



GUIDE

ÉCO-CONSTRUCTION POUR LES COLLECTIVITES LOCALES



Alliance des Communes pour
la Transition Énergétique

ACTE

تحالف البلديات من
أجل الإنتقال الطاقوي



AGENCE NATIONALE POUR
LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE
ANME

Un engagement durable et renouvelable



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO

CRÉDITS

Ce guide à destination des communes tunisiennes a été élaboré par M. Mounir Bahri.

Il s'inscrit dans le cadre du programme national Alliance des Communes pour la Transition Énergétique (ACTE) mise en œuvre par l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (ANME) avec le soutien financier de la Coopération Suisse (SECO).

Le programme bénéficie de l'appui technique des partenaires suivants : PLANAIR, IDE-E, ALCOR, URBAPLAN et TRANSITEC.

Date de publication : Octobre 2024

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Le guide de l'éco-construction pour les collectivités locales tunisiennes propose des directives pour promouvoir des constructions écologiques et résilientes face aux enjeux climatiques et énergétiques. Conçu dans le cadre du programme ACTE, il vise à accompagner les communes tunisiennes dans l'adoption de pratiques de construction durable pour leurs bâtiments publics et leurs projets d'aménagement.

Ce guide est structuré en quatre sections principales. Il commence par une présentation du contexte énergétique tunisien et du cadre réglementaire en vigueur. La seconde section introduit le concept d'éco-construction et décrit des solutions techniques et des recommandations pratiques adaptées au contexte tunisien. La troisième partie propose des retours d'expériences de pratiques d'éco-construction déjà expérimentées en Tunisie. Enfin, le guide propose des recommandations à l'échelle nationale pour encourager la généralisation des pratiques d'éco-construction.

Ce guide constitue une référence pour les autorités locales. Il vise à faciliter l'adoption de pratiques de construction durable qui améliorent l'efficacité énergétique, utilisent des matériaux locaux et écologiques, et réduisent ainsi les émissions de gaz à effet de serre, contribuant à une transition énergétique durable en Tunisie.

TABLE DES MATIÈRES

01	Acronymes
02	Contexte énergétique
03	Cadre réglementaire et incitatif
04	Programme ACTE
05	Concept de l'écoconstruction
06	Approches stratégiques
07	Expériences et bonnes pratiques
08	Matériaux locaux et alternatifs
09	Recommandations
10	Annexes

ACRONYMES

ANME Agence Nationale de Maîtrise de l'Énergie

BEc_{th} Besoins énergétiques annuels du bâtiment liés au confort thermique

CDN Contribution Déterminée au niveau National

IC Intensité Carbone

AIE Agence Internationale de l'Énergie

ktep Kilotonne équivalent pétrole

FTE Fonds de Transition Énergétique

INNORPI Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle

TGBV Taux Global des Baies Vitrées

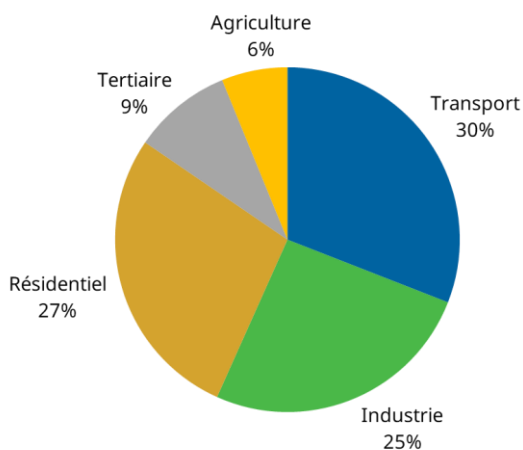
CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE ET OBJECTIFS DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Situation énergétique du secteur du bâtiment

Le secteur du bâtiment couvre à la fois les usages résidentiels et tertiaires, selon la classification de l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (ANME). Ce secteur se caractérise par une consommation majoritairement d'électricité, complétée par l'utilisation de produits pétroliers et de gaz naturel. Ces différentes sources d'énergie constituent l'énergie finale, c'est-à-dire celle qui est facturée aux consommateurs pour répondre à leurs besoins énergétiques.

D'après les données de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), le secteur du bâtiment était le premier consommateur d'énergie finale en 2019, avec environ 2 977 ktep, et le principal utilisateur d'électricité, avec une consommation de 840 ktep.

Consommation d'énergie finale par secteur (IAE, 2019)



Consommation d'énergie électrique par secteur (IAE, 2019)

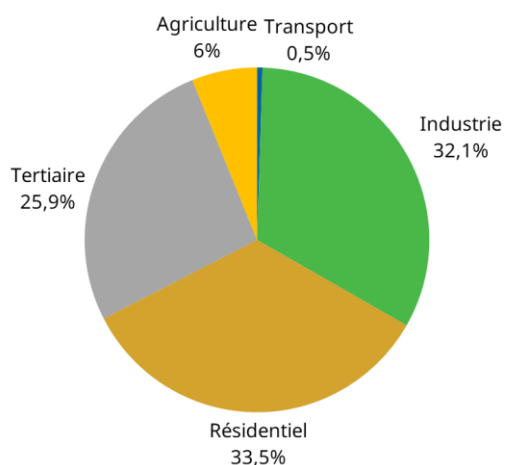


Figure 1 : Situation actuelle du secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire) en Tunisie
Source : IEA, 2019

Les objectifs énergétiques et climatiques

Dans le cadre de l'accord de Paris relatif à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, la Tunisie s'est

engagée à réduire son Intensité Carbone (IC) 2030 de 41% d'ici 2030. Cet objectif repose sur une réduction de 75% des émissions dans le

secteur de l'énergie, tandis que les 25% restants proviendront de tous les autres secteurs.

67% du potentiel d'atténuation provenant du secteur énergie sera réalisé à partir des mesures d'efficacité énergétique dans les différents secteurs économiques, dont 56% proviennent du secteur du bâtiment.

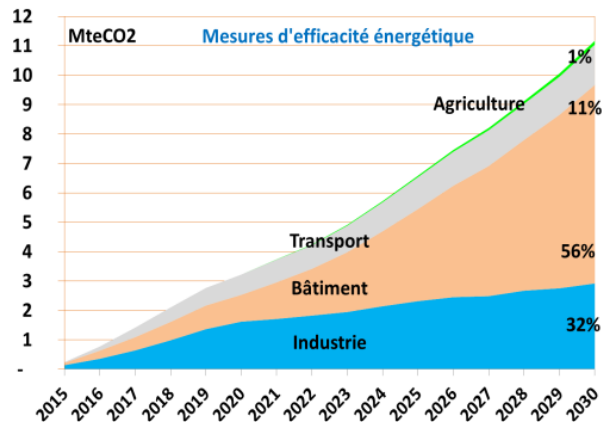


Figure 2 : Réduction des émissions de GES dues à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables
Source : NDC Tunisie (2015)

La stratégie de la transition énergétique dans le secteur du bâtiment

La stratégie du Ministère de l'Énergie dans le secteur des bâtiments s'articule autour de trois axes principaux :

- **Le soutien aux mesures passives d'efficacité énergétique** : Ces mesures concernent l'optimisation de l'enveloppe des bâtiments afin de réduire les besoins en énergie.
- **Le soutien aux mesures actives d'efficacité énergétique** : Elles visent à améliorer les performances des équipements énergétiques utilisés dans les bâtiments.
- **Les mesures liées aux comportements des usagers** : L'objectif est de promouvoir des pratiques d'utilisation énergétique plus responsables et économes.

Pour mettre en œuvre cette stratégie, un ensemble de programmes ciblant ces trois axes a été élaboré. Ceux-ci sont illustrés dans la figure ci-contre.

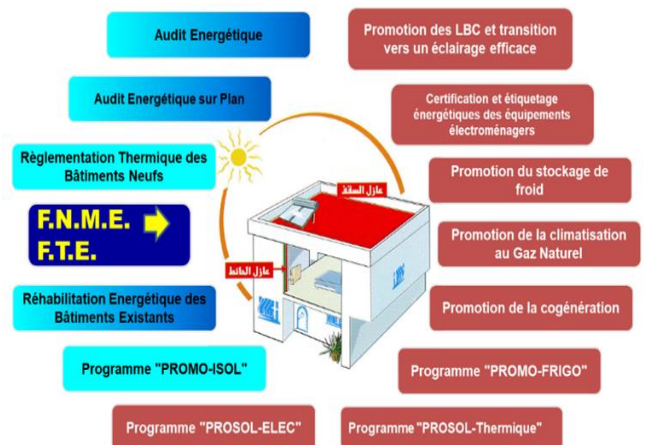


Figure 3 : Dispositifs et programmes mis en œuvre par le Ministère de l'Énergie pour encourager l'écoconstruction.

CADRE RÉGLEMENTAIRE ET INCITATIF DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

La réglementation thermique des bâtiments neufs

Hiérarchie des textes réglementaires

La loi n°2004-72 du 2 août 2004 relative à la maîtrise de l'énergie, modifiée et complétée par la loi n° 2009-7 du 9 février 2009 indique à l'article 10 :

« Les projets de construction de nouveaux bâtiments et les projets d'extension des bâtiments existants doivent répondre à des spécifications techniques minimales de maîtrise de l'énergie fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de l'équipement et de l'habitat et du ministre chargé de l'énergie. »

Les arrêtés suivants ont déjà été publiés :

- Arrêté relative aux bâtiments à usage de bureaux.
- Arrêté relatif aux bâtiments à usage résidentiel.

Deux autres arrêtés sont encore en cours de développement :

- Arrêté relatif aux bâtiments à usage de santé.
- Arrêté relatif aux bâtiments à usage d'hôtellerie.

Spécifications techniques minimales de l'enveloppe du bâtiment

La réglementation thermique des bâtiments neufs (RTBN) prévoit deux approches pour définir les spécifications techniques minimales exigées pour l'enveloppe des bâtiments à usage de bureaux. Une présentation détaillée de la

réglementation thermique est proposée en Annexe 1 de ce guide.

1. L'approche performancielle, destinée aux bâtiments relativement complexes.

Cette approche définit huit classes de performance énergétique pour les bâtiments. Un niveau de performance classe 3 (BEcTh inférieur à 95) est requis pour les bâtiments publics, tandis qu'un niveau classe 5 (BEcTh inférieur à 125) est exigé pour les bâtiments privés.

Le niveau de performance est déterminé à partir d'une simulation réalisée à l'aide de logiciels autorisés par l'ANME : CLIP ou Tun-eQUEST.



Figure 3 : Classes énergétiques de la RTBN

2. L'approche prescriptive, destinée aux bâtiments relativement simples.

L'approche prescriptive vise à adapter les exigences techniques aux spécificités climatiques locales.

La Tunisie est divisée en plusieurs zones climatiques, chacune ayant des conditions de température, d'humidité et de rayonnement

solaire différentes. L'approche prescriptive établit des critères techniques, tels que l'épaisseur de l'isolation ou les performances

des vitrages en fonction de la zone climatique dans laquelle se situe le bâtiment.

Bâtiments privés						Bâtiments publics						
	Taux des baies vitrées	U des toitures exposées (W/m².K)	U des murs extérieurs (W/m².K)	U des vitrages (W/m².K)	SC* des vitrages		Taux des baies vitrées	U des toitures exposées (W/m².K)	U des murs extérieurs (W/m².K)	U des vitrages (W/m².K)	SC* des vitrages	
Zone climatique réglementaire ZT1	Faible	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 2,20	≤ 0,95	ZT1	Faible	≤ 0,75	≤ 1,1	≤ 2,2	≤ 0,95	
	Moyen	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 2,20	≤ 0,70		Moyen	≤ 0,75	≤ 1,1	≤ 3,2	≤ 0,60	
	Élevé	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 2,20	≤ 0,60		Élevé	≤ 0,75	≤ 1,1	≤ 1,9	≤ 0,50	
	Très élevé	≤ 0,75	≤ 0,80	≤ 2,20	≤ 0,70		Élevé	<i>L'approche prescriptive n'est pas admissible pour cette configuration.</i>				
Zone climatique réglementaire ZT2	Faible	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 2,20	≤ 0,95	ZT2	Faible	≤ 0,55	≤ 0,6	≤ 3,2	≤ 0,80	
	Moyen	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 2,20	≤ 0,70		Moyen	≤ 0,55	≤ 1,1	≤ 1,9	≤ 0,50	
	Élevé	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 1,90	≤ 0,50		Élevé	<i>L'approche prescriptive n'est pas admissible pour cette configuration.</i>				
	Très élevé	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 1,90	≤ 0,50		Élevé	<i>L'approche prescriptive n'est pas admissible pour cette configuration.</i>				
Zone climatique réglementaire ZT3	Faible	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 2,20	≤ 0,95	ZT3	Faible	≤ 0,55	≤ 1,1	≤ 3,2	≤ 0,60	
	Moyen	≤ 0,75	≤ 1,10	≤ 2,20	≤ 0,60		Moyen	≤ 0,55	≤ 0,8	≤ 1,9	≤ 0,50	
	Élevé	≤ 0,55	≤ 0,80	≤ 3,20	≤ 0,60		Élevé	<i>L'approche prescriptive n'est pas admissible pour cette configuration.</i>				
	Très élevé	≤ 0,75	≤ 0,60	≤ 1,90	≤ 0,50		Élevé	<i>L'approche prescriptive n'est pas admissible pour cette configuration.</i>				

Figure 4 : Tableau des spécifications techniques suivant l'approche prescriptive de la RTBN

Les audits énergétiques des bâtiments

Cadre réglementaire



La réalisation d'Audits Énergétiques (AE) et d'Audits Énergétiques sur Plan (AEP) est régie par le cadre réglementaire suivant :

- **La loi n°2004-72 du 2 août 2004** relative à la Maîtrise de l'Énergie, modifiée et complétée par la loi n° 2009-7 du 9 février 2009 : Article 4 (AE) & Article 5 (CPA/AEP).
- **Le décret n° 2144 du 2 septembre 2004** (modifié et complété par **le décret n° 2269 du 31 juillet 2009**), fixant les conditions d'assujettissement des établissements consommateurs d'énergie

à l'audit énergétique obligatoire et périodique, le contenu et la périodicité de l'audit, les catégories de projets consommateurs d'énergie assujettis à la consultation obligatoire préalable, les modalités de sa réalisation ainsi que les conditions d'exercice de l'activité des experts auditeurs.

- **L'arrêté du ministre de l'Industrie, de l'Énergie et des Petites et Moyennes Entreprises du 11 juin 2007** portant approbation du cahier des charges relatif à l'audit énergétique sur plan dans les secteurs résidentiel et tertiaire.

Tableau 1 : Réglementation relative à la réalisation d'audits énergétiques et d'audits sur plan

	AE – Bâtiments existants	AEP – Nouveaux Bâtiments
Assujettissement	Tout bâtiment du secteur tertiaire dont la consommation annuelle totale d'énergie primaire dépasse ou équivaut à 500 tep .	Tout projet de bâtiment des secteurs résidentiel et tertiaire dont la consommation prévisionnelle annuelle totale d'énergie primaire dépasse ou équivaut à 200 tep .
Périodicité	Tout établissement est tenu de réaliser un AE chaque 5 ans .	***
Corps de métier	 Ingénieurs inscrits sur la liste des Experts-Auditeurs en Énergie éligibles.	 Binômes Architecte-Ingénieur inscrits sur les listes des Experts-Auditeurs en Énergie sur Plan éligibles.

Cadre incitatif

Le Fonds de Transition Énergétique (FTE) propose les subventions suivantes pour encourager la réalisation d'audits.

Tableau 2 : Primes et crédits FTE pour les audits énergétiques et d'audits sur plan

Prime ¹	Taux	Plafond
Audit		30'000 DT
Étude de faisabilité	70%	70'000 DT
Accompagnement		200'000 DT
Investissement matériel	30%	

Crédit ²	Plafond	Taux d'intérêt	Durée de remboursement	Délai de grâce
AE/AEP	400'000 DT	5%	7 ans max	2 ans max

Le label de performance énergétique ECOBAT




Le label ECOBAT a pour objectif de promouvoir les bâtiments à **Haute Performance Énergétique** et contribuant à la protection de l'environnement et à l'atténuation des changements climatiques. Il s'applique aux bâtiments suivants : les logements collectifs et les bâtiments tertiaires, tels que les bureaux, les établissements de santé, et les hôtels.

Ce label s'adresse à la fois aux bâtiments existants et aux constructions neuves. Il s'intéresse principalement aux aspects de la performance du bâtiment, notamment l'enveloppe et les équipements techniques, tout en intégrant des considérations environnementales fondamentales telles que la gestion des eaux et des déchets.

¹ FTE

² FTE, hors résidentiel

Tableau 3 : Niveaux de certification du label ECOBAT

Niveau du label ECOBAT pour les bâtiments neufs			
Niveau du label	Argent	Or	Platine
Score du projet/ Score maximum (%)	30 - 40	41 - 70	71 - 100
			
Niveau du label ECOBAT pour les bâtiments existants			
Niveau du label	Argent	Or	Platine
Score du projet/ Score maximum (%)	20 - 30	31 - 50	51 - 100

Fonds de Transition Énergétique (FTE)

Le Fonds de Transition Énergétique (FTE) a été mis en place via le décret n°983 du 26 juillet 2017. Il fournit différents types de subventions pour la mise en œuvre de mesures énergétiques. L'annexe 4 propose une présentation détaillée du fonctionnement du FTE.

Tableau 4 : Structure des subventions fournies par le FTE

Groupe de mesures éligibles	Type d'intervention du FTE
Actions de maîtrise de l'énergie : <ul style="list-style-type: none"> Investissement immatériel Investissement matériel général Investissement matériel spécifique 	<ul style="list-style-type: none"> Prime + crédit
Projets de maîtrise de l'énergie : <ul style="list-style-type: none"> Création d'entreprise Extension énergétique d'entreprise 	<ul style="list-style-type: none"> Prime + crédit + fonds d'investissements
Programmes nationaux de maîtrise de l'énergie : <ul style="list-style-type: none"> Programmes réalisés par l'État ou les collectivités locales 	<ul style="list-style-type: none"> Intervention personnalisée

PROGRAMME « ALLIANCE DES COMMUNES POUR LA TRANSITION ENERGETIQUE – ACTE »

Le programme ACTE

Lancé en 2015 et mis en œuvre par l'ANME, le programme ACTE³ constitue une composante essentielle du plan national de transition énergétique en Tunisie.

Grâce à l'appui des partenaires de l'ANME, notamment le Secrétariat d'Etat à l'Economie Suisse (SECO) et GIZ, le programme apporte un soutien multisectoriel aux communes tunisiennes souhaitant s'engager dans une démarche de planification et de gestion énergétique durable, en favorisant la maîtrise de l'énergie dans l'administration, tout en impulsant une dynamique vertueuse qui engage les acteurs locaux dans la transition énergétique et climatique de leurs territoires.

Les Villes pilotes engagées dans la démarche de gestion-qualité ACTE

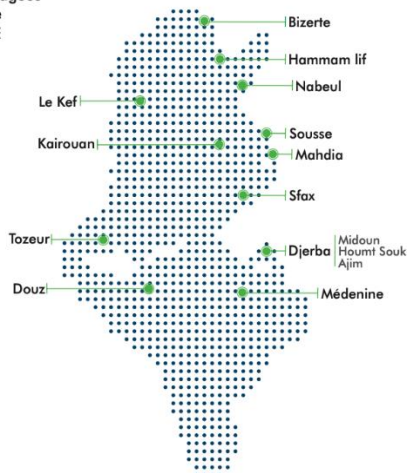


Figure 5 : Villes soutenues par le SECO et la GIZ dans le cadre du programme ACTE

Les axes d'intervention

Le programme ACTE vient en appui aux initiatives communales pour améliorer la maîtrise de l'énergie au sein du périmètre communal, que ce soit à l'échelle du patrimoine ou du territoire communal. Il intervient essentiellement sur 6 domaines :

- Domaine 1 : Aménagement urbain et constructions
- Domaine 2 : Bâtiments et infrastructures communales
- Domaine 3 : Diversification des sources énergétiques et la dépollution
- Domaine 4 : Mobilité urbaine
- Domaine 5 : Organisation interne et gouvernance
- Domaine 6 : Coopération et communication

Le Programme ACTE encourage l'adoption de pratiques d'écoconstruction en intervenant à l'échelle de l'aménagement urbain (domaine 1) et sur le patrimoine communal (domaine 2).

³ Une présentation détaillée du programme ACTE est disponible en suivant ce lien : https://www.acte.tn/sites/default/files/2024-05/Brochure-ACTE_v-finale.pdf

CONCEPT DE L'ÉCO-CONSTRUCTION

Principes

Éco-construction, conception bioclimatique, habitat écologique... Plusieurs appellations pour une même philosophie.

L'éco-construction, ou également appelée construction durable (ou *green building* en anglais) désigne un projet d'intervention sur un bâtiment qui intègre les principes du développement durable.

Elle repose sur les quatre grands piliers :

- **La qualité de vie** : En prenant en compte des critères tels que la santé, le bien-être, le confort, l'accès aux services (mobilité) et l'utilisation des économies de fonctionnalité, l'objectif est d'optimiser la performance sociale et sociétale,
- **Le respect de l'environnement** : Cela inclut la lutte contre le changement climatique, la gestion rationnelle des énergies et des ressources naturelles, ainsi que le respect de la nature et de la biodiversité.
- **La performance économique** : Elle se manifeste par le dynamisme et le développement du territoire (attractivité et emplois), notamment via la mise en valeur des filières locales, des compétences et des savoir-faire liés à l'économie circulaire.
- **L'éco-gouvernance** : Assurer l'intégration des parties prenantes au projet grâce à la transparence des informations.



Figure 6 : Principes de l'éco-construction

Matériaux en éco-construction

Le tableau ci-dessous présente les principaux matériaux utilisés en éco-construction, ainsi que leurs caractéristiques techniques essentielles.

Tableau 3 : Matériaux en éco-construction

Matériaux de construction	Parpaing creux	Brique alvéolaire	Brique monomur	Bloc de terre crue (ou BTC)	Béton cellulaire ou mousse	Plâtre en carreaux	Bois
Résistance thermique	Négligeable (R= 0.23 m ² .K/W pour un parpaing de 20 cm d'épaisseur).	Faible (R= 1.15 m ² .K/W pour une brique de 20 cm d'épaisseur)	Un peu juste même pour les blocs les plus épais. (R= 4.5 m ² .K/W pour 50 cm d'épaisseur).	Négligeable (R= 0.058 m ² .K/W pour 22 cm d'épaisseur).	Moyenne (R= «3.33 m ² .K/W pour 30 cm d'épaisseur).	Négligeable (R= 0.23 m ² .K/W pour des carreaux de 7 cm d'épaisseur)	Une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe et il régule en plus l'humidité
Inertie thermique	Faible	Faible	Faible	Faible	Forte	30 Wh / K	Très faible
Résistance à l'humidité	Faible, nécessite un vide sanitaire ou de coupures anti-capillarités.	Faible	Ne craint pas l'humidité, bonne capacité à réguler l'hygrométrie.	Faible, environ 5%.	Perméabilité à la vapeur d'eau.	5% après 2h d'immersion pour la qualité hydrofuge.	D'environ 30 % pour la plupart des essences.
Isolation acoustique	Faible	Faible	Faible	45dB	46dB pour un mur de 30 cm	Plaque spécifique jusqu'à 60dB	Très faible, tendance à réverbérer.
Recyclage	Peut être réutilisés pour fabriquer du nouveau béton.	Difficile	Difficile	Très facile à 100%.	100% recyclable	100% recyclable.	Recyclable
Disponibilité en Tunisie	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible	Peu utilisé

L'inertie thermique d'un matériau représente sa résistance au changement de température. Par exemple, une vieille maison en pierre conservera mieux la chaleur ou la fraîcheur qu'une maison neuve, même si cette dernière est bien étanche à l'air.

Les matériaux lourds comme le béton, la pierre, la brique ou la terre, utilisés dans la maçonnerie confèrent au bâtiment une grande

inertie thermique, ce qui permet de réguler et homogénéiser les températures intérieures tout au long de l'année, améliorant ainsi le confort thermique. Plus un matériau est lourd et compact, plus son inertie thermique est élevée. À l'inverse, une maison à ossature bois, si elle ne contient pas de matériaux lourds, aura une inertie thermique très faible, ce qui peut

entraîner un inconfort thermique et une faible efficacité énergétique.

- Le teck résiste parfaitement à l'humidité, mais aussi au gel et à la neige. Il résiste aussi à une exposition prolongée aux UV. Un salon de jardin en teck trouvera donc aussi bien sa place dans les Alpes que sur un front de mer.
- Le bois en tant qu'isolant acoustique : Étant un matériau léger et relativement rigide, les propriétés d'isolation acoustiques ou phoniques du bois ne sont pas excellentes. De plus, sa surface compacte et lisse n'amortit pas très bien le bruit et a plutôt tendance à le réverbérer.

Les isolants biosourcés et les isolants minéraux

Les isolants bio-sourcés sont des isolants d'origine végétale (laine de bois, de chanvre, de lin, de coton, liège, paille), d'origine animale (laine de mouton, plumes d'oie) ou du recyclage (ouate de cellulose issue de prospectus, textile recyclé à partir de vieux tissus). Ces isolants offrent de bonnes performances thermiques et, en raison de leur densité, sont particulièrement adaptés pour une utilisation sous toiture, garantissant un bon confort en été.

Ils favorisent aussi une évacuation naturelle de la vapeur d'eau, notamment les isolants d'origine végétale, tout en ayant un excellent bilan environnemental.






En revanche, leur coût est généralement plus élevé, à l'exception des produits issus du recyclage. À cet égard, **la ouate de cellulose** constitue probablement le meilleur rapport performance / prix / confort thermique / environnement.

Tableau 4 : Comparaison entre isolants biosourcés et isolants minéraux

	Les isolants biosourcés					Les isolants minéraux			
Isolants	Ouate de cellulose	Laine de bois	Laine de chanvre	Laine de mouton	Liège expansé	Laine de lin	Laine de verre	Laine de roche	Perlite exfoliée
Aspect									
Pouvoir isolant (W/m.K)	0,038 à 0,042	0,036 à 0,046	0,039 à 0,060	0,035 à 0,045	0,037 à 0,041	0,035 à 0,041	0,032 à 0,046	0,033 à 0,044	0,050 à 0,060
Avantages	Bon marché Ininflammable Traitement contre les nuisibles inoffensifs pour la santé (sel de Bore)	Bonne longévité Confort d'été	Bonne isolation phonique Naturellement ininflammable Longévité élevée Naturellement insensible aux rongeurs Insensible à l'humidité, adaptée pour les pièces humides.	Bonne longévité Bonne résistance à l'humidité Production locale possible	Naturellement imputrescible (longévité élevée) L'un des meilleurs isolants phoniques, souvent utilisé dans les salles de spectacle Existe en abondance	Matériau sain Isolation phonique Résistant au vieillissement	Bon marché Facile à mettre en place Produit connu de tous les artisans Matériau léger	Bon marché Matériau léger Facile à mettre en place Produit connu de tous les artisans Existe en rouleau, en panneau rigide et en soufflage	Bonne isolation phonique Naturellement insensible aux rongeurs Longévité très élevée Ininflammable

Isolants	Ouate de cellulose	Laine de bois	Laine de chanvre	Laine de mouton	Liège expansé	Laine de lin	Laine de verre	Laine de roche	Perlite exfoliée
Inconvénients	Bon marché Ininflammable Traitement contre les nuisibles inoffensifs pour la santé (sel de Bore)	Bonne longévité Confort d'été	Bonne isolation phonique Naturellement ininflammable Longévité élevée Naturellement insensible aux rongeurs Insensible à l'humidité, adaptée pour les pièces humides.	Bonne longévité Bonne résistance à l'humidité Production locale possible	Naturellement imputrescible (longévité élevée) L'un des meilleurs isolants phoniques, souvent utilisé dans les salles de spectacle Existe en abondance	Matériau sain Isolation phonique Résistant au vieillissement	Bon marché Facile à mettre en place Produit connu de tous les artisans Matériau léger	Bon marché Matériau léger Facile à mettre en place Produit connu de tous les artisans Existe en rouleau, en panneau rigide et en soufflage	Bonne isolation phonique Naturellement insensible aux rongeurs Longévité très élevée Ininflammable
Environnement	Energie grise : 50 kWh/m ³ Production : recyclage du papier Recyclabilité : difficile à cause de l'encre du papier	Energie grise : 161 kWh/m ³ Production : déchets de l'industrie du bois Recyclabilité : oui	Energie grise : 48 kWh/m ³ Production : tige du chanvre (agriculture) Recyclabilité : oui (végétal sans traitement)	Energie grise : 51 kWh/m ³ Production : 100% laine de mouton Recyclabilité : oui	Energie grise : 450 kWh/m ³ Production : à partir de l'écorce des chênes liège Recyclabilité : oui	Energie grise : 48 kWh/m ³ Production : à partir du lin donc naturelle Recyclabilité : oui	Energie grise : 250 kWh/m ³ (18kg/m ³) Production : à partir de matériaux naturels (sable, calcaire...) ou recyclage du verre Recyclabilité: Difficile donc non rentable ; inexistante à actuellement	Energie grise : 150 kWh/m ³ Production : à partir de roche volcanique Recyclabilité : oui	Energie grise : 230 kWh/m ³ (transport) Production : présent à l'état naturel Recyclabilité : oui (réutilisable)
Disponibilité en Tunisie	Disponible	Non utilisé	Non disponible - Au stade de recherche	Non disponible	Disponible	Non disponible	Disponible	Disponible	Disponible

Matériaux de construction avec et sans pouvoir isolant

	Matériaux avec pouvoir isolants		Matériaux sans pouvoir isolant important		
Matériaux	Béton cellulaire	Brique monomur	Brique de terre crue	Parpaing	Brique de terre cuite
Aspect					
Pouvoir isolant (W/m.K)	0,09 à 0,16	0,07 à 0,18	0,75	0,9	0,17 à 0,8
Avantages	Naturellement ininflammable Naturellement insensible aux rongeurs Rapide à poser	Naturellement ininflammable Naturellement insensible aux rongeurs Insensible à l'humidité Longévité élevée, aucune dégradation au cours du temps Sert comme matériaux de construction (parpaings) et d'isolation en même temps	Bonne isolation phonique Naturellement ininflammable Naturellement insensible aux rongeurs Régule très bien l'humidité Peut être faite maison	Naturellement ininflammable Naturellement insensible aux rongeurs Longévité élevée Facile à mettre en place (habitude des maçons)	Naturellement ininflammable Naturellement insensible aux rongeurs Longévité élevée Facile à mettre en place (habitude des maçons)
Inconvénients	Mauvaise isolation phonique Sensible à l'arusement Mauvaise inertie (matériau léger) Fabrication avec des particules d'aluminium (bulles d'air): danger (non prouvé) pour le cerveau	Problèmes d'acoustiques (résonnance, "click" aux interrupteurs) La technique des joints (minces et à sec) exige un bon savoir-faire que n'ont pas forcément les artisans L'un des matériaux nécessitant le plus d'énergie pour sa fabrication, sa qualité d'écologie est donc en partie usurpée	Main d'œuvre importante (le plus souvent utilisée en auto-construction)	Imperméable à l'humidité (ne laisse pas le mur respirer)	Imperméable à l'humidité (ne laisse pas le mur respirer)

Environnement	Energie grise : 400 kWh/m ³ Production : mélange eau, chaux, sable, ciment + particules aluminium Recyclabilité : oui (en granulés par exemple)	Energie grise : 450 kWh/m ³ Production : terre cuite Recyclabilité : non	Energie grise : 110 kWh/m ³ Production : mélange terre, eau et 20% de paille ou terre, eau et 10% de ciment en guise de liant. On peut y intégrer du tuf ou de la chaux. Recyclabilité : oui	Energie grise : 275 kWh/m ³ Production : pierre, gravier, sable, 7% ciment, 6% eau Recyclabilité : non	Energie grise : 450 kWh/m ³ Production : terre cuite Recyclabilité : oui
	Disponibilité en Tunisie	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible

APPROCHES STRATÉGIQUES

Approche bioclimatique

L'approche bioclimatique vise à concevoir des bâtiments en harmonie avec l'environnement naturel, en maximisant l'efficacité énergétique et le confort des occupants. Elle repose notamment sur les principes suivants :

- Des bâtiments bien orientés dont la hauteur ne dépasse jamais la largeur de la rue pour permettre un meilleur accès au soleil pour tous.
- Des édifices profonds de moins de 10 mètres facilitent l'éclairage et une ventilation naturelle traversant de toutes les pièces.
- Les constructions mitoyennes (habitat groupé ou habitat intermédiaire, petits collectifs) limitent les pertes d'énergie, les déplacements et les coûts de viabilisation (réseaux d'énergie, d'eau, d'assainissement...).

Cas d'étude : le quartier durable « El Bostene » à Boumhal.

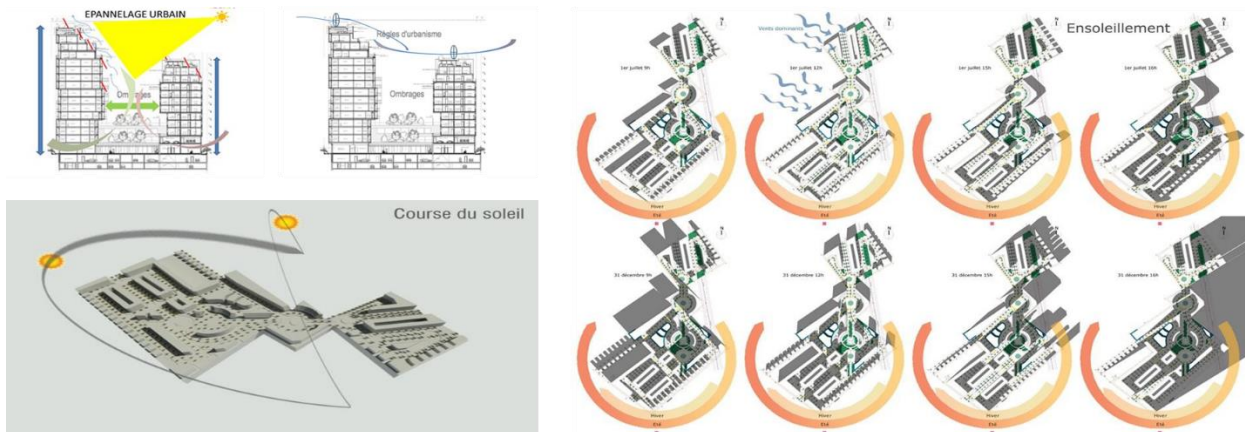


Figure 7 (en haut à gauche) : Épannelage urbain, illustrant la configuration des bâtiments dans le quartier

Figure 8 : (en bas à gauche) : Course du soleil autour du quartier

Figure 9 (droite) : Ensoleillement du quartier à différentes périodes de l'année

Cas d'étude 2 : le siège de l'A.G Banque à Alger

Le siège de l'A.G. Banque à Alger est un exemple de bâtiment administratif construit suivant l'approche bioclimatique.

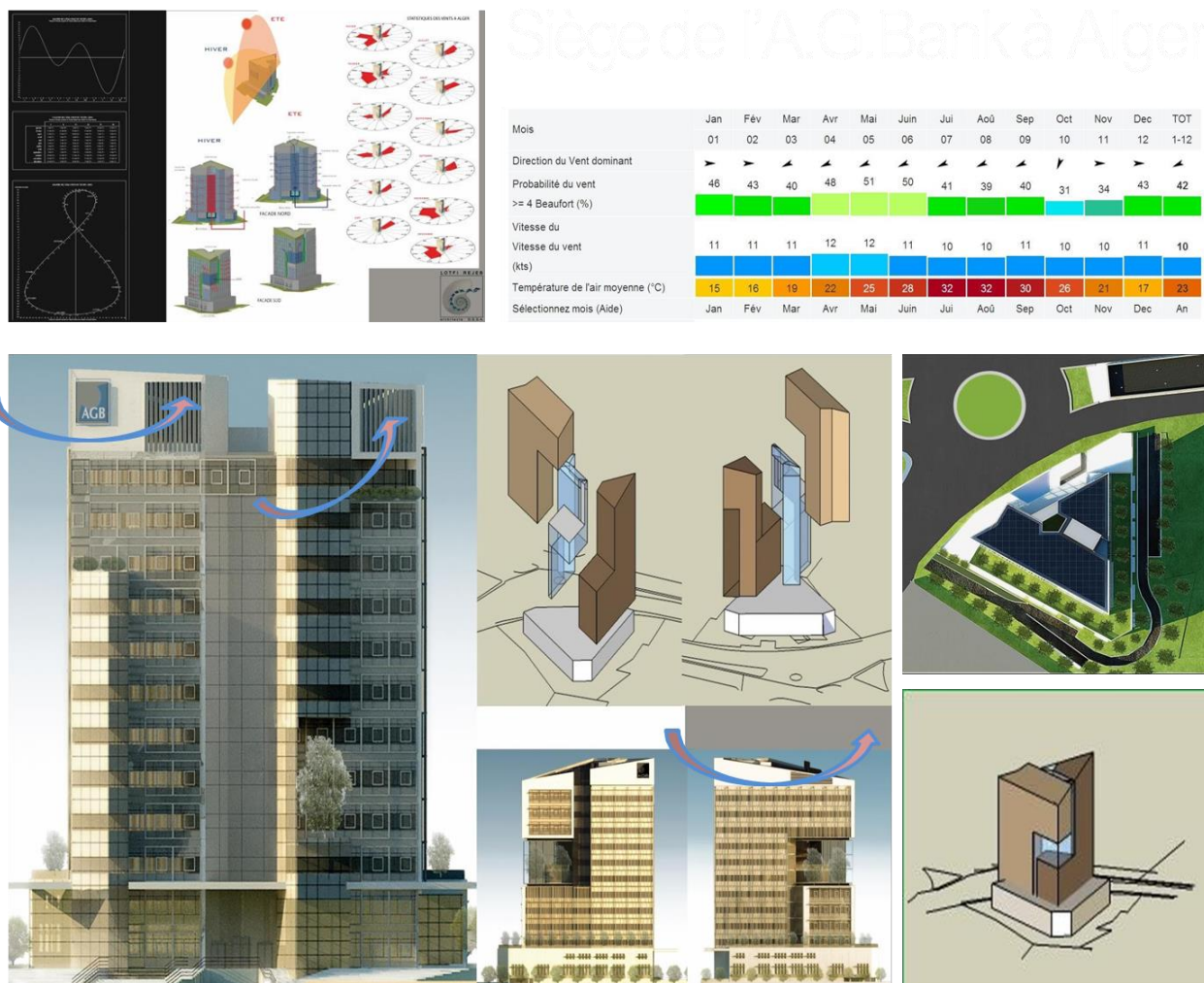


Figure 10 : Conception du siège de l'A.G. Banque à Alger

Ville intelligente ou « Smart city »

Une ville intelligente (en anglais *smart city*) est une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer la qualité des services urbains ou réduire leurs coûts. D'autres termes, tels que ville connectée, cyber ville, ville numérique, ou communautés électroniques, ont été employés pour désigner des concepts similaires.

Il est important de souligner que ces concepts sont des outils de gestion urbaine mais ne constituent pas nécessairement des solutions écologiques, en particulier dans le contexte de pays contraints d'importer ces technologies.



Figure 11 : Scénarios de mobilité intelligente et durable

Le Plan d'Aménagement Urbain

Le Plan d'Aménagement Urbain (PAU) définit des règles d'urbanisme à respecter que ce soit pour les bâtiments ou par des systèmes d'énergies renouvelables. Ces règles peuvent être relatives, par exemple :

- Au gabarit-enveloppe et à la hauteur maximale des constructions,
- À l'aspect extérieur des ouvrages, en particulier si le bâtiment est situé dans une zone protégée (périmètre de
- À la protection des monuments historiques et parc nationaux.
- Aux obligations en matière de performances énergétiques et environnementales.

Les collectivités peuvent ainsi jouer un rôle facilitateur dans l'intégration des dispositifs d'énergies renouvelables. Cela peut inclure l'autorisation d'un dépassement du gabarit pour les équipements utilisant ces énergies, ainsi qu'une attention particulière aux réglementations relatives aux zones protégées, afin de ne pas exclure les technologies appropriées.

Cependant, la législation actuelle ne facilite généralement pas la mise en œuvre de ces initiatives ni l'établissement d'une gestion autonome des ressources. Ainsi, le partenariat public-privé (PPP) devient une solution incontournable pour surmonter ces obstacles.

Étude du cas du quartier durable « El Farida » la Soukra

Le PAU du quartier « El Farida » à la Soukra impose des obligations à la charge du lotisseur relatives aux normes d'éco-construction et des réglementations thermiques et énergétiques des bâtiments neufs en vigueur en Tunisie.

Articles relatifs à la conception et aux matériaux de construction :

- Toutes les constructions doivent être bioclimatiques afin de réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre.
- L'implantation de bâtiments sur la parcelle devra se faire en fonction de l'orientation et de la course du soleil, des vents dominants, de l'ombre portée sur les maisons

environnantes, du phénomène d'albédo, etc.

- Les toitures seront végétalisées à 50% de la surface bâtie pour mieux protéger les toits et filtrer l'eau pluviale.
- Les menuiseries extérieures seront en bois, PVC, aluminium à rupture de pont thermique ou en bois/alu.
- Les façades devront être recouvertes avec un enduit monocouche à base de chaux ou d'un bardage en matériaux locaux. L'enduit intérieur sera en plâtre projeté avec une peinture écologique.
- Les constructions devront être de type moderne avec des façades caractérisées par une couleur blanche dominante pour une meilleure réflexion des rayons solaires.
- Une protection physique doit être prévue pour les ouvertures situées sur les façades sud et sud/ouest sous forme de casquette architecturale ou brise-soleil mécanique.
- Les matériaux d'élevation autorisés sont le bloc béton ou parpaing, le parpaing en tuf et tout autre moellon ayant subi un curage naturel au soleil ou un processus de cuisson minimale (bilan carbone exigé).
- Afin de garantir une bonne qualité de l'air intérieur, il est essentiel de minimiser les émissions des matériaux permettant ainsi de réduire la pollution interne. Les matériaux ayant subi le moins de transformations chimiques ou industrielles doivent être privilégiés.

Articles relatifs à la gestion des eaux :

- Chaque parcelle devra être équipée d'une citerne enterrée proportionnelle à la taille du projet (1000 L pour 100 m² de superficie couverte construite).
- Cette citerne, d'une capacité minimale de 5000 L selon les normes internationales, permettra la rétention et le stockage des eaux de pluie. Ces eaux pourront être valorisées pour des usages extérieurs (arrosage, nettoyage, etc.) et pour des usages intérieurs non potables, tels que les machines à laver et les chasses d'eau.
- Les eaux polluées seront récupérées et traitées par les stations d'épuration prévues dans le périmètre du lotissement et d'une capacité en adéquation avec les besoins du quartier.

Articles relatifs à la gestion des déchets

- Les habitants devront trier leurs déchets et les déposer dans des conteneurs prévus à cet effet.
- Les acquéreurs ne devront effectuer aucun dépôt de matériaux, décharges ou ordures ménagères sur la voie privée ou publique.
- Pour se débarrasser tout objet encombrant, les habitants devront prendre contact avec les services concernés et cette 24 heures à l'avance pour ne pas créer d'encombrement aux niveaux des voiries diverses.



Figure 12 : Schéma du quartier durable « El Farida » à la Soukra

EXPERIENCES ET BONNES PRATIQUES

Plusieurs expériences exemplaires d'éco-construction ont été menées en Tunisie, notamment :

- La mosquée Ibrahim El Khalil El Manar 1 à Tunis
- La villa BLDN à La Marsa à Tunis
- La villa autonome à Mornague
- La villa autonome à la Marsa
- Le siège de la société SEACNVS à Taparoura à Sfax

L'Annexe es illustrations de ces projets sont inclus en Annexe 5.

Principes

Le succès de ces projets d'éco-construction repose sur la prise en compte systématique des éléments suivants :

- La végétalisation
- L'isolation
- L'ensoleillement
- La gestion de l'eau
- La ventilation

Objectifs

- **Réduction des consommations énergétiques** : les bâtiments, notamment, répondent à des exigences très strictes avec des consommations au mètre carré aussi faibles que possible. Les quartiers durables remarquables recourent tous aux énergies renouvelables (solaire, le plus souvent).

- **Meilleure gestion des déplacements avec limitation de la voiture et incitation à l'utilisation de transports doux** (transports en commun, vélo, marche à pied) : les quartiers durables favorisent l'usage du vélo grâce à des pistes cyclables, la présence de parking à vélo sécurisé, des voies piétonnes permettent de circuler en toute sécurité, des arrêts de bus parcourent le quartier, etc. Cette limitation de l'automobile peut même aller jusqu'à son interdiction totale.
- **Réduction des consommations d'eau** : les eaux pluviales sont récupérées et utilisées pour arroser les espaces verts, nettoyer la voie publique ou alimenter l'eau des toilettes.
- **Limitation de la production de déchets** : la collecte sélective des déchets est de rigueur, mais les déchets verts peuvent également être facilement compostés grâce à des emplacements prévus à cet effet - le compost pouvant ensuite être utilisé pour les jardins et espaces verts.
- **Favoriser la biodiversité** : suivant les quartiers durables, des mesures peuvent être prises ou encouragées pour permettre à une flore et une faune locale de s'épanouir.
- **Meilleur choix des matériaux de construction utilisés et les chantiers** : Ils peuvent faire l'objet d'une attention particulière (éco-matériaux, meilleure gestion des déchets de chantier, réutilisation d'éléments dans le cadre d'une réhabilitation...).

MATÉRIAUX LOCAUX ET ALTERNATIFS

Valorisation des substances utiles

La Tunisie dispose de nombreux atouts favorisant l'écoconstruction et l'amélioration des performances thermiques de ses bâtiments :

- Une abondance de matériaux locaux adaptés, tels que les carbonates, les argiles, les sables et les gypses, qui jouent un rôle clé dans l'optimisation des performances thermiques.
- Un climat modéré, propice à des solutions bioclimatiques.
- Un ensoleillement important, qui permet une meilleure exploitation des ressources solaires.

Ces atouts facilitent la conception architecturale de bâtiments adaptés au climat tunisien, alliant efficacité énergétique et confort thermique.

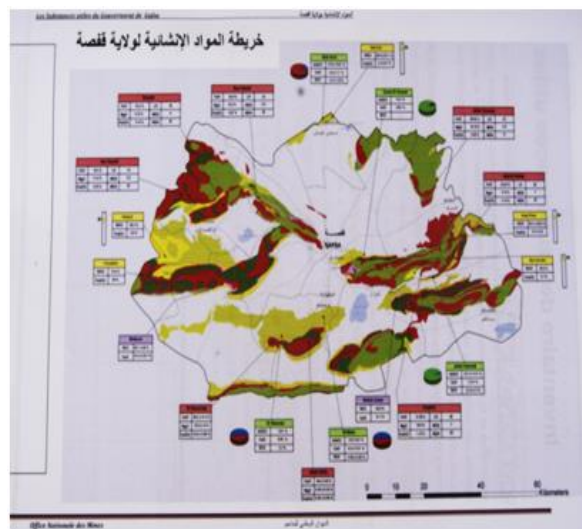


Figure 13: Carte des gisements de matériaux de construction à Gafsa
Source : Office National des Mines

Une présentation détaillée de solutions et techniques de valorisation des substances utiles locale est présentée en Annexe 6.

RECOMMANDATIONS STRATEGIQUES

Renforcement des capacités locales et du cadre réglementaire

1. **Renforcer les capacités humaines des commissions d'octroi des permis de construire** en dotant les municipalités des ressources humaines nécessaires pour évaluer efficacement les projets.
2. **Former les membres des commissions** de bâtir au contrôle des dossiers énergétiques dans le cadre de l'application de la réglementation thermique des bâtiments neufs.
3. **Généraliser la réglementation thermique** des bâtiments neufs à tous les types de bâtiments, au-delà des seuls bâtiments à usage de bureaux et résidentiel collectif.
4. **Imposer un audit énergétique sur plan systématique** à tous les nouveaux projets de construction des bâtiments civils.
5. **Rendre obligatoire l'affichage des performances énergétiques** pour les bâtiments résidentiels et tertiaires.
6. **Élaborer une charte d'urbanisme pour les projets écologiques**, faisant office d'étape intermédiaire entre l'amendement du cadre réglementaire et la concrétisation de la volonté des opérateurs privés. Cette charte sera définie au niveau communal dans le cadre d'ateliers de réflexion réunissant les représentants de la société civile, les responsables des communes, les promoteurs et les professionnels du secteur. Elle visera à valoriser les ressources naturelles identifiées dans le cadre de l'étude menée par l'Office National des Mines (ONM) pour le compte de la Direction des Carrières et des Explosifs au sein du Ministère de l'Équipement.
7. **Encourager l'application des réglementations relatives à la collecte et au stockage des eaux pluviales** pour les bâtiments publics, conformément aux décrets en vigueur, afin de promouvoir une gestion durable des ressources en eau :
 - **Le décret gouvernemental n°2018-171 du 19 février 2018**, qui fixe les conditions de construction et d'implantation des bâches de collecte et de stockage des eaux pluviales des terrasses des bâtiments non accessibles et leurs dépendance, ainsi que leur entretien et l'utilisation des eaux pluviales stockées.
 - **Le décret gouvernemental n°2019-1194 du 19 décembre 2019**, modifiant le décret gouvernemental n°2018-171 du 19 février 2018, qui exige l'intégration de bâches de collecte des eaux pluviales au niveau de tout projet de bâtiment civil, des projets à vocation touristique, d'animation, industrielle, logistique, de services, des grands équipements commerciales, des équipements, des parkings à étages et de l'habitat collectif, sur la base d'une étude de faisabilité tenant compte des précipitations annuelles moyennes dans chaque gouvernorat. Ces études seront élaborées conformément aux normes techniques adoptées par ce décret gouvernemental.

- **L'arrêté du ministre de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire du 19 décembre 2019**, modifiant l'arrêté du 17 avril 2007, portant définition des pièces constitutives du dossier de permis de bâtir, des délais de validité et

prorogation et des conditions de son renouvellement, qui exige de joindre au dossier de demande de permis de bâtir, une étude de faisabilité et une note de calcul relative à la réalisation de la bache de collecte des eaux pluviales.

Révision des cahiers des charges et des appels d'offres

1. **Promulguer le cahier des charges relatif au label ECOBAT** pour inciter les promoteurs immobiliers publics et privés à construire des bâtiments intégrant l'éco-construction et durables certifiés.
2. **Généraliser l'application de la réglementation thermique** des bâtiments neufs à tous les types de bâtiments, au-delà des bâtiments à usage de bureaux et résidentiel collectif.
3. **Actualiser les textes réglementaires relatifs aux marchés publics** pour encourager les concepteurs et les entreprises des bâtiments et des travaux publics (BTP) à l'utilisation de matériaux
4. **Réaliser des essais techniques en collaboration avec les centres techniques spécialisés** dans les matériaux de construction tels que le CTMCCV et CETEC selon les normes internationales. L'INNORPI mettre en place des normes de mise en œuvre pour certifier ces matériaux écologiques locaux.
5. **Rendre obligatoire l'affichage des performances énergétiques** pour les bâtiments résidentiels et tertiaires.

Diagnostic de l'existant en profitant des incitations existantes

1. **Organiser des actions de sensibilisation à destination des promoteurs publics et privés** et inciter les communes à l'application de la réglementation pour la généralisation de l'utilisation des baches de collectes et de stockage des eaux pluviales.
2. **Accorder des incitations financières aux projets de construction labélisés ECOBAT** grâce au Fonds de Transition Énergétique.
3. **Mettre en place des mécanismes de financement** visant à encourager l'installation et l'utilisation des baches de collecte et de stockage des eaux pluviales.

Mode de sélection des acteurs de la maîtrise d'œuvre

1. **Actualiser l'arrêté de la ministre de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire du 18 août 2008**, déterminant les activités, les spécialités, les catégories et les plafonds y correspondants dans lesquels les entreprises de bâtiment et de travaux publics peuvent être agréées ainsi que les moyens humains, matériels et financiers dont ces entreprises doivent disposer, en vue de rajouter les activités relatives à l'utilisation des matériaux locaux et les techniques de construction écologiques.
2. **Inviter l'INNORPI à promulguer les normes techniques et de sécurité** nécessaires relatives aux baches de collecte et de stockage des eaux pluviales afin de garantir la sécurité des personnes lors de leur utilisation et la durabilité de ces systèmes.
3. **Promouvoir les micro-entreprises de fabrication de baches de collectes et de stockage des eaux pluviales** conformément aux normes en vigueur.
4. **Mettre en place des programmes de formation spécifiques**, au sein des centres de formation professionnels, pour l'amélioration des capacités des micro-entreprises de mise en œuvre des matériaux locaux et écologiques pour promouvoir l'éco-construction.
5. **Favoriser la collaboration avec les organismes de recherche et les centres techniques** pour le développement des matériaux locaux performants à travers la valorisation des substances utiles disponibles et la promotion des techniques d'éco-construction pour l'amélioration des performances thermique des bâtiments et la réduction de l'énergie de production des matériaux de construction.

ANNEXES

Annexe 1 : Réglementation thermique des bâtiments neufs

Approche prescriptive

L'approche prescriptive s'applique aux **bâtiments à usage de bureaux** lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- La surface couverte est inférieure à 1500 m².
- Le taux de baies vitrées répond aux critères suivants :
 - Pour les bâtiments publics : un taux inférieur à 35 %, avec une distribution sur les façades EST/OUEST +/- 45° inférieure à 25 %.
 - Pour les bâtiments privés : un taux inférieur à 45 %, avec une répartition sur les façades EST/OUEST +/- 45° inférieure à 35 %.

L'approche prescriptive s'applique également **aux bâtiments résidentiels collectifs** qui remplissent les conditions suivantes :

- Ils sont composés d'un rez-de-chaussée et de trois étages.
- Le taux de baies vitrées est inférieur à 45 %, avec une répartition sur les façades EST/OUEST inférieure à 35 % (tolérance de +/- 45° pour les bâtiments privés).

Exemples

Exemple 1 : Un bâtiment public à usage de bureaux, d'une surface couverte de 1 300 m² situé en zone thermique 2, avec un taux de vitrage moyen suivant :

- Taux global des baies vitrées (TGBV) > 15 % et ≤ 25 %
- TGBV sur les façades EST/OUEST (+/- 45°) ≤ 15 %

Ce bâtiment est conforme aux conditions de l'approche prescriptive et devra respecter les prescriptions techniques suivantes :

- **Coefficient de transmission thermique des toitures (U)** ≤ 0,75 W/m².K, par exemple avec une pente en béton allégé au polystyrène.
- **Coefficient de transmission thermique des murs extérieurs (U)** ≤ 1,1 W/m².K, par exemple avec une double cloison et une lame d'air, sans isolation.
- **Coefficient de transmission thermique des vitrages (U)** ≤ 3,2 W/m².K, par exemple avec un double vitrage de 6/6/6 mm.
- **Facteur solaire des vitrages (Sc)** ≤ 0,6, par exemple avec des vitrages de teinte bronze.

Ces prescriptions techniques assurent une performance énergétique comprise entre [85 – 95] kWh/m².an.

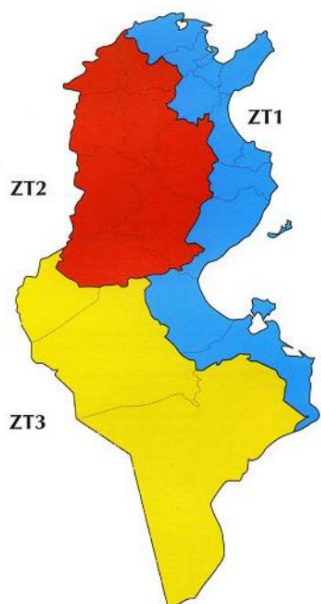
Exemple 2 : Un bâtiment public à usage de bureaux, d'une surface couverte de 1 500 m², avec un taux de vitrage moyen suivant :

- Taux global des baies vitrées (TGBV) > 15 % et ≤ 25 %
- TGBV sur les façades EST/OUEST (+/- 45°) ≤ 15 %

Ce bâtiment est conforme aux conditions de l'approche prescriptive et devra respecter les prescriptions techniques suivantes :

- **Coefficient de transmission thermique des toitures (U) $\leq 0,55$ W/m².K**, par exemple avec une forme de pente + 6 cm isolant et une toiture fortement isolée.
- **Coefficient de transmission thermique des murs extérieurs (U) $\leq 1,1$ W/m².K**, par exemple avec une double cloison et une lame d'air, sans isolation.

- **Coefficient de transmission thermique des vitrages (U) $\leq 1,9$ W/m².K**, par exemple avec un double vitrage de 6/12/6 mm.
- **Facteur solaire des vitrages (Sc) $\leq 0,5$** , par exemple avec un isolant à faible émissivité.



	Taux des baies vitrées	U des toitures exposées (W/m ² .K)	U des murs extérieurs (W/m ² .k)	U des vitrages (W/m ² .k)	SC+ des vitrages
Zone climatique réglementaire ZT1	Faible	$\leq 0,75$	$\leq 1,1$	$\leq 6,2$	$\leq 0,95$
	Moyen	$\leq 0,75$	$\leq 1,1$	$\leq 3,2$	$\leq 0,60$
	Elevé	$\leq 0,75$	$\leq 1,1$	$\leq 1,9$	$\leq 0,50$
Zone climatique réglementaire ZT2	Faible	$\leq 0,55$	$\leq 0,6$	$\leq 3,2$	$\leq 0,80$
	Moyen	$\leq 0,55$	$\leq 1,1$	$\leq 1,9$	$\leq 0,50$
	Elevé	L'approche prescriptive n'est pas admise pour cette configuration			
Zone climatique réglementaire ZT3	Faible	$\leq 0,55$	$\leq 1,1$	$\leq 3,2$	$\leq 0,60$
	Moyen	$\leq 0,55$	$\leq 0,8$	$\leq 1,9$	$\leq 0,50$
	Elevé	L'approche prescriptive n'est pas admise pour cette configuration			

Figure 14 (gauche) : Carte des zones thermiques en Tunisie

Figure 15 (droite) : Prescriptions techniques de l'approche prescriptive pour les bâtiments publics

Approche performancielle

L'approche performancielle s'applique aux **bâtiments à usage de bureaux** lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- La surface couverte est supérieure à 1500 m².
- Le taux de baies vitrées répond aux critères suivants :
 - Pour les bâtiments publics : un taux supérieur à 35 %, avec une distribution sur les façades EST/OUEST +/- 45° supérieure à 25 %.

- Pour les bâtiments privés : un taux supérieur à 45 %, avec une répartition sur les façades EST/OUEST +/- 45° supérieure à 35 %.

L'approche prescriptive s'applique également **aux bâtiments résidentiels collectifs** qui remplissent les conditions suivantes :

- Ils sont composés d'un rez-de-chaussée et quatre étages ou plus.
- Le taux de baies vitrées est supérieur à 45 %, avec une répartition sur les façades EST/OUEST supérieure à 35 % (tolérance de +/- 45° pour les bâtiments privés).

Dans l'approche performancielle, le niveau des besoins énergétiques annuels du bâtiment liés au confort thermique sont estimés moyennant l'utilisation de logiciels autorisés par l'ANME: CLIP (configurations architecturales simples) ou Tun-eQUEST (configurations architecturales complexes).

Procédure de vérification de la fiche technique

Selon l'approche prescriptive, la fiche technique est élaborée et signée par l'architecte concepteur du projet. En revanche, pour l'approche performancielle, la fiche technique est élaborée et signée par le bureau d'étude ou l'ingénieur conseil qui a effectué l'étude, puis visée par le contrôleur technique.

Cette fiche technique est ensuite soumise à la commission communale des permis de bâtir qui procède à sa vérification et délivre le permis de bâtir.

Annexe 2 : Le label de performance énergétique ECOBAT

REFERENCIEL DE NOTATION DU LABEL ECO-BAT PAR TYPE DE BATIMENT				
Types de bâtiments	Cibles			Total
	Enveloppe	Equipements techniques	Gestion des ressources	
Résidentiel collectifs	60	46	8	114
Tertiaire Bureaux	60	58	8	126
Tertiaire Santé	60	66	16	142
Tertiaire Hôtellerie	60	68	14	142

Figure 16 : Référentiel de notation du label ECOBAT par type de bâtiment

Cible 1 : Enveloppe du bâtiment

Éco-conception

- Besoins énergétiques de chauffage/ refroidissement
- Classe énergétique / BECTH (en kWh/m².an)

Éco-construction

- Compacité du bâtiment
- Taux global des baies vitrées
- Taux relatif des baies vitrées / à EST et OUEST ± 45°)
- Utilisation des matériaux locaux
- Énergie spécifique de production des matériaux utilisés
- Conductivité thermique des matériaux utilisés
- Inertie thermique des matériaux utilisés

Accompagnement technique par un professionnel

- Assistance et suivi du projet

Cible 2 : Équipements techniques du bâtiment

Chauffage des ambiances

- Typologie du système de chauffage
- Performance énergétique des équipements
- Régulation de l'installation

Refroidissement des ambiances

- Typologie du système de refroidissement
- Performance énergétique des équipements
- Régulation de l'installation

Production d'ECS

- Taux de couverture solaire des besoins en ECS
- Typologie de l'installation solaire

Ventilation des espaces

- Taux de renouvellement d'air
- Typologie du système de ventilation

Éclairage des espaces

- Efficacité lumineuse des lampes
- Rendement optique des luminaires
- Types de gestion du système d'éclairage

Gestion et comptage de l'énergie

- Type de gestion des installations techniques
- Équipements de comptage / mesures

Intégration des Énergies Renouvelables (ER) et/ou procédés innovants

- Taux de couverture des besoins par des ER
- Taux de couverture des besoins par des techniques innovantes

Économie d'eau

- Taux d'équipement en appareils économes en eau
- Types de systèmes utilisés

Cible 3 : Gestion des ressources

Comptabilité et cadastre d'énergie et d'eau

- Plan de comptabilité énergie/eau
- Indicateurs de suivi énergie/eau
- Tableau de bord énergie/eau

Gestion des eaux et des déchets

- Traitement et gestion des eaux
- Tri et gestion des déchets

Sensibilisation énergie, eau, déchets

- Stratégie de sensibilisation
- Moyens

Gestion (locataires ou tierce partie) du bâtiment

- Conditions contractuelles à respecter pour l'exploitation du bâtiment, liée à l'énergie, l'eau et les déchets.

Tableau 6 : Procédure pour l'octroi du label ECOBAT

Étape 1	<ul style="list-style-type: none"> • Rédaction de la fiche projet à partir du site • Présentation de la note de cadrage • Désignation d'un expert chargé de la certification • Signature du contrat entre le Maître d'Ouvrage et l'organisme de certification
Étape 2	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt des dossiers techniques et pièces écrites du projet • Assistance au Maître d'Ouvrage et concepteurs pour l'approbation du projet • Rédaction d'une note de synthèse relative aux dispositions techniques et réglementaires préconisées par le Maître d'Ouvrage pour la certification du projet • Classement provisoire du projet
Étape 3	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt des plans d'exécution, plannings de réalisation et documentation technique • Mise en place d'un planning de suivi des travaux et de coordination entre les parties prenantes • Attribution Finale du label à la réception provisoire des travaux • Mise en place d'un planning de contrôle et vérification de l'application des dispositions préconisées et le suivi des consommations en énergie et eau du projet selon une fréquence préalable établie

Annexe 3 : Promotion de l'isolation thermique des terrasses des bâtiments PROMO-ISOL

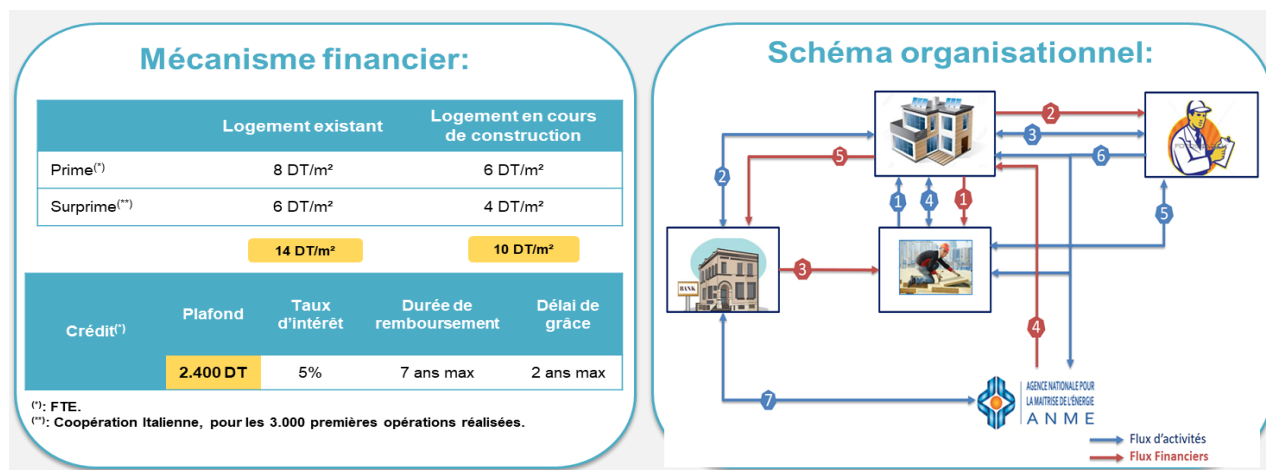


Figure 17 : Mécanisme financier PROMO-ISOL

Figure 18 : Schéma organisationnel du programme PROMO-ISOL

Annexe 4 : Fonds de Transition Énergétique (FTE)

Le FTE établi sur la base du décret n°983 du 26 juillet 2017 prévoit les incitations financières suivantes :

Actions de maîtrise de l'énergie : Investissements immatériels			
Investissement	Prime		Plafond Crédit
	Taux (%)	Plafond	
- Audit énergétique, - Audit énergétique sur plan, - Consultation préalable	70%	30 000 DT	-
Etudes de faisabilité	70%	30 000 DT	-
- Accompagnement et assistance technique	70%	70 000 DT	-
- Etudes territoriales réalisées par les collectivités locales	70%	200 000 DT	-
- Autres investissements immatériels	70%	70 000 DT	-

Actions de maîtrise de l'énergie : Investissements matériels			
Investissement	Prime		Plafond Crédit
	Taux (%)	Plafond	
- Projet de démonstration	50%	100 000 DT	200 000 DT
- Système de gestion de l'énergie	40%	100 000 DT	80 000 DT
- Construction, extension & rénovation énergétique des bâtiments	30%	200 000 DT	400 000 DT
- Production du froid à partir du gaz naturel	30%	100 000 DT	200 000 DT
- Stockage du froid	30%	100 000 DT	200 000 DT
- Production du biogaz	30%	50 000 DT	100 000 DT
- Station de diagnostic moteur	20%	6 000 DT	-
Conditions du Crédit : Voir article n°5 du décret n°983 du 26/07/2017			

Actions de maîtrise de l'énergie : Investissements matériels			
investissement	Prime		Plafond Crédit
	Taux (%)	Plafond	
PROMO-ISOL : Isolation des toitures de logements existants	-	8 DT / m2	2 400 DT
PROMO-ISOL : Isolation des toitures de logements en cours de construction	-	6 DT / m2	2 400 DT
PROSOL - CES Individuel (stockage < 300 litres et capteur 1-3 m2)	-	200 DT / Syst	-
PROSOL - CES Individuel (stockage > 300 litres et capteur 4-7 m2)	-	400 DT / Syst	-
PROSOL - CES Collectif	30%	250 DT / m2	-

Actions de maîtrise de l'énergie : Investissements matériels			
investissement	Prime		Plafond Crédit
	Taux (%)	Plafond	
PROSOL-ELEC Résidentiel	-	1,2-1,5 kDT / KWc (3 kDT / projet)	-
PROSOL-ELEC Non Résidentiel	-	1,2-1,5 kDT / KWc (5 kDT / projet)	-
Énergies renouvelables non connectées au réseau	-	1 à 6 kDT / KW (50 kDT / projet)	100 kDT
Autres investissements matériels	20%	200 kDT	-
Conditions du Crédit : Voir article n°5 du décret n°983 du 26/07/2017			

Figure 19 : Subventions financières pour des investissements matériels et immatériels offertes par le FTE pour des actions de maîtrise de l'énergie (Article 8 du décret n°983 du 26 juillet 2017)

Actions de maîtrise de l'énergie : Création & extension d'entreprises		
	Création	Extension
- Plafond d'investissements éligibles	4 MDT	3 MDT
- Part minimale de l'autofinancement dans l'investissement	40% (y compris la prime et la dotation ou participation)	30% (y compris la prime et la dotation ou participation)
- Fonds d'investissements (dotation remboursable)	60% du capital avec un apport propre minimal de 20% du capital	
- Fonds d'investissements (Participation au capital)	60% du capital avec un apport propre minimal de 10% du capital et un participation SICAR de 10%	
- Prime aux investissements matériels	10% (200 kDT)	
- Prime aux investissements immatériels	Mêmes primes que les actions de ME	
- Crédit	-	35% (plafond 600 kDT cogénération & ER et 350 kDT autres projets ne dépassant pas 1 MDT)

Actions de maîtrise de l'énergie : Dispositions transversales
- Le crédit est octroyé avec un taux d'intérêt de 5% pour une durée de remboursement maximale de 7 ans et un délai de grâce de 2 ans.
- Pour les actions de ME, le crédit n'est octroyé qu'avec le concours d'un crédit bancaire où le montant total du crédit ne doit pas dépasser 50% du coût de l'action.
- La cession au profit des bénéficiaires de la participation supportée par le FTE se fait à sa valeur nominale ajoutée d'un taux d'intérêt annuel de 3% et ceci, pour une durée maximale de 12 ans.
- Le remboursement de la dotation se fait sur une période de 12 ans dont une durée de grâce de 5 ans à un taux d'intérêt de 3%.

Figure 20 (gauche) : Subventions pour la création et l'extension d'entreprises offertes par le FTE
 Figure 21 (droite) : Conditions de crédits offerts par le FTE (Article 5 du décret n°983 du 26 juillet 2017)

Les programmes nationaux soutenus par le mécanisme FTE visent les objectifs suivants :

1. Remplacement de **4 millions de lampes** à incandescence par des lampes **à LED** au profit des ménages bénéficiant du taux de subvention de l'électricité le plus important
2. Remplacement de **400'000 anciens réfrigérateurs** par des **réfrigérateurs performants**
3. Remplacement de **300'000 points d'éclairage public** par des appareils **d'éclairage à LED**
4. Substitution de l'énergie par le **gaz naturel** dans le secteur **résidentiel**
5. Programmes annuels de **communication**
6. Remplacement d'anciens **téléviseurs**
7. Remplacement d'anciens **climatiseurs individuels**

Annexe 5 : Exemples de projets

III-1-1. MOSQUEE IBRAHIM EL KHALIL El Manar 1 - Tunis

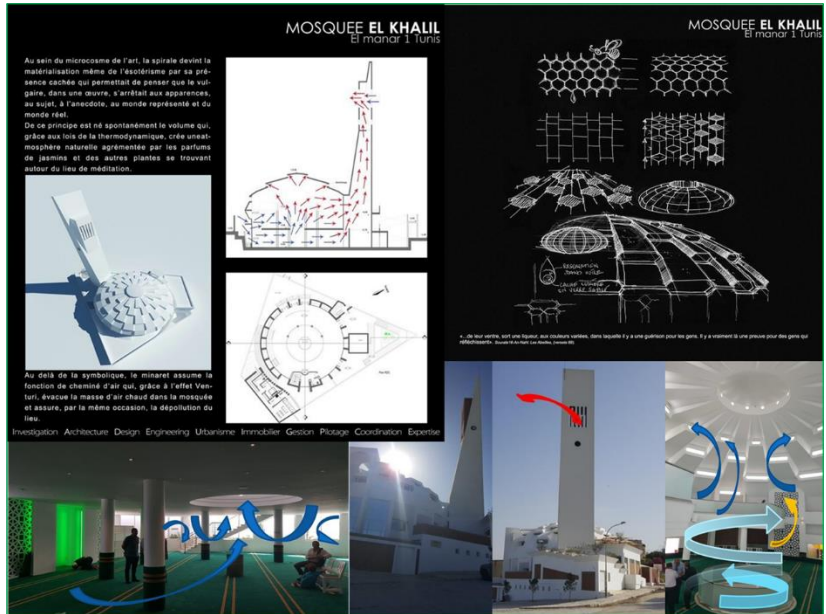


Figure 22 : Mosquée Ibrahim El Khalil à El Manar 1 – Tunis

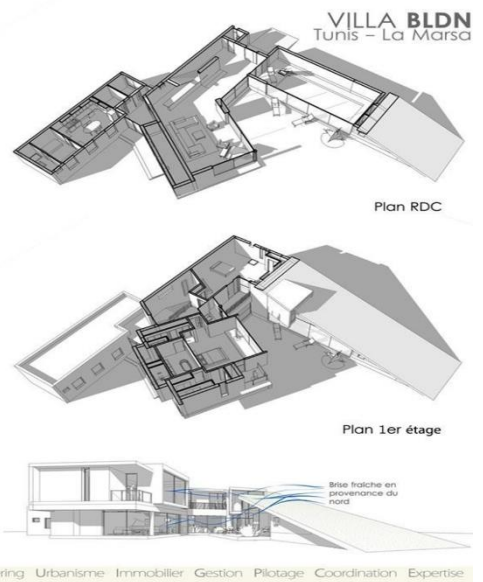
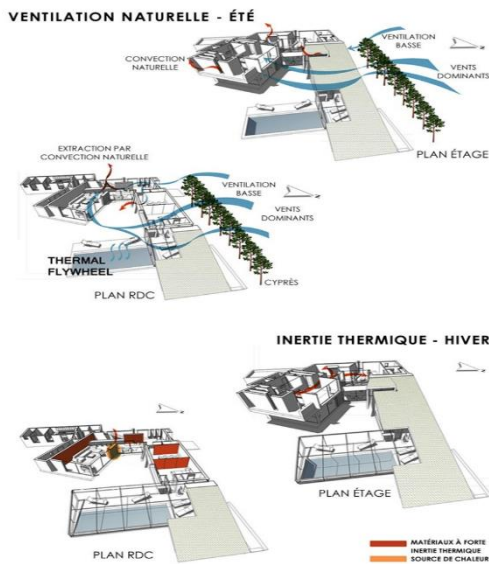


Figure 23 : Villa BLDN à La Marsa, Tunis



Figure 24 : Villa BLDN à La Marsa, Tunis



Figure 24 : Villa autonome à Mornague, utilisant des parpaing isolés et un puit canadien



Villa autonome à la Marsa en BTC et voûte traditionnelle

Figure 25 : Ville autonome à la Marsa en BTC et voûte traditionnelle



Figure 26 : Siège de la société SEACNVS à Taparoura, Sfax

Annexe 6 : Expériences d'utilisation de matériaux locaux

Les matériaux locaux présentent une faible énergie grise de production et bénéficient de leur proximité au site de construction. Voilà quelques expériences d'utilisation de matériaux locaux pour des projets de construction :

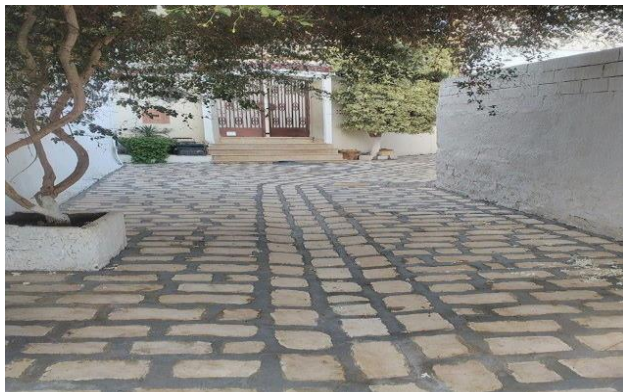


Figure 27 (gauche) : Logement en pierre naturelle Dar Chaabane

Figure 28 (droite) : Restauration du marché de Sidi Bouzid avec des pavés en marbre fabriqués à partir de déchets de marbrerie.



Figure 29 & 30 : Briques de terre compressée utilisées dans des constructions à Tozeur



Figure 31 & 32 : Plaques de plâtre fibrée (gauche) et plaques de plâtre cartonnée (droite) produites à partir des gisements de plâtre en Tunisie