

Guide de bonnes pratiques des enduits en terre

Version 5 (intégration retour public 17/01/23)

Préambule :

- L'objectif de ce document est de créer un cadre professionnel pour la préparation et la mise en œuvre des enduits terre.
- Le but est d'élaborer un document qui fasse consensus dans la profession et qui ne soit pas en contradiction avec des règles existantes (Règles Professionnelles enduit sur support-terre / Règles pro-paille / Règles professionnelles allemandes)
- Le fil conducteur est de fixer à minima les conditions de mise en œuvre des enduits et de définir les protocoles d'auto-contrôle les justifiant.
- Liberté de moyens / Obligation de résultats (à préciser).
- Notion de devoir de conseil (à préciser).
- Pour faire des retours sur le texte veuillez remplir le formulaire suivant : <https://goo.gl/forms/nvnPjPe8yKnrMIEU2>

Table des matières

1 DOMAINE D'APPLICATION

1.1 INTRODUCTION

1.2 FONCTIONS

1.3 CHOIX

1.4 CONTEXTE D'INTERVENTION

1.5 LIMITES

2 RÉFÉRENCES NORMATIVES COMPLÉMENTAIRES

3 TERMES ET DÉFINITIONS

3.1 DÉFINITIONS GÉNÉRALES - MATÉRIAUX - SUPPORTS - DIVERS

3.2 TYPES DE MORTIERS

3.3 ASPECTS DE FINITION

4 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

4.1 MORTIERS ET MATÉRIAUX D'ENDUIT

4.2 CONDITIONS D'APPLICATION

4.3 CONDITIONS CLIMATIQUES

4.4 SÉCHAGE

4.5 LIMITES D'UTILISATION

4.5.1 DURÉE

4.5.2 ARGILES

4.5.3 PROTECTION DES TRANCHES (ARÊTES, ANGLES)

4.5.4 BAS DE MURS

4.5.5 PIÈCES HUMIDES

4.5.6 PAROIS SOUMISES À DES PROJECTIONS D'EAU (EXTÉRIEURS ET INTÉRIEURS)

4.5.7 PRÉSENCE DE MATÉRIAUX HÉTÉROGÈNES:

4.6 CARACTÉRISTIQUES

4.7 MATÉRIAUX

4.7.1 TERRES

4.7.2 GRANULATS AJOUTÉS

4.7.3 FIBRES AJOUTÉS

4.7.4 ARMATURES DE RENFORT

4.7.5 EAU DE GACHAGE

4.8 ADJUVANTS

5 SUPPORTS ET SURFACES À ENDUIRE

5.1 INTRODUCTION

5.1.1 CRITÈRES D'ÉVALUATION DES SURFACES À ENDUIRE

5.2 SUPPORTS PRÉSENTANTS DES PATHOLOGIES

5.3 EXEMPLES COURANT DE PRÉPARATION DES SURFACES À ENDUIRES

5.3.1 SURFACES DURES ET LISSES, BÉTONS DE CIMENT

5.3.2 SURFACES DURES ET LISSES, PIERRES NATURELLES

5.3.3 SURFACES DURES ET POREUSES, BRIQUES CUITES, AGGLO DE CIMENT, PIERRE NATURELLE

5.3.4 SUPPORTS TECHNIQUES , SIPOREX, PIERRE PONCES, ISOLANTS EN FIBRE DE BOIS

5.3.5 SURFACES LISSES, PLAQUES DE PLÂTRE, MURS PEINTS, ENDUITS LISSES

5.3.6 SUPPORTS INTERMÉDIAIRE OU RAPPORTÉ

5.3.7 SUPPORTS TERRE ET PAILLE

6 PRÉPARATION DES MORTIERS

6.1 MÉLANGES EFFECTUÉS SUR SITE

6.2 MÉLANGES PRÊT À L'EMPLOI

7 PRÉPARATION D'ENDUITS ADJUVANTÉS

8 MISE EN OEUVRE DES ENDUITS

8.1 CONDITIONS PRÉALABLES

8.2 SYSTÈME D'ENDUIT

8.2.1 MÉTHODOLOGIE

8.2.2 TYPES DE MORTIERS

8.2.2.1 ENDUIT DE TERRES MONOCOUCHE

8.2.2.2 ENDUIT DE TERRES EN PLUSIEURS COUCHES

8.2.3 NOMBRES DE COUCHES

8.2.4 ÉPAISSEUR

8.2.5 LES ARMATURES

8.2.5.1 FIBRES AJOUTÉES AU MORTIER

8.2.5.2 TRAME DE RENFORT

8.3 PRÉCONISATIONS D'APPLICATION

8.4 SPÉCIFICATIONS PAR MISE EN OEUVRE

8.4.1 CORPS D'ENDUIT

8.4.2 ENDUIT DE FINITION

9 PRESCRIPTIONS SPÉCIFIQUES

9.1 CORRECTEUR THERMIQUE

9.2 JOINTS DE PIERRES

9.3 ENDUITS EXTÉRIEURS

9.4 ENDUITS SACRIFIÉS

10 CONTRÔLES DE QUALITÉS

10.1 CONTRÔLE DE QUALITÉ

10.2 MASSE VOLUMIQUE POUR DÉFINIR UN MORTIER ALLÉGÉ

10.3 PROCÉDURE DE VALIDATION DE LA MAÎTRISE DES TENSIONS AU SÉCHAGE D'ENDUITS À BASE D'ARGILE.

10.3.1 OBJET

10.3.2 RAPPEL

10.3.3 PROTOCOLE

10.3.4 RÉALISATION DES ÉCHANTILLONS:

10.3.5 LECTURE DES RÉSULTATS DE L'ESSAI:

10.4 PROCÉDURE DE VALIDATION DE TENUE À L'ARRACHEMENT/ CISAILLEMENT D'ENDUITS.

10.4.1 OBJET:

10.4.2 PROTOCOLE:

10.4.3 RÉALISATION DES ÉCHANTILLONS:

10.4.4 FABRICATION DE LA CHARGE:

10.4.5 PROCÉDURE POUR L'ESSAI DE CHARGE:

10.5 TEST ABRASION

10.6 TEST POUR DES ENDUITS EXTÉRIEURS SOUMIS À DES INTEMPÉRIES EN SITUATION ABRITÉE OU SEMI-ABRITÉE

11 ANNEXES

11.1 PATHOLOGIES ET DIAGNOSTICS DES SUPPORTS

11.2 DESCRIPTION DES SUPPORTS

11.3 PATHOLOGIES DES SUPPORTS

11.4 DIAGNOSTIC DU BÂTI, DU SUPPORT, DE LA SURFACE À ENDUIRE

11.5 PRÉPARATION DES SUPPORTS

11.6 FICHE CONSTAT PRÉPARATOIRE DU CHANTIER

11.7 RÉSISTANCE AU FEU

11.8 RÉSISTANCE THERMIQUE

11.9 RÉSISTANCE PHONIQUE

11.10 RÉSISTANCE SISMIQUE

11.11 EXEMPLES DE BONNE PRATIQUE POUR LES MURS ET PLAFOND

11.12 EXEMPLES DE SOLUTIONS:

11.12.1 GESTION DES ANGLES

11.12.2 JONCTION D'UNE MAÇONNERIE DE REMPLISSAGE ET ÉLÉMENT D'OSSATURE DE FAIBLE LARGEUR

11.13 ETANCHÉITÉ À L'AIR

11.14 ENDUIT TERRE SACRIFIÉ

11.15 ADJUVANTS

11.16 BIBLIOGRAPHIE

1 Domaine d'application

1.1 Introduction

Le mortier d'enduit de terre est utilisé pour enduire les parois du bâti suivant différentes prescriptions, fonctions, choix et limites .

Le liant est **exclusivement** l'argile crue.

1.2 Fonctions

- Parement esthétique
- Protection au feu
- Étanchéité à l'air
- Régulation hygrothermique
- Protection
- Dressage de parois
- Enduits sacrifiés
- Correction thermique et Mur chauffant

1.3 Choix

Le maître d'ouvrage et le professionnel devront définir les choix, les exigences et les limites des enduits terre à réaliser.

- Choix techniques et esthétiques
- Analyse des supports et du bâti
- Constitution du dossier ou du devis d'intervention
- Tests d'aspects
- Etc.

1.4 Contexte d'intervention

Exigences de départ différentes suivant le contexte du chantier:

- Simple intervention d'enduits (1 seul "ouvrage" réalisé)
- Opération globale: chantier de réhabilitation complète - nombreux "ouvrages"
- Opération globale: chantier de construction complète- nombreux "ouvrages"
- Cas d'opération avec des signes de pathologies
- La précision sur la définition des choix techniques et prestations évite le flou dans la relation contractuelle = Obligation de résultats sans contestations futures.

1.5 Limites

Le mortier d'enduit de terre est utilisé pour enduire les parois du bâti en intérieur et en extérieur

- tout hygrométrie des pièces à l'exclusion des locaux classé EC
- à l'exclusion des sols en terre
- L'enduit n'a pas de capacité de renfort structurel

- Pas d'utilisation à l'extérieur en situation exposée aux intempéries sur surfaces horizontales et inclinées
- Les murs extérieurs en situation exposée aux intempéries nécessitent une résistance à l'eau élevée. N'appliquer ici les enduits en terre qu'avec une expérience suffisante. La validation de la composition et de la mise en œuvre des enduits est assurée par un protocole de contrôle décrit au chapitre 10
- Les murs intérieurs, exposés à une contrainte mécanique comme par exemple dans les cages d'escalier, dans les couloirs des bâtiments publics et les écoles, nécessitent une surface d'enduit ayant une résistance à l'abrasion élevée. N'appliquer ici les enduits en terre qu'avec une expérience suffisante. La validation de la composition et de la mise en œuvre des enduits est assurée par un protocole de contrôle décrit au chapitre 10 .

2 Références normatives complémentaires

Ces Règles sont complémentaires tout en étant indépendantes puisque concernant des domaines d'applications différentes et d'époques différentes.

- DTU 26.1 : Travaux d'enduits de mortiers
- Règles Professionnelles
 - Construction Paille 2012
 - Enduits sur support terre crue
- NF EN 13914-1 : norme européenne sur les enduits
- Règles allemandes (Lehmbau regeln, règles applicables à la construction en terre)

2.1 Références biblio complémentaires

- PaTerre+
Interactions argiles/biopolymères :
Patrimoine architectural en Terre et stabilisants naturels d'origine animale et

végétale

3 Termes et définitions

3.1 Définitions générales - Matériaux - Supports - Divers

- **Terre**
La terre est un produit de décomposition de roches primitives qui gît sur site ou a été charrié par des processus naturels ; les gisements de terre peuvent être de types très différents suivant la région ou le lieu. La terre est un mélange de minéraux argileux et d'agrégats sableux à caillouteux, les fractions granulométriques constituent la structure minérale.
- **Argiles** : est le liant naturel dans la terre
- **Enduit** : Mélange plastique ou mortier avec lequel on recouvre un mur ou un plafond bruts, en général pour leur donner une surface uniforme et plane et éventuellement d'autres caractéristiques ; à l'extérieur, pour les protéger des

intempéries et souvent constituer un parement uniforme à caractère décoratif. L'enduit peut être appliqué en une ou plusieurs couches, d'une épaisseur déterminée, et n'atteint ses propriétés définitives qu'une fois posé et durci.

- **Fibre** : Les mortiers à enduire en terre sont traditionnellement renforcés par des fibres. Les savoir-faire et applications dans ce domaine sont très larges et variés. Comme les *granulats minéraux, les fibres «consomment» du *liant et sont donc à spécifier soigneusement dans les formules. On utilise principalement de la paille hachée, mais aussi des fibres et copeaux végétaux et des fibres animaux
- **Trame** : toile maillée
- **Armature** : Les armatures sont des inclusions dans l'enduit qui servent à la diminution de la fissuration et donc au renforcement. Il s'agit soit de fibres incluses dans le mortier, soit de trames en fibres végétales soit de trame en fibres synthétiques incluses entre deux couches d'enduit.
- **Granulat** : Tout constituant inerte d'un mortier (anciennement *agrégat). Selon leurs dimensions, les granulats du béton prennent les noms de cailloux, gravillons, sables... Selon leur forme, on distingue les granulats roulés et les granulats concassés. Le terme granulat s'applique non seulement aux minéraux, mais à toutes matières en grains ou en petites billes pouvant servir de *charge dans les mortiers.
- **Adjuvant** : tout produit qu'on rajoute pour changer les caractéristiques de l'enduit.
- **Support d'accroche** : Il vient se fixer sur la paroi à enduire et sert à améliorer l'adhérence de l'enduit ou permet à un enduit d'être indépendant de la structure porteuse. Dans la construction conventionnelle, on utilise des supports métalliques (plaque de métal déployé ou treillis métallique soudé). Dans la construction en terre, on utilise le plus souvent des panneaux ou des nattes de roseaux
- **Sous-couche d'enduit** : Mortier appliqué sur un support, pour remplir une fonction particulière (adhérence, étanchéité...) avant la pose d'un revêtement. Elle peut être liquide (sous-couche d'accrochage, primaire), pâteuse (apprêt, enduit, gobetis)
- **Support d'enduit** : paroi sur laquelle va être apposée l'enduit. Cela peut donc concerner un mur porteur, une paroi mince (doublage, cloison,...), une paroi verticale (mur) ou une paroi non horizontale (plafond, voute). Les supports sont donc un nombre illimité d'ouvrages.
- **Surface à enduire** : Pour préciser la préparation d'un support (extrêmement divers) nous parlons donc de la surface à enduire qui est la « peau brute » à enduire, à couvrir par un enduit.

- **Structure d'enduit** :Elle est définie par l'épaisseur totale, le nombre de couches, leur fonction, leur composition, l'armature et l'épaisseur des différentes couches Un enduit est en général composé de plusieurs couches, de composition différente ou non. Parfois, un enduit peut répondre aux qualités demandées en une seule couche, c'est un monocouche.
- **Système d'enduit** : Le support à enduire + la structure de l'enduit + les qualités recherchées (objectifs du traitement de surface en fonction de l'usage et des choix esthétiques de l'utilisateur) + les conditions d'exécution.

3.2 Types de mortiers

- **Mortier d'enduit**
 - Il s'agit d'un mélange aux proportions variable d'un liant, d'eau, de charge à granulométrie variable, de fibre, et d'adjuvant répondant aux exigences de l'enduit à réaliser.
- **Enduit stabilisé**
 - Avec liant (chaux, ciment, plâtre,...): ceci ne concerne pas ce guide
- **Enduit adjuvanté** : Mortier d'enduit modifié par un adjuvant
- **Couche / Passe** : Elle est exécutée lors d'une même étape de travail avec un même mortier, en une ou plusieurs passes. Entre l'application de deux couches, il y a un délai de durcissement. Il y a des enduits à une ou plusieurs couches. Les couches inférieures des enduits en terre sont dénommées enduit de base et la couche supérieure est appelée enduit de finition.
- **Gobetis** : Mince couche de mortier, irrégulière et rugueuse, appliquée en couche préparatoire d'accrochage d'un enduit. Projeté mécaniquement ou à la truelle.
- **Barbotine** : Pâte argileuse plus ou moins liquide
- **Corps d'enduit / Enduit de corps / Dégrossi/ Renformi** : Dans la terminologie des enduits à trois couches, à la chaux ou au ciment, le corps d'enduit est la seconde couche (la première étant le *gobetis et la troisième la finition). Il contribue à assurer la planéité du support (on parle aussi de couche de dressage, de renformis ou de dégrossi), mais aussi l'imperméabilisation et l'isolation.
- **Enduit de finition** : C'est la couche de finition, qui donne la couleur et la texture de l'enduit
- **Enduit décoratif** : C'est un enduit mince de décoration. Son épaisseur est inférieur à 4 mm

- **Enduit allégé** : Il existe des enduits allégés qui peuvent être correcteur thermique. L'enduit sec a moins de 1000 kg par m³
- **Mortier prêt à l'emploi**
 - un mortier prêt à l'emploi est un mortier mis en conditionnement (fourni en récipients; sacs, bidons,..) aux caractéristiques et aux proportions garanties par un fabricant.
- **Mortier de chantier**
 - Mortier fabriqué après essais du professionnel.
 - Les mortiers de chantier doivent faire l'objet de tests définis en annexe.
-
- **Mortier - Enduit - sacrifié**: les enduits terre sacrifiés permettent un assainissement des bas de murs, notamment pour évacuer des sels (ex: le "salpêtre").
- **Monocouche** : Mortier appliqué en une seule couche (mais en une ou deux passes avec le même mortier), qui remplit les mêmes fonctions qu'un système d'enduit multicouches et qui peut être coloré.
- **Multicouche** : Un enduit est en général composé de plusieurs couches, de composition différente ou non.

3.3 Aspects de finition

Les aspects de finition réalisables dépendent de la composition (notamment la granulométrie) et propriétés du mortier. Les principaux types de finitions sont définis ci-après.

3.3.1 Taloché

L'enduit est dressé puis serré à la taloche par un mouvement circulaire.

3.3.2 Taloché à l'éponge

l'enduit est dressé et taloché puis taloché avec une taloche éponge afin de faire apparaître le grain et/ou la fibre.

3.3.4 Brossé

L'enduit frais est serré ou taloché puis brossé avant le séchage du mortier.

3.3.5 Serré, lissé ou stuccé

Il est réalisé comme un enduit taloché mais la finition s'exécute à la lisseuse plastique ou inox.

4 Prescriptions générales

4.1 Mortiers et matériaux d'enduit

Mélanges pour mortier de terre :

Les terres utilisées pour les enduits sont sélectionnées sur la base de l'expérience et des savoir-faire spécifiques à la réalisation d'enduits terre, les points suivants doivent être pris en considération afin d'assurer la qualité du mortier :

- gestion des retraits
- teneur en eau
- textures
- pouvoir collant et cohésion
- couleur
- granulométrie

Cette sélection est éventuellement confortée par des données complémentaires :

- carte géologique
- données issues des études de sols
- analyse en labo
- type d'argiles

Les dosages dépendent de la composition de la terre utilisée, c'est à dire essentiellement de la proportion et de la nature de l'argile.

D'une manière générale :

- l'adjonction de sable diminue le retrait au séchage
- l'adjonction de fibres réduit les risques de fissuration
- l'adjonction d'argile augmente la cohésion.

Dans le cas de terres locales, les dosages font l'objet d'une caractérisation sur chantier par la réalisation préalable d'échantillons qui mettent en évidence les critères suivants :

- résistance mécanique ;
- cohésion ;
- adhérence;
- retrait.

Validation de la composition et de la mise en œuvre des enduits :

La validation de la composition et de la mise en œuvre des enduits est assurée par un protocole de contrôle décrit au chapitre 10.

4.2 Conditions d'application

Les enduits terre peuvent être conservés sec ou hydraté sans limite de temps. En cas de conservation humide avec de la fibre végétale, le mortier peut changer d'odeur, de couleur, avec une modification éventuelles de certaines caractéristiques. Ils ne sont pas chimiquement agressifs pour la peau de l'utilisateur mais abrasif (en présence de sable), l'utilisation de gants et des EPI obligatoires reste de rigueur. Les enduits terres peuvent s'appliquer manuellement ou par projection mécanique. Les moyens d'application doivent garantir une régularité d'épaisseurs, une pression suffisante garantissant la cohésion avec le support ainsi qu'un aspect de surface adapté à la couche.

Avant l'application, le support, la matière, la logistique doivent être intégralement préparés et aboutis.

Dans le cas d'enduits prêt à l'emploi, il convient de se référer à la fiche technique du fabricant.

4.3 Conditions climatiques

Les ouvrages d'enduits de terre sont réalisés dans des conditions qui garantissent l'absence de risque de gel.

Ils peuvent cependant être posés sur des support chauds et par vent sec lorsque ces contraintes peuvent être techniquement maîtrisé lors de la pose.

Le durcissement des enduits de terre n'est pas arrêté par des températures faibles, cependant le séchage est ralenti.

Contrairement à une idée répandue, le séchage, c'est-à-dire l'évacuation de l'eau libre, des enduits de terre est plus rapide que celui des enduits à base de liants hydrauliques.

4.4 Séchage

La réalisation d'enduits à l'intérieur d'un bâtiment amène dans celui-ci une grande quantité d'eau et d'humidité. Des dispositions doivent donc être prises pour maintenir un taux d'humidité compatible avec la pérennité de l'ouvrage bâti et garantir le séchage des enduits. Ceci consiste essentiellement à ventiler le bâtiment et à protéger des intempéries les enduits extérieurs tout en assurant une bonne aération de leur surface.

La durée de séchage est dépendante du support, des conditions atmosphériques du pourcentage d'argile et de l'épaisseur de l'enduit.

En cas d'adjuvants ou de fibres ajoutés, l'enduit de terre doit pouvoir sécher le plus rapidement possible. S'il reste humide trop longtemps, il peut se produire une décomposition des agrégats organiques, un affaiblissement des composants en bois adjacents et une corrosion des parties métalliques et des auréoles et réaction des colorants ajoutés.

Pour la planification du chantier il est impératif de tenir compte des temps de séchages prévisionnel établi par l'entrepreneur, on estime un séchage suffisant pour recevoir les couches d'enduit suivantes lorsque la surface présente une coloration uniforme sans trace d'humidité plus foncé, si pour d'autre raison invoqué par les autres entrepreneurs une mesure de séchage précise est demandée il convient de prendre cette mesure avec un appareil approprié

4.5 Limites d'utilisation

4.5.1 Durée

L'emploi de mortier de terre ayant effectué un début de durcissement est autorisé (mortier rebattu) car il n'y a pas de réaction chimique mais uniquement un séchage par évaporation de la matière. Dans ce cas, le mortier peut être utilisé après ré-humidification et malaxage.

Un mortier d'enduit de terre n'a pas de durée limite d'utilisation sauf quand il contient des ajouts susceptibles de moisir ou de se modifier; dans ce cas les ajouts doivent être incorporé au mortier peu de temps avant l'application, ou conservé sec à moins que cette pratique fasse partie du processus d'élaboration de l'enduit (enduit fermentés).

4.5.2 Argiles

Les argiles ont des pouvoirs gonflants variables ce qui nécessite de faire des tests avant utilisation - voir chapitre 10.

4.5.3 Protection des tranches (arêtes, angles)

La protection ou le renforcement des tranches n'est pas une obligation.

Il existe de nombreux profilés permettant ce travail ou on peut modifier son mortier à l'aide d'autre liant qui ne sont pas développé dans ce guide, ces choix doivent être anticipé avec le maître d'oeuvre et le maître d'ouvrage.

4.5.4 Bas de murs

La mise en oeuvre d'enduit terre en bas de murs est soumise au risque d'humidification régulière et de dégradation.

Le bâti ancien soumis à des remontées capillaires doit faire l'objet d'analyse et de précautions.

Une plinthe ou une protection adaptée est nécessaire pour éviter de fragiliser le pied des enduits.

4.5.5 Pièces humides

Régulateur de l'hygrométrie, l'enduit terre permet les transferts d'humidité et donc possible sauf dans les locaux EC.

4.5.6 Parois soumises à des projections d'eau (extérieurs et intérieurs)

Ces parois ne devraient pas recevoir d'enduit terre sauf si un contrôle de qualité érosion a été réalisé (voir chapitre 10).

4.5.7 Présence de matériaux hétérogènes:

Linteaux bois, bois insérés, matériaux durs (notamment béton lisse) , gaines,... indiqués ici seront décrits dans le chapitre supports.

Nota: Les supports utilisant des structures bois ne sont pas à prendre ici comme des points singuliers, mais dans le chapitre supports.

4.6 Caractéristiques

- La planéité l'aplomb, l'épaisseur et l'aspect de l'ouvrage est définie préalablement avec le maître d'ouvrage et/ou le maître d'oeuvre.
- Le mortier d'enduit est appliqué manuellement ou par projection mécanique soit directement sur le support à main levée, soit entre « nus et repères », puis dressé et serré avant la finition.
- Type de planéité -ne peut pas être supérieur que celui défini par le DTU 26.1

4.7 Matériaux

4.7.1 Terres

La terre est le produit de l'altération des roches primaires restées sur place ou charriées par les processus naturels. Les terres disponibles peuvent être régionalement et localement très différentes. La terre est ici considérée comme un mélange naturel de minéraux argileux, de limons, de sables et de graviers qui en forment la structure.

La terre minérale est constituée de la terre prélevée dans un sol naturel sous la couche de terre végétale.

Type d'argiles

Toutes les argiles peuvent être utilisées à condition qu'elles satisfassent les tests d'enduits...

La courbe granulométrique est différente d'une terre à l'autre et peut être plus ou moins modifiée. De même, la courbe granulométrique et la qualité des sables (arrondis ou anguleux) varie d'une région à l'autre. Même les produits prêts à l'emploi n'ont pas la qualité adaptée à tous les usages et doivent être renseignés dans une fiche technique fabricant. Il faut donc se demander au cas par cas si les matériaux disponibles sont adaptés aux objectifs fixés et comment les mortiers ou les surfaces finies peuvent encore être améliorés le cas échéant.

- Etat hydrique
 - Sec
 - Humide
 - Plastique
 - Liquide

4.7.2 Granulats ajoutés

- Quel type
 - Tous types (sables concassés et roulés, liège, verre, vermiculite, pierre ponce ...)
 - En finition: poudre de marbre, paillettes,..
- Granulométrie
 - Variable selon l'épaisseur de l'enduit
 - En fonction du type d'enduit, la taille maximale change
 - Une granulométrie non adaptée peut apporter de la fissuration, il faut donc valider la granulométrie avec des tests.
 - Gravier: 5mm à 20 mm
 - Sable: 0.02mm à 5mm
- Lavée ou non - le granulats peut comporter sans problème des fines à valider selon les tests

4.7.3 Fibres ajoutés

De nombreuses fibres sont utilisables si elles sont communément utilisées par l'entreprise, ou ayant fait l'objet de tests connus, ou sinon devront faire l'objet de tests spécifiques avant le chantier.

- Naturel
 - Végétal
 - Animal
- Synthétique (attention à l'impact environnemental)
- Minérale (attention à l'impact environnemental)

4.7.4 Armatures de renfort

Des armatures de renforts, sont incorporés dans une première passe d'enduit, aux emplacements prévus au DTU maçonnerie et lorsque les contraintes de réalisation le nécessitent (angles de baies, support hétérogène, joints entre panneaux, chauffage mural, etc.), différents types d'armatures de renfort sont utilisables et pour éviter fissuration.

Selon la nature des enduits, ces armatures peuvent être constituées de :

- fibres voir 5.3
- trames : naturelles ou synthétiques.

Commentaire: Important une armature de renfort ne peut pas servir de support d'accroche.

4.7.5 Eau de gâchage

L'eau peut contenir des éléments organiques et minéraux qui peuvent modifier le mortier, il est important d'utiliser la même eau que celle utilisée pour les essais. Une eau "polluée" peut entraîner des auréoles et spectres lors du séchage de la finition.

4.8 Adjuvants

Depuis des millénaires, des adjuvants naturels, d'origine animale ou végétale sont parfois ajoutés au liant "argile".

Nous ne traitons, dans ce point uniquement du liant à l'argile et non de l'adjuvantation avec d'autres liants

- Rôle et contrôle de qualité

Les adjuvants sont utilisés pour améliorer les propriétés mécaniques, la protection aux intempéries et donc la durabilité du bâti en terre.

Ces adjuvants peuvent se révéler être de véritables colles des argiles. Tout comme les termites, les hommes ont exploité ce principe. À l'échelle de la planète, il existe de très nombreuses recettes d'adjuvantation organique qui consolident et valorisent la terre crue. Ces recettes ont été inventoriées et étudiées à travers le projet PaTerre+.

Vu la complexité de la nature des argiles et leur interaction aléatoire avec les nombreux adjuvants, nous ne nous prononçons sur aucune recette.

Un enduit en terre est par nature sensible aux chocs et aux intempéries, ce qui en limite ses domaines d'applications.

Si par l'ajout d'un adjuvant, le professionnel estime que le domaine d'application de cet enduit peut être étendu, il est conseillé de mettre en oeuvre des contrôles de qualités supplémentaires.

Ainsi, si l'ajout d'un adjuvant lui semble améliorer la résistance mécanique de son enduit, il ne pourra l'appliquer dans des lieux soumis à des frottements ou à des chocs comme une cage d'escalier que s'il effectue les contrôles de qualité en réussissant le test à l'abrasion et les tests aux chocs de résistance de corps dur décrit au point 10 de cet ouvrage.

Pareillement, si l'ajout d'un adjuvant lui semble améliorer la résistance à l'eau de son enduit, il ne pourra l'appliquer dans des lieux soumis à des intempéries comme un enduit extérieur en situation semi-abrité que s'il effectue les contrôles de qualité en réussissant le test à l'érosion décrit au point 10 de cet ouvrage.

5 Supports et surfaces à enduire

5.1 Introduction

Un enduit est la peau d'un ouvrage bâti, avec ses fonctions diverses. Il est en même temps un ouvrage de « finition » de surface de l'ouvrage support et en même temps

l'expression du choix esthétique du maître d'ouvrage et du choix technique de l'artisan ayant réalisé l'enduit.

Il est donc soumis à toutes les contraintes du bâti (bâtiment et parois supports de l'enduit) et sa qualité, sa pérennité seront influencées par tout ce que subit le bâti «support», il est donc impératif d'analyser son support et sa surface à enduire suivant un minimum de critères :

5.1.1 Critères d'évaluation des surfaces à enduire

- Conditions constructives :
 - état de la construction:
 - processus de tassement
 - interfaces entre plusieurs matériaux • mouvements ...
 - qualité des travaux exécutés
- murs plans et d'aplomb
- retouches à faire
- constructions en panneaux stables, panneaux suffisamment fixés • joints des plaques de plâtre
- tuyauterie et électricité terminés ...

5.2 Supports présentant des pathologies

- fissures: est-ce qu'elles sont d'origine constructive ?
- humidité et efflorescences: quelles sont les causes, est-ce que ces causes ont été traitées ?
- goudron sur les murs de cheminées ...

Les pathologies des supports doivent être analysées, diagnostiquées avant toute intervention d'enduit, voir annexe pathologie des supports

La fonction d'un enduit terre n'est pas de pallier à toutes les pathologies du bâti, même si un enduit est bien là pour couvrir un support et donc favoriser certaines améliorations (boucher des fissures, redresser un mur, améliorer l'étanchéité à l'air, la qualité de confort thermique, aspect esthétique,...).

La nécessité d'un Savoir Global (Savoir Analyser et Savoir Faire) prendra pleinement ici son expression professionnelle afin de vérifier la pertinence de la réalisation d'un enduit terre sur chaque support.

Si l'entrepreneur a un doute sur l'état des supports (porteurs ou secondaires) ou si une pathologie a été détectée, il est fortement conseillé de faire appel à un diagnostiqueur expérimenté dans le bâti ancien spécifique, permettant d'avoir un avis complémentaire ou circonstancié.

Des Fiches en annexes explicitent les points à observer, les pathologies des supports.

Une Fiche d'observation et de renseignements concernant les supports à enduire est annexée pour servir de constat d'état des lieux.

5.3 Exemples courant de préparation des surfaces à enduire

5.3.1 Surfaces dures et lisses, bétons de ciment

-Préparation de la surface par l'application d'un gobet de ciment avant l'application d'un mortier de terre en 1 ou plusieurs couches.

-fixation d'un support à enduire avant l'application d'un mortier de terre en 1 ou plusieurs couches.

5.3.2 Surfaces dures et lisses, pierres naturelles

-Préparation de la surface par l'application d'un gobeti de chaux avant l'application d'un mortier de terre en 1 ou plusieurs couches.

-fixation d'un support à enduire avant l'application d'un mortier de terre en 1 ou plusieurs couches.

5.3.3 Surfaces dures et poreuses, briques cuites, aggro de ciment, pierre naturelle

Préparation de la surface par l'application d'un gobeti de terre ou de chaux avant l'application d'un mortier de terre en 1 ou plusieurs couche.

5.3.4 Supports techniques , Siporex, pierre ponces, isolants en fibre de bois

Les fabricants préconisent une préparation avant enduits dans leur CCTP qu'il convient de suivre avant l'application d'un gobetis de terre ou de chaux et d'un enduit de terre en 1 ou plusieurs couches

5.3.5 Surfaces lisses, plaques de plâtre, murs peints, enduits lisses

Application d'une sous couche d'accroche granuleuse afin de créer une accroche mécanique avant l'application d'un enduit en terre fin.

5.3.6 Supports intermédiaires ou rapportés

Enduits qui ne sont pas adhérents à la paroi (exemples : bois, isolant, plaque de plâtre si l'enduit posé est épais , surfaces horizontales).

Ils sont appliqués sur un support naturel (exemples : bambou, roseaux, lattis, panneau fibre de bois....) ou un support métallique (lattis métalliques nervurés déployés, grillage inoxydable), fixé mécaniquement, qui constitue le support d'enduit. la 1ere couche doit recouvrir entièrement le support, la 2ème couche sera fibrée ou une trame sera incorporée dans celle ci, avant la couche de finition.

5.3.7 Supports terre et paille

Ces supports sont traité dans des règles professionnelles spécifiques.

Nota: Mais des précisions notamment concernant l'analyse des supports anciens en terre feront l'objet d'une annexe complémentaire.

6 Préparation des mortiers

6.1 Mélanges effectués sur site

Seul les terres dites "à bâtir" ou à "enduire" comme définit dans le §4.7 sont utilisables sur chantier.

La terre doit être sans élément supérieur à la granulométrie définie (sauf enduits spécifique de décoration)

Afin de formuler des mortier de chantier performants, des essais au préalable doivent être réalisés, voir chapitre 10

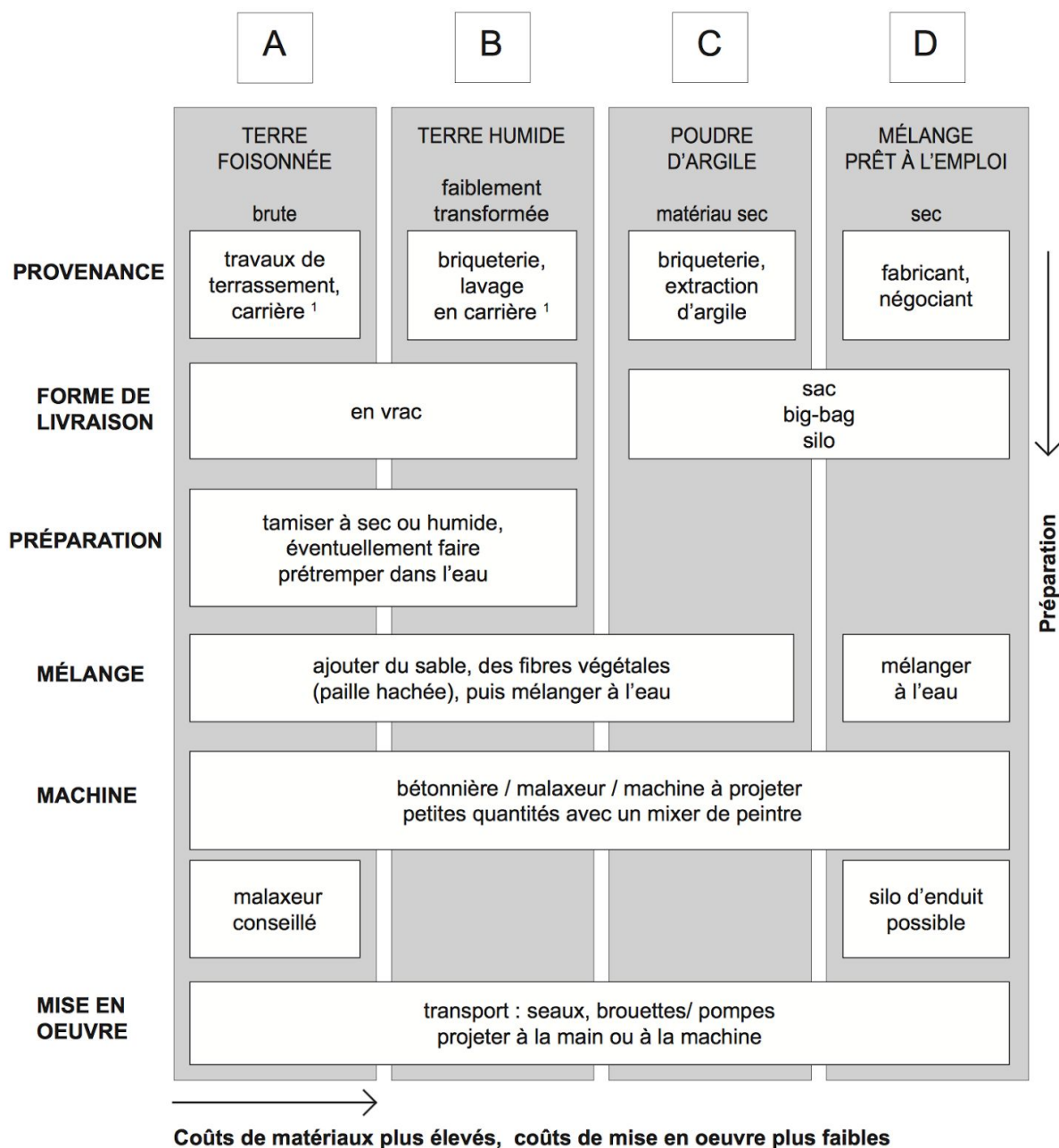
La préparation (démottage, tamisage,...) est nécessaire pour faire de premiers essais pour voir la compatibilité des terres à réaliser des enduits.

Si la terre est trop chargée en argile ou pas assez, alors il convient de la modifier pour obtenir les qualités requises; soit par ajout ou par enlèvement de parties (tamisage),...

Le trempage ou la préparation des mortiers à l'avance de l'application est préférable mais pas obligatoire.

Le mélange des mortier de terre peut se faire manuellement ou mécaniquement. Il est important que celui-ci soit suffisamment puissant pour brasser les terre. Le malaxage est terminé lorsque le mortier est homogène.

L'utilisation de terre de récupération est possible mais il convient de faire les tests chapitre 10



6.2 Mélanges prêt à l'emploi

De nombreux fabricants propose des mortiers de terre à enduire, ces matériaux doivent faire l'objet d'une fiche technique en permettant l'usage sans contestation. l'entrepreneur doit utiliser ces matériaux selon ce mode d'emploi ou le modifie sous sa responsabilité après avoir effectué les tests décrits chapitre 10

Un mortier prêt à l'emploi est par principe adapté à l'usage destiné par son fabricant. Il est nécessaire de suivre les indications préconisées par le fabricant.

7 Préparation d'enduits adjuvantés

les enduits terre peuvent être adjuvantés pour:

- colorer (pigments)
- améliorer la plasticité
- améliorer les résistances mécaniques, à l'eau, aux frottements
- modifier l'ouvrabilité

voir annexe 11/10 adjuvants et couleur

8 Mise en oeuvre des enduits

8.1 Conditions préalables

- Les protections des autres ouvrages sont en place
- La surface est stable et saine,
- Réception des supports (Cf Chapitre 5 Supports et Annexes)
- Les conditions météorologique convenable
- Les accès dégagés

8.2 Système d'enduit

8.2.1 Méthodologie

Utiliser la méthodologie du système d'enduit lors d'un projet d'enduit terre, est recommandée afin d'optimiser les contraintes de l'enduit terre et ainsi sa pérennité.

Les critères du système d'enduits sont :

- Nature et qualité du support
- Qualité de l'enduit à obtenir (fonction de l'usage, de la fréquentation des pièces...)
- Choix esthétiques
- Conditions d'exécutions

L'analyse du système d'enduit terre définit la structure de l'enduit suivant les aspects suivants :

- Types de mortiers d'enduits
- Le nombre de couches
- Les épaisseurs
- Les armatures

8.2.2 Types de mortiers

Les composants des mortiers sont sélectionnés en fonction des critères auxquels ils doivent répondre. Ainsi différents types de mortiers peuvent être appliqués s'il sont validés selon les procédures de tests en annexe ou s'il sont appropriés selon le fabricant.

Leurs consistances peut aussi être variables.

8.2.2.1 Enduit de terre monocouche

Il s'applique sur une surface rugueuse ou préparé pour la rendre rugueuse.

Il se définit comme enduit de finition.

Il doit suivre la planéité du support sans variation d'épaisseur

Si une trame est noyée dans l'enduit, elle est marouflée à frais entre deux passes.

8.2.2.2 Enduit de terre en plusieurs couches

Première couche de mortier appliquée par projection mécanisée ou manuellement en couche mince préparatoire pour régulariser la porosité du support et assurer l'accrochage de couches ultérieures d'enduit.

Cette première couche d'accroche peut également être réalisée avec une barbotine qui sera recouverte par l'enduit de corps à fresco.

Le corps d'enduit est appliqué sur la couche d'accroche.

L'application est faite en une passe ou plus, suivant l'épaisseur,

Cette couche répond aux caractéristiques géométriques exigées pour l'enduit fini :

- planéité, aplomb, épaisseur
- rectitude des arêtes, gorges, arrondis, etc.

Si un lattis est noyé dans cette couche, la couche est fortement fibrée et appliquée en plusieurs couches dont au moins une recouvrant totalement les lattes.

L'état de surface doit permettre une accroche suffisante de la troisième couche.

Il peut contenir de légères fissurations qui sont exemptes de tout décollements.

La couche de finition est appliquée sur un enduit de corps dont le durcissement est effectué.

Si nécessaire l'enduit de corps est au préalable humidifié mais non ruisselant.

Le support est nette de poussières.

Il s'applique sur le corps d'enduit ou sur une surface préparée pour la rendre rugueuse.

Il peut servir d'enduit de finition ou d'intermédiaire entre le corps d'enduit et l'enduit de décoration.

Il doit suivre la planéité du support sans variation d'épaisseur.

Il est exempt de toutes fissures.

Le rendu final dépend des exigences demandées : taloché, lissé, brossé, etc.

Une couche de décoration supplémentaire peut être appliquée...

8.2.3 Nombres de couches

Les enduits en terre peuvent être appliqués en une ou en plusieurs couches.

L'enduit de terre monocouche est mis en œuvre sur tous les supports en terre plan et sur tous les supports de la construction massive suffisamment rugueux et présentant une absorption homogène (par ex. béton cellulaire, briques poreuses, briques silice-calcaires, supports de la construction sèche, etc.). Cependant pour éviter les risques de spectres dans certains cas, il peut être nécessaire d'appliquer l'enduit monocouche en deux passes successives.

Les enduits de terre multicouches sont mis en œuvre sur des supports qui ne sont pas plan et sur tous les supports requérant un support d'enduit, comme par ex., les roseaux, les panneaux en laine de bois, les supports mixtes.

Le support d'enduit doit être plus gras que l'enduit fin et si possible armé de fibres.

Enduit fin de terre (granulométrie jusqu'à environ 2 mm) : mis en œuvre à la spatule sur un support suffisamment plan. mise en oeuvre de façon homogène sans créer de surépaisseur afin d'éviter les risques de fissuration
L'enduit fin à une épaisseur constante et suit le support

8.2.4 Épaisseur

L'épaisseur des enduits terre varie selon leurs fonctions, leurs dosages en liant et leurs granulométries. Elle peut ainsi varier de quelques millimètres pour les enduits de décoration et finition à plusieurs cm aux enduits de corps.

Pour obtenir de forte épaisseur il est recommandé d'avoir une charge avec une granulométrie importante ainsi que l'adjonction de fibre afin d'armer l'enduit.

Il est important de valider les épaisseur avec les tests en annexe pour s'assurer de leurs cohésion sur le support.

Epaisseurs courantes variables selon les praticiens :

- Barbotine : millimétrique
- Gobetis : millimétrique
- Monocouche : entre 5 et 15 mm en une ou deux passes
- Corps d'enduit : de 5 à 15 mm, pas de limites maximum
- Finition : 5 mm
- Décoration : 3 à 5 mm

8.2.5 Les armatures

On appelle armature l'inclusion de fibres ou de trames qui limite l'apparition de fissures dans l'enduit. A la différence des enduits conventionnels, on peut utiliser des fibres végétales et animales dans les enduits en terre, soit directement incluses dans le mortier, soit sous forme de trame incluse après application sur le support.

8.2.5.1 Fibres ajoutées au mortier

Les fibres incluses directement dans le mortier ont deux fonctions, augmenter la résistance aux tensions de l'enduit et augmenter la capacité d'épaisseur du mortier. Leurs sélection dépend de nombreux facteurs, ce qui mène à la réalisation d'essais avant validation pour utilisation.

Il est important que les dimensions des fibres ainsi que leurs proportions soient en adéquations avec avec les autres composant de l'enduit ainsi que l'épaisseur à laquelle il va être appliqué.

Type de fibres :

- fibres végétales : fibre de paille, copeaux de chanvre ou de lin, fibres cellulosiques, etc.
- fibres animales : poils de veaux, de cochons etc.
- fibres synthétiques

8.2.5.2 Trame de renfort

Les trames ont pour fonction de renforcer l'enduit contre les tensions externes et internes à l'enduit. De fait, elles ne doivent pas être fixé au bâti. Elles ne sont en aucun cas un support d'enduit.

Les trames de renforts sont inclus dans une passe intermédiaire d'enduits afin que celles-ci se retrouve dans l'épaisseur de l'enduit, soit marouflées à la surface de l'enduit.

Leurs dimensions sont à définir en fonction de la granulométrie et de l'épaisseur de l'enduit dans lequel elles vont être noyées.

Leur emploi peut être partiel dans des zones de tension ou à risque, telles que les angles, ouvertures, changement de support d'enduits, etc..., ou complet afin de diminuer le risque de retrait et fissurations.

Types de trames de renfort :

- Trame minérale : trame de verre
- Trame végétale : trame de lins, toile de jute
- Grillages métalliques galvanisé

8.3 Préconisations d'application

Les enduits sont appliqués manuellement ou projetés mécaniquement selon l'une des méthodes suivantes :

- en monocouche
- en plusieurs couches

L'enduit est projeté, tiré ou appliqué à la main ou à la machine.

Pour les enduits fabriqués sur site à partir de terre, il doit être prélevé un échantillon de travail.

Pour les produits finis, les indications du fabricant sont à suivre.

8.4 Spécifications par mise en oeuvre

8.4.1 Corps d'enduit

Le corps d'enduit peut recouvrir les tuyaux et gaines.

Les fissures de retraites possibles ne doivent pas présenter de cassures ou décollements du support.

8.4.2 Enduit de finition

Lorsque l'effet décoratif est obtenu par l'emploi de granulats de fort diamètre projetés sur le mortier frais de la couche de finition, cette couche est d'épaisseur suffisante pour garantir un scellement correct des granulats apparents.

9 Prescriptions spécifiques

9.1 Correcteur thermique

Avec ajout de fibres, granulat ou de copeaux pour alléger le mortier la correction est fonction de l'épaisseur et de la masse volumique ou "lambda"

9.2 Joints de pierres

Le jointolement entre pierres peut se faire avec les préparations et les précautions adéquates; purge des anciens enduits ou joints en profondeur, vérification de la stabilité des pierres du support, pas d'utilisation en bas de mur, ..

9.3 Enduits extérieurs

Cas d'enduits non stabilisés

Les enduits verticaux extérieurs devront être exécutés sur des ouvrages protégés de la pluie battante .

De même pour les joints de pierres extérieurs qui seraient protégés de la pluie battante.

9.4 Enduits sacrifiés

Dans le bâti ancien et notamment dans les bâtiments agricoles, le salpêtre (sel provenant surtout des excréments des animaux) ronge les bas de murs.

La réalisation d'enduit en terre (la plus argileuse, voire une argile pure) permet une aspiration des sels et donc une diminution de l'humidité et les dégâts liés à ces deux agents pathogènes.

En traitement associé à d'autres remèdes (drainage, rabaissement des terrains avec contre pente,..) les enduits terre sacrifiés permettent un assainissement des bas de murs.

10 Contrôles de qualités

10.1 Contrôle de qualité

Une attention particulière est portée :

- à l'accroche des enduits : absence de déformations, de décollements, de fissures et de cloques ;
- à la protection au feu ;
- à la protection à l'eau liquide des parois soumises aux projections d'eau ;
- à l'étanchéité à l'air des parois au travers de l'absence de fentes dans les enduits et au niveau de leur interface avec d'autres ouvrages ;
- à la résistance au cisaillement requise.

10.2 Masse volumique pour définir un mortier allégé

Les échantillons doivent être confectionnés à la côte de 10 x 10 x 10 cm comme sur le chantier. La moyenne arrondie doit être établie à partir de trois essais au moins, les valeurs individuelles ne doivent pas diverger les unes des autres de plus de 5 %, et pour le mortier à maçonner en terre légère de plus de 10 %.

10.3 Procédure de validation de la maîtrise des tensions au séchage d'enduits à base d'argile.

10.3.1 Objet

Cet essai, aisément réalisable sur chantier, permet de contrôler la maîtrise de la fissuration de retrait d'un enduit à base d'argile. Il est applicable pour tout type de support et présente l'avantage de valider, dans des conditions aussi proches que possible de celles de chantier, la qualité du support, des dosages et de la mise en oeuvre des enduits. Il est applicable dans les mêmes termes à des enduits à base de produits prêts à l'emploi ou de produits locaux peu transformés, des terres locales par exemple.

10.3.2 Rappel

Les dosages en liant des mortiers sont primordiaux pour assurer qu'un enduit ne fissure pas et qu'il "colle" bien à la paroi sur laquelle il est appliqué.

10.3.3 Protocole

- Réaliser des échantillons d'enduit:
 - d'une surface de 25 X 25 cm chacun;

- d'une épaisseur identique à l'ouvrage à réaliser;
- représentatifs des conditions réelles de mise en oeuvre.
- Valider le ou les échantillons qui satisfont les critères suivants:
 - absence de poudrage;
 - absence de fentes de retrait qui mettent en péril l'adhérence de l'enduit après séchage
 - couleur et aspect conforme au cahier des charges

10.3.4 Réalisation des échantillons:

Le support est conforme aux conditions de mise en oeuvre en chantier.

Des échantillons sont réalisés (Ils sont) selon le protocole suivant:

1. description des matériaux utilisés pour chaque échantillon
 2. dosage en volume des matériaux par rapport au volume de terre utilisé
 3. séchage complet avant observation des résultats
- mélangés et mis en oeuvre de la même manière que sur le chantier: application par collage, projection mécanique ou projection manuelle, serrage, talochage, finition, teneur en eau; épaisseur
 - réalisés à partir de différentes compositions d'enduit (tab. A 3.1).

EXEMPLE DE DECOMPOSITION D'ECHANTILLON

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| 1 volume de terre | 1 volume de terre +20% de fibres | 1 volume de terre +30% de fibres | 1 volume de terre +40% de fibres |
| 1 volume de terre + 1 volume de sable | 1 volume de terre +20% de fibres + 1 volume de sable | 1 volume de terre +30% de fibres + 1 volume de sable | 1 volume de terre +40% de fibres + 1 volume de sable |
| 1 volume de terre + 2 volume de sable | 1 volume de terre +20% de fibres + 2 volume de sable | 1 volume de terre +30% de fibres + 2 volume de sable | 1 volume de terre +40% de fibres + 2 volume de sable |
| 1 volume de terre +3 volume de sable | 1 volume de terre +20% de fibres +3 volume de sable | 1 volume de terre +30% de fibres +3 volume de sable | 1 volume de terre +40% de fibres +3 volume de sable |

Tableau A 3.1. Exemple d'essais de dosage d'enduits de volume.

Pour chacun des échantillons réalisés:

- appliquer une petite quantité d'enduit sur 25 X 25 cm environ;
- noter le dosage et types de mise en oeuvre
- dans la même épaisseur que sur le chantier

- laisser prendre l'enduit (fig A 3.1)

10.3.5 Lecture des résultats de l'essai:

Lorsque les échantillons sont complètement secs, les mortiers qui sont potentiellement utilisables sont ceux qui n'ont pas fissurés. Pour effectuer un choix définitif, il est nécessaire de valider la tenue au cisaillement des enduits afin de vérifier que les mortiers sélectionnés adhèrent suffisamment à la paroi (annexe A 4).

Les échantillons sont des rectangles de 25 X 25 cm, permettant de valider la maîtrise des tensions au séchage d'enduits.

Les échantillons présentés (fig A 3.2 et A 3.3) sont réalisés avec des terres et des dosages terre/sable différents.

10.4 Procédure de validation de tenue à l'arrachement/ cisaillement d'enduits.

10.4.1 Objet:

Cet essai, aisément réalisable sur chantier, permet de contrôler la résistance d'un enduit à l'arrachement/au cisaillement.

Il est applicable à tout type de support et présente l'avantage de valider, dans des conditions aussi proches que possible de celles du chantier, la qualité du support, des dosages et de la mise en oeuvre des enduits.

Il est applicable dans les mêmes termes à des enduits à base de produits manufacturés ou de produits locaux peu transformés, terres locales par exemple.

10.4.2 Protocole:

- Réaliser des échantillons d'enduits:
 - d'une surface de 20 cm² chacun (4 cm de haut X 5 cm de large);
 - d'une épaisseur identique à l'ouvrage à réaliser ;
 - représentatifs des conditions réelles de mise en oeuvre.
- Appliquer une charge de 2 kg.
- Valider l'essai sur 5 échantillons séparés d'au minimum 30 cm:
- si tous les échantillons résistent au test de l'arrachement /de cisaillement, le test est valide;
- sinon refaire l'essai à partir d'une autre composition d'enduit et/ou de mise en oeuvre jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants.

10.4.3 Réalisation des échantillons:

Le support est conforme aux conditions de mise en oeuvre du chantier.

Les 5 échantillons sont des rectangles de 5 X 4 cm. Ils sont:

- mélangés et mise en oeuvre de la même manière que sur le chantier;
- réalisés à partir d'une même composition d'enduit.

Contrôle de dosage et d'arrachement des enduits:

Pour chacun des échantillons réalisés:

- appliquer et aplanir une petite quantité d'enduit;
- appliquer un gabarit de dimension 4 cm de haut et de 5 cm de large lorsque les plaquettes sont suffisamment fermes (fig A 4.1.)
- retirer l'excédent d'enduit autour du gabarit:
- la découpe est nette et n'emporte pas de morceaux d'enduit présent à l'intérieur du gabarit, la face supérieure de l'échantillon est plane et horizontale afin de bien répartir la charge à porter;
- laisser prendre l'enduit.

10.4.4 Fabrication de la charge:

Un support pour les essais en charge est réalisé (fig A 4.2.) Il est constitué:

- d'une tablette
- d'un cadre qui s'appuie sur la surface supérieure de l'échantillon.

La charge à porter est de 2 kg.

10.4.5 Procédure pour l'essai de charge:

Les essais en charge sont réalisés une fois la prise faite sur une surface enduite verticalement.

Le support de la charge:

- est déposé sur l'échantillon
- ne doit pas faire porter son poids par des aspérités de la paroi autres que celles de l'échantillon testé.

La charge est posée sur le support. (fig A 4.3.)

Si l'échantillon supporte la charge pendant 30 sec au minimum, il est validé. On réitère cette opération sur les 4 autres échantillons. (fig A 4.4.)

Si tous les échantillons ont réussi avec succès l'essai, l'enduit est validé
note de calcul

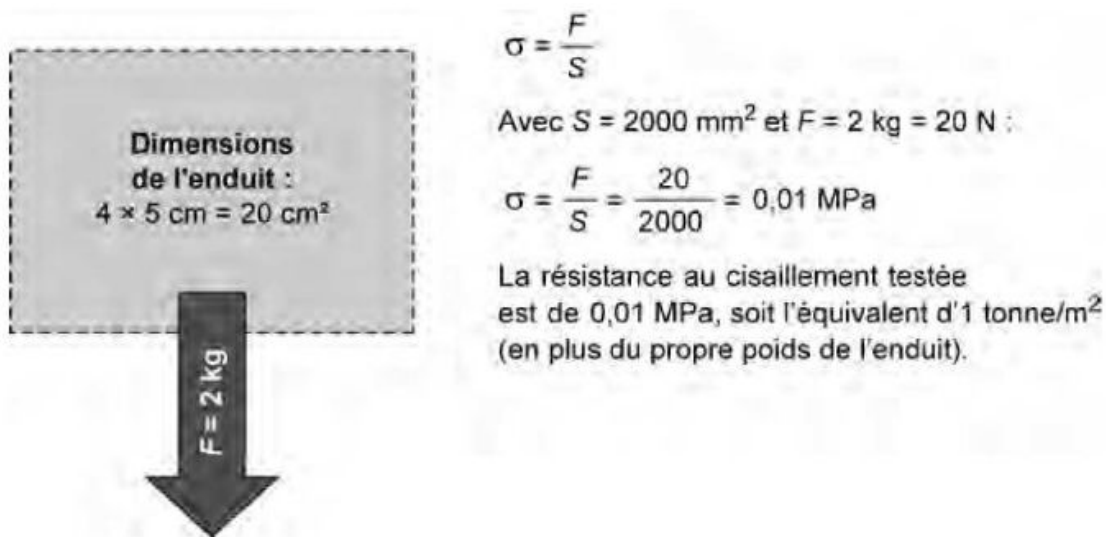


Fig. A4.5. Note de calcul

Test pour des enduits soumis à des frottements ou à des chocs comme une cage d'escalier

10.5 Test abrasion

Ce test s'effectue sur des échantillons carrés 18cm*18cm*3cm, qui sont posés sur des briques extrudées, et qui ont séché plus de deux semaines, à une température ambiante permettant un séchage complet (mettre à proximité d'une source chaude si le temps extérieur est humide et frais). Il s'agit de soumettre l'échantillon à une érosion mécanique appliquée par frottement d'une brosse métallique à pression constante sur un nombre de cycles donnés.

Simuler l'abrasion :

- Utiliser une brosse métallique de 25mm de large
- Lester la brosse d'une masse de 3kg
- Déplacer cet ensemble brosse/masse sur la longueur de l'échantillon en faisant des allers-retours sur la face la plus large de l'échantillon sans y ajouter de pression supplémentaire
- Faire 30 allers-retours

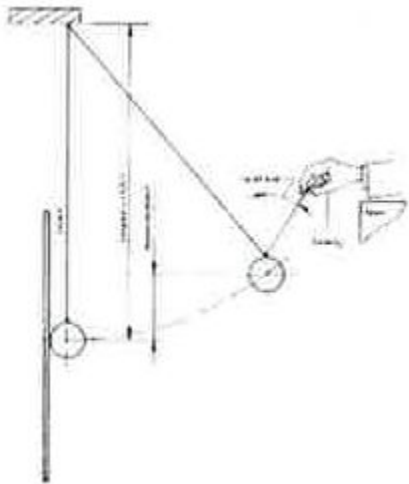


- A la fin du brossage, enlever les morceaux qui se détachent.
- Mesurer la profondeur du sillon créé
- Un enduit en liant terre sans adjuvant risque d'avoir un sillon de 3 cm
- L'enduit est considéré comme résistant aux frottements si le sillon est inférieur à 2 mm et comme très résistant aux frottements si aucun sillon n'est creusé

2 Tests aux chocs de résistance de corps dur

L'essai dynamique de corps dur est réalisé à l'aide d'une sphère d'acier. La sphère tombe, en mouvement pendulaire, sans vitesse initiale, et vient frapper perpendiculairement à son plan, l'enduit au point d'impact:

note: l'essai est effectué avec une sphère d'un diamètre de 100 mm, d'une masse de 1kg



Le critère de résistance est satisfaisant pour des enduits soumis à des chocs si l'enduit ne subit pas de détérioration mettant en cause la conservation de ces performances, sa durabilité ou de façon inadmissible son aspect (pas de fissures ni trace du choc dépassant 3 mm).

Réitérer l'expérience avec un poinçon d'un diamètre de 5mm en chargeant le pendule d'une masse d'1kg. Le critère de résistance est qualifié d'excellent pour des enduits soumis à des chocs si l'enduit ne subit pas de détérioration mettant en cause la conservation de ces performances, sa durabilité ou de façon inadmissible son aspect (pas de fissures ni trace du choc dépassant 3 mm)

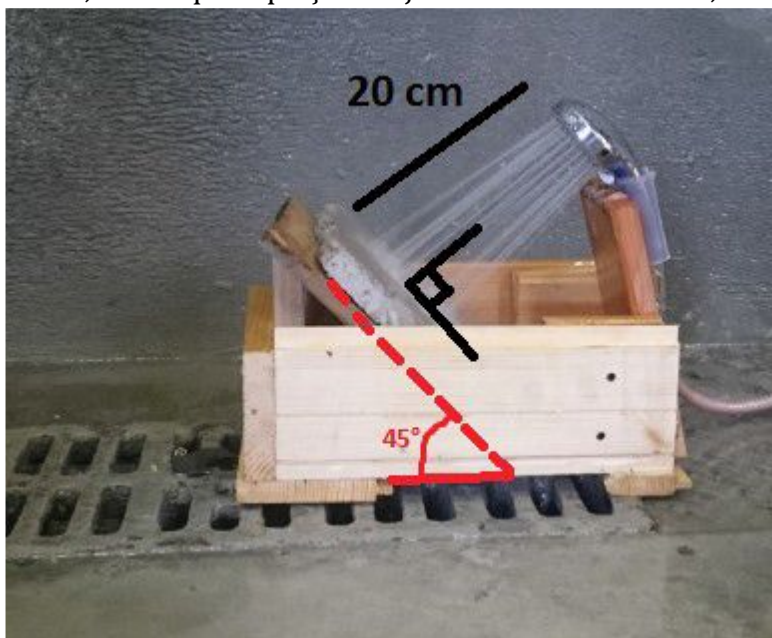
10.6 Test pour des enduits extérieurs soumis à des intempéries en situation abritée ou semi-abritée

test érosion

Ce test s'effectue sur des échantillons carrés 18cm*18cm*3cm, qui sont posés sur des briques extrudées, et qui ont séché plus de deux semaines, à une température ambiante permettant un séchage complet (mettre à proximité d'une source chaude si le temps extérieur est humide et frais). Il s'agit de simuler une pluie forte et agressive durant 20 minutes, suivie d'un cycle gel-dégel extrême.

Protocole :

- L'échantillon doit être placé à 45° par rapport au sol, ce qui permet l'évacuation de l'eau.
- Un pommeau de douche doit être placé à 20cm de l'échantillon. Son jet doit arriver à 90° sur l'échantillon.
- Durée du test : 20 minutes
- Concernant la pression de l'eau : Pour mesurer la pression nécessaire à l'essai, il faut qu'en plaçant le jet orienté vers le haut, celui-ci atteigne 1m50.



L'échantillon est placé ensuite immédiatement après le test durant 2H dans un congélateur à -18°C.

L'échantillon dégèle ensuite 24h à température ambiante d'environ 20°C.

Le test est concluant si après les 20 minutes de douche, on ne révèle aucune trace d'impact et qu'il se conserve parfaitement après son cycle gel/dégel.

11 Annexes

11.1 Pathologies et Diagnostics des supports

11.2 Description des supports

L'extrême diversité des supports, des états de surface et des préparations possibles en rapportant un « interface » est illimitée.

Des maçonneries anciennes issus des matériaux du lieu ayant passé les siècles jusqu'aux murs neufs minces aux performances structurelles en passant par les architectures de remplissage, les variantes locales et historiques, les architectures urbaines (qui interagissent entre elles), la liste encyclopédique de l'architecture en France n'est pas le sujet ici, sauf à souligner ses valeurs.

La qualité et la variété des enduits terre permet de prévoir nombre de possibilités et de solutions pour être mis en œuvre sur tous ces ouvrages bâtis.

Et ces quantités de possibilités de pose sur tous ces supports sont une richesse et en même temps un risque de défauts et de pathologies finales de l'enduit.

Un support sera admissible à la réalisation d'un enduit terre s'il est suffisamment stable et exempts de pathologies.

Il faut donc analyser, diagnostiquer les ouvrages bâtis pour que l'enduit final ne subisse pas de défauts liés au bâti.

Et on verra que l'importance des travaux connexes aux enduits terre est majeure à prendre en compte ; en effet une intervention seule d'enduit n'induit pas les mêmes risques que par exemple la réhabilitation complète d'un bâtiment ayant plusieurs siècles.

Faut-il décomposer les supports en supports anciens ou neufs, ou en supports homogènes ou pas, en supports porteurs ou en parois non porteuses ?

Il est rare de trouver des supports homogènes qui permettent la réalisation « facile » d'enduit. Différents matériaux d'origine (Jambages et linteaux en pierres, bois, briques, soubassements ou arases maçonnées, et bien sur les ossatures porteuses en bois, les lattis,) ou rapportés (linteaux fers ou béton, reprises en parpaings, briques voire béton) passages de gaines en saignées, etc... définissent plutôt des supports hétérogènes.

C'est plutôt dans la construction neuve que l'on pourra parler de supports homogènes ; bien que des joints entre matériaux, entre plaques définissent une certaine hétérogénéité.

Mais ce sont les préparations qui vont permettre de rendre homogène la surface grâce aux préparations et aux sous couches.

11.3 Pathologies des supports

De même que concernant la diversité des supports, la diversité des pathologies pour chaque support est extrême.

Les pathologies qui peuvent agir sur l'enduit :

Les pathologies structurelles,

Les pathologies humides – hydriques (dont les problèmes de condensation, de ponts thermiques, revêtements extérieurs étanches,...),

Les pathologies de matériaux divers,

Les Pathologies de surface du support,

Les pathologies « urbaines »,

La conjonction de pathologies,

Les défauts d'entretien,

Les pathologies « futures »,..

Il faut retenir ici :

Supports anciens :

La stabilité d'un bâti ancien n'est jamais certaine.

Des fissurations de structure peuvent se réouvrir inéluctablement.

< Mais des mortiers de terre ont la capacité de bien répondre à des sollicitations structurelles faibles et surtout grâce à la préparation du support.

Les pathologies humides ou hydriques en bas de murs du fait des remontées capillaires sont systématiques sur une hauteur normalement faible.

Associées à la présence de "sels" (salpêtre) ou de matières polluées (bistre,..), elles dégradent les matériaux et les maçonneries

< Les mortiers de terre n'ont la capacité de réguler cette « humidité régulière » et surtout le risque de dégradation chimique.

< Eviter donc l'enduisage en enduit terre en bas de murs.

< Par contre des enduits sacrifiés en terre peuvent être une très bonne solution de purge du salpêtre (nécessite un délai non court).

< Nota : Par contre il faut signaler cette humidité capillaire et indiquer qu'il faut d'autres traitements pour limiter celle-ci.

Supports neufs:

Si le bâtiment construit n'est pas stable au niveau structurel mais aussi au niveau hydrique, les risques de défauts ou pathologies d'enduits terre sont possibles.

Et l'environnement proche non aménagé peut générer aussi une évolution dans l'état du bâtiment neuf.

< Délai et état des supports seront à vérifier.

Détails - exemples :

Des rajouts de gaines encastrées juste avant enduit, peuvent induire des spectres sur l'enduit,..

Tâches, auréoles, fissures à l'interface de différents matériaux,...

11.4 Diagnostic du bâti, du support, de la surface à enduire

La variété et la complexité des bâtis anciens et neufs est à signaler et peut paraître sans commune mesure avec l'intervention d'un simple enduit terre.

C'est pourtant dans l'analyse relative qu'il faut chercher les critères de « Bonnes Pratiques » et donc de « Bons Choix » qui éviteront au maximum les « Mauvais résultats ».

L'analyse – diagnostic - préliminaire à toute intervention même simple et même avant la réalisation d'un devis doit être une posture professionnelle, un réflexe que donne notamment la longue expérience, pour éviter les mauvaises surprises.

Types de contexte dans laquelle va s'effectuer l'intervention d'enduit terre :

- Simple intervention d'enduits (1 seul "ouvrage" réalisé)
- Opération globale: chantier de réhabilitation complète - nombreux "ouvrages"
- Opération globale: chantier de construction neuve complète- nombreux "ouvrages"
- Cas d'opération avec des signes de pathologies

Supports anciens :

Si des travaux d'enduits sont demandés, c'est soit que les enduits anciens sont obsolètes, soit que des pathologies internes dégradent les enduits, soit choix d'amélioration (esthétique, thermiques).

Par principe plus dégradé qu'un bâti en neuf, et ou une conjonction de pathologies est à craindre, l'analyse du bâti existant est donc fortement à entreprendre.

- Opération globale: chantier de réhabilitation complète - nombreux "ouvrages"

Si l'opération importante a fait l'objet d'un Diagnostic par un expert ou un spécialiste, elle devra être transmise avant.

Si l'opération importante n'a fait l'objet d'un Diagnostic par un expert ou un spécialiste, elle devra être réalisée soit par l'entreprise si elle a la compétence pour faire l'analyse d'un bâti ancien, soit à demander celle-ci à un professionnel du diagnostic.

- Simple intervention d'enduits (1 seul "ouvrage" réalisé)

L'entreprise devra effectuer un constat global des existants, et non simplement un constat des parties à enduire.

Supports « neufs » :

- Opération globale: chantier de construction neuve complète- nombreux "ouvrages"

L'entreprise devra effectuer un constat global du bâtiment, et non simplement un constat des parties à enduire.

11.5 Préparation des supports

Supports adaptés ou admissibles :

Support stable structurellement, sans humidité (sauf cas particulier des bas de murs avec remontées capillaires).

Préparation consistera à « simplement » nettoyer la surface du support. Purger tout élément non stable, piquer tout ancien revêtement inadapté, creuser fissures existantes, vérifier aussi la tenue de la maçonnerie (des petites pierres peuvent se déchausser).

Parement existants sur supports :

La présence d'anciens enduits est quasi systématique dans les anciens logements.

Enduits chaux, ciment, plâtre, peintures (au plomb ! Plastique, etc)

Ceux-ci sont parfois dégradés (ce qui peut expliquer le choix de les refaire), parfois constitués d'enduits ciment inadaptés, ou d'enduits pollués et humides.

La préparation sera fondamentale.

Si impossibilité d'enlever les anciens revêtements trop dur (enduit ciment) pouvant dégrader le support, il peut-être conseillé de doubler les murs.

Ou de mettre en place un « interface », notamment pour les murs de refend.

Evaluation état interne:

Soit par sondages si des signaux d'alerte indiquent une dégradation (humide, ou dégradation de surface du support).

Soit par purge de tous éléments dégradés: permet parfois de mettre à jour un support dégradé, humide, salpêtré.

Supports fissurés :

Les mortiers de terre ont la capacité de bien répondre à des sollicitations structurelles faibles et surtout grâce à la préparation du support :

Par une préparation précise ; ouverture fissure, remplissage fissure par un mortier ou un coulis de terre

Par l'interposition d'une trame marouflée dans une sous couche d'enduit.

Supports inadaptés :

Soit pas d'enduit possible : ceci est défini par le diagnostic – Constat (pathologies non traitables pour assurer la qualité de l'enduit)

Soit préparations possibles, ou interposition d'un interface

Exemples : panneaux isolants, lattis végétal, lattis métallique,

La mise en œuvre de ces éléments doit respecter les Règles en vigueur voire de respecter la nécessité de ménager une lame d'air (paroi à ossature bois)

Supports particuliers :

Sous face de plancher ou de dalles

Supports lisses

L'utilisation de support d'accroche pour enduit est préconisée pour les supports lisses (par ex. bois) ou en cas de support non accrocheur (par ex. bois supports mixtes). Sont adaptés par ex. les grillages céramique, les nattes tubulaires ou le métal déployé. Si le support d'enduit a également une fonction d'armature, il doit être placé au moins à 10 cm au-delà du bord du bois sur un fond d'enduit stable. Les nattes tubulaires ne font fonction d'armature que dans un sens. Les bois jusqu'à 8 cm de largeur peuvent être recouverts, sans grillage, de terre à torchis ou d'un enduit de terre à forte armature de paille.

Supports extérieurs :

Les préparations des supports extérieurs ne changent pas des préparations intérieures puisque les conditions finales sont les mêmes.

11.6 Fiche constat préparatoire du chantier

11.7 Résistance au feu

11.8 Résistance thermique

11.9 Résistance phonique

11.10 Résistance sismique

11.11 Exemples de bonne pratique pour les murs et plafond

11.12 Exemples de solutions:

11.12.1 gestion des angles

Les arêtes des cueillies ou angles sortants peuvent être réalisées à l'aide de profilés métalliques définis dans la NF DTU 26.1 P1-2 (CGM), préalablement fixés aux arêtes avec le mortier frais. L'épaisseur de l'enduit induite par le profilé doit correspondre à l'épaisseur minimale requise de l'enduit. Lorsque le profilé métallique est recouvert d'un jonc PVC décoratif celui-ci doit être dégagé de l'enduit.

11.12.2 Jonction d'une maçonnerie de remplissage et élément d'ossature de faible largeur

La jonction doit être réalisée conformément aux prescriptions du NF DTU 20.1 P1. Dans le cas de pièces en bois de largeur limitée à 15 cm, celles-ci doivent, en outre, être recouvertes par une feuille de désolidarisation. Au-delà, se référer aux prescriptions de l'article 10 (enduit désolidarisé, sur treillis métallique).

11.13 Etanchéité à l'air

11.14 Enduit terre sacrifié

Fiche P Scarato existante (à revoir)

11.15 Adjuvants

+Les polysaccharides (polymères de sucre): cette catégorie regroupe historiquement les recettes à base de bouse animale, de fermentation longue de foin et/ ou de paille à partir de jus végétaux divers, de farine, de tubercules ou de gommes. Ces polymères ne sont souvent pas disponibles immédiatement, c'est pourquoi des processus de fermentation sont nécessaires.

Ces recettes historiques peuvent être actualisées et utilisable directement sur chantier sans processus de fermentation en utilisant certaines méthylcellulose ou lignine directement. Ces polymères améliorent essentiellement les propriétés mécaniques des enduits et légèrement la résistance aux intempéries.

+Les lipides: cette catégorie regroupe des huiles, des graisses et des cires.

De nombreuses cires et huiles sont disponible sur le marché.

Si certaines huiles ou cires peuvent améliorer la résistance aux intempéries des enduits en terre, il faut se méfier de leur résistance dans le temps.

+Les protéines: cette catégorie regroupe la caséine du lait, l'albumine du blanc d'oeuf, le sang, des collagènes contenus dans des colles de peau ou d'os.

Ces recettes améliorent la résistance à l'eau des enduits et parfois aussi leur résistance mécanique.

Ces protéines ont parfois été utilisées avec d'autres produits (comme la caséine avec l'ammoniaque en traitement de surface).

+D'autres molécules naturelles complexes aux mêmes propriétés comme des résines et des tanins ont parfois été utilisées comme adjuvants mais ils ont souvent des conséquences sur l'aspect esthétique des enduits.

+Enfin, il y a de nombreuses recherches autour des géopolymères qui ont pour objectif de reconstituer de la pierre par polymérisation du noyau de silice d'une des argiles: la kaolinite. A cet effet, des adjuvants comme certaines cendres, des fientes de pigeons, certains silicates ont été utilisés à titre expérimental.

11.16 Bibliographie