

NOTE DE POLITIQUE & RETOUR D'EXPÉRIENCE

Optimiser les consommations énergétiques dans les écoles pour améliorer le confort des usagers et accompagner la transition écologique :

enseignements & recommandations du Geres



Salles de classe en préfabriqué dans le village d'Outerbat

Cette note est issue des enseignements du projet "CEMAATERRII" dédié à tester des solutions d'optimisation énergétique dans des bâtiments scolaires de la province de Midelt. Elle s'appuie sur des études et mesures conduites dans des écoles, l'expérience de terrain avec la Direction Provinciale de l'Education (DPE) et des formations dispensées aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre. Les enseignements et conclusions présentés concernent ainsi principalement les territoires ruraux de montagne, mais la plupart peuvent être élargis à l'ensemble du Royaume du Maroc.

Auteur-trices : Matthieu Pailler avec la participation de Soukaina Najmoueddine, Virginie Klein et Clémentine Laratte.
Ces propos n'engagent que le Geres et non ses partenaires.

- En savoir plus sur [le projet](#)
- En savoir plus sur le [Geres](#)

CONTEXTE DU PROJET

Des constructions modernes peu confortables, énergivores et avec une durée de vie réduite

Située à cheval entre le Haut et le Moyen Atlas, la province de Midelt subit des hivers particulièrement longs et rigoureux. Les bâtiments scolaires ne sont pas adaptés à ces conditions et ne répondent pas aux minimums attendus pour satisfaire le confort et garantir l'hygiène des usagers :

- Les mesures réalisées par le Geres dans des salles de classe et un internat montrent **des températures intérieures très souvent inférieures à 10°C en période hivernale**, et qui peuvent **passer sous les 4°C lors des périodes de froid les plus rudes**.
- La qualité de l'air intérieur est insuffisante en raison des systèmes de chauffage au bois utilisés qui dégagent des fumées gênantes et induisent des taux de particules élevés.

Le Geres a conduit une étude comparant l'efficacité énergétique et le confort thermique entre différentes salles de classe : des salles anciennes en pierre, des salles en préfabriqué, des salles de construction récente en brique/béton, des salles isolées en matériaux conventionnels et des salles en matériaux locaux. Ces mauvaises conditions intérieures concernent ainsi les préfabriqués construits dans les années 1970, mais également des bâtiments récents et neufs, majoritairement construits en briques et en béton.

Les bâtiments neufs ont aussi tendance à se dégrader rapidement parce qu'ils ne tiennent pas compte de la rigueur climatique au moment de la conception (vent, neige, forts gradients de température etc...) et des critères d'efficacité énergétique (orientation, double vitrage, type de toiture, etc...)

Ils sont difficiles à chauffer, nécessitent des rénovations régulières et ont une durée de vie réduite.

A contrario, si l'on s'intéresse à l'architecture et au patrimoine bâti vernaculaire, on se rend compte que les techniques de construction et les matériaux traditionnels étaient parfaitement adaptés à leurs conditions environnantes.

Ces techniques sont néanmoins de moins en moins valorisées au profit du couple constructif briques/béton, synonyme de modernité et dont l'utilisation est aujourd'hui normalisée dans tout le Royaume. On observe ainsi une perte de savoir-faire des techniques de construction ancestrales et locales ainsi qu'une dépendance aux matériaux importés, coûteux et carbonés.



Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments offre des bénéfices environnementaux et socio-économiques pour les populations et les territoires

Modélisation des salles de classe en matériaux locaux

CONCRÈTEMENT, ÇA VEUT DIRE...

- **Améliorer le bien-être et le confort thermique pour les usagers** des bâtiments ainsi que les conditions sanitaires en maîtrisant la qualité de l'air intérieur à travers la ventilation et l'utilisation de poêles performants ;
- **Réduire l'empreinte écologique des infrastructures** en diminuant les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) liées au chauffage et à la climatisation et en réduisant le coût carbone lié aux matériaux (composition, transport). La réduction de l'utilisation du bois de chauffe limite les impacts sur la ressource en bois et la forêt ;
- **Rôle positif sur la qualité des services publics rendus aux habitant.es.** Ces impacts sociaux sont maximisés dans le cas de bâtiments sociaux, éducatifs ou de santé, très utilisés par l'ensemble des classes sociales. Dans le domaine scolaire -secteur prioritaire du Royaume-, des écoles plus confortables améliorent la qualité des apprentissages en augmentant le temps consacré aux enseignements ;
- **La structuration de filières économiques locales sur les bâtiments durables contribue au développement économique local** à travers la création d'emplois locaux qualifiés et pérennes et la valorisation de savoir-faire artisanaux.

Le Royaume du Maroc dispose d'un cadre politique et réglementaire ambitieux et complet en matière d'efficacité énergétique

Le développement sobre en carbone et résilient au changement climatique a été érigé en priorité nationale par Sa Majesté le Roi Mohammed VI, que Dieu l'assiste.

- **La Contribution Nationale Déterminée actualisée en 2021**, qui traduit les engagements du Royaume pour lutter contre les changements climatiques en veillant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre estime que l'application de la RTCM permettra d'économiser 500GT de CO₂ d'ici 2030. Cette ambition est également traduite dans la Stratégie Nationale Énergétique qui fixe l'objectif de réduire de 14% les émissions pour le secteur ville, habitat et tertiaire à l'horizon 2030.
- **La Règlementation Thermique de la Construction Marocaine (RTCM)** vise à « améliorer la performance énergétique des constructions et la production d'une nouvelle génération de constructions plus rationnelles et économes en matière de consommation énergétique ».

Elle a l'avantage d'être applicable selon deux approches adaptées aux différents territoires du Maroc : la méthode prescriptive, simple d'application, exige des critères de performances sur tous les éléments du bâti (parois verticales, horizontales, menuiseries...). D'autre part, la méthode performancielle permet d'entrer dans le détail du calcul thermique avec un unique objectif global de performance sur le bâti : on peut donc personnaliser ses solutions techniques.

L'application de la RTCM est obligatoire depuis 2015 pour les constructions neuves résidentielles et tertiaires (Décret n°2-13-874 du 20 Hija 1435 du 15 Octobre 2014).

- **Une fiche de conformité RTCM signée par l'architecte** doit être ajoutée au dossier de dépôt de permis de construire depuis 2021. Un logiciel de simulation en libre accès et simple de prise en main (Binayate) vient compléter cet arsenal réglementaire.

Principales contraintes et limites à sa mise en œuvre sur le terrain

Dans la Province de Midelt, aucun bâtiment public postérieur à 2015 n'est conforme aux exigences de la RTCM. Un sondage a été réalisé par le Geres auprès de parties prenantes du secteur de la construction pour identifier des freins limitant son application :

- **Une injonction à construire vite...** : le dynamisme de la démographie marocaine (+ 3,3% d'enfants scolarisés dans les établissements publics des 3 cycles en 2021-2022), couplé au déficit d'infrastructures appelle à d'importants besoins de nouvelles infrastructures scolaires. Cet enjeu de construire vite limite la capacité d'anticipation des autorités au profit d'une vision de court terme et les incite à privilégier la quantité au détriment de la qualité.
- **...avec des budgets contraints** : le manque de moyens financiers est le principal argument mis en avant par les maîtres d'ouvrage publics. La tendance des institutions à tirer les prix de construction vers le bas en proposant des estimations toujours plus basses et en sélectionnant les entreprises les moins disantes incite la maîtrise d'œuvre à réduire au maximum ses dépenses en réduisant le temps passé en phase étude et suivi de chantier. Leur marge de manœuvre pour proposer des ouvrages performants est ainsi très réduite.
- **Vision de court terme et capacités d'innovation limitées** : les services techniques, souvent saturés par leurs tâches habituelles, manquent de temps pour prendre du recul, réfléchir à ce qui fonctionne mal, ou proposer des modifications à leurs cahiers des charges. Ils restent dans une forme de statu quo en répliquant massivement des modèles qui ont été largement testés et qui permettent de construire des bâtiments approximativement fonctionnels respectant les contraintes de calendrier et de budget.
- **Complexité technique** : Si les maîtres d'ouvrages locaux (Collectivités territoriales, instances déconcentrées de l'Éducation Nationale, Agences Urbaines, INDH...), ont connaissance de la RTCM, le détail de son contenu et de sa mise en application n'est pas toujours maîtrisé. Cela est notamment vrai pour les services techniques dont le mandat principal n'est pas la construction. Les académies régionales et les directions provinciales d'éducation notamment sont en charge de la construction des établissements scolaires alors que leur rôle principal est d'assurer les aspects éducatifs. Ces institutions se retrouvent avec des services techniques limités en ressources humaines pour gérer un patrimoine bâti et à bâtir parfois très important.
- **Défaut de contrôle sur le terrain** : Les agences urbaines délivrent les permis de construire à condition que les ouvrages proposés soient conformes avec l'ensemble des réglementations en vigueur (dont la RTCM via la fiche de conformité établie par l'architecte). Elles manquent néanmoins des moyens humains permettant d'instruire chaque dossier en détail et de vérifier la véracité des données saisies. A titre d'exemple, la province de Midelt ne disposait en 2021 que de 2 architectes publics. Par ailleurs, la RTCM ne prévoit pas de dispositif de pénalité en cas de non-respect. Enfin, certaines institutions, dont la DPE, semblent s'affranchir du dépôt de permis de construire, afin de gagner du temps.
- **Non disponibilité des matériaux performants** (menuiseries double vitrage, isolants conventionnels...) dans les zones reculées : maîtres d'ouvrage comme maîtres d'œuvre savent qu'en plus des surcoûts liés au transport des matériaux, la logistique d'approvisionnement sera fastidieuse.
- **Faibles compétences des professionnels locaux** : le tissu professionnel d'architectes et entreprises maîtrisant l'efficacité énergétique est très limité hors des agglomérations principales. Par ailleurs, malgré des efforts engagés par l'Agence Marocaine pour l'efficacité énergétique -AMEE, et différents organismes de formation, les artisans locaux – souvent de statut informel- manquent toujours de connaissances sur les différentes techniques d'efficacité énergétique et de compétences pour les mettre en œuvre. Cela engendre des surcoûts et complexifie encore la réalisation d'un chantier non usuel.

Des solutions accessibles et peu coûteuses

Pour les maîtres d'ouvrage comme pour les maîtres d'œuvre, le plus simple pour atteindre les objectifs de la RTCM sera de suivre l'approche prescriptive. Elle est en effet très facile de mise en œuvre avec un simple tableau à double entrée à lire. Cependant, elle engendre inévitablement des surcoûts car elle oblige l'intervention sur tous les postes constructifs.

On recommandera donc de concevoir son bâtiment dans une approche performancielle permettant de privilégier les postes ayant le plus d'impacts (toiture, peu chère et facile à mettre en œuvre et menuiseries, jusqu'à 6 fois plus chères mais inévitable) sur d'autres (le sol, peu déperditif et cher à isoler).

D'après notre expérience, en zone 4 (froide), en optimisant au maximum les dépenses, un bâtiment conventionnel répondant aux exigences RTCM (brique/béton avec isolation toiture et menuiseries performantes) coûte en moyenne 15% plus cher qu'un bâtiment non isolé. Un tel bâtiment permet de s'affranchir presque complètement de système de chauffage ou de climatisation avec un bon niveau de confort toute l'année.

Ce même bâtiment conçu en matériaux locaux (respectant toujours la RTCM) n'aurait un surcoût que de 5% par rapport à un bâtiment classique non isolé... Construire des bâtiments performants en matériaux locaux en combinaison avec des matériaux modernes (murs en pisé/ BTC et toiture en béton) semble donc très prometteur car cela permet de :

- **Limiter les surcoûts**, notamment en réduisant les coûts des matériaux de construction importés et en réduisant les prix d'achats et les frais de transport.
- **Limiter la volatilité des prix dans le temps ;**
- **Avoir des bâtiments performants et conformes aux exigences réglementaires ;**
- Promouvoir le patrimoine et les techniques architecturales locales ;
- Créer de l'emploi sur place en utilisant le savoir-faire ancestral ;
- Avoir des bâtiments esthétiques et agréables en combinant matériaux locaux et matériaux modernes (menuiseries notamment).

Des chartes de la construction pourraient voir le jour et appuyer cette initiative. Une fois les besoins réduits au maximum, il est important de travailler sur les systèmes de chauffage, notamment dans les bâtiments de grande envergure où il faut prévoir des chauffages centraux en prenant garde aux aspects entretien/maintenance/réparation.

A noter qu'aujourd'hui, le bois énergie est peu cher au Maroc, ce qui n'incite pas les institutions à réduire leurs consommations énergétiques. Cependant, il convient de prendre en compte la pression sur la ressource qui va la rendre inévitablement moins accessible et donc de plus en plus chère...

Enfin, intervenir thermiquement sur un bâtiment existant (rénovation) se révèle être beaucoup plus cher qu'une intervention pensée dès la construction.

Les institutions publiques locales ont un rôle moteur pour engager le secteur privé et les citoyens

Les autorités locales déconcentrées et décentralisées sont en charge de la planification, de la construction et de l'exploitation de leur patrimoine bâti. En tant que maîtres d'ouvrages, elles ont un rôle essentiel pour la réalisation d'un bâtiment performant en exigeant des bâtiments conformes à la RTCM dans les documents d'appel d'offre et en s'assurant du respect des exigences en phase étude et en phase réalisation.

Au-delà de ces exigences légales, favoriser une programmation plus qualitative peut permettre à court terme de faire des économies sur les frais d'énergie. A moyen terme, le potentiel de rentabilité économique doit inclure la baisse des frais de maintenance des bâtiments et l'allongement de leur durée de vie. Par ailleurs, réaliser des bâtiments publics exemplaires permet de montrer l'exemple en démontrant l'intérêt de solutions pour les ménages et de stimuler le marché local via la commande publique. Impliquer des écoliers offre également l'opportunité de sensibiliser les jeunes générations.

Nul doute qu'une fois les premiers bâtiments RTCM conçus, les institutions pourront les répliquer massivement. Le défi réside ainsi dans l'accompagnement d'une période de transition du modèle actuel vers le modèle performant.

RECOMMANDATIONS AUX MAÎTRES D'OUVRAGE INFRA-ÉTATIQUES

PLANIFICATION

- Avoir une vision à n+3 à minima pour anticipation des besoins et évolutions : optimiser l'implantation des bâtiments, allotir et regrouper les bâtiments à construire sur un même site pour limiter les surcoûts
- Prendre en compte des tendances climatiques pour anticiper les aléas et favoriser des bâtiments résilients
- Tenir à jour les plans cadastraux et établir les plans topographiques avant la conception des ouvrages

CONCEPTION

- Citer clairement les intentions du MO dans les CPS.
- Bien adapter le budget et la grille de notation pour favoriser les offres de qualité.
- Retenir la candidature sur la base d'un mémoire technique et de premières esquisses (et non la moins-disante).
- Organiser une première réunion de cadrage et validation de la compréhension globale du projet
- S'assurer de la mise en oeuvre de la Note de conformité avec la RTCM lors du dépôt du permis
- Organiser une première consultation des usagers pour identifier leurs besoins et attentes.

RÉALISATION

- Citer clairement les intentions du MO dans les CPS et intégrer les plans architecturaux dans le DCE
- Critères de sélection du RC favorisant les entreprises performantes
- Détailler le Bordereau des Prix en adéquation avec le CPS et exiger des estimations tenant compte des réalités locales
- Retenir la candidature sur la base d'un mémoire technique (idéalement 30% sur le prix et 70% sur la technique).
- Organiser une réunion de cadrage sur site
- Faire régulièrement des réunions de chantier pour vérifier la conformité entre travaux et plans

EXPLOITATION

- Sensibiliser les usagers pour un usage durable et adapté, en associant des associations locales
- Faire le suivi (Monitoring) en complément avec des équipements de mesure adaptés (enregistreurs de température et du taux de CO2)
- Aller plus loin en proposant des primes d'intéressement en cas de sous consommation énergétique

RECOMMANDATIONS AUX INSTITUTIONS ÉTATIQUES

- **Renforcer les contrôles de terrain pour rendre la RTCM effectivement obligatoire** : D'une part, au moment du dépôt de permis de construire auprès des agences urbaines avec des effectifs renforcés pour pouvoir traiter rigoureusement l'ensemble des dossiers et vérifier la cohérence entre les systèmes constructifs saisis pour créer la fiche et les systèmes effectivement prévus. D'autre part, au moment de la réception du bâtiment pour vérifier la conformité entre les plans et les études et l'ouvrage fini.
- **Mettre en place des pénalités en cas de non-respect de la RTCM** : rejet des projets non conformes au moment du dépôt de permis de construire ; sanction des fraudes sur la fiche de conformité ; mise à niveau du bâtiment couplée d'une sanction (au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre et/ou à l'entreprise) si le bâtiment ne respecte pas les engagements en matière d'efficacité énergétique.
- **Réfléchir à des labels ou à des subventions pour inciter à la performance énergétique**, pour aller plus loin que les critères de la RTCM.
- **Prévoir les moyens permettant de respecter la RTCM sur tout le territoire**, en augmentant les budgets de construction pour conserver le nombre des constructions ou en privilégiant la qualité à la quantité et en priorisant davantage les constructions et en investissant dans la conception de bâtiments efficaces et peu chers (construits en matériaux locaux par exemple).
- **Déléguer les constructions à des institutions spécialisées**, à l'image des Agences Régionales d'Exécution des Projets (AREP). Ces agences doivent disposer des moyens humains permettant notamment de suivre les chantiers, et être spécifiquement formées aux enjeux de la RTCM pour les intégrer de manière systématique dans leurs procédures.
- **Renforcer le contrôle du respect des règles de marchés publics** (non-respect des délais, favoritisme pour la sélection d'entreprise, etc...) et assouplir les règles de passation de marché autorisant la sélection du mieux disant par rapport à l'efficacité énergétique et permettant aux maîtres d'ouvrage de faire des modifications. Le dialogue entre le Ministère de l'Economie et des Finances (MEF) et les institutions publiques pourrait être facilité et le seuil exigeant le VISA du MEF (500 000 MAD) rehaussé.
- Raisonner en coût global sur la durée de vie du bâtiment : en considérant le coût de construction mais aussi la durée de vie et le coût d'exploitation d'un bâtiment, on observe que globalement, un bâtiment performant n'est pas plus cher qu'un bâtiment classique. Il faut également ajouter les gains en confort, en hygiène et les émissions de CO2 évitées à la balance...
- Revoir la réglementation de la construction pour les matériaux locaux : aujourd'hui la réglementation est contraignante pour les constructions en matériaux non conventionnels (notamment d'un point de vue sismique). Cela crée des freins ou oblige à trouver des solutions intermédiaires (béton et matériaux locaux par exemple). Il serait également intéressant d'assermenter officiellement un certain nombre de solutions locales pour faciliter leur intégration.

Isolation de la toiture de l'internat de l'école communautaire de Zaouiat Sidi Hamza



Sensibilisation dans une école



RECOMMANDATIONS POUR LA MISE À JOUR DE LA RTCM

En l'état, la RTCM est tout à fait opérationnelle mais on peut tout de même noter quelques pistes d'amélioration à l'endroit du Comité national de l'Efficacité Energétique (composé des Ministères chargés de l'Urbanisme, de l'Intérieur, de l'Industrie, de l'équipement et de la recherche Scientifique, de l'AMEE ainsi que des représentants du Groupe Al Omrane, de l'IRESN, de la Fédération marocaine du conseil et de l'ingénierie et du Conseil National de l'Ordre des Architectes) chargé de suivre sa mise en application sur le terrain et de proposer des ajustements.

- **Ajouter un facteur de pondération sur la performance en fonction de l'altitude** : on a aujourd'hui les mêmes exigences de performance, et les mêmes recommandations selon la méthode prescriptive, à Midelt ville (1450m d'altitude) qu'à Imilchil (2200m d'altitude) car ces deux villes sont en zone 4.
- **Enrichir la réglementation pour les systèmes de chauffage et de climatisation** : aujourd'hui seuls les climatiseurs pour la production de chaud et de froid sont inclus dans la réglementation, et les exigences ne sont pas respectées. Pour cela, il serait nécessaire de :
 - > Réglementer l'usage des fluides frigorigènes des climatiseurs : ne pas considérer uniquement les machines par leurs COP et EER;
 - > Réglementer l'ensemble des appareils de chauffage en fonction de leur rendement (voir de leur qualité). Cela permettrait d'éviter les systèmes de chauffage les plus sommaires (type poêles à bois artisanaux) qui sont inefficaces et dangereux. Un label pourrait être prévu pour certifier ces appareils de chauffage.
 - > Revoir les exemples de gains de consommation énergétique, de surcoût de travaux et de temps de retour sur investissement qui sont faux (ou obsolètes)
- **Enrichir la bibliothèque des matériaux en intégrant les matériaux locaux**
- **Veiller à ce que l'efficacité énergétique ne se fasse pas au détriment d'autres postes de la construction**

** Ces propos n'engagent que le Geres et non ses partenaires **

Un projet piloté par



Siège du Geres
contact@geres.eu
Bureau Geres Maroc
maroc@geres.eu



www.geres.eu

avec le soutien de

