diverses constructions sont comparées avec des performances analogues du point de vue thermique et phonique.

Index = influence sur l'environnement par m² et par année

Les deux valeurs témoin sont examinées: effet de serre (g CO₂/m²a) et acidification (g SO₂/m²a). Dans les diagrammes barres, les portions de chaque catégorie de matériaux de construction sont visibles. L'énergie primaire (MJ/m²) pour la fabrication des matériaux de construction est donnée comme information complémentaire.

Profil

Le profil comprend des aspects pratiques liés aux travaux pour les phases de façonnage et d'utilisation ainsi que pour l'élimination.

▲ avantageux

— moyen

▼ désavantageux

B = cycle de construction

R = éléments problématiques

N = utilisation

E = élimination

Conclusion

L'évaluation totale résulte des informations autonomes de l'index et du profil.



5. Exercices et solutions proposées

Exercice 1: matériau et cycle de pensée

(groupe de travail)

- chercher des exemples d'importants matériaux dans la pratique de la construction selon les critères: extraction de matières premières, production, façonnage, utilisation, entretien, déconstruction, recyclage et élimination.
- préparer une petite documentation à ce sujet

Exercice 2: énergie grise

(travail individuel)

renseignements: tablelle «énergie grise» manuel de l'énergie suisse 1999 (voir chapitre 8)

- quel matériau contient la plus grande quantité d'énergie grise par kg :
 - brique en terre cuite, brique silico- calcaire ou béton?
 - polystyrène, liège, fibres de bois, fibres de verre?
 - Tuiles terre- cuite, ardoise Eternit, tôle de cuivre?
- L'isolation de cellulose contient beaucoup moins d'énergie grise que l'isolation en mousse de polyuréthane. Pourquoi?

Exercice 3: polluants d'habitation

(groupe de travail)

- examiner les matériaux d'un objet concret (par ex. votre classe) sur leur toxicité et faites des propositions pour des produits de remplacement non toxiques.

Exercice 4: aération

(travail individuel)

- citer des sources de vapeur d'eau dans un bâtiment d'habitation et estimer la quantité de vapeur d'eau produite quotidiennement par un ménage de 4 personnes.

Exercice 5: du matériau à la construction

(groupe de travail avec présentation)

Un bâtiment d'habitation des années cinquante doit être assaini du point de vue thermique.

(Parois construites en briques de terre cuite de 25 cm, crépies des deux côtés).

Les responsables de la construction désirent une analyse écologique avec trois propositions d'assainissement des constructions des parois (nouvelle valeur U: 0,3 W/m²K).

- orientez-vous dans la publication erfa 5/95 sur les constructions de parois entrant en ligne de compte, analysez-les et formulez une conclusion pour les responsables de la construction.



6 Bibliographie

Habitat sain/Schonend Wohnen

WWF Suisse, chemin de Poussy 14,
1214 Vernier/Genève

Energie grise des matériaux de construction

Tablette avec 550 données de matériaux
Büro für Umweltchemie,
(bureau pour la chimie de l'environnement)
Hottingerstrasse 52
8052 Zürich
Tél. 01 262 25 62, fax 01 262 25 70

Documentation info CFSC 5/95

Éléments de construction selon des critères
écologiques

Documentation info CFSC 1/97

Le radon dans les maisons
Echange d'expériences et constructions écologiques
Office fédéral de la construction, Swisscom, CFF
Tél. OFCL 031 322 82 08

Biologie du bâtiment/Baubiologie

Numéro spécial Swissbau 97
Revue spécialisée de la l'ASdE
(Association suisse d'éco-biologie)

Luftpost

Une publication du Cercl'Air ainsi que de l'Institut
d'hygiène aérienne de la Confédération, des can-
tons et des villes.
Source: Services cantonaux de l'environnement

Endiguer le radon

Notice pour locataires et propriétaires
Association suisse d'éco-biologie, Militärstrasse 84,
8004 Zürich
Tél. 01 299 90 40, fax 01 299 90 41
E-mail: inst.baubiologie@swix.ch
homepage: www.swix.ch/inst.baubiologie

Liste positive l'AsdE

Association suisse d'éco-biologie, Militärstrasse 84,
8004 Zürich
Tél. 01 299 90 40, fax 01 299 90 41
E-mail: inst.baubiologie@swix.ch
homepage: www.swix.ch/inst.baubiologie

Radon

Informations sur le sujet
Office fédéral de la santé publique, février 1999
Source: OCFIM, 3000 Berne, art.-N° 311.341f
Tél. 031 324 68 80, fax 031 322 83 83

Qualité de l'air dans les locaux intérieurs

Publication Environnement N° 287
Office fédéral de l'environnement, des forêts et du
paysage 1997
OFEFP, service de documentation, 3003 Berne

Ordonnance sur la protection de l'air

Source: OCFIM, 3000 Bern



Biologie du bâtiment, écobiologie 98/99

avec recommandation de matériau
GIBB-Genossenschaft Information Baubiologie
St.Gallerstr. 28
9230 Flawil
Tél. 071 393 22 52, fax 071 393 22 56
E-mail: 101725.1004@compuserve.com
Homepage: www.gibbeco.org

SIA D 0122

Dokumentation: Oekologische Aspekte des Bauens
1995 (aspects écologiques dans la construction)
Hanruedi Preisig, Karl Viriden, Werner Dubach
(seulement en allemand)
SIA, case postale, 8039 Zürich
Tél. 01 283 15 15, fax 01 283 15 60

SIA D 0123

Dokumentation: Hochbaukonstruktionen nach
ökologischen Gesichtspunkten 1995
(Construction selon des points de vues écologiques)
Intep AG und Peter Steiger, Zürich
SIA - case postale, 8039 Zürich
Tél. 01 283 15 15, Fax 01 283 15 60

SIA D 0137f

Projeter et construire en assurant un développement
durable: catalogue de critères. Août 1996
SIA, case postale, 8039 Zürich
Tél. 01 283 15 15, fax 01 283 15 60

SIA D 093f

Déclaration des caractéristiques écologiques des
matériaux de construction selon SIA 493
SIA, case postale, 8039 Zürich
Tél. 01 283 15 15, fax 01 283 15 60

Ecobiologie - Aide d'orientation pour l'avenir

(Bauökologie - Orientierungshilfe für die Zukunft)
Article NZZ 29.11.95 de HR. Preisig

Ecologie des matériaux de constructions

(Baustoffökologie – Versuch einer Standortbestim-
mung), Article SI+A N° 47 du 17.11.94 de A. Binz

Diane Eco-construction/Energie 2000

Documentation programme d'action Energie 2000
Source: OFEN, 3003 Berne

Compétence de construction écologique

(Oekologische Baukompetenz)
Manuel pour la construction écologique et conscien-
te des prix
Hansruedi Preisig, Karl Viriden, Werner Dubach
(seulement en allemand) Werd-Verlag

L'énergie - facteur-clé de notre temps

Manuel de base
Maja Messmer et al.
Source: LEP, loisirs et pédagogie,
1052 Le Mont-sur-Lausanne
Tél. 021 651 25 70



7 Sources

Fig. 1, 5

Holzbauland Graubünden

Gebäudeversicherung Kanton Graubünden 1997
Hofgrabenstr.5, 7001 Chur

Fig. 2

Lehmarchitektur

Die Zukunft einer vergessenen Bautradition
Prestel Verlag, München 1982

Fig. 3 , 4, 6, 7, 10, 16

Ökologische Aspekte des Bauens 1995

SIA D 0122
H-R. Preisig, K.Viriden, W. Dubach

Fig. 8

Konstruktionslehre Hochbau

Lehrmittel Berner Baufachlehrer
7.Auflage
P. Herzog Druck und Verlag, Solothurn
www.lehrmittelbau.ch

Fig.9

Niedrigenergiehäuser in ökologischer Bauweise

Energie 2000 Öko-Bau
EDMZ-Nr.: 805.212.28df
Juni 1997

Fig. 11,14

Luftpost

Eine Publikation des Cercl'Air sowie der Luft-
hygiene-Fachstellen des Bundes, der Kantone und
der Städte

Fig. 12,13

Wärmedämmstoffe - der Versuch einer ganzheitlichen Betrachtung

Studentenarbeitsgruppe Nachdiplomstudium Ener-
gie 1988/89
Ingenieurschule beider Basel, Muttenz
R. Graf, Postfach 30., 8714 Feldbach

Fig.15

erfa info 1/97

Erfahrungsaustausch und Bauökologie
Amt für Bundesbauten, Swisscom, SBB

Fig. 16

Ökologische Aspekte des Bauens 1995

SIA D 0122
HR. Preisig, K.Viriden, W. Dubach

Fig. 17

erfa info 5/95

Erfahrungsaustausch und Bauökologie
Amt für Bundesbauten, Swisscom, SBB

8 Modèles



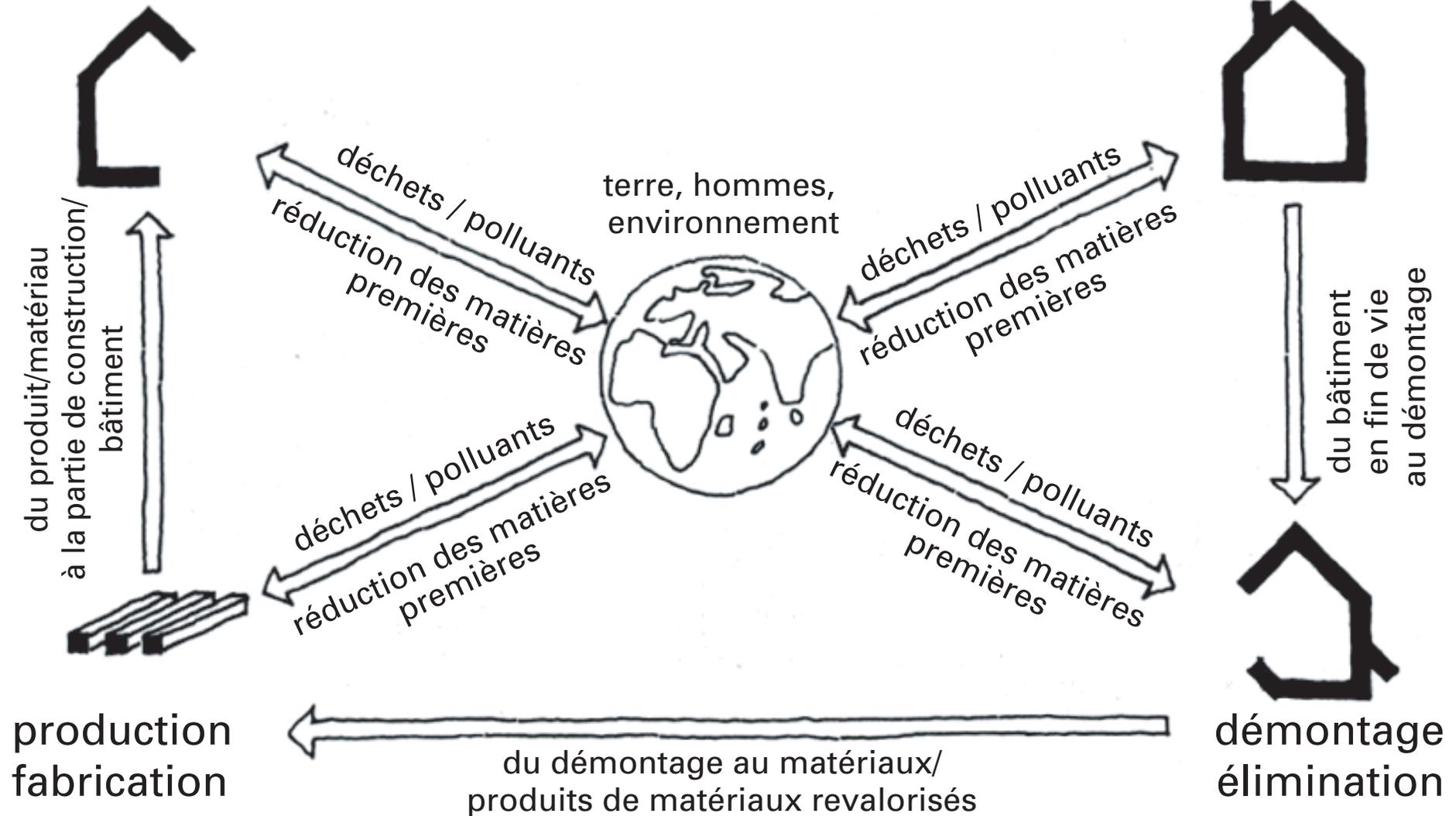




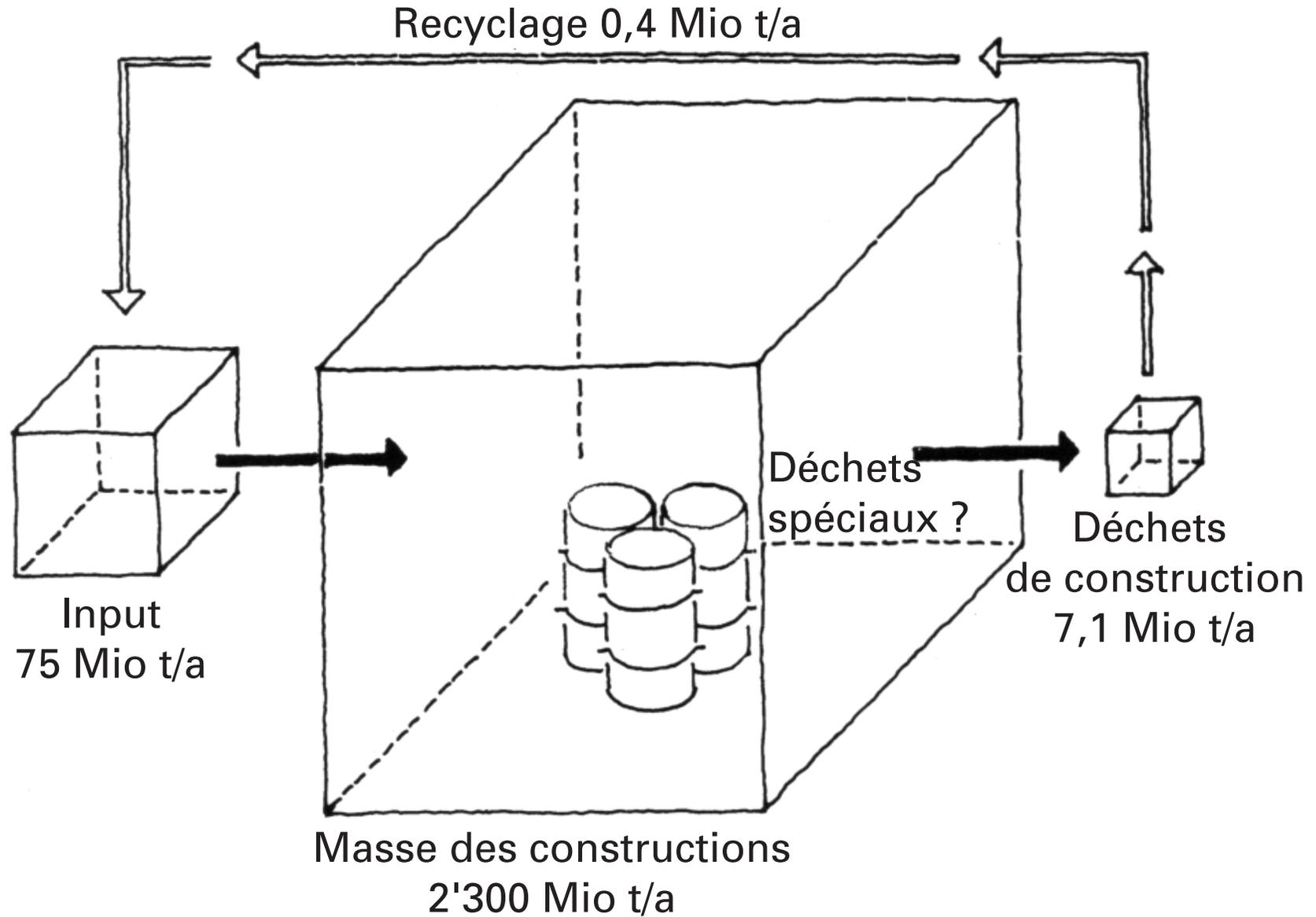
Production,
traitement

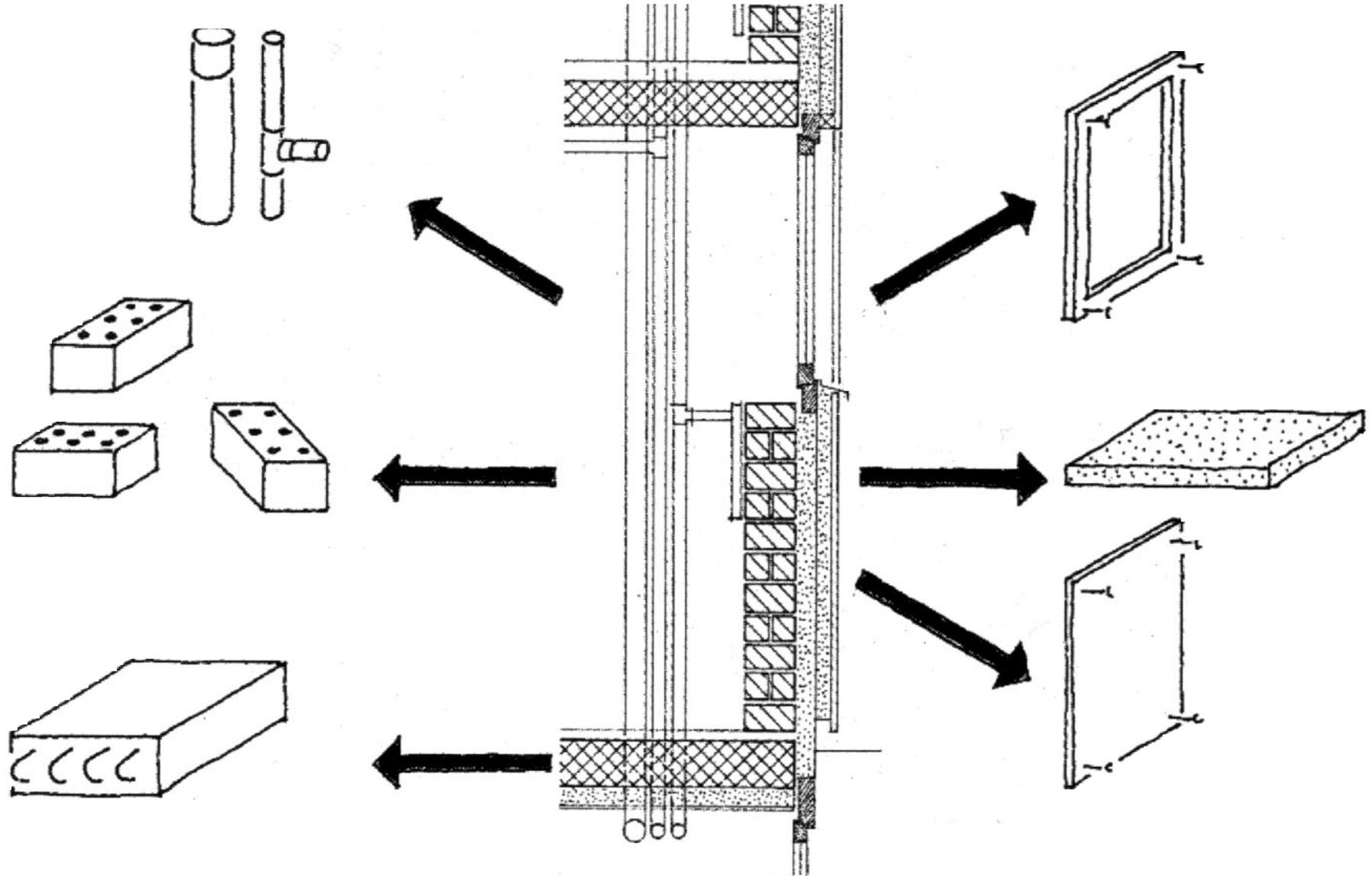
De la production au bâtiment exploitable

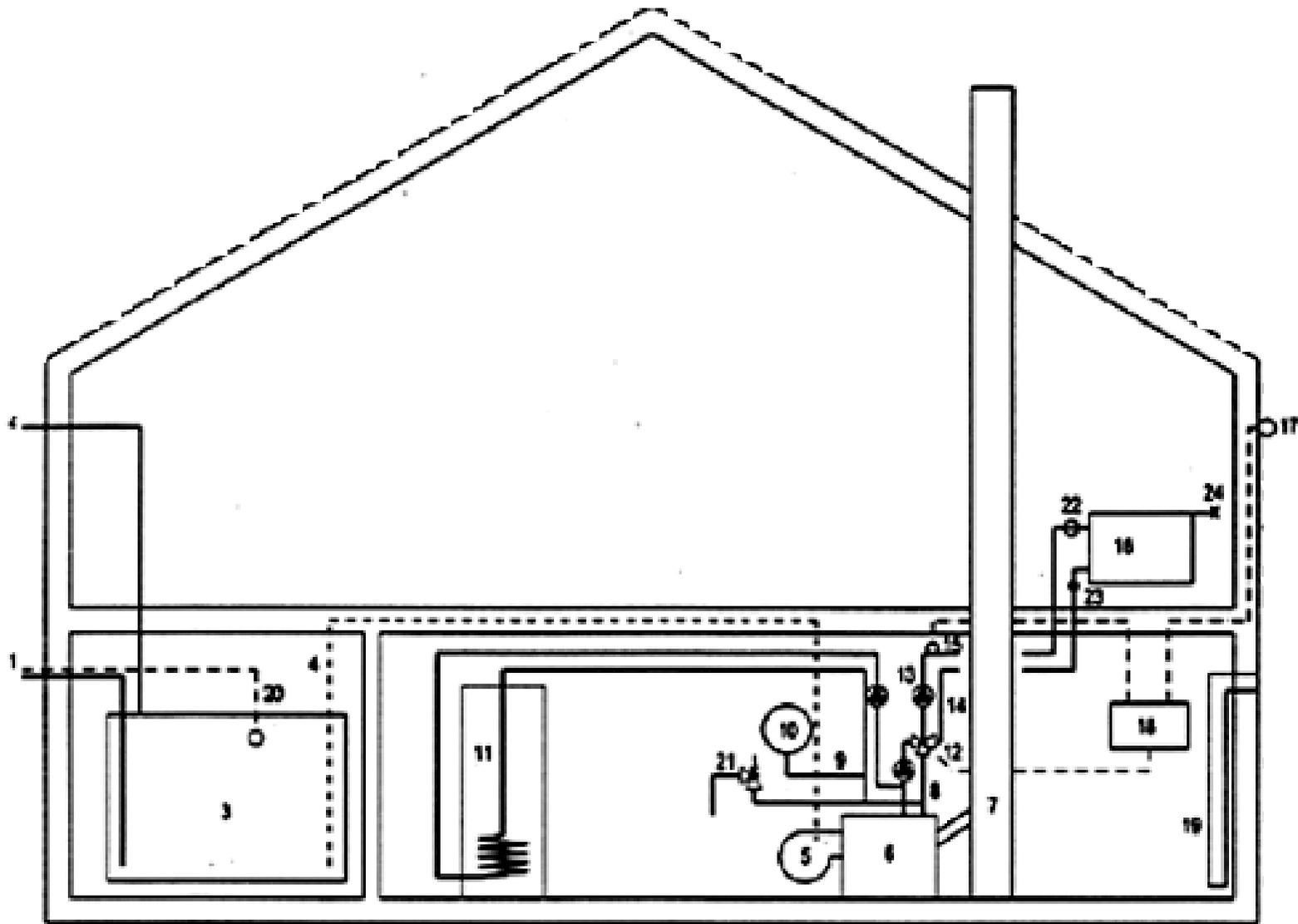
utilisation,
exploitation+ entretien

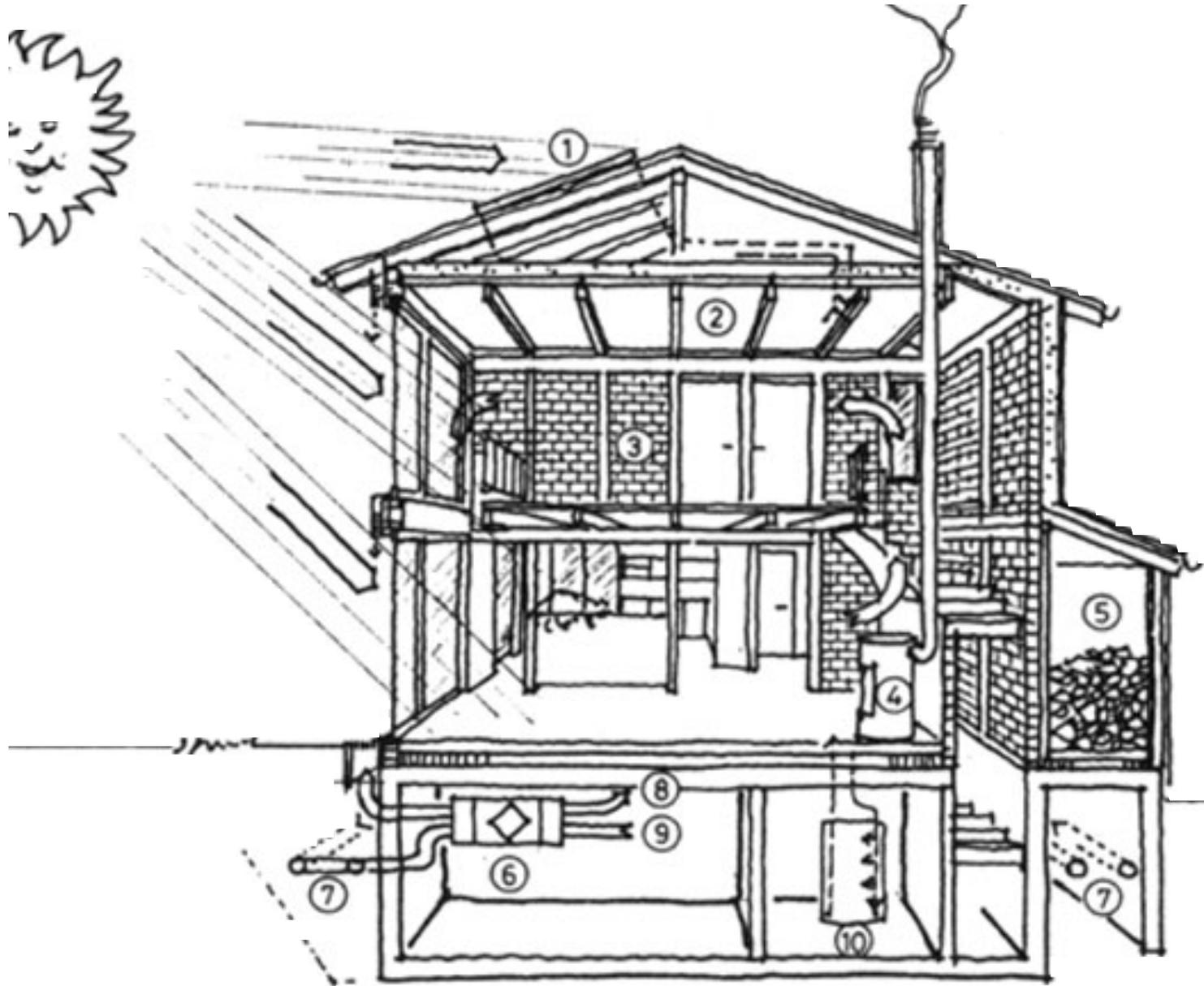






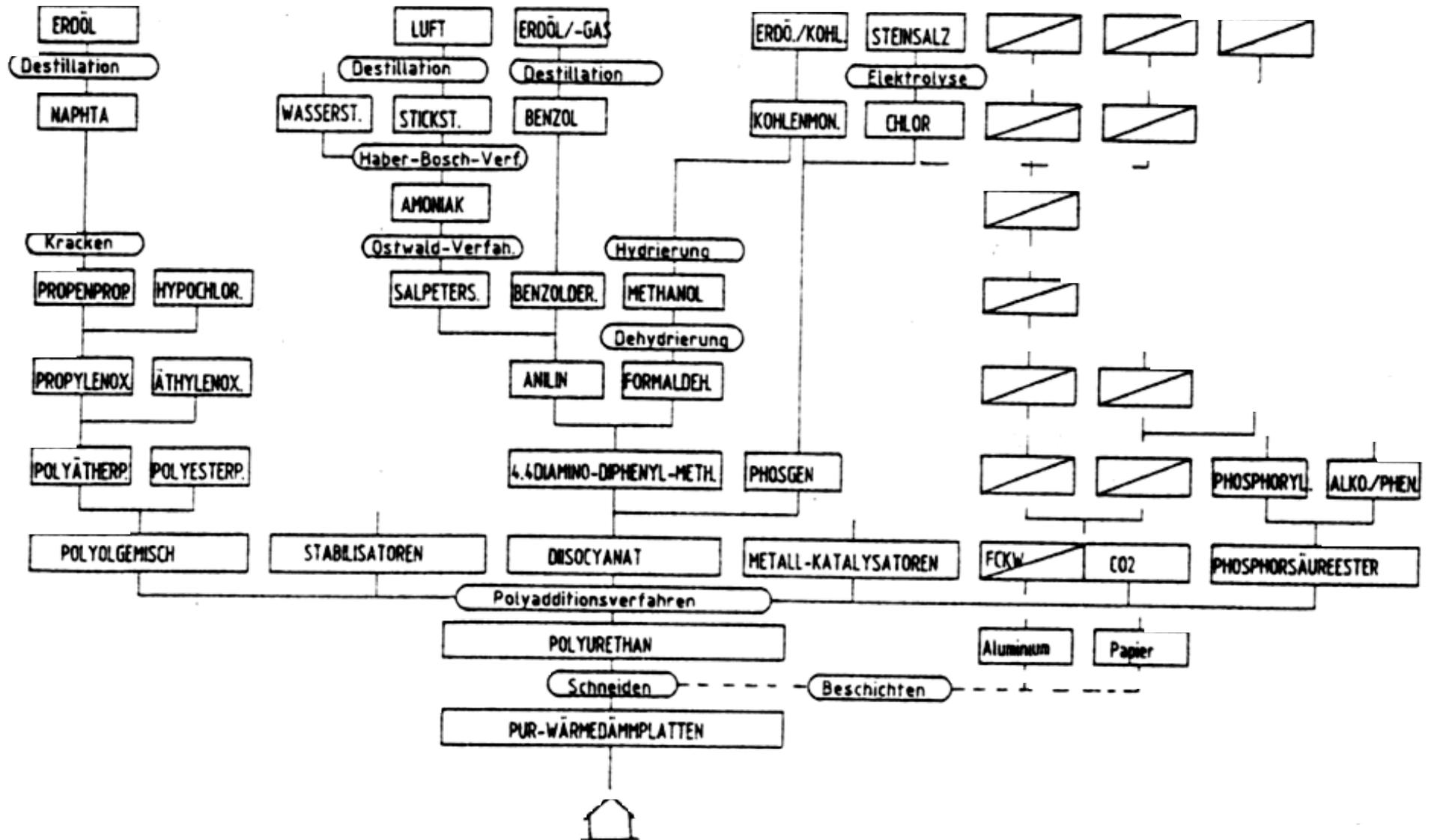


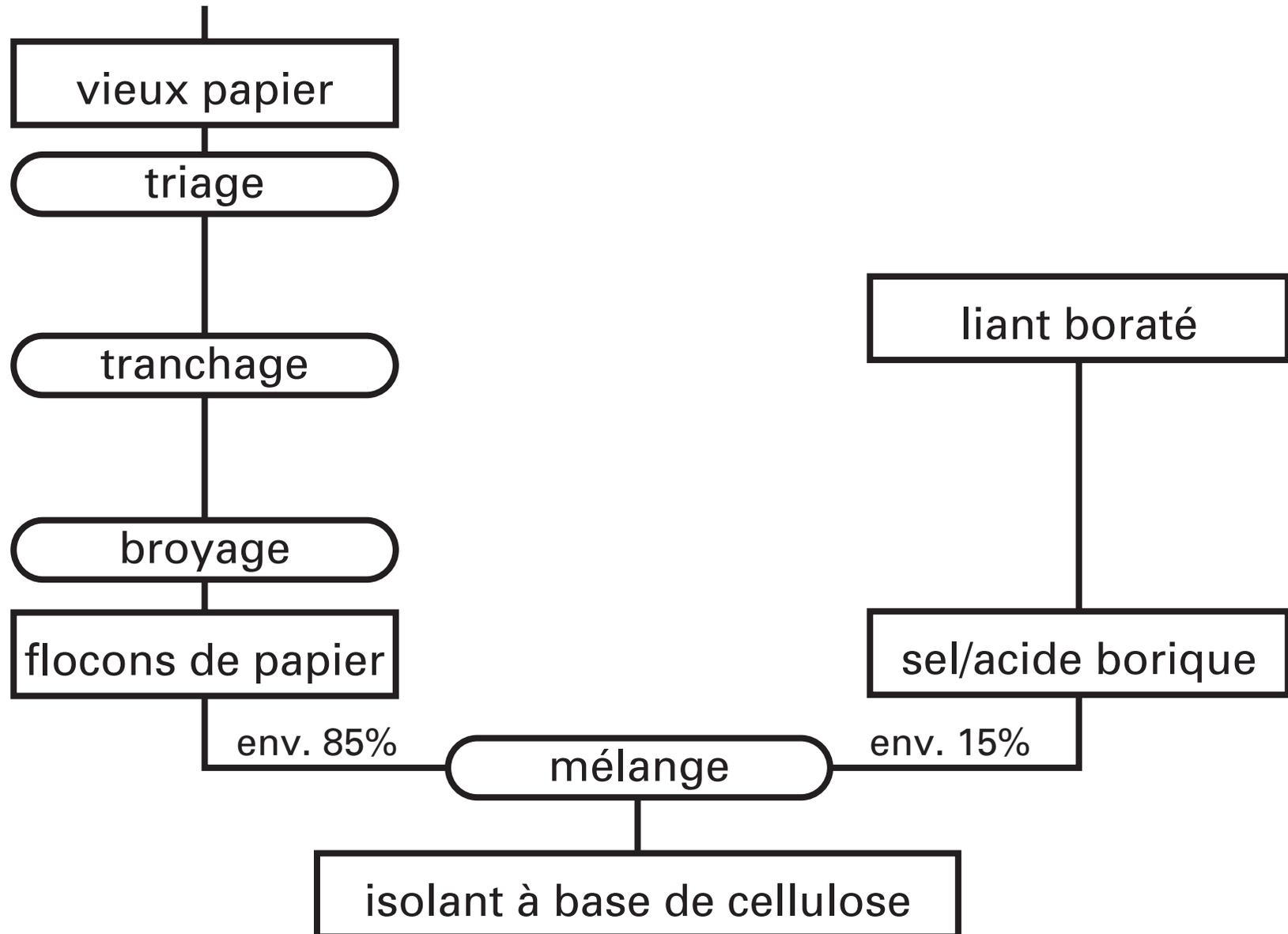




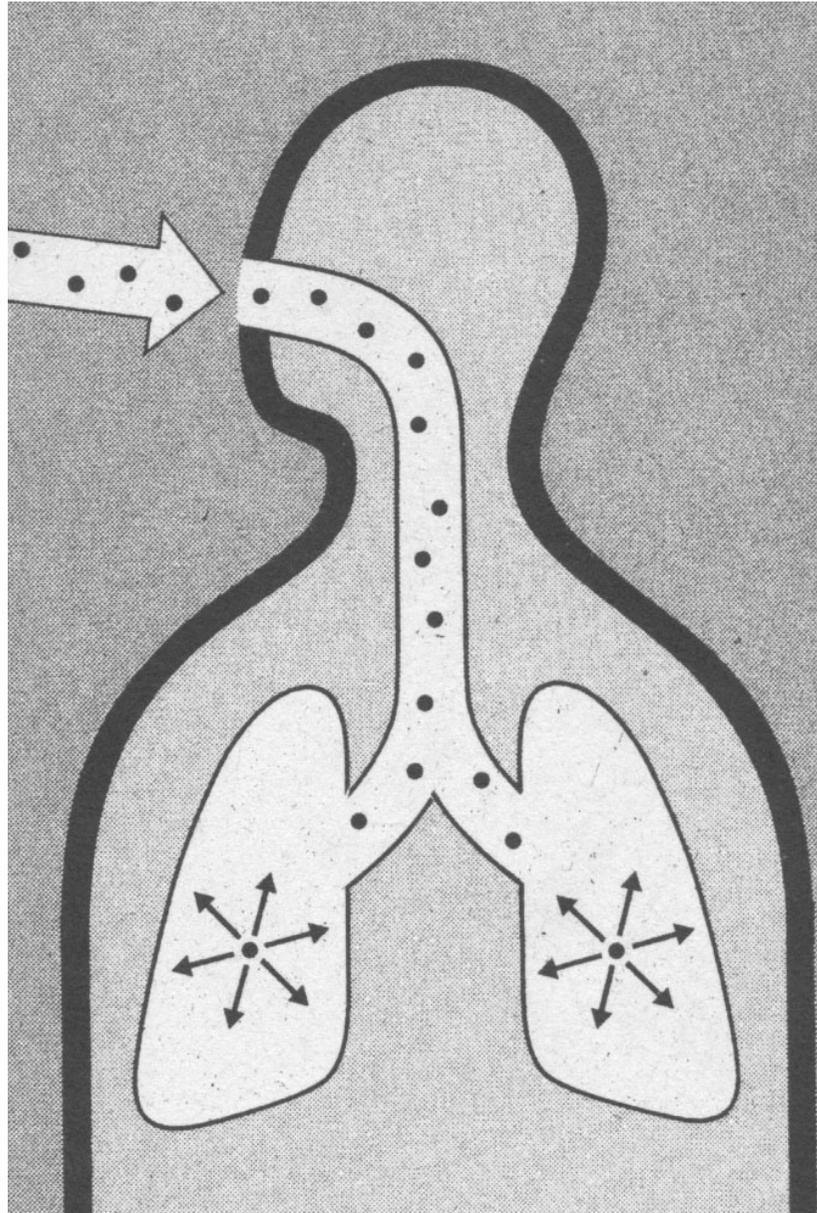
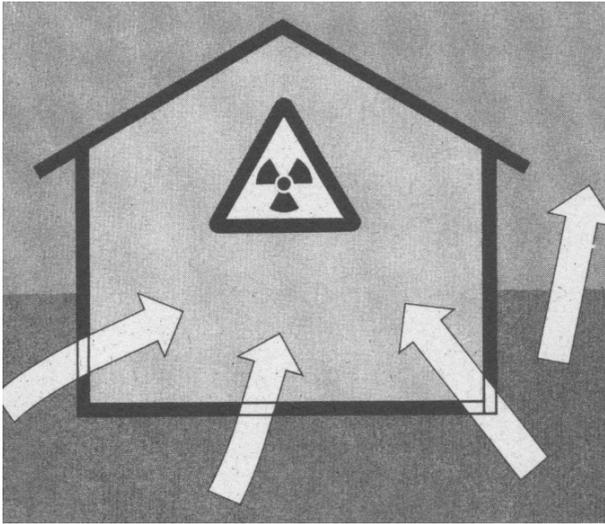


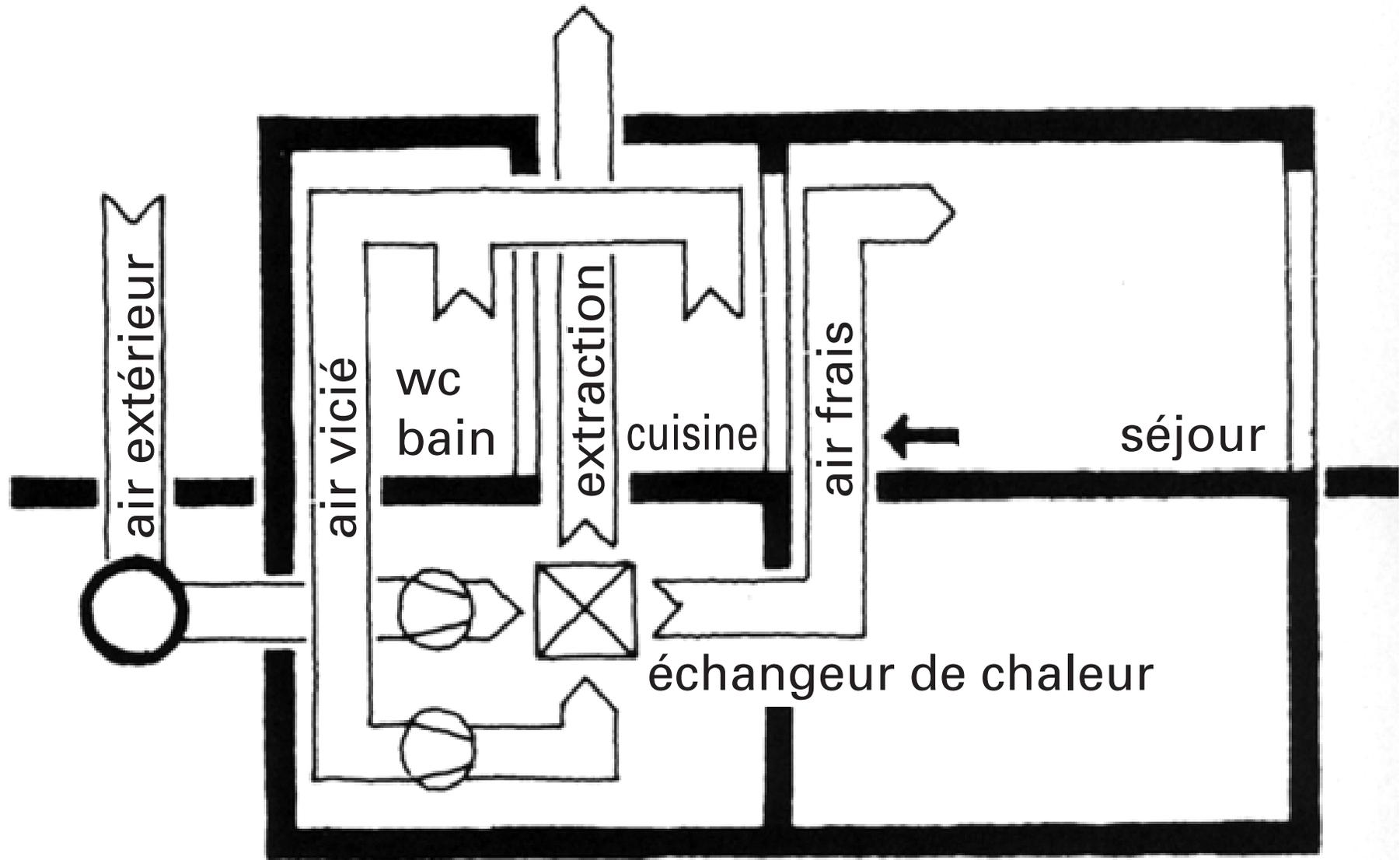












Profil

Le profil comprend des aspects pratiques liés aux travaux pour les phases de façonnage et d'utilisation ainsi que pour l'élimination.

▲ avantageux

— moyen

▼ désavantageux

B = cycle de construction

R = éléments problématiques

N = utilisation

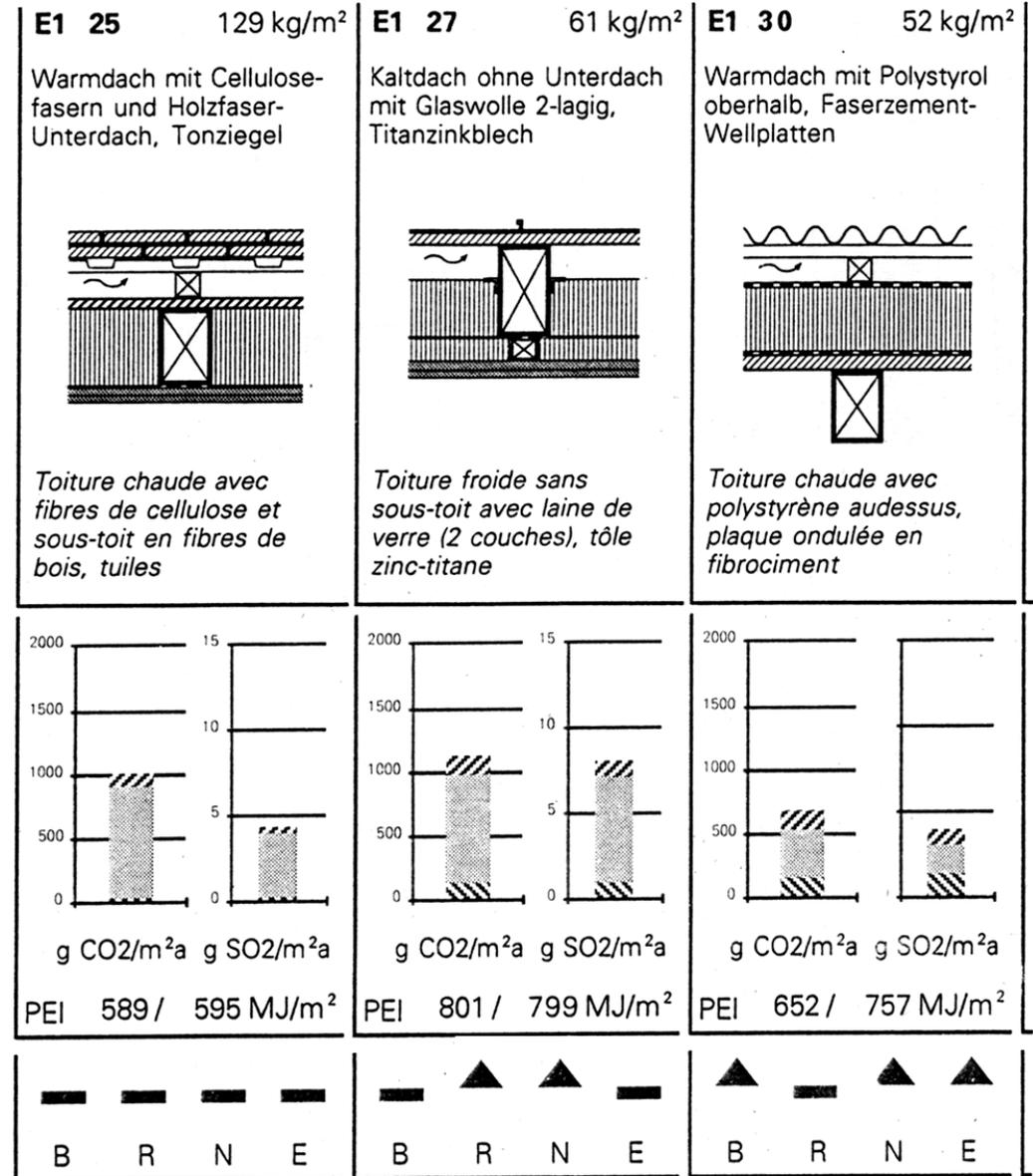
E = élimination

 matériaux massifs

 produits isolants

 doublages

 matériaux à base de bois





Caractéristiques écologiques et leur évaluation

caractéristiques écologique	caractérisation	appréciation et évaluation
<i>Fabrication</i>		
émission de solvants revêtir et consolider	quantité par unité de fonction, classe LRV	exclusion de la classe LRV 1 ; minimisation et évaluation spéciale vis-à-vis de l'énergie grise
énergie grise valeurs harmonisées	en MJ par unité de fonction	minimisation et évaluation spéciale vis-à-vis d'autres critères
<i>Façonnage</i>		
risques d'hygiène de travail	classe de toxicité et/ou taux R-quantité et espèce	pas d'évaluation, indication des mesures de protection comme conditions supplémentaires dans l'eco- devis
émission de solvants	quantité par unité de fonction classe LRV	exclusion de la classe LRV 1, minimisation et évaluation spéciale vis-à-vis de l'énergie grise
<i>Utilisation</i>		
composants écologique et toxicologique significatifs	quantité. classe de toxicité et/ou taux R	exclusion pour certains taux R ? estimation spéciale des risques et évaluation vis-à-vis d'autres caractéristiques
produits nocifs émis	lignum CH 6,5 Gu T quantité de métaux lourds par unité de fonction	standard comme condition supplémentaire dans l'eco-devis, évaluation des métaux lourds vis-à-vis caractéristiques
<i>Elimination</i>		
Mise en valeur	recyclable ou non recyclable	exigence minimale pour l'élimination (au moins un critère rempli) a) soit recyclable b) valeurs maximales inf. ou sup. c) exigence des décharges pour matières inertes remplie
Incinération contenu en produits nocifs	valeurs maximales inférieures ou supérieures	
stockage en décharge	décharge de matières inertes décharge bio-réactive	

Illustration de: eco-devis, description des exigences écologiques, Office des bâtiments du Canton de Berne