L'innovation dans le secteur des matériaux de construction pour la promotion de la performance énergétique et l'éco-construction : Présentation du guide technique sur l'isolation thermique

Monsieur Mounir BAHRI :

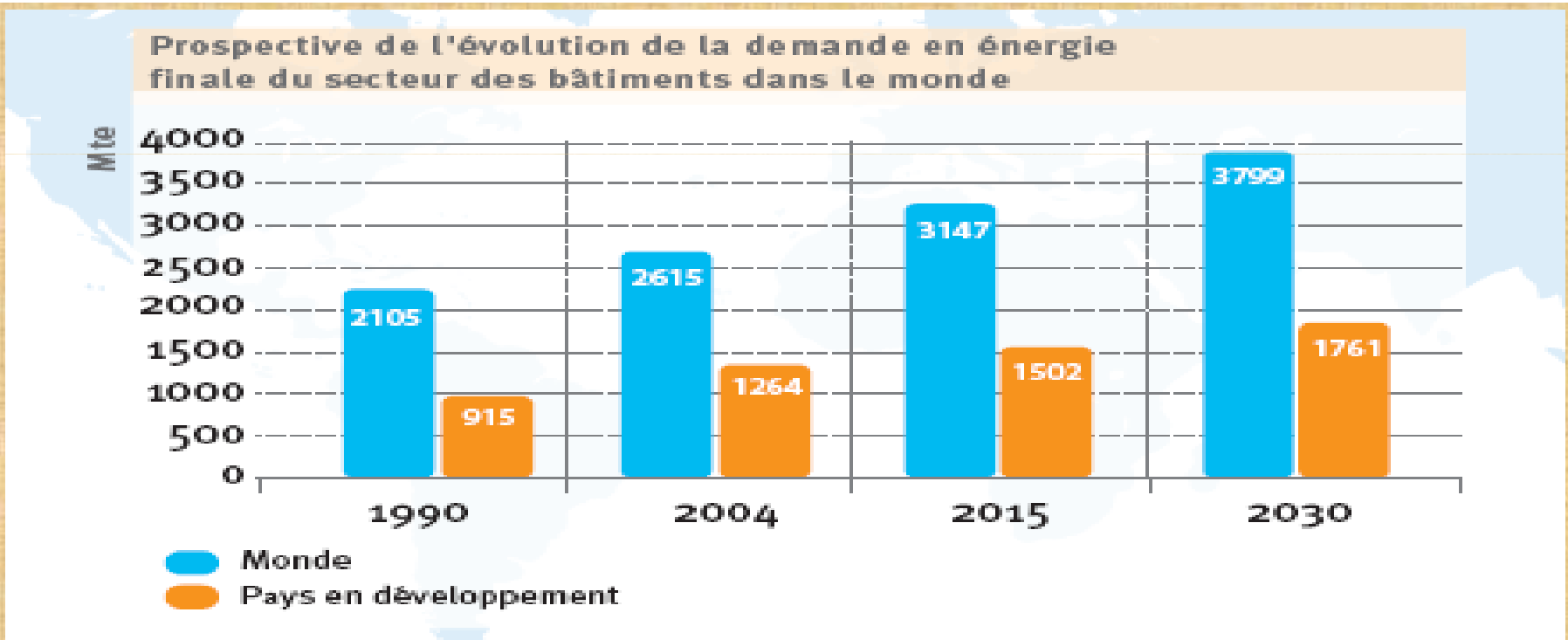
Directeur Général

Centre Technique des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre

mounir.bahri@planet.tn

Prospective de l'évolution de la demande en énergie finale du secteur des bâtiments dans le monde

Le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire) représente aujourd'hui un peu plus du tiers de la consommation mondiale en énergie finale. Dans l'ensemble des pays en développement, la part de sa consommation dépasse les 40%. Selon le scénario de référence de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), la consommation d'énergie finale des bâtiments dans le monde pourrait atteindre environ 3 800 millions de tonnes équivalent pétrole en 2030, dont environ la moitié (1 800 tep) proviendrait des pays en développement.



mounir.bahri@planet.tn

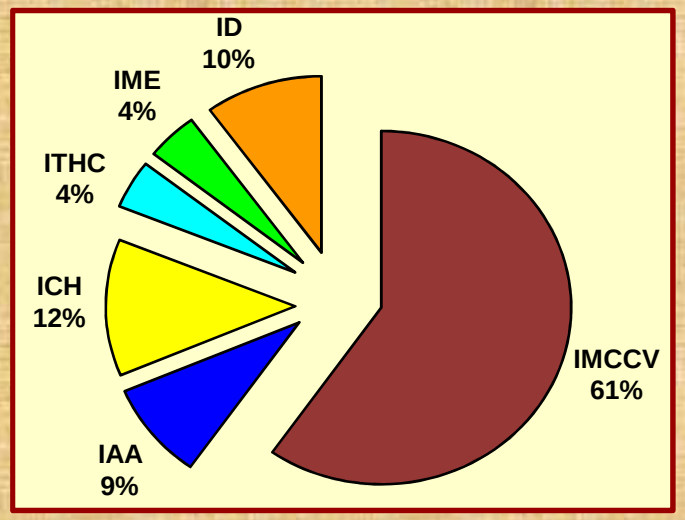
En ce qui concerne le volet environnement, le secteur du bâtiment contribue fortement aux émissions de gaz à effet de serre (GES) avec environ 20% des émissions dues à la consommation d'énergie finale hors électricité. Ces émissions pourraient s'élever à prés de 4 300 millions de tonnes équivalent CO2 à l'horizon 2030, dont plus de la moitié seraient générées par les pays en développement.

En Europe, le secteur du bâtiment constitue une charge environnementale globale non négligeable, en effet il représente :

- **50% du total des ressources naturelles exploitées,**
- **45% des consommations d'énergies,**
- **40% des déchets produits dont 25% sont seulement recyclés en moyenne,**
- **25% des émissions de CO2,**
- **16% des consommations d'eau, sachant que seul 1% est destiné à l'alimentation humaine**

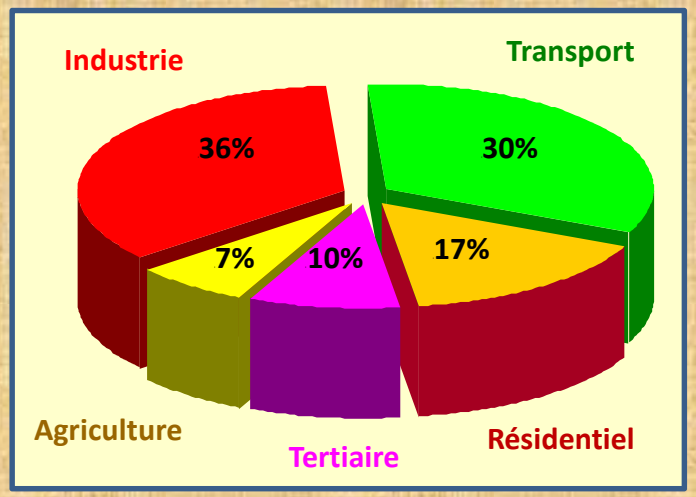
Contexte énergétique en Tunisie

COUT ENERGETIQUE DE PRODUCTION DES MATERIAUX



2000 ktep

COUT ENERGETIQUE D'EXPLOITATION



mounir.bahri@planet.tn

DEMARCHE BATIMENT A HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTAL

Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur

Eco-construction :

1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat
2. Choix intégré des procédés et produits de construction
3. Chantiers à faibles nuisances

Eco-Gestion :

4. Gestion de l'énergie
5. Gestion de l'eau
6. Gestion des déchets d'activité
7. Gestion de l'entretien et de la maintenance

Créer un environnement intérieur satisfaisant

Confort :

8. Confort hygrothermique
9. Confort acoustique
10. Confort visuel
11. Confort olfactif

Santé :

12. Qualité sanitaire des espaces
13. Qualité sanitaire de l'air
14. Qualité sanitaire de l'eau

mounir.bahri@planet.tn

DEMARCHE BATIMENT A HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTAL

Etablir une meilleure coordination entre les différents organismes nationaux à travers le CTMCCV :

- **Programme national de Mise à Niveau**
- **Programme National de Coaching**
- **Programme National de la Qualité**
- **Programme National de Soutien à la Création d'Entreprises**
- **Programme National de Formation Continue**
- **Programme de Recherche Fédérés (PRF)**
- **Programme National de Recherche et d'Innovation (PNRI)**
- **Programme National de Maîtrise de l'Energie**
- **Programme National de Protection de l'Environnement**
- **Programme National AMAL**

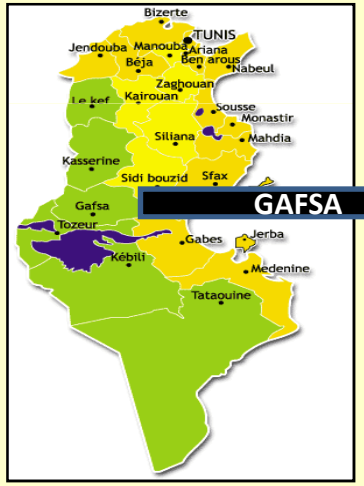
OBJECTIF : BATIMENT A HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTAL

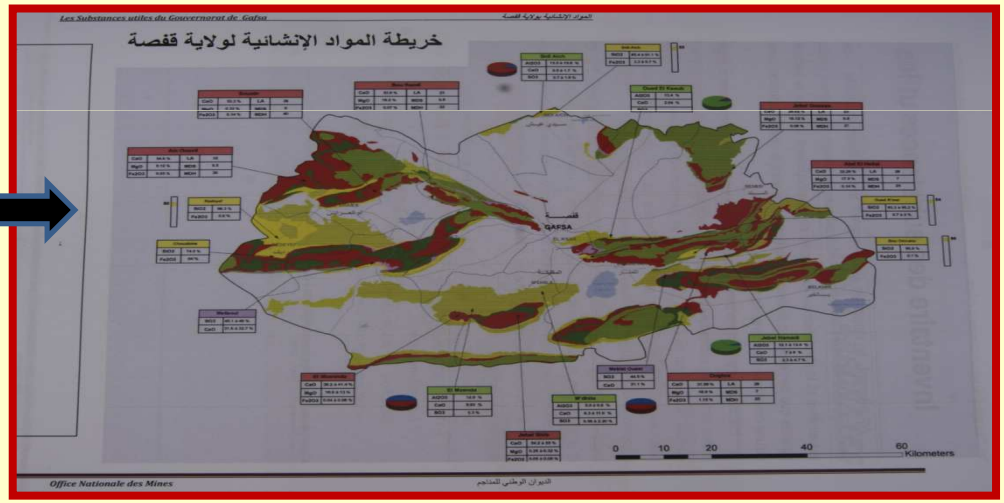
Coût du transport de la matière première

VALORISATION DES SUSBSTANCES UTILES LOCALES

DEVELOPPEMENT REGIONAL

Coût du transport de la matière première





CARBONATES

LES ARGILES

LES SABLES

LES GYPSES

Source Office National des Mines (ONM)

mounir.bahri@planet.tn

OPPORTUNITES OFFERTES

- **La subvention des projets est plafonné à 200 000 DT.**
- **La subvention de l'état représente 80% du coût du projet.**
- **La contribution de l'industriel représente au moins 20% du coût du projet.**

- **N.B: Il s'agit d'une contribution en nature.**

OPPORTUNITES OFFERTES

✓ **Ce programme associe 3 partenaires:**

- **Un partenaire technique qui représente la structure porteuse du projet et qui peut être un partenaire de recherche.**
- **Un partenaire de recherche.**
- **Un partenaire industriel.**

Intitulé : Les sables feldspathiques en Tunisie : inventaire et essai d'extraction

Partenaires :

- **Unité de Recherche Géo ressources Environnements Naturels et Changements Globaux à la Faculté des Sciences de Sfax.**
- **Laboratoire des matériaux composites céramiques et polymères à la Faculté des Sciences de Sfax.**
- **CTMCCV**
- **Partenaire industriel : IDEAL SANITAIRE**

COUT : 88.000 DT

mounir.bahri@planet.tn

Intitulé : Enduits projetés prêts à l'emploi à base de plâtre

Partenaires :

- **Le laboratoire de chimie industrielle à l'ENIS**
- **CTMCCV**
- **Partenaire industriel : SIPS (groupe HAMMAMI –Sfax)**

Coût du projet : 85 000 DT

mounir.bahri@planet.tn

Intitulé : **Fabrication de la mousse de verre à partir des déchets de verre plat en vue de son utilisation dans l'isolation thermique et phonique des bâtiments**

Partenaires :

- **Unité de recherches de chimie minérale appliquée (Faculté des Sciences de Tunis).**
- **CTMCCV**
- **Partenaire industriel : SOFAP (groupe HAMMAMI –Sfax)**

Coût du projet : **108.000 DT**

mounir.bahri@planet.tn

RECYCLAGE DES DECHETS DE MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Intitulé : Articles en béton préfabriqués utilisant les déchets de construction

Partenaires :

- **Laboratoire de génie civil à l'ENIT.**
- **Partenaire industriel : SIKA TUNISIENNE**
- **CTMCCV**

Coût : 36.000 DT

Avancement : Fabrication du béton en structure en substituant les granulats par les déchets de construction

mounir.bahri@planet.tn

Intitulé : Optimisation de la fabrication d'articles en pierre reconstituée légère

Partenaires :

- Le laboratoire de chimie industrielle à l'ENIS
- CTMCCV
- Partenaire industriel : APM BACHMARA

COUT : 82.000 DT

mounir.bahri@planet.tn

Intitulé : Incorporation des déchets de verre plat dans les compositions de grés cérame.

Partenaires :

- CTMCCV
- Unité de recherches de chimie minérale appliquée (Faculté des Sciences de Tunis).
- SOMOCER

Coût : 200 000 DT

Prime d'Investissements dans la Recherche et le Développement (PIRD)

Cette prime est régie par le ministère de l'industrie et de la technologie par décret n° 656 du 5 Avril 2010

Cette prime permet aux entreprises industrielles (publiques et privées), établissements publics et aux associations scientifiques, ayant entrepris un projet de recherche appliquée à caractère innovant de bénéficier d'une subvention répartie comme suit :

- **50% du coût de l'étude plafonnée à 25 000 DT**
- **50% du coût des essais techniques, prototypage, acquisition d'équipements de laboratoire, etc…) plafonnée à 100 000 DT**

Intitulé : **Fabrication d'un isolant thermique biologique à partir des fibres végétales.**

Bénéficiaire : Société d' Economie d'énergie

Partenaire : CTMCCV

mounir.bahri@planet.tn

Intitulé : **Fabrication d'un liant hydraulique à haute performance à base de plâtre**

Bénéficiaire : SIPS

Partenaires : CTMCCV

mounir.bahri@planet.tn

Intitulé : **Développement du plâtre à mouler pour l'industrie de la céramique sanitaire**

Bénéficiaires : **KNAUF**

Partenaire : **CTMCCV**

mounir.bahri@planet.tn

QUALITE DU PRODUIT

❖ **Les laboratoires concernés du CTMCCV :**

- **Laboratoire de métrologie : Pesage, Force, Masse et Pression**
- **Laboratoire béton et liants : Passer de 1 Essai → 19 Essais**
- **Laboratoire céramique : Passer de 7 Essai → 16 Essais**
- **Laboratoire de marque ciment :**
- **Laboratoire de réaction au feu :**

❖ Laboratoire de métrologie : Essais existants

- ❑ Essai N°1 : Pesage
- ❑ Essai N°2 : Force
- ❑ Essai N°3 : Masse

❖ Laboratoire de métrologie : Nouveau essai

- ❑ Essai N°4 : Pression

❖ Laboratoire béton et liants : 19 Essais à accréditer

- ❑ 1 Essai Existant
- ❑ 18 Nouveaux Essais pour l'accréditation

❖ Laboratoire béton et liants : Nouvelles accréditations (1)

- ❑ **Essai N°1 : Compression sur éprouvettes en béton**
- ❑ **Essai N°2 : Fendage sur éprouvettes en béton**
- ❑ **Essai N°3 : Analyse granulométrique par tamisage**
- ❑ **Essai N°4 : Masse volumique réelle Absorption d'eau**
- ❑ **Essai N°5 : Propreté des sables**
- ❑ **Essai N°6 : Résistance à l'usure : (micro-Deval)**
- ❑ **Essai N°7 : Résistance à la fragmentation et à l'écrasement**

❖ Laboratoire béton et liants : Nouvelles accréditations (2)

- ❑ **Essai N°8 : Essai de polissage accéléré**
- ❑ **Essai N°9 : Essai de prise (appareil de Vicat)**
- ❑ **Essai N°10 : Résistance à la flexion pour produit en béton**
- ❑ **Essai N°11 : Flexion sur carreaux de mosaïque de marbre**
- ❑ **Essai N°12 : Flexion sur dalles en béton**
- ❑ **Essai N°13 : Flexion sur bordures et caniveaux en béton**

❖ Laboratoire béton et liants : Nouvelles accréditations (3)

- Essai N°14 : Flexion sur pierre naturelle
- Essai N°15 : Fendage sur pavés en béton
- Essai N°16 : Compression sur pierre naturelle
- Essai N°17 : Absorption d'eau sur carreaux de mosaïque de marbre
- Essai N°18 : Absorption d'eau sur produits de voirie en béton
- Essai N°19 : Absorption d'eau sur produits en pierre naturelle

❖ Laboratoire céramique : 16 Essais à accréditer

- ❑ 7 Essais Existants
- ❑ 9 Nouveaux Essais pour l'accréditation

❖ Laboratoire céramique : Essais existants

- Essai N°1 : Détermination des caractéristiques dimensionnelles
- Essai N°2 : Détermination de l'absorption d'eau
- Essai N°3 : Détermination de la résistance à la flexion et force de rupture
- Essai N°4 : Détermination de l'abrasion de surface pour carreaux émaillés
- Essai N°5 : Détermination de la résistance au gel
- Essai N°6 : Détermination de la résistance chimique
- Essai N°7 : Détermination de la résistance aux tâches

❖ Laboratoire céramique : Nouvelles accréditations : Carreaux céramiques

- **Essai N°8 : Détermination de la résistance à l'abrasion profonde pour carreaux non émaillés**
- **Essai N°9 : Détermination de la teneur en Cd et Pb**
- **Essai N°10 : Détermination de la résistance aux chocs thermiques**
- **Essai N°11 : Détermination de la résistance au tréssaillage**
- **Essai N°12 : Détermination de la résistance au choc par mesurage du coefficient de restitution**

❖ Laboratoire céramique : Nouvelles accréditations : Articles sanitaires

- **Essai N°13 : Détermination des caractéristiques dimensionnelles**
- **Essai N°14 : Détermination de l'absorption d'eau**
- **Essai N°15 : Détermination de la résistance à la flexion et force de rupture**
- **Essai N°16 : Détermination de l'abrasion de surface pour carreaux émaillés**

❖ Laboratoire de marque ciment :

Lot N°1 : Equipements pour essais physiques et mécaniques sur les liants

Lot N°2 : Equipements pour essais chimiques sur les liants

Lot N°7 : Spectromètre à fluorescence (XRF) permettant l'analyse et la quantification des éléments chimiques constitutifs

❖ Laboratoire de réaction au feu :

Lot N°1 : Bombe calorimétrique pour la détermination de la chaleur de combustion

Lot N°2 : Equipements pour essais de non combustibilité

Lot N°3 : Equipements pour essai d'inflammabilité avec source de flamme unique

Lot N°4 : Détermination du comportement au feu à l'aide d'une source de chaleur radiante

Lot N°5 : Single Burning Item (SBI) : Attaque thermique provoquée par un objet unique en brûlant

❖ Laboratoire de céramique (complément d'équipements) :

Lot N°1 : Spectrophotomètre UV Visible

Lot N°2 : Appareil pour Charges Statiques (Appareils Sanitaires)

Lot N°3 : Dispositif d'abrasion pour verre (Un dispositif de ce type est réalisé par Teledyne Taber (U.S.A.)

Lot N°4 : Dispositif de tir à la balle pour verre

CTMCCV

MANQUE D'INFORMATION TECHNIQUE SUR LE PRODUIT

mounir.bahri@planet.tn

PROCEDURE DE MISE EN OUEVRE PAS CLAIRE

Phases de préparation des supports

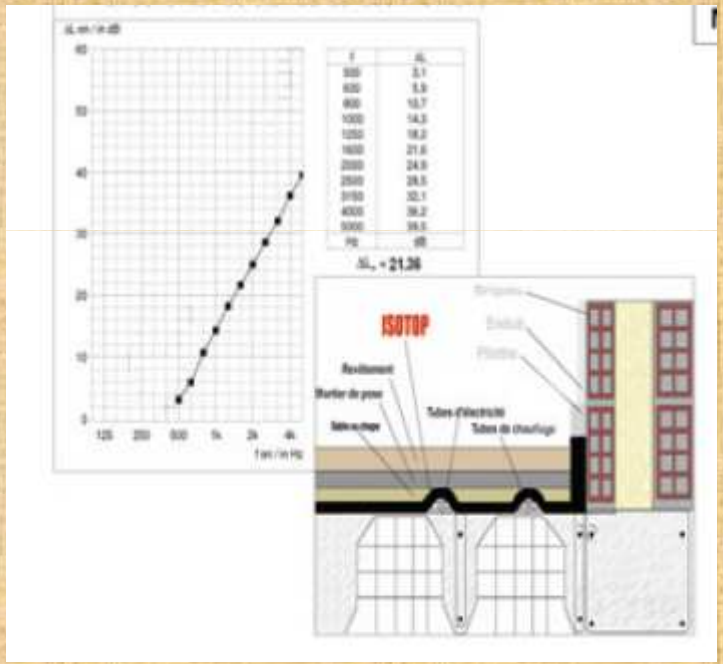
Mettre les taquets tout en conservant l'alignement en utilisant le niveau et le fil.

Sur tous les angles saillants ; mettre des cornières métalliques galvanisées.

Il faut mettre un grillage sur la jonction de différents matériaux avant la projection pour éviter la fissuration de l'enduit.

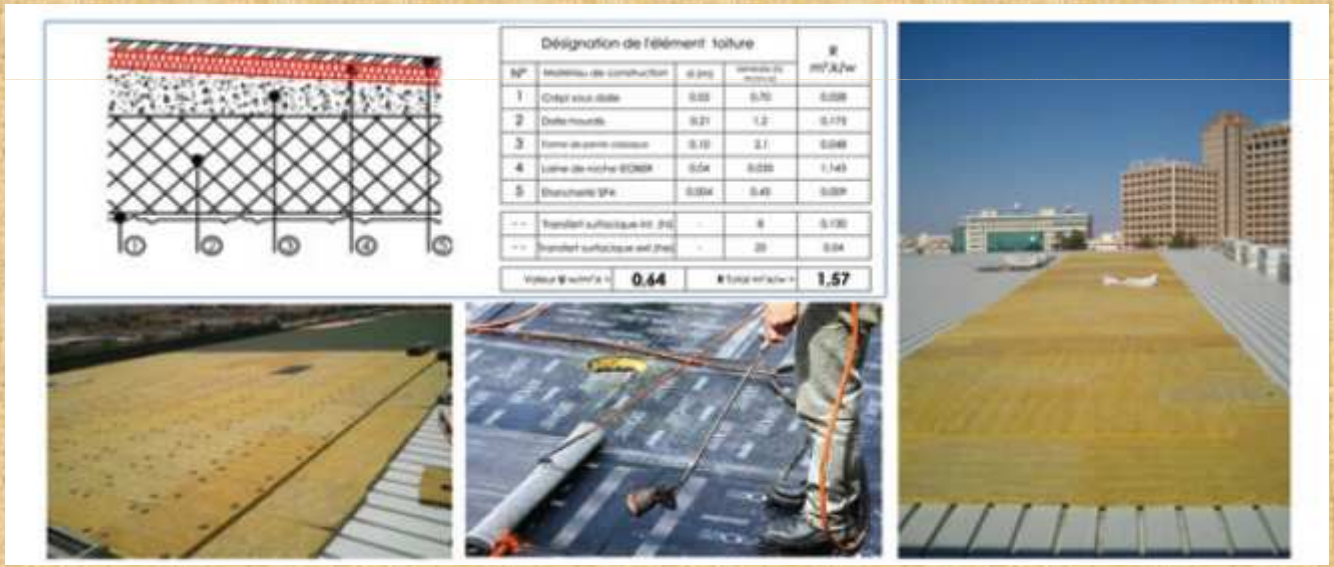
Phases de projection et finition

Ayant terminé la préparation des supports, la projection peut commencer mécaniquement à l'aide d'une machine à projeter. La projection se fait par deux méthodes :



mounir.bahri@planet.tn

PROCEDURE DE MISE EN OUEVRE PAS CLAIRE



mounir.bahri@planet.tn

PROCEDURE DE MISE EN OUEVRE PAS CLAIRE

1- Traçage et pose des ossatures, réalisation d'une huisserie :

Avant de commencer, s'assurer que les conduits et autres éléments à incorporer sont en place.

Tracer au sol, sur les murs et au plafond l'épaisseur totale de la cloison y compris l'emplacement des rails (Fig 1).

Les rails ou cornières (contre-cloison) sont fixés au sol et au plafond tous les 60 cm (Fig 2).

Placer l'ossature verticale à l'entraxe 60 cm avec un montant à chaque départ de cloison(Fig3). Dans le cas d'une contre-cloison, mettre en place les suspentes DH.

Les blocs portes se mettent en place à l'avance ; les montants métalliques sont vissés directement sur les huisseries bois.

Pour l'imposte, plier un rail adapté à la dimension de l'ouverture aux extrémités et fixer les relevés sur les montants mis en en place sur le bâti avant de mettre en œuvre les montants ajustés à la hauteur de l'imposte (Fig 4)

2- Mise en place des plaques KNAUF :

Les plaques sont posées verticalement en ménageant un espace de 1 cm en partie basse (pose sur cales : Fig 5). Elles sont posées de sorte que les joints tombent sur les montants de façon bien centrée pour faciliter le vissage. Les joints doivent être alternés d'une face à l'autre. La fixation est assurée tous les 25 à 30 cm par des vis auto-perceuses (Fig 6).Les têtes des vis doivent affleurer à la surface avant d'être recouvertes par l'enduit.

3- Traitement des joints :

A l'aide d'une spatule de 10 à 15 cm de large, appliquer l'enduit soigneusement dans l'aminci entre les plaques, placer la bande dans l'axe du joint (face meulée marquée knauf sur l'enduit), serrer la bande sans trop presser afin d'éviter de chasser tout l'enduit, passer une couche d'enduit plus large pour donner l'aspect fini (Fig 7).

mounir.bahri@planet.tn

PROCEDURE DE MISE EN OUEVRE PAS CLAIRE

Descriptifs et dosages types	Dosages de chantier
Jointoiement des éléments de maçonnerie : Le jointoiement des éléments de maçonnerie (briques, pierres, blocs agglomérés de béton, blocs de béton cellulaire) sera réalisé avec un mortier pur à base de chaux hydraulique naturelle ou avec un mortier bâtard de ciment portland artificiel et de chaux hydraulique naturelle. Le dosage pour 1 m³ Sable 0/5 est de : **(350 kg NHL 3,5)** ou (200 kg NHL 3,5 + 100 kg CEM II A-L 32,5)	
Enduit intérieur : L'enduit extérieur sera réalisé en 3 couches (gobetis + corps d'enduit + finition) avec un mortier bâtard de ciment portland artificiel et de chaux hydraulique naturelle conformément aux prescriptions du DTU 26.1. Le dosage des différentes couches pour 1 m³ Sable 0/3 est de : Gobetis : 300 kg NHL 3,5 + 300 kg CEM II A-L 32,5 Corps d'enduit : 200 kg NHL 3,5 + 200 kg CEM II A-L 32,5 Finition : 150 kg NHL 3,5 + 150 kg CEM II A-L 32,5	Corps d'enduit :
Enduit extérieur : L'enduit intérieur sera réalisé en 3 couches (gobetis + corps d'enduit + finition) avec un mortier pur à base de chaux hydraulique naturelle ou avec un mortier bâtard de ciment portland artificiel et de chaux hydraulique naturelle conformément aux prescriptions du DTU 26.1 . Le dosage des différentes couches pour 1 m³ Sable 0/3 est de : Gobetis : **(600 kg NHL 3,5)** ou (400 kg NHL3,5 + 200 kg CEM II A-L 32,5) Corps d'enduit : **(450 kg NHL 3,5)** ou (300 kg NHL3,5 + 150 kg CEM II A-L 32,5) Finition : **(350 kg NHL 3,5)** ou (200 kg NHL3,5 + 100 kg CEM II A-L 32,5)	Corps d'enduit : OU
Pose de revêtement de sol : La pose de revêtement de sol (carreaux de marbre, pavés de pierre, carreaux mosaïques, etc.) sera réalisée avec un mortier bâtard de ciment portland artificiel et de chaux hydraulique naturelle. Le dosage pour 1 m³ Sable 0/5 est de : 150 kg NHL3,5 + 150 kg CEM I 42,5 Blanc	
Forme de pente : La forme de pente de la terrasse sera réalisée avec un micro béton à base de ciment portland artificiel et de chaux hydraulique naturelle, de sable 0 / 5 et de gravillons 5 / 8. Dosage : 250 kg NHL 3,5 + 50 kg CEM II A-L 32,5 + 0,4 m³ Sable 0/5 + 0,8 m³ Gravillons 5/8	

mounir.bahri@planet.tn

PROCEDURE DE MISE EN OUEVRE PAS CLAIRE

Domaine d'application

Panneaux verticaux fixés mécaniquement sur murs extérieurs derrière bardages ventilés.

Avantages de la solution

- Economie d'énergie et de chauffage
- Confort thermique et acoustique
- Absence de ponts thermiques et acoustiques
- Sécurité incendie

Conductivité thermique (W/mK)	0,036
Réaction au feu (Euroclasse)	A1
Masse volumique nominale (MJ/m²/cm)	0.489
Tolérance	Ep T3
Stabilité dimensionnelle	DS(TH)
Absorption d'eau à court terme	W
DIM (L* L* E)mm	1350*600*45
Transmission de vapeur d'eau	MU1
Diplômes	ACERMI : N° 02/015/029 CE : N°1163-CPD-00010 KEYMARK : 008-SDG5-013

CONDITION D'ENTREPOSAGE DU PRODUIT SUR CHANTIER

mounir.bahri@planet.tn

CTMCCV

PROGRAMME AMAL

AMELIORE LA QUALIFICATION DES ENTREPRISES DE MISE EN OUEVRE

ANETI

Domaine d'application d'enduits en plâtre

- ✓ Entrepreneur en travaux d'application d'enduits en plâtre
- ✓ Chef d'équipe d'application d'enduits en plâtre
- ✓ Applicateur d'enduits en plâtre

	Chefs d'équipes				Ouvriers spécialisés			
	2011	2012	2013	Total	2011	2012	2013	Total
Société SIPS	28	28	28	84	84	84	84	252
Société KNAUF	32	32	32	96	96	96	96	288
Société Perla Béton	3	3	3	9	9	9	9	27
Total	63	63	63	*189*	189	189	189	*567*
	756							

mounir.bahri@planet.tn

SUIVI DE MISE EN OUEVRE SUR CHANTIER INEXISTANT

Industriels et importateurs :

- Etablir des manuels de procédures de mise en œuvre des produits.
-Former des réseaux de contrôle de qualité de mise en œuvre des produits.
-Former les prescripteurs sur les techniques de mise en œuvre des produits.

mounir.bahri@planet.tn

ABSENCE DE CONTRÔLE SUR SITE

Administration :

- Exiger des entreprises de mise en œuvre qualifiées.
-Former les bureaux de contrôles.
-Former les cadres du ministère de l'équipement sur les procédures de mise en œuvre.

BONNE GESTION DU BATIMENT UNE FOIS CONSTRUIT

Sensibilisation des occupants :

- **Désignation d'un responsable énergie.**
-**Bonne gestion des installations techniques du bâtiment.**
-**Sensibilisation des occupants sur la bonne gestion du bâtiment.**

mounir.bahri@planet.tn

CTMCCV

MERCI

Pour votre Attention

mounir.bahri@planet.tn