

**REPUBLIQUE TUNISIENNE**

**MINISTERE DE LE DEFENSE NATIONALE**  
**Centre de Recherches Militaires**

**PROJETS DE RECHERCHE APPLIQUEE POUR LA DEFENSE (PRAD)**  
**APPEL À PROPOSITIONS 2024-2026**

**FORMULAIRE DE SOUMISSION**

**INTITULE DU PROJET**

Valorisation et recyclage des déchets pour la construction

## 1. Identification du projet « Valorisation et recyclage des déchets pour la construction »

### 1.1. Bénéficiaire du projet

Direction Générale du Génie Militaire

Signature (*Premier Responsable*)

### 1.2. Initiateur du projet (*le cas échéant*)

Cdt Oussama Atoui

Signature (*Premier Responsable*)

### 1.3. Centre de Recherches Militaires

Prof Ahmed Siala

Signature (*Premier Responsable*)

### 1.4. Chef du projet

Cdt Oussama Atoui

Signature

### 1.5. Coordinateur du Projet (membre du CRM)

Cdt Oussama Atoui

Signature

### 1.6. Coordinateur Scientifique du PRAD

Le coordinateur scientifique du PRAD est désigné parmi les membres des équipes de recherche ayant proposé le projet.

**Nom et Prénom :** Cdt Oussama Atoui

**Spécialité :** Génie Civil

**Grade :** Maître-assistant de l'enseignement supérieur

**Diplôme :** Docteur – Ingénieur en Génie Civil

**Etablissement :** Académie Militaire

**Fonction :** Enseignant-chercheur

**Code et dénomination de l'Organisme du Ministère de la Défense Nationales (OMDN), de l'Etablissement de l'Enseignement Supérieur et de Recherche Scientifique (EESR) ou du Laboratoire ou de l'Unité de Recherche de rattachement (LR/UR):**

**Tél :** .....93848982.....

**E-mail:** oussmer@hotmail.fr

Signature

## 1.7. Comité interne de pilotage du PRAD

Le comité de pilotage est constitué des représentants des organismes MDN, d'un représentant du CRM, des responsables des laboratoires ou unités de recherche, des représentants de l'EESRS et des représentants des partenaires socio-économiques impliqués dans le projet (*le cas échéant*).

(Insérer autant de lignes que nécessaire)

Nom et Prénom	Grade/qualité	Etablissement/organisme
Ahmed Siala	Professeur	Centre de recherches Militaires
Yadh Zahar	Professeur	Laboratoire VDEC – Ecole Nationale de l'Architecture et de l'Urbanisme
Oussama Atoui	Maitre-Assistant	Académie Militaire de fondouk Jedid
Azer Maazoun	Maitre-Assistant	Académie Militaire de fondouk Jedid
Nesrine Ellouze	Maitre-Assistant	Laboratoire VDEC – Ecole Nationale de l'Architecture et de l'Urbanisme
Colonel Major Chokri Fatnassi	Directeur Général	Direction Générale du Génie Militaire
Mohamed Guesmi	Directeur Général	Centre d'Essais et des Techniques de la Construction
Mohamed ben Rhouma	Doctorant	61 Groupement de Génie
Habib Ouertatni	Doctorant	

## 1.8. Equipes de recherche impliquées

**Masse critique du projet : Le projet doit fédérer** au moins

- **Un EESRS ou** une structure de recherche (**laboratoires et unités appartenant à des institutions civiles ou militaires, notées LR/UR**)
- ET un organisme MDN ;

Les équipes de recherche proposant le projet **doivent être** composées au moins de deux (02) enseignants-chercheurs **dont** un chercheur ayant le grade de **professeur, maître de conférences ou grade équivalent**.

**Nombre d'EESRS, LR/UR, et/ou OMDN impliquées dans le projet : .....**

### **1<sup>ère</sup> équipe de recherche (à remplir pour chaque EESR, LR/UR ou OMDN impliqués dans le projet)**

- Dénomination complète de l'organisme MDN ou de l'EESRS ou code et dénomination complète du L.R/U.R : **LR19DN01**

-**Directeur du L.R/ U.R ou Responsable de l'organisme MDN ou de l'EESRS: Ahmed Siala**

-Etablissement du L.R /U.R ( pour les L.R /U.R) : **Centre de Recherches Militaires ; Base Militaire L'Aouina, Cité Taieb Mhiri 2045 Tunis**

-**Responsable scientifique pour le PRAD: Oussama Atoui**

- Grade <sup>(\*)</sup> : Maitre-assistant
- E-mail : oussmer@hotmail.fr

(\*) **Grade scientifique ou militaire.**

**Composition de la 1<sup>ère</sup> équipe de recherche :**  
**- Enseignants-chercheurs permanents**  
**Doctorants et ingénieurs impliqués dans le projet**

*(Insérer autant de lignes que nécessaire)*

Grade (*)	Nom et prénom	Spécialité	Etablissement	% de temps consacré au PRAD
Professeurs	Ahmed Siala	Génie Civil	CRM	05
	Yadh Zahar	Urbanisme	VDEC	05
Maitres de conférences				
Maitres assistants	Oussama Atoui	Génie Civil	AM	55
	Azer Maazoun	Génie Civil	AM	35
Assistants				

Nom et prénom	Qualité (Doctorant ou ingénieur)	Spécialité	Etablissement	Année de la première inscription pour les doctorants
Mohamed Ben Rhouma	4 <sup>ème</sup> année	Génie Civil	61 Groupement de Génie	2021
Habib Ouertattni	1 <sup>ère</sup> année	Génie civil		2024

**2. Identification du projet**

**2.1. Intitulé du projet**

**Valorisation et recyclage des déchets pour la construction.**

**2.2. Mots clés**

- 1- Déchets plastiques
2- Déchets de construction
3- Valorisation des déchets
- 4- Pavés écologiques
5- Développement durable
6- Ville durable

**2.3. Résumé du projet (200 mots)**

La gestion des déchets représente un des grands défis environnementaux en Tunisie et dans le monde, notamment en milieu urbain. Les déchets de construction ainsi que les déchets plastiques, en particulier, représentent une grande nuisance et leur gestion en Tunisie reste approximative et non organisée avec, en contrepartie, des quantités énormes produites chaque année et qui sont très mal gérées. Le recyclage et la valorisation constituent des solutions très intéressantes aussi bien sur le plan environnemental que sur le plan technique. Ils permettent en particulier de réduire les quantités des déchets, de travailler dans une optique de développement urbain durable et de réduire les couts de fabrication de certains matériaux. Les déchets de la construction, peuvent, après triage, être réutilisés comme agrégats dans la confection des bétons ou des matériaux routiers (enrobés bitumineux, matériaux traités aux liants hydrauliques, etc). Par ailleurs, le plastique peut être utilisé pour la fabrication de pavés écologiques pour produire des matériaux durables et résistants, réduisant ainsi d’un côté les stocks de déchets plastiques et d’un autre coté les quantités de ciment utilisées pour les pavés classique. Ainsi, la valorisation des déchets plastiques et des déchets de la construction représente une solution prometteuse pour une construction plus durable et respectueuse de l'environnement

favorisant une gestion inclusive des ressources de la ville. Une synergie entre recyclage urbain, gestion inclusive et sensibilisation à l'environnement ouvre ainsi la voie à une construction urbaine plus pérenne et respectueuse de notre cadre de vie commun.

## 2.4. Objectifs du projet

Les principaux objectifs du projet sont :

- Réduire la quantité de déchets plastiques et de déchets de construction envoyés en décharge : L'objectif principal est de minimiser la quantité de déchets qui finissent dans les sites d'enfouissement, en les utilisant comme matières premières pour la fabrication de pavés écologiques ou bien des agrégats recyclés.
- Préserver les ressources naturelles : En utilisant des déchets plastiques et des déchets de construction recyclés, nous pouvons réduire la demande de matières premières naturelles, telles que le sable, le gravier ou le clincker.
- Réduire l'empreinte carbone : La valorisation des déchets plastiques et des déchets de construction permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à l'extraction et au transport des matières premières traditionnelles. Cela contribue ainsi à la lutte contre le changement climatique.
- Promouvoir l'économie circulaire : En recyclant les déchets plastiques et les déchets de construction, nous pouvons créer une boucle de production et de consommation plus durable, où les matériaux sont utilisés et réutilisés de manière continue, réduisant ainsi la nécessité de nouvelles extractions de ressources. Cette approche crée également des opportunités économiques tout en préservant notre environnement urbain pour les générations futures.
- Produire des matériaux de construction écologiques résistants et durables : L'objectif final est de fabriquer des matériaux de construction (pavés écologique, matériaux routiers, bétons, etc.) de haute qualité à partir de déchets recyclés, qui sont résistants, durables et adaptés à une utilisation dans les infrastructures, tout en répondant aux normes de qualité et de performance requises.
- Promouvoir la culture de la préservation de l'environnement dans le milieu urbain : L'objectif est de s'appuyer sur l'adoption de l'écoconception, stimulant les acteurs urbains à concevoir des infrastructures et matériaux durables. Cette approche favorise des solutions urbaines novatrices, réduisant la pollution tout en renforçant l'identité d'une ville engagée envers un environnement sain et respectueux.

En atteignant ces objectifs, nous pouvons contribuer à une construction plus durable, réduire les impacts environnementaux et promouvoir une économie circulaire dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme.

## 3. Description du projet (maximum 4 pages incluant des références)

### 3.1. Motivation et intérêts (détailler les motifs de ce projet et son intérêt pour le ministère de la défense nationale)

*La valorisation des déchets de construction* présente des motivations et des intérêts significatifs pour le ministère de la défense nationale. Tout d'abord, elle permet de réduire les coûts associés à l'élimination des déchets, ce qui permet d'économiser des ressources financières précieuses. De plus, cette pratique contribue à la protection de l'environnement en réduisant la quantité de déchets envoyés en décharge, préservant ainsi les ressources naturelles et réduisant l'empreinte carbone. En adoptant des pratiques de valorisation des déchets de construction, le ministère peut également afficher son engagement en faveur du développement durable, renforçant ainsi son image et sa réputation en tant qu'organisation responsable sur le plan environnemental.

De plus, la valorisation des déchets de construction contribue à *la création d'une économie circulaire*, encourageant *l'innovation et le développement de nouvelles industries* axées sur la récupération et le recyclage des matériaux de construction. Enfin, cela renforce *la sécurité nationale* en réduisant la dépendance aux importations de matières premières et en assurant une disponibilité constante des matériaux nécessaires à la construction et à l'entretien des infrastructures militaires. En combinant ces avantages économiques, environnementaux et stratégiques, la valorisation des déchets de construction devient une pratique pertinente et bénéfique pour le ministère de la défense nationale.

### **3.2. Etat de l'art (décrire l'état de l'art relatif à ce projet au niveau national et international)**

La valorisation des déchets plastiques et des déchets de construction dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme repose sur de nombreuses études bibliographiques qui ont exploré différentes approches et applications de cette pratique. Voici un aperçu des principales conclusions tirées de ces études :

1. Utilisation des déchets plastiques dans les pavés écologiques : Plusieurs études ont démontré la faisabilité et les avantages de l'utilisation des déchets plastiques dans la fabrication de pavés écologiques. Ces déchets plastiques, tels que les bouteilles en plastique recyclées ou les films plastiques, peuvent être broyés et mélangés avec du sable, du ciment et d'autres matériaux pour produire des pavés résistants et durables. Les résultats de ces études ont montré que les pavés écologiques fabriqués à partir de déchets plastiques présentaient des performances mécaniques satisfaisantes et une résistance aux conditions environnementales.
2. Valorisation des déchets de construction dans les matériaux de construction : Les déchets de construction, tels que les bétons concassés, les briques et les tuiles cassées, peuvent être utilisés comme agrégats recyclés dans la fabrication de nouveaux matériaux de construction. Des études ont montré que l'utilisation d'agrégats recyclés provenant de déchets de construction pouvait réduire la consommation de ressources naturelles tout en maintenant les performances des matériaux. Cela offre une alternative durable à l'utilisation d'agrégats vierges dans le génie civil.
3. Techniques de traitement et de recyclage des déchets plastiques et de construction : Différentes techniques de traitement et de recyclage des déchets plastiques et de construction ont été étudiées dans la littérature. Parmi celles-ci, on retrouve le broyage, le tri, le lavage, le concassage et la séparation magnétique. Ces techniques permettent de séparer les matériaux recyclables des déchets et de les préparer pour une utilisation ultérieure dans la fabrication de pavés écologiques et d'autres matériaux de construction.
4. Évaluation de l'impact environnemental : Plusieurs études ont également évalué l'impact environnemental de la valorisation des déchets plastiques et de construction dans le domaine du génie civil. Ces évaluations ont pris en compte les aspects tels que les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie et la consommation d'eau. Les résultats ont montré que la valorisation de ces déchets permettait de réduire l'empreinte environnementale de la construction, notamment en réduisant les émissions de CO<sub>2</sub>.
5. Recyclage des déchets de construction pour une ville durable : Le recyclage des déchets au milieu urbain réinvente la manière dont les villes gèrent leurs déchets de construction, transformant ces matériaux en ressources précieuses pour l'édification d'infrastructures durables. Cette approche novatrice, ancrée dans la circularité, vise à réduire l'impact environnemental tout en offrant aux citoyens un cadre de vie plus écologique

et résilient, démontrant ainsi le potentiel des villes à devenir des acteurs majeurs de la transition vers une société plus durable.

En conclusion, la valorisation des déchets plastiques et des déchets de construction dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme ont démontré la faisabilité et les avantages de cette pratique. En utilisant ces déchets comme matières premières dans la fabrication de pavés écologiques et d'autres matériaux de construction, il est possible de réduire la quantité de déchets envoyés en décharge, de préserver les ressources naturelles et de réduire l'impact environnemental de la construction. Ces études ont également souligné l'importance des techniques de traitement et de recyclage appropriées pour maximiser la valorisation de ces déchets.

### **3.3. Contexte global de recherche (décrire le contexte global dans lequel pourrait s'inscrire ce projet)**

#### **3.3.1. Au niveau National**

Le présent projet s'inscrit dans les objectifs de recherche actuels relatifs à la valorisation des déchets. La Tunisie, comme beaucoup de pays dans le monde fait face aux problèmes environnementaux tels que l'épuisement des ressources naturelles et la biodiversité, les pollutions de l'eau et du sol, la génération de quantités considérables de déchets et les difficultés de leurs gestions, l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère due aux expansions rapides industrielles et de la population. Tous ces éléments représentent un souci environnemental important nécessitant une action d'urgence. Ce projet va permettre de réduire les coûts associés à l'élimination des déchets, ce qui permet d'économiser des ressources financières importantes. Par ailleurs, cette pratique de valorisation des déchets dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme va contribuer à la protection de l'environnement en réduisant la quantité de déchets envoyés en décharge, en préservant les ressources naturelles, en réduisant l'empreinte carbone et en contribuant à la création d'un environnement urbain plus sain pour les habitants tout en embellissant les paysages des villes. Donc, en adoptant des pratiques de valorisation des déchets de construction, la Tunisie peut également afficher son engagement en faveur du développement durable, renforçant ainsi son image et sa réputation en tant qu'un pays responsable sur le plan environnemental à l'échelle internationale.

#### **3.3.2. Au niveau International**

Le projet de valorisation des déchets plastiques et des déchets de construction dans le domaine du génie civil a le potentiel d'avoir un impact significatif à l'échelle internationale. En partageant les connaissances et les bonnes pratiques acquises lors de ce projet, il peut servir de référence pour d'autres pays et organisations cherchant à mettre en place des initiatives similaires. Ce partage de connaissances favorise la diffusion des technologies et des approches de valorisation des déchets à l'échelle internationale.

De plus, ce projet peut contribuer à sensibiliser les acteurs internationaux tels que les gouvernements, les organisations internationales et les ONG sur l'importance de la valorisation des déchets dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme. Il peut également encourager le renforcement des politiques et des réglementations internationales visant à promouvoir l'utilisation de matériaux recyclés dans les infrastructures et dans l'aménagement des villes.

En réduisant la quantité de déchets envoyés en décharge et en utilisant des matériaux recyclés dans la construction, ce projet contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale. La promotion de l'utilisation de matériaux recyclés dans le génie civil peut aider à atteindre les objectifs internationaux de lutte contre le changement climatique.

De plus, ce projet permettra de contribuer à l'économie circulaire mondiale en encourageant l'utilisation de déchets plastiques et de déchets de construction recyclés dans les travaux de constructions et d'aménagement

urbain, mais également dans l'esthétique urbaine (aires de stationnement, espaces publics, sculptures et design urbain, mobilier urbain, etc.). Cela implique la réutilisation et le recyclage des matériaux existants plutôt que l'extraction de nouvelles ressources. Cette transition vers une économie circulaire plus durable peut avoir un impact positif sur la gestion des déchets à l'échelle internationale.

Enfin, la mise en œuvre de ce projet peut favoriser la collaboration et la coopération entre différents pays et acteurs internationaux. Cela peut se traduire par des partenariats technologiques, des échanges de connaissances et des initiatives conjointes visant à promouvoir la valorisation des déchets plastiques et de construction dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme à travers le monde.

En conclusion, le projet de valorisation des déchets plastiques et des déchets de construction dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme peut avoir un impact significatif à l'échelle internationale en partageant les connaissances, en renforçant les politiques environnementales dans les villes, en réduisant l'empreinte carbone mondiale, en créant une économie circulaire et en renforçant la coopération internationale dans ce domaine. Le projet contribuera aux transitions écologiques et énergétiques nécessaires pour la résilience climatique, la sensibilisation des générations futures et le développement durable.

### **3.4. Stratégie de recherche**

#### **3.4.1. Méthodologie de réalisation du projet**

*(Insérer autant de lignes que nécessaire)*

Le travail est présenté sous forme de « Work package ». Chacun de ces work packages présentera un aspect bien déterminé du projet de valorisation des déchets plastiques et des déchets de construction dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme :

##### **Work package 1: Étude de faisabilité et analyse des besoins**

Analyser les quantités et les types de déchets plastiques et de construction générés en Tunisie

- Évaluer les besoins en matériaux de construction dans le domaine de la construction et identifier les opportunités de substitution par des matériaux recyclés.
- Examiner la réglementation et les normes applicables à l'utilisation de matériaux recyclés dans les infrastructures.
- Etudier l'impact de l'utilisation des matériaux de construction recyclés sur le paysage urbain.

##### **Work package 2: Recherche et sélection des technologies de traitement et de recyclage**

- Effectuer une recherche approfondie sur les différentes technologies de traitement et de recyclage des déchets plastiques et de construction.
- Évaluer la faisabilité technique et économique de chaque technologie en fonction des objectifs du projet.
- Sélectionner les technologies les plus appropriées pour le traitement et le recyclage des déchets identifiés.

##### **Work package 3: Développement de formulations et de procédés de fabrication**

- Etudier et concevoir des formulations pour la fabrication de pavés écologiques, des bétons, des matériaux routiers, du mobilier urbain, et d'autres matériaux de construction à partir des déchets plastiques et de construction recyclés.
- Optimiser les procédés de fabrication pour assurer la qualité et la durabilité des produits finaux.

- Effectuer des essais et des analyses pour valider les performances des matériaux fabriqués et leurs durabilités.

#### **Work package 4: Évaluation de l'impact environnemental et économique**

- Réaliser une évaluation du cycle de vie pour évaluer l'impact environnemental des matériaux fabriqués à partir de déchets recyclés.
- Effectuer une analyse économique pour évaluer la viabilité financière du projet et comparer les coûts par rapport aux matériaux traditionnels.
- Etudier l'impact de recyclage des matériaux de construction sur le développement économique de la ville et sur l'employabilité et l'inclusion sociale.

#### **Work package 5: Validation et déploiement**

- Tester les pavés écologiques, les bétons, les matériaux routiers et les autres matériaux de construction dans des conditions réelles d'utilisation.
- Collecter les retours d'expérience et les commentaires des utilisateurs pour améliorer les produits et les processus.
- Déployer les matériaux recyclés dans des projets pilotes et encourager leur adoption plus large dans le domaine du génie civil.
- Tester les technologies de recyclage proposés dans le milieu urbain et comparer les résultats.

#### **Work package 6: Suivi et évaluation continue**

Mettre en place un suivi régulier des performances des matériaux recyclés utilisés dans les projets de construction et leurs impacts sur la vie des habitants.

- Évaluer en continu l'efficacité du processus de valorisation des déchets et apporter des ajustements si nécessaire.
- Documenter et diffuser les résultats et les bonnes pratiques pour encourager l'adoption de la valorisation des déchets plastiques et de construction dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme.

Cette méthodologie en work packages permet de structurer et de planifier les différentes étapes du projet de valorisation des déchets plastiques et des déchets de construction dans le domaine du génie civil, en veillant à ce que chaque étape soit réalisée de manière cohérente et efficace.

- Rédaction du rapport d'évaluation.

#### **3.4.2. Complémentarités et interactions entre les équipes intervenantes (la valeur ajoutée de la coopération entre les différentes équipes(*le cas échéant*))**

Les différentes équipes impliquées dans le projet auront des tâches complémentaires pour étudier les différents volets tels que le volet technique, le volet urbanistique, le volet environnemental, le volet économique, Etc.

#### **3.4.3. Nature de la collaboration avec les partenaires socio-économiques du projet (*le cas échéant*)**

Cette complémentarité permettra aux différents membres de l'équipe de travailler en parallèle et de valider, chacun à son niveau, les résultats de leurs travaux pour un résultat final complet. Une collaboration étroite

avec la Direction Générale du Génie Militaire (DGGM) permettra de disposer d'un utilisateur direct des solutions proposées. En effet, la DGGM est un partenaire clé dans la majorité des projets d'infrastructure de la Défense Nationale. Il pourra ainsi présenter des besoins spécifiques. La DGGM permettra également de mettre à la disposition du projet, et au besoin, les engins de manutention et la logistique nécessaire à la réalisation de certains essais expérimentaux. Les résultats du projets permettront aux entreprises partenaires de mieux répondre aux besoins de la défense.

### **3.5. Résultats attendus**

#### **3.5.1. Au niveau Scientifique**

Le projet conduit inévitablement à des développements et à des découvertes fondamentales sur la valorisation des déchets plastiques et de construction qui visent à créer des solutions durables, économiques et respectueuses de l'environnement pour la gestion des déchets dans le domaine génie civil tout en répondant aux besoins de l'industrie de la construction. Voici quelques résultats :

##### **1. *Caractérisation des matériaux:***

- Analyse approfondie des propriétés physiques et chimiques des déchets plastiques et des matériaux de construction recyclés.

##### **2. *Processus de recyclage efficaces:***

- Développement de méthodes de recyclage efficaces pour transformer les déchets en composants de matériaux de construction de qualité.
- Évaluation de l'efficacité des techniques de tri, de lavage, de broyage et d'extrusion, le cas échéant.

##### **3. *Performance des matériaux recyclés:***

- Tests en laboratoire pour évaluer les propriétés mécaniques, thermiques et chimiques des matériaux de construction fabriqués à partir de déchets recyclés.
- Comparaison des performances avec les matériaux de construction traditionnels.

##### **4. *Durabilité et stabilité à long terme:***

- Étude de la durabilité des matériaux recyclés dans diverses conditions environnementales.
- Évaluation de la résistance aux intempéries, à la corrosion et à la dégradation.

##### **5. *Impact environnemental et urbain :***

- Évaluation de l'impact environnemental global de la valorisation des déchets plastiques sur les paysages urbains, y compris la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la consommation de ressources naturelles.

##### **6. *Analyse économique:***

- Évaluation des coûts associés au processus de valorisation des déchets plastiques et de construction par rapport aux méthodes traditionnelles.
- Identification des avantages économiques potentiels, tels que la réduction des coûts de gestion des déchets.

##### **7. *Transfert de technologie:***

- Développement de protocoles et de guides pour la mise en œuvre de la valorisation des déchets plastiques et de construction à plus grande échelle.
- Partage des connaissances et des meilleures pratiques avec d'autres chercheurs, entreprises et institutions.

##### **8. *Acceptation et réglementation:***

- Contribution à l'élaboration de normes et de réglementations relatives à l'utilisation de matériaux de construction recyclés.
- Évaluation de la perception publique et de l'acceptation sociale de ces matériaux en milieu urbain.

## 9. Publications scientifiques :

- Rédaction d'articles scientifiques, de rapports techniques et de présentations pour diffuser les résultats de la recherche et contribuer à la base de connaissances.

A son terme, Ce projet de recherche vise à créer des solutions durables, économiques et respectueuses de l'environnement pour la gestion des déchets plastiques tout en répondant aux besoins de l'industrie de la construction par de nouveaux concepts, de nouveaux métiers, et de nouveaux emplois solidaires et inclusifs.

### 3.5.2. Au niveau Opérationnel

Au niveau opérationnel, les résultats attendus se concentrent davantage sur les activités pratiques et les performances concrètes du projet. On peut viser:

- ✓ **Infrastructure de traitement des déchets:** Mise en place d'installations de tri, de lavage, de broyage, de concassage, d'extrusion ou d'autres procédés de transformation des déchets en matériaux de construction.
- ✓ **Production de matériaux de construction recyclés:** Production réussie de matériaux de construction de haute qualité à partir de déchets recyclés, tels que des blocs, des panneaux, des tuyaux, des matériaux de chaussées, etc.
- ✓ **Chaîne d'approvisionnement:** Établissement de partenariats avec des fournisseurs de déchets plastiques et de matériaux de construction pour garantir un approvisionnement continu.
- ✓ **Normes de qualité:** Respect des normes de qualité et de sécurité spécifiques aux matériaux de construction recyclés, y compris les certifications le cas échéant.
- ✓ **Processus de fabrication optimisé:** Mise au point de procédés de fabrication optimisés pour garantir l'efficacité et la cohérence de la production.
- ✓ **Gestion des déchets:** Réduction significative de la quantité de déchets envoyés en décharge grâce à la valorisation.
- ✓ **Réduction des coûts:** Réduction des coûts de production par rapport à l'utilisation de matériaux de construction vierges.
- ✓ **Rentabilité économique:** Atteinte de seuils de rentabilité et génération de bénéfices ou d'économies.
- ✓ **Acceptation sur le marché:** Acceptation et adoption des matériaux de construction recyclés par les acteurs de l'industrie de la construction.
- ✓ **Suivi de l'impact environnemental et urbain:** Surveillance de l'empreinte carbone réduite par rapport aux matériaux traditionnels. Suivi de la réduction de la consommation de ressources naturelles.
- ✓ **Conformité réglementaire:** Conformité aux réglementations locales, nationales et internationales relatives à la gestion des déchets et à l'utilisation de matériaux recyclés.

Les résultats opérationnels sont essentiels pour évaluer la faisabilité et la viabilité à long terme du projet de valorisation des déchets plastiques et de construction. Ils sont également essentiels pour garantir que le projet atteigne ses objectifs pratiques et contribue à la durabilité environnementale et économique

## 4. Faisabilité et risques (gestion des risques)

Les principaux risques identifiés incluent la fluctuation des prix des matières premières, la qualité variable des déchets collectés, les défis liés à la conformité réglementaire, ainsi que les éventuelles perturbations opérationnelles. Pour atténuer ces risques, il faudrait mettre en place un système de gestion proactive qui comprend une surveillance constante des marchés des matières premières et la mise en place de procédures de tri pour garantir la qualité et la régularité des matériaux à recycler avec une vigilance accrue en ce qui concerne les réglementations environnementales.

## 5. Planning du projet

### 4.1. Date de démarrage prévue

**Le 01/09/2024**

### 4.2. Les différentes actions de travail (le qui fait quoi)

#### 4.2.1 – Objectifs du projet

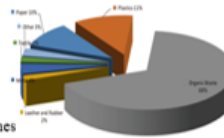



Les objectifs du projet sont développés dans le tableau suivant :

<b>Objectif du Projet :</b> <i>(Changement dans la façon d'agir des bénéficiaires du Projet)</i>	<b>Indicateurs d'objectif</b> <i>(Permettent de savoir si l'objectif du projet a été atteint)</i>	<b>Valeur de base</b>	<b>Valeur fin de projet</b>	<b>Sources de Vérification</b>
<b>O1.</b> Étude de faisabilité et analyse des besoins	Finalisation de la Base de données sur l'étude bibliographique du projet		Base de donnée achevée	Préparation des informations nécessaires pour la rédaction d'un article scientifique sur l'étude bibliographique réalisée
<b>O2.</b> Recherche et sélection des technologies de traitement et de recyclage	Finalisation de la Base de données sur l'étude bibliographique du projet	0%	Base de données pour toutes les technologies de traitement et de recyclage	Publication d'un article scientifique sur l'étude bibliographique réalisée
<b>O3.</b> Développement de formulations et de procédés de fabrication	Etudier et concevoir des formulations pour la fabrication de pavés écologiques	Base de données expérimentale	Test des formulations étudiés	publication d'un article scientifique Q1
<b>O4.</b> Optimiser les procédés de fabrication pour assurer la qualité et la durabilité des produits finaux.	Niveau d'efficacité des procédures d'optimisation	Base de données de O1et O2	Base de données expérimentale sur la fabrication des pavés écologiques	Essais réalisés pour l'optimisation des procédées de fabrication.
<b>O5.</b> Tests en laboratoire pour évaluer les propriétés mécaniques, thermiques et chimiques des matériaux de construction fabriqués à partir de déchets recyclés.	Réalisation des tests au niveau laboratoire	Base de données de O4	Réalisation d'une campagne expérimentale	Essais réalisés dans le domaine statique sur les pavés écologiques.

#### 4.2.2 – Résultats attendus et actions pour les atteindre

#### 4.2.3 – Planning prévisionnel de réalisation des activités du projet

# VALORISATION ET RECYCLAGE DES DÉCHETS POUR LA CONSTRUCTION

Work packages	2024				2025								2026								2027					
	-09	-10	-11	-12	-01	-03	-05	-07	-09	-10	-11	-12	-01	-03	-05	-07	-09	-11	-12	-01	-02	-04	-06	-08	-09	
	-02	-04	-06	-08	-02	-04	-06	-08	-10	-11	-12	-02	-04	-06	-08	-10	-11	-12	-02	-03	-05	-07	-08	-09		
<b>WP 1 : Étude de faisabilité et analyse des besoins</b>  1. Analyser les quantités et les types de déchets plastiques et de construction générés en Tunisie.  2. Évaluer les besoins en matériaux de construction dans le secteur du bâtiment. 3. Examiner les réglementations et les normes applicables à l'utilisation de matériaux recyclés.	1	2	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>WP 2 : Sélection des technologies de traitement et de recyclage</b>  1. Mener des recherches approfondies sur les différentes technologies de traitement et de recyclage des déchets plastiques et de construction.  2. Évaluer la faisabilité technique et économique de chaque technologie par rapport aux objectifs du projet. 3. Sélectionner les technologies les plus appropriées pour traiter et recycler les déchets identifiés.	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>WP 3 : Développement de procédés de fabrication</b>  1. Étudier et concevoir des formulations pour la fabrication de matériaux écologiques à partir de plastique recyclé et de déchets de construction.  2. Optimiser les processus de fabrication pour garantir la qualité et la durabilité des produits finis. 3. Effectuer des essais et des analyses pour valider les performances et la durabilité des matériaux fabriqués.	-	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	
<b>WP 4 : Évaluation de l'impact environnemental et économique</b>  1. Réaliser une analyse du cycle de vie pour évaluer l'impact environnemental des matériaux fabriqués à partir de déchets recyclés.  2. Réaliser une analyse économique pour évaluer la viabilité financière du projet. 3. Étudier l'impact du recyclage des matériaux de construction sur le développement économique, l'employabilité et l'inclusion sociale de la ville.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	

## VALORISATION ET RECYCLAGE DES DÉCHETS POUR LA CONSTRUCTION

Work packages	2024				2025								2026						2027					
	-09	-10	-11	-12	-01 -02	-03 -04	-05 -06	-07 -08	-09	-10	-11	-12	-01 -02	-03 -04	-05 -06	-07 -08	-09 -10	-11 -12	-01	-02 -03	-04 -05	-06 -07	-08	-09
<b>WP 5 : Validation et déploiement</b> 1. Testez des pavés écologiques, des bétons, et d'autres matériaux de construction dans des conditions réelles. 2. Recueillir le retour d'information et les commentaires des utilisateurs afin d'améliorer les produits et les processus. 3. Déployer des matériaux recyclés dans des projets pilotes.																								
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
<b>WP 6 : Suivi et évaluation continus</b> 1. Mettre en place un suivi régulier des performances des matériaux recyclés utilisés dans les projets de construction et de leur impact sur la vie des résidents locaux. 2. Diffuser les résultats et les meilleures pratiques afin d'encourager l'adoption de la récupération des plastiques et des déchets de construction dans le domaine du génie civil et de l'urbanisme.																								
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2

## 6. Expertise de l'équipe proposant le projet

L'équipe de recherche chargée du projet possède une expertise solide dans ce domaine. Composée de chercheurs expérimentés et passionnés, notre équipe est spécialisée dans l'identification des déchets de construction, leur caractérisation et leur transformation en matériaux de construction durables.

Nous avons acquis une connaissance approfondie des différentes techniques de recyclage et de valorisation des déchets, telles que le broyage, la granulation, le tri sélectif et le traitement chimique. Grâce à notre expertise, nous sommes en mesure de développer des procédés innovants et efficaces pour transformer ces déchets en matériaux de haute qualité, réduisant ainsi l'impact environnemental de l'industrie de la construction.

Notre équipe de recherche est également engagée dans la recherche de nouvelles applications pour les matériaux recyclés, en explorant leur utilisation dans la construction de bâtiments durables, les travaux d'infrastructure et les projets d'aménagement urbain. Nous travaillons en étroite collaboration avec les acteurs de l'industrie de la construction pour garantir que nos solutions répondent aux besoins du marché et sont économiquement viables.

En résumé, notre équipe de recherche possède une expertise approfondie dans la valorisation et le recyclage des déchets pour la construction. Nous sommes déterminés à contribuer à la transition vers une économie circulaire en offrant des solutions durables et innovantes pour réduire les déchets de construction et promouvoir un secteur de la construction plus respectueux de l'environnement.

## 7. Experts proposés autre que les équipes du projet (collaborateur, industriel,...)

La collaboration avec la Direction Générale de Génie Militaire (DGGM) ainsi qu'avec le Centre d'Essais et des Techniques de la Construction (CETEC) permettront de renforcer le projet par des réalisations concrètes et la mise en place de plateformes pilotes pour tester la performances des nouveaux matériaux.

Les experts des deux institutions permettront d'apporter leurs expériences du terrain et de valider le comportement des matériaux. Ces experts participeront également à la construction du montage expérimental pour les essais statique et dynamique des nouveaux matériaux.

## 8. Ressources humaines (autre que les équipes du projet) et matérielles requises

### 8.1. Ressources humaines

Année budgétaire (A<sub>1</sub>): .....

Qualité (PostDoc, doctorant, ingénieur, technicien, autre)	Nombre	Objet du contrat/vacation	Durée (en mois)	Rémunération totale (DT)
Total :				

## 8.2. Ressources matérielles

### Année budgétaire (A<sub>1</sub>): Décembre 2024

*(Insérer autant de lignes que nécessaire)*

N°	Désignation	Quantité	Coût Total Estimatif (DT)
1	Équipements de tri et de séparation des déchets	01	20 000
2	Broyeur de plastique	01	25 000
3	Concasseur pour gravier	01	45 000
4	Granulateur	01	12 000
5	Matière première pour la fabrication de nouveaux matériaux	-	7 000
6	Machine de lavage et de nettoyage	01	3 000
Total :			112 000 DT

### Année budgétaire (A<sub>2</sub>): Décembre 2025

*(Insérer autant de lignes que nécessaire)*

N°	Désignation	Quantité	Coût Total Estimatif (DT)
1	Machine de compression pour essais sur béton capacité 3000 KN	01	70 000
2	Machine d'essai de flexion 200KN	01	35 000
3	Presse et compacteur pour comprimer le déchets	01	15 000
Total :			120 000

### Année budgétaire (A<sub>3</sub>): Décembre 2026

*(Insérer autant de lignes que nécessaire)*

N°	Désignation	Quantité	Coût Total Estimatif (DT)
1	Machine de flexion EN 13290-5, EN 14488-5, EN 14651, ASTM C78, ASTM C1018, ASTM C1550, ASTM C1609,	01	65 000
2	Des réacteurs chimiques	01	7 000
Total :			72 000

### 8.3. Budget

*(Insérer autant de lignes et de colonnes que nécessaire)*

Rubriques	Montants Demandés(DT)		
	1 <sup>ère</sup> année (2023)	2 <sup>ème</sup> année (2024)	3 <sup>ème</sup> année (2025)
Equipements	112 000	120 000	72 000
Consommables	0	5 000	10 000
Contrats/Vacations	0	0	0
Autres (programmation - assistance - sous-traitance - services -.....)	0	5000	10000
Formations	5000	5000	5200
Participation à des manifestations scientifiques	20000	10000	20000
<b>Total par année</b>	<b>137 000</b>	<b>145 000</b>	<b>117 200</b>
<b>Total .....-.....</b>	<b>399 200</b>		

# Fiche réservée au(x) membre(s) des LR/UR

(A remplir par chaque équipe intervenante)

(insérer autant de lignes que nécessaire)

## Participant1:

**Nom et Prénom :** Oussama Atoui

**Grade :** Maitre-assistant

**Dernier diplôme obtenu :** Doctorat en génie Civil **Date :** 23/12/2023

## IDENTIFICATION DU LR/UR (de rattachement) :

- **Dénomination du L.R /UR:** Laboratoire sciences et technologies pour la défense - **LR19DN01**
- **Etablissement :** Centre de recherche Militaire

## Coordinateur Scientifique du projet (Nom et prénom et signature)

**Cdt Oussama Atoui**




# Fiche réservée au(x) équipe(s) de l'organisme MDN du projet

(A remplir par chaque équipe intervenante)


## Equipe n°1 :

(insérer autant de lignes que nécessaire)

<b>Participant1:</b>	
<b>Nom et Prénom :</b> Mohamed Ben Rhouma	<b>Grade :</b> Doctorant
<b>Etablissement :</b> Groupement 61 de Génie	<b>Fonction :</b> Militaire
<b>Participant2:</b>	
<b>Nom et Prénom :</b> Azer Maazoun	<b>Grade :</b> Maitre-assistant
<b>Etablissement :</b> Académie Militaire	<b>Fonction :</b>
<b>Coordinateur Scientifique du projet (Nom et prénom et signature)</b>	
Cdt Oussama Atoui 	

## Equipe n°2 :

(insérer autant de lignes que nécessaire)

<b>Participant1:</b>	
<b>Nom et Prénom :</b> Yadh Zahar	<b>Grade :</b> Professeur
<b>Etablissement :</b> Laboratoire VDEC – Ecole Nationale de l'Architecture et de l'Urbanisme	<b>Fonction :</b> Chef Laboratoire
<b>Participant 2:</b>	
<b>Nom et Prénom :</b> Nesrine Ellouze	<b>Grade :</b> Maitre assistante
<b>Etablissement :</b> Laboratoire VDEC – Ecole Nationale de l'Architecture et de l'Urbanisme	<b>Fonction :</b> Enseignante-chercheuse
<b>Coordinateur Scientifique du projet (Nom et prénom et signature)</b>	
Cdt Oussama Atoui 	

# Fiche réservée au(x)Partenaire(s)Socio-économique(s)

(A remplir par chaque partenaire du projet)

## Partenaire n°..1 :

<b>Identification du partenaire :</b>
Direction Générale du Génie Militaire
<b>Domaines d'activités :</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Infrastructure et construction</li><li>• Protection et réhabilitations</li><li>• Support en opérations</li><li>• Assistance en cas de catastrophe</li><li>• Formation et recherche</li></ul>
<b>Adresse complète :</b>
Direction Générale du Génie Militaire, route de Mateur – 2021 Oued Ellil
<b>Coordonnées :</b>
Tél. : (+216)71 574 221/71 574 242 (poste 27360) Fax :
<b>Le responsable de l'action du projet :</b>
Nom et Prénom: Colonel Major Sami Landolsi
Fonction : Directeur Général
-Signature, date et cachet :

**Fiche réservée au(x)Expert(s)Proposé(s)**

**(A remplir par le coordinateur du projet)**

**Expert n<sup>o</sup>.... :**

<b>Identification de l'expert</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Particulier</b>	<input type="checkbox"/> <b>Société</b>
<b>Domaines de compétence / d'expertise</b>	
<b>Adresse complète</b>	
<b>Coordonnées</b>	
<b>Tél. :</b>	<b>Fax :</b>
<b>E-mail:</b>	
<b>Contact (le cas échéant) :</b>	
<b>- Nom et prénom :</b>	
<b>-Qualité et fonction occupée:</b>	

# Fiche réservée au(x) Participant(s) MDN

(A remplir par le participant au projet)

Identification du participant	
Nom et Prénom : Cdt Oussama Atoui	Spécialité : Génie Civil
Grade : Maitre-assistant de l'enseignement militaire	Diplôme : Doctorat en Génie Civil
Etablissement : Académie Militaire de Fondouk Jedid	Fonction : Enseignant-chercheur
Tél : 93848982	E-mail: oussmer@hotmail.fr
Références des publications les plus récentes et significatives ayant un rapport avec la problématique à prendre en charge dans le projet( <i>le cas échéant</i> )	
<p>[1] Atoui O, Maazoun A, Siala A. Valorisation of Plastic Bottle Wastes as Pavement Blocks. Proceedings of the 1<sup>st</sup> international conference on Concrete and Circular Economy. Hammamet 2024, Tunisia.</p> <p>[2] Maazoun A, Atoui O, Siala Ahmed. Transforming Waste into Innovation: A Review on Challenges and Opportunities in Tunisia. Proceedings of the 1st international conference on Concrete and Circular Economy. Hammamet 2024, Tunisia.</p>	
Domaines de compétence	
Effets des explosions, comportement dynamiques des structures , dimensionnement des structures sous l'effet des explosions ; Modélisation numériques ; <b>Valorization et recyclage des déchets.</b>	
Mise à la disposition du projet	
Année(s) : 3 ans	Durée (en Mois) : 36 mois
Coordinateur Scientifique du projet (Nom et prénom et signature) Cdt Oussama Atoui	
Supérieur(s) hiérarchique(s)	
Nom et prénom et signature Commandant l'Académie Militaire de Fondouk Jedid Colonel Major Abdeljabar Jmem	