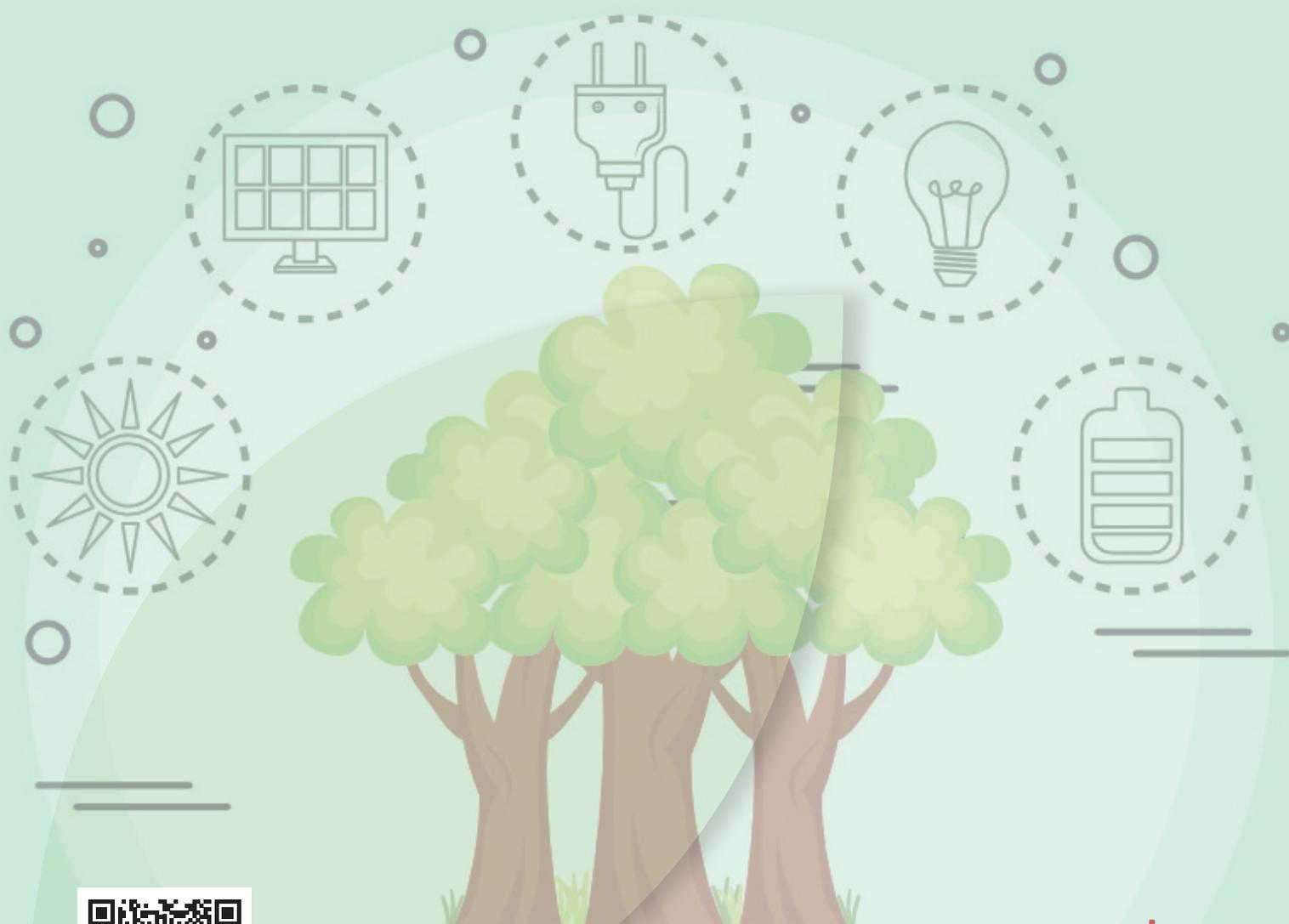


Les Solutions fondées sur la Nature : Études de cas et bonnes pratiques



Canada

FCM FÉDÉRATION
CANADIENNE DES
MUNICIPALITÉS FEDERATION
OF CANADIAN
MUNICIPALITIES



Les Solutions fondées sur la Nature : Études de cas et bonnes pratiques

acict
ACTION CLIMATIQUE INCLUSIVE
DANS LES COMMUNES TUNISIENNES

Mars 2025

1. Conditions de réussite et facteurs d'appropriation locale des SFN

L'analyse des meilleures pratiques internationales, enrichie par les discussions menées lors des consultations ACICT, permet d'identifier six facteurs critiques que les futurs porteurs de projet devront prendre en compte pour maximiser leurs chances de succès.

Les 6 Clés du Succès des Projets SFN

Facteurs critiques pour maximiser les chances de réussite - Guide ACICT



Recommandations pratiques pour les porteurs de projet

PHASE PRÉPARATOIRE (3-6 mois)

- Réaliser cartographie des parties prenantes et analyse des vulnérabilités
- Organiser ateliers de diagnostic participatif avec groupes différenciés
- Identifier sources de financement et partenaires techniques

PHASE MISE EN ŒUVRE (6-18 mois)

- Former équipes locales et transférer compétences techniques
- Réaliser interventions avec participation communautaire active
- Mettre en place système de suivi-évaluation participatif

PHASE CONCEPTION (2-4 mois)

- Co-concevoir solutions avec bénéficiaires (ateliers non-mixtes)
- Dimensionner techniquement et financièrement le projet
- Définir indicateurs de suivi et mécanismes de gouvernance

PHASE PÉRENNISATION (continue)

- Assurer maintenance et gestion locale autonome
- Capitaliser expériences et diffuser bonnes pratiques
- Répliquer et adapter solutions dans autres territoires

Figure 1 : Les clés du succès” - 6 facteurs avec recommandations pour les porteurs de projet

Le diagnostic participatif robuste constituera le fondement indispensable de tout futur projet SFN. Cette phase devra inclure une caractérisation fine des vulnérabilités climatiques, croisant données scientifiques et perceptions locales, ainsi qu'une évaluation rigoureuse des atouts territoriaux existants et l'identification précise des parties prenantes à impliquer.

La co-conception inclusive devra dépasser la simple consultation pour s'engager dans une construction collective des solutions. Les futurs projets devront prévoir : • L'implication effective des bénéficiaires dès la phase de conception • Des mécanismes de participation adaptés aux différents groupes sociaux • L'intégration systématique des priorités locales et des contraintes spécifiques

L'ancrage institutionnel et la gouvernance s'avèreront indispensables pour surmonter les résistances et mobiliser les ressources nécessaires. Les porteurs de projet devront s'assurer d'un portage politique fort, développer des partenariats structurés et mettre en place des mécanismes de gouvernance participative pérennes.

La viabilité technique et financière déterminera la durabilité des interventions. Les futurs projets devront privilégier des solutions adaptées aux capacités locales, développer des modèles économiques durables et prévoir dès la conception les plans de maintenance à long terme.

Le renforcement de capacités permettra l'autonomisation progressive des territoires. Les projets devront intégrer des volets de formation des acteurs locaux, de transfert de compétences et de mise en place de systèmes de mentorat facilitant l'apprentissage continu.

Le suivi-évaluation adaptatif garantira l'amélioration continue et l'ajustement des interventions. Les futurs projets devront définir des indicateurs simples mais robustes et mettre en place des mécanismes de suivi participatif renforçant l'appropriation locale.

Ces facteurs ont été discutés et enrichis lors des ateliers territoriaux menés dans les neuf communes ACICT. Les participants ont notamment insisté sur l'importance de la simplicité des outils proposés et sur la nécessité de prévoir des mécanismes de financement adaptés aux réalités locales.

2. Présentation et analyse des études de cas

2.1. Organisation par zones géographiques : caractéristiques et vulnérabilités spécifiques

Les neuf communes sélectionnées dans le cadre du projet ACICT couvrent une diversité de profils géographiques, bioclimatiques et socio-économiques représentatifs de la Tunisie. Réparties sur trois grandes zones, Nord, Centre et Sud, elles illustrent l'éventail des pressions climatiques actuelles et futures, des dynamiques territoriales et des capacités de réponse différenciées. Cette approche territoriale vise à identifier les enjeux propres à chaque contexte, en vue d'adapter les Solutions Fondées sur la Nature (SFN) aux besoins locaux.

2.1.1. Zone Nord : entre vulnérabilités hydriques, pressions urbaines et risques d'inondation

Communes concernées : Medjez El Bab (Béja), Dar Chaâbane El Fehri (Nabeul), Bargou (Siliana)

Le Nord tunisien est caractérisé par un climat méditerranéen humide à subhumide, une topographie vallonnée (chaînes de l'Atlas) et une densité de population relativement élevée. Les communes y présentent des profils contrastés :

- Medjez El Bab, située dans la vallée de la Medjerda, est exposée à des crues périodiques dues à l'augmentation des pluies extrêmes, à l'artificialisation des sols et à la saturation des berges. Son économie agricole et son urbanisation croissante accentuent la vulnérabilité des zones habitées.

- Dar Chaâbane El Fehri, en zone côtière du Cap Bon, fait face à une montée du niveau de la mer, à une érosion du littoral et à des inondations urbaines fréquentes, menaçant les quartiers touristiques et les infrastructures.
- Bargou, située en zone intérieure, présente un caractère plus rural et forestier. Elle subit une dégradation des bassins versants et une perte de couvert végétal, ce qui augmente les risques de ruissellement, d'érosion des sols et de sécheresse estivale.

Les aléas principaux identifiés pour cette zone sont les inondations urbaines, les glissements de terrain, l'érosion des sols en versant et la dégradation côtière. La pression démographique et le développement bâti non maîtrisé aggravent ces risques.

2.1.2. Zone Centre : territoire agricole en stress hydrique croissant et perte de biodiversité

Communes concernées : Mahdia (Mahdia), Rahal (Sidi Bouzid), Chouachi (Kairouan)

La région centrale connaît un climat semi-aride à aride, avec des précipitations irrégulières et des températures estivales de plus en plus extrêmes. Le Centre concentre des territoires à forte vocation agricole mais à ressources hydriques limitées.

- Mahdia, commune littorale, subit une érosion rapide de ses plages, une salinisation des nappes, et une rareté croissante de l'eau douce. La pression touristique et urbaine exacerbe ces tensions, notamment sur les écosystèmes côtiers.
- Rahal, commune intérieure de Sidi Bouzid, souffre d'un déficit pluviométrique chronique et de la dégradation des ressources en eau, compromettant l'agriculture irriguée et la résilience des écosystèmes locaux.
- Chouachi, dans le gouvernorat de Kairouan, est marquée par l'agriculture pluviale et l'oléiculture extensive. Elle fait face à une salinisation progressive des sols en fond de plaine, à la baisse des rendements, et à l'érosion hydrique et éolienne.

Dans cette zone, les sécheresses fréquentes, la surexploitation des eaux souterraines et la perte de biodiversité constituent les principales vulnérabilités. Ces phénomènes s'accompagnent d'une pression sociale accrue sur les jeunes ruraux et les femmes, souvent en première ligne face à la raréfaction des ressources.

2.1.3. Zone Sud : aridité extrême, dégradation des écosystèmes oasiens et insularité

Communes concernées : Djerba Midoun (Médenine), Bchelli Jersine Blidet (Kébili), Métlaoui (Gafsa)

Le Sud tunisien est confronté à un climat désertique et des conditions environnementales parmi les plus extrêmes de la région MENA. L'aridité structurelle, la hausse des températures, la salinisation des sols et la fragilité des écosystèmes oasiens y sont particulièrement préoccupantes.

- Djerba Midoun, sur l'île de Djerba, combine les vulnérabilités d'un espace insulaire et touristique : stress hydrique chronique, salinisation des nappes, dépendance à l'eau continentale, érosion littorale et impact thermique sur l'attractivité touristique.
- Bchelli Jersine Blidet, commune oasienne en bordure du désert, connaît des températures estivales extrêmes (jusqu'à 47 °C), des tempêtes de sable fréquentes, et une forte pression sur les palmeraies, menacées par le déficit d'irrigation et la salinisation.
- Métlaoui, centre minier du Sud-Ouest, subit à la fois une raréfaction de l'eau, des températures records, et une dégradation environnementale liée à l'exploitation des phosphates. Les crues soudaines dans les oueds accentuent l'exposition des quartiers précaires aux aléas climatiques.

Cette zone concentre les effets les plus aigus du changement climatique : désertification, chaleur extrême, aridification accélérée, effondrement des systèmes traditionnels de subsistance. Les capacités d'adaptation y sont souvent limitées par la pauvreté, l'isolement et l'insuffisance des infrastructures.

Conclusion

L'analyse régionale des communes ACICT met en évidence un gradient de vulnérabilité climatique Nord-Sud, amplifié par la variabilité des contextes géographiques, socio-économiques et institutionnels. Tandis que le Nord est plus affecté par les inondations et la pression urbaine, le Centre affronte un épuisement écologique progressif, et le Sud vit dans une précarité hydrique et thermique extrême. Cette diversité justifie une approche différenciée en matière de SFN, articulée à une planification climatique adaptée, des stratégies de gestion intégrée des ressources, et une gouvernance territoriale renforcée.

2.2. Étude de cas : Commune de Djerba Midoun

Aléas ciblés : stress hydrique, salinisation des nappes, îlots de chaleur urbains, érosion côtière, fragmentation écologique.

2.2.1. Gestion durable des ressources en eau et recharge des nappes

a. Infiltration paysagère et techniques de recharge douce

Détail :

La création de zones de rétention végétalisées, bassins d'infiltration, tranchées filtrantes ou puits d'infiltration dans les quartiers pavillonnaires, zones agricoles ou infrastructures touristiques permettrait de capter les eaux de pluie et de les diriger lentement vers les aquifères. Ces aménagements, en combinant végétation résistante à la sécheresse et substrats perméables, améliorent l'infiltration naturelle tout en réduisant le ruissellement et l'érosion.

Référence internationale :

À **Amman (Jordanie)**, un système urbain intégré de bassins végétalisés (green infrastructure stormwater) a permis d'augmenter la recharge de l'aquifère et de réduire de 60 % les inondations de surface dans les quartiers sud de la ville [1].

b. Réhabilitation des systèmes traditionnels (jessour, majel, foggaras)

Détail :

Réhabiliter les techniques oasiennes anciennes (réservoirs de type «majel», diguettes «jessour», canaux souterrains «foggara») permet de stocker l'eau de pluie pour l'irrigation ou la recharge souterraine. Leur relocalisation dans les quartiers périphériques de Midoun ou dans les parcelles agricoles permettrait une adaptation low-tech, culturellement ancrée, et très peu consommatrice d'énergie.

Référence internationale :

Dans les palmeraies d'Alger (El Harrach), un programme de relance des foggaras a permis de restaurer 12 hectares de vergers et de stabiliser la nappe phréatique après 15 ans de déclin hydrique [2].

2.2.2. Réduction des îlots de chaleur et confort thermique urbain

a. Trames vertes urbaines avec végétation xérophile

Détail :

La création d'un maillage de corridors écologiques (parcs, alignements d'arbres, bandes végétalisées, jardins linéaires) à l'intérieur de Midoun peut atténuer les températures de surface, améliorer le confort des piétons et réduire les consommations énergétiques. Il est crucial d'utiliser des espèces autochtones peu consommatrices d'eau : tamaris, acacias, figuiers, oliviers, cactus d'ornement, etc.

Référence internationale :

À Phoenix (Arizona, USA), des trames vertes végétalisées utilisant uniquement des plantes indigènes ont réduit la température moyenne de surface de 5,6 °C dans les quartiers traités, tout en diminuant de 15 % les dépenses en climatisation [3].

b. Toits et murs végétalisés dans les bâtiments publics

Détail :

L'installation de micro-jardins suspendus, murs végétaux modulaires ou toitures végétalisées sur les établissements publics (écoles, centres de santé, hôtels municipaux) peut améliorer l'isolation thermique, filtrer l'air, et capter les eaux pluviales. L'usage de substrats légers et de plantes grasses (crassulacées, euphorbes) permet une bonne résilience aux contraintes climatiques.

Référence internationale :

À Tanger (Maroc), le projet "École fraîche" a équipé 15 écoles en toitures végétalisées low-cost, réduisant la température intérieure de 4 à 7 °C et renforçant la sensibilisation climatique des élèves [4].

2.2.3. Protection des côtes contre l'érosion et l'intrusion marine

a. Restauration des dunes et ceintures végétales littorales

Détail :

La reconstitution des cordons dunaires dégradés avec végétation fixatrice (e.g. Oyat : *Ammophila arenaria*, Echinops, Tamarix) permet de freiner la montée des eaux et de protéger les infrastructures hôtelières. Ce système naturel peut être combiné à des clôtures en bois et à des sentiers surélevés pour réduire le piétinement.

Référence internationale :

Sur la côte Nord-Est de la Tunisie (Korbous), un programme de replantation d'oyats a permis de stabiliser les dunes sur 1,5 km de littoral, avec un recul du front d'érosion stoppé en moins de 3 ans [5].

b. Réhabilitation des zones humides côtières

Détail :

Les lagunes, sebkhas et marais salants abandonnés peuvent être transformés en zones de rétention d'eau salée et de tampon écologique face aux submersions. Ces écosystèmes jouent également un rôle majeur dans la filtration des eaux et le stockage de carbone.

Référence internationale :

À Nouakchott (Mauritanie), le réaménagement d'une sebkha en zone tampon a réduit de 40 % les infiltrations d'eau salée dans les quartiers voisins, tout en favorisant la réapparition de 30 espèces d'oiseaux [6].

2.2.4. Résilience agricole et restauration des paysages productifs

a. Agroforesterie oasienne et diversification verticale

Détail :

Le système oasien traditionnel en trois strates (palmiers, fruitiers, cultures basses) permet de maximiser la production sous stress hydrique tout en protégeant le sol du rayonnement solaire. Le renforcement de ce modèle, couplé à la réintroduction d'espèces locales résistantes, peut restaurer la productivité de parcelles abandonnées.

Référence internationale :

En Palestine (Territoires de Jéricho), le renforcement des oasis multi-strates a permis d'augmenter de 26 % les rendements tout en réduisant les besoins en eau de 35 %, grâce à un microclimat stabilisé [7].

b. Haies brise-vent multifonctionnelles

Détail :

L'implantation de haies linéaires à base d'espèces épineuses ou fourragères (acacia, atriplex, figuier de barbarie) permet de limiter les effets du vent, d'augmenter l'humidité du sol et de servir de refuge pour la faune utile. Elles contribuent aussi à la lutte contre les tempêtes de sable.

Référence internationale :

Le programme «Greenbelt Urban Oasis» de Riyadh (Arabie Saoudite) a utilisé des haies brise-vent mixtes pour réduire la poussière en suspension et créer des microclimats agricoles autour de la ville [8].

Tableau 1: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Djerba Midoun

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
Stress hydrique, recharge insuffisante des nappes	Zones d'infiltration paysagères, bassins végétalisés, fossés filtrants	Amman (Jordanie) : <i>WRI, 2020</i>
	Réhabilitation des majel, jessour, foggaras traditionnels	Palmeraies d'Alger (Algérie) : <i>FAO, 2021</i>
Îlots de chaleur urbains	Trames vertes urbaines avec végétation xérophile (oliviers, tamaris, acacias)	Phoenix (USA) : <i>ICLEI, 2020</i>
	Toits végétalisés dans les bâtiments publics	Écoles de Tanger (Maroc) : <i>GIZ, 2019</i>
Erosion côtière, submersion marine	Restauration des dunes avec plantes fixatrices (oyat, euphorbes, tamaris)	Korbous (Tunisie) : <i>INRGREF, 2017</i>
	Réhabilitation des zones humides littorales (sebkhas, lagunes, marais salés)	Nouakchott (Mauritanie) : <i>IUCN, 2022</i>
Dégradation des paysages agricoles	Agroforesterie oasienne en trois strates (palmiers, fruitiers, cultures basses)	Jéricho (Palestine) : <i>FAO Near East, 2020</i>
	Haies brise-vent multifonctionnelles (atriplex, cactus, acacia)	Riyadh (Arabie Saoudite) : <i>UNEP, 2022</i>

Salinisation et érosion des sols	Ceintures végétales anti-sel en bordure agricole	Référence croisée aux zones tampons végétalisées : <i>IUCN, FAO, ICARDA</i>
Perte de biodiversité et fragmentation écologique	Rétablissement de corridors écologiques et mares temporaires	Programmes de restauration en Espagne, Sud du Portugal : <i>MedWet, IUCN Med</i>

2.3. Étude de cas : Commune de Mahdia

Aléas ciblés : salinisation des nappes, érosion côtière, stress hydrique, îlots de chaleur, perte de biodiversité, vulnérabilité urbaine.

2.3.1. Gestion intégrée de l'eau et prévention de la salinisation

Zones d'infiltration et techniques de recharge douce

Détail :

La commune de Mahdia souffre d'un déficit pluviométrique (environ 250–300 mm/an) et d'une surexploitation des nappes peu profondes, aggravée par l'intrusion saline. La mise en œuvre de zones d'infiltration paysagère, de bassins végétalisés de rétention, et de puits d'infiltration dans les quartiers urbains et périurbains (souvent imperméabilisés) permettrait de capter les eaux pluviales, de limiter le ruissellement et de favoriser la recharge douce des aquifères.

Cas d'usage international :

À Elche (Espagne), l'intégration de bassins végétalisés et de zones d'infiltration dans les zones résidentielles a permis d'améliorer la recharge des nappes, tout en servant de filtre contre les polluants urbains.

2.3.2. Atténuation de l'érosion côtière et gestion du trait de côte

a. Restauration des dunes et cordons littoraux

Détail :

La côte de Mahdia est soumise à une érosion active (recul du trait de côte de plusieurs mètres par décennie), notamment dans les zones sablonneuses et fortement artificialisées. La restauration des dunes côtières par la plantation d'espèces fixatrices (e.g. *Ammophila arenaria*, tamaris, euphorbes littorales) combinée à des palissades naturelles permettrait de reconstituer un rempart souple contre les houles et submersions.

Cas d'usage international :

Le projet Sand Motor aux Pays-Bas a montré que le dépôt massif de sable couplé à une dynamique végétale naturelle permettait de protéger efficacement le littoral tout en favorisant les écosystèmes.

b. Réhabilitation des zones humides littorales (Sebkha El Moknine, etc.)

Détail :

Les zones humides dégradées du littoral de Mahdia, comme Sebkha El Moknine, peuvent être restaurées pour former des zones tampons écologiques. Ces milieux piègent les sédiments, ralentissent l'intrusion marine, et jouent un rôle majeur dans la régulation hydrologique et la biodiversité.

Cas d'usage international :

En Italie (delta du Pô), la réhabilitation des zones humides littorales a réduit les risques de submersion marine et restauré la fonction écologique des marais côtiers, en synergie avec les activités agricoles.

2.3.3. Lutte contre les îlots de chaleur urbains

Trames vertes urbaines et micro-parcs de proximité

Détail :

Mahdia présente un tissu urbain dense avec peu d'espaces verts intégrés. Le développement de micro-parcs de quartier, avenues arborées et jardins de pluie permettrait non seulement de réguler la température en période de canicule, mais aussi d'améliorer l'infiltration et l'usage de l'espace public.

Cas d'usage international :

À Athènes (Grèce), l'intégration de corridors verts végétalisés dans les quartiers populaires a permis de baisser localement la température de 2 à 4°C, avec des bénéfices sur la santé publique.

2.3.4. Agriculture durable et restauration des paysages productifs

Agroécologie et lutte contre la salinisation des sols

Détail :

L'agriculture de Mahdia est confrontée à la salinisation des sols et à la baisse des rendements. L'adoption de techniques agroécologiques (rotation, compost, cultures associées, haies multifonctionnelles) permet d'améliorer la rétention d'eau, la fertilité des sols et la biodiversité fonctionnelle.

Cas d'usage international :

En Tunisie même (Sfax et Gabès), des initiatives de haies anti-érosion et d'agroforesterie en zone semi-aride ont montré une amélioration de la productivité agricole et une réduction de la salinité des sols en seulement 2-3 ans.

Tableau 2: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Mahdia

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
<i>Stress hydrique, surexploitation des nappes</i>	Zones d'infiltration végétalisées, puits d'infiltration	Elche (Espagne) : Recharge douce des nappes, filtration naturelle des eaux pluviales. [9]
Érosion côtière	Restauration des dunes littorales, végétation fixatrice et palissades naturelles	Pays-Bas : Projet Sand Motor : dépôt de sable + végétalisation. [11]
<i>Submersion marine, salinisation du littoral</i>	Réhabilitation de sebchas et zones humides littorales	Italie : Delta du Pô : restauration de marais côtiers. [12]
<i>Îlots de chaleur urbains</i>	Création de micro-parcs, trames vertes, jardins de pluie dans les quartiers	Athènes (Grèce) : Corridors végétalisés, îlots de fraîcheur. [13]
<i>Salinisation et dégradation des sols agricoles</i>	Haies multifonctionnelles, cultures associées, compost, agroforesterie	Tunisie (Sfax, Gabès) : Programmes pilotes d'agroécologie. [14]

2.4. Étude de cas : Commune de Dar Chaâbane El Fehri

Aléas ciblés : érosion côtière, submersion marine, inondations urbaines, artificialisation du littoral, stress hydrique localisé, fragmentation écologique.

2.4.1. Stabilisation du trait de côte et protection contre l'érosion marine

a. Restauration des dunes côtières

Détail :

La commune est soumise à une forte érosion du littoral, amplifiée par l'artificialisation des berges et l'absence de structures naturelles tampon. La restauration des dunes littorales par la plantation d'espèces fixatrices (*Ammophila arenaria*, tamaris, euphorbes littorales), associée à la mise en place de palissades en bois, permettrait de stabiliser les sédiments, de dissiper l'énergie des vagues et de ralentir le recul du trait de côte. Cette solution contribue également à restaurer des habitats écologiques typiques du littoral méditerranéen.

Cas d'usage international :

À Barcelone (Espagne), un programme de reconstitution des dunes en zone urbaine a permis de stabiliser les plages et de protéger les infrastructures côtières, tout en valorisant les écosystèmes littoraux.

b. Réhabilitation des zones humides littorales

Détail :

Plusieurs sebkhas et marais salés du territoire ont été artificialisés ou comblés. Leur réhabilitation sous forme de lagunes temporaires, marais filtrants ou zones humides permanentes permettrait d'amortir les phénomènes de submersion marine, de retenir les sédiments, de réguler localement le cycle de l'eau et de créer des niches écologiques pour l'avifaune. Ces zones peuvent aussi constituer des réservoirs de biodiversité et des espaces éducatifs.

Cas d'usage international :

Dans la lagune de Venise (Italie), la restauration de zones humides a permis de ralentir l'effet des marées hautes, de renforcer la biodiversité et de réduire les impacts des submersions sur les zones périphériques habitées.

2.4.2. Atténuation des inondations urbaines et gestion des eaux pluviales

Noues végétalisées, jardins de pluie et bassins de rétention

Détail :

L'imperméabilisation rapide des sols urbains accroît les épisodes d'inondations, même lors de précipitations modérées. La création de noues végétalisées le long des voiries, de jardins de pluie dans les zones résidentielles, ou de bassins paysagers de rétention dans les quartiers vulnérables peut capter, ralentir et infiltrer les eaux pluviales. Ces aménagements augmentent la résilience hydraulique, tout en apportant une plus-value esthétique et sociale.

Cas d'usage international :

À Nice (France), la municipalité a intégré des dispositifs de gestion écologique des eaux pluviales dans plusieurs quartiers inondables. Ces infrastructures ont permis de réduire significativement les ruissellements et les débordements tout en créant des espaces verts de proximité.

2.4.3. Prévention de l'artificialisation et maintien d'une trame écologique

Création de ceintures vertes et corridors écologiques

Détail :

L'extension urbaine rapide menace les derniers espaces naturels périphériques de la commune. La mise en place de ceintures vertes, sous forme de corridors végétalisés multifonctionnels, peut freiner cette expansion désordonnée, renforcer la connectivité entre les milieux naturels restants et former une barrière végétale protectrice contre les îlots de chaleur et les flux polluants.

Cas d'usage international :

À Monastir (Tunisie), un projet pilote de ceinture verte urbaine a permis de limiter l'empiètement urbain, de renforcer la biodiversité urbaine et de valoriser les friches périphériques dans une logique de paysage comestible et multifonctionnel.

2.4.4. Réintégration de la végétation en milieu urbain

Trames vertes urbaines et végétalisation des espaces publics

Détail :

La commune présente un tissu bâti dense, notamment dans ses zones centrales et touristiques, avec peu d'ombrage végétal et de rafraîchissement naturel. La mise en œuvre de trames vertes à travers la plantation d'arbres d'ombrage (caroubier, micocoulier, olivier, pin pignon) dans les avenues, les cours d'écoles, les places et les abords d'équipements publics permettrait de réguler les températures estivales, de limiter les effets d'îlot de chaleur, et de revaloriser le cadre de vie.

Cas d'usage international :

À Malte, le programme "Green City Malta" a structuré l'intégration d'arbres d'ombrage dans les zones urbaines denses, réduisant les températures de surface tout en renforçant la cohésion sociale autour des espaces publics végétalisés.

Tableau 3: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Dar Chaâbane El Fehri

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
Érosion côtière, recul du trait de côte	Restauration des dunes et végétation fixatrice	Barcelone (Espagne) : Reconstitution dunaire. [15]
Submersion marine, montée des eaux	Réhabilitation des zones humides et sebkhas littorales	Venise (Italie) : Marais tampon. [16]
Inondations urbaines, ruissellement excessif	Noues paysagères, jardins de pluie, bassins d'infiltration	Nice (France) : Quartiers résilients. [17]
Artificialisation et pression foncière périphérique	Création de ceintures vertes et corridors écologiques	Monastir (Tunisie) : Projet ceinture verte. [18]
Îlots de chaleur et perte de biodiversité urbaine	Trames vertes urbaines, arbres d'ombrage dans les écoles et places publiques	Malte : Programme "Green City". [19]

2.5. Étude de cas : Commune de Medjez El Bab

Aléas ciblés : inondations fluviales, ruissellement intense, érosion des sols, dégradation des bassins versants, pression agricole sur les ressources hydriques.

2.5.1. Gestion des eaux pluviales et prévention des inondations

a. Zones d'expansion de crue et ripisylves restaurées

Détail :

Située dans la vallée de la Medjerda, Medjez El Bab est régulièrement exposée à des inondations fluviales, aggravées par la déforestation des bassins versants, l'urbanisation mal maîtrisée et la réduction des zones naturelles de débordement. La restauration des ripisylves (végétation riveraine) et la création de zones d'expansion de crue en bordure des oueds pourraient permettre d'absorber les excès d'eau, de ralentir les crues et de réduire les risques d'inondation dans les zones habitées.

Cas d'usage international :

Dans la vallée du Rhône (France), des zones d'expansion de crue naturelles ont été réhabilitées pour protéger les villes aval, tout en créant des réservoirs écologiques et des espaces multifonctionnels.

b. Noues, bassins d'infiltration et agriculture infiltrante

Détail :

Les surfaces agricoles en pente génèrent un ruissellement important qui alimente les crues et provoque une perte de sols fertiles. L'implantation de noues végétalisées en pied de parcelles, de bassins d'infiltration dans les zones rurales et de systèmes d'agriculture infiltrante (par micro-terrasses, haies filtrantes) pourrait freiner les écoulements, renforcer la recharge des nappes et limiter l'érosion.

Cas d'usage international :

En Allemagne, le programme "Agrohydrologie intégrée" dans le bassin de l'Elbe a permis d'allier infiltration agricole, stockage de l'eau et réduction des crues par des techniques fondées sur la nature.

2.5.2. Restauration des sols agricoles et agroécologie

a. Lutte contre l'érosion par haies bocagères et couvertures végétales

Détail :

Les exploitations agricoles sur terrains en pente, souvent labourées à nu, sont soumises à une érosion sévère. L'introduction de haies bocagères multifonctionnelles (anti-érosion, brise-vent, biodiversité), de couverts végétaux hivernaux et de bandes enherbées entre les parcelles peut stabiliser les sols, retenir les particules fines et enrichir la structure du sol à long terme.

Cas d'usage international :

En France, le bocage du Cotentin a été restauré dans plusieurs communes rurales pour freiner l'érosion, améliorer la qualité de l'eau et soutenir la production fourragère.

b. Revalorisation des pratiques agroforestières locales

Détail :

Les vergers traditionnels (figuier, olivier, grenadier) en association avec des cultures vivrières peuvent être valorisés dans une logique d'agroforesterie extensive. Ce système, adapté au climat semi-humide local, permet d'augmenter la résilience des exploitations agricoles tout en diversifiant les revenus et en protégeant les sols.

Cas d'usage international :

En Italie du Sud, la redynamisation des oliveraies en agroforesterie a permis de stabiliser les terrains, de maintenir des paysages ouverts et de restaurer la biodiversité fonctionnelle.

2.5.3. Protection des versants et régénération des bassins versants

Reboisement des hauteurs avec espèces locales

Détail :

Les pentes dénudées autour de Medjez El Bab favorisent le ruissellement et les mouvements de terrain. Un reboisement raisonné avec des espèces locales (pin d'Alep, chêne kermès, lentisque) sur les versants stratégiques permettrait de restaurer la capacité d'infiltration, de réduire l'érosion et d'offrir une ressource forestière gérée durablement.

Cas d'usage international :

Au Liban, des campagnes de reforestation ciblée ont été menées sur les bassins versants des zones rurales pour réduire les crues, limiter l'envasement des barrages et recréer des microclimats.

Tableau 4:Tableau synthétique – SFN pour la commune de Medjez El Bab

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
<i>Inondations fluviales et débordements de l'oued Medjerda</i>	Zones d'expansion de crue, restauration des ripisylves	Vallée du Rhône (France) : Réhabilitation de zones naturelles de crue [20]
<i>Ruissellement agricole, perte de sols fertiles</i>	Noues végétalisées, bassins d'infiltration, agriculture infiltrante	Bassin de l'Elbe (Allemagne) : Agrohydrologie intégrée [21]
Érosion des sols en pente	Haies bocagères, bandes enherbées, couverts végétaux	Cotentin (France) : Restauration du bocage rural [22]
<i>Appauvrissement de la diversité des cultures</i>	Revalorisation des systèmes agroforestiers (olivier, figuier, cultures vivrières)	Italie du Sud : Systèmes agroforestiers oléicoles [23]
<i>Dégradation des versants, glissements de terrain</i>	Reboisement ciblé avec espèces locales sur les hauteurs	Liban : Reforestation de bassins versants montagneux [24]

2.6. Étude de cas : Commune de Rahal

Aléas ciblés : sécheresse prolongée, érosion éolienne et hydrique, désertification, baisse de la productivité agricole, surexploitation des ressources en eau, appauvrissement des sols.

2.6.1. Gestion durable de l'eau et adaptation à l'aridité

a. Micro-barrages et techniques d'infiltration de surface

Détail :

La commune de Rahal est située en zone semi-aride, soumise à une pluviométrie très faible (< 250 mm/an) et à une forte variabilité interannuelle. Pour répondre au déficit hydrique et restaurer la recharge locale, des micro-barrages en pierre sèche, des seuils d'infiltration et des ouvrages de ralentissement du ruissellement peuvent être installés en travers des oueds et des talwegs. Ces ouvrages augmentent l'infiltration de l'eau, réduisent l'érosion et rechargent les nappes peu profondes.

Cas d'usage international :

En Éthiopie (région du Tigré), des milliers de micro-barrages et seuils de retenue ont été installés dans les bassins versants dégradés, améliorant la disponibilité en eau de 20 à 60 % selon les zones.

b. Citerne de collecte des eaux de pluie (majel) et recharge locale

Détail :

La réhabilitation des systèmes traditionnels de collecte de l'eau pluviale (majel, impluviums) au niveau des habitations, écoles ou zones agricoles permettrait d'assurer un approvisionnement autonome pour l'usage domestique, l'irrigation ponctuelle ou l'abreuvement. Ces dispositifs, bien adaptés au climat local, sont peu coûteux, faciles à entretenir et peuvent être intégrés à des projets de résilience communautaire.

Cas d'usage international :

Dans le nord du Kenya, des programmes de collecte domestique des eaux de pluie ont permis de sécuriser l'accès à l'eau dans plus de 10 000 foyers ruraux exposés à des sécheresses fréquentes.

2.6.2. Restauration des sols et lutte contre la désertification

a. Cordons pierreux et haies anti-érosion

Détail :

Les versants agricoles de Rahal sont fortement érodés, en particulier pendant les orages intenses. L'implantation de cordons pierreux en lignes de niveau ou de haies anti-érosion avec des espèces locales (atriplex, cactus, acacia) permet de piéger les sédiments, de freiner les écoulements et de reconstituer progressivement les sols.

Cas d'usage international :

Au Burkina Faso, les cordons pierreux ont permis de restaurer plus de 100 000 hectares de terres dégradées, avec un double effet anti-érosion et productivité.

b. Techniques culturales conservatrices et paillage végétal

Détail :

La pratique de la culture sous couverture végétale, le paillage des cultures avec résidus organiques, l'interdiction du labour profond et les rotations de culture courtes sont des méthodes efficaces pour protéger les sols contre l'assèchement, favoriser la matière organique et renforcer la résistance à la sécheresse.

Cas d'usage international :

En Tunisie (gouvernorats de Kasserine et Siliana), des fermes pilotes en agroécologie ont démontré une augmentation significative de l'humidité résiduelle des sols et une réduction des besoins en irrigation de 30 à 50 %.

2.6.3. Revitalisation des systèmes de production locaux

Parcours pastoraux et reboisement fourrager

Détail :

La raréfaction des ressources pastorales autour de Rahal pousse les éleveurs à surexploiter des zones sensibles. La délimitation de parcours collectifs, couplée à la plantation d'espèces fourragères ligneuses adaptées (atriplex, luzerne arbustive, acacia), peut restaurer des zones de pâturage résilientes et réduire la pression sur les terres arables.

Cas d'usage international :

Au Maroc (région de Tafilalet), des parcours communautaires reboisés ont permis de stabiliser les sols, d'accroître la biomasse disponible pour les animaux, et de réduire les conflits d'usage entre éleveurs et agriculteurs.

Tableau 5: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Rahal

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
Sécheresse prolongée, faible recharge des nappes	Micro-barrages, seuils d'infiltration, ralentisseurs de ruissellement	Éthiopie (Tigré) : Réhabilitation de bassins versants avec seuils de retenue [25]
Accès insuffisant à l'eau domestique ou agricole	Réhabilitation des majel et systèmes de collecte de l'eau de pluie	Kenya (Turkana) : Collecte communautaire des eaux pluviales [26]
Érosion hydrique et perte de fertilité des sols	Cordons pierreux, haies anti-érosion végétales (atriplex, cactus, acacia)	Burkina Faso : Restauration de terres avec techniques paysannes [27]
Désertification, appauvrissement de la matière organique	Techniques culturales de conservation : paillage, rotations, non-labour	Tunisie (Siliana, Kasserine) : Projets agroécologiques pilotes [28]
Pression sur les parcours, surexploitation pastorale	Reboisement fourrager sur parcours collectifs (atriplex, luzerne, acacia)	Maroc (Tafilalet) : Revitalisation des parcours communautaires [29]

2.7. Étude de cas : Commune de Bargou

Aléas ciblés : érosion des versants, appauvrissement des forêts et parcours, ruissellement intense, sécheresse saisonnière, fragmentation écologique.

2.7.1. Préservation des versants et restauration des bassins versants

a. Reboisement ciblé des pentes avec espèces locales

Détail :

La commune de Bargou, située dans une région de moyenne montagne, subit une érosion importante sur ses versants dégradés. Un reboisement avec des espèces locales adaptées (pin d'Alep, chêne kermès, lentisque, caroubier) permettrait de restaurer la couverture végétale, de freiner le ruissellement, de favoriser l'infiltration et de reconstituer la biodiversité des écosystèmes forestiers.

Cas d'usage international :

Au Liban, des campagnes de reforestation sur les bassins versants de zones rurales ont permis de réduire l'érosion, d'améliorer l'infiltration et de valoriser les ressources ligneuses locales.

b. Aménagements anti-érosion sur les terres agricoles

Détail :

Les pentes cultivées sans protection sont sujettes à une forte perte de sol. L'intégration de bandes enherbées, de haies filtrantes, de talus stabilisés ou de cultures en courbes de niveau peut considérablement réduire l'érosion et maintenir la productivité des terres.

Cas d'usage international :

Au Rwanda, dans des zones de collines, des programmes d'agriculture en courbes de niveau et de haies enherbées ont permis une baisse de plus de 50 % de l'érosion des sols.

2.7.2. Restauration des parcours forestiers et sylvopastoralisme

a. Régénération naturelle assistée des forêts et pâturages

Détail :

Les zones forestières de Bargou, souvent exploitées de manière informelle, perdent leur capacité de régénération. La protection temporaire des jeunes repousses, la limitation des coupes et le pâturage contrôlé permettent de relancer une dynamique de régénération naturelle assistée (RNA), tout en maintenant un usage productif raisonné du couvert forestier.

Cas d'usage international :

En Éthiopie, la RNA a été utilisée dans plus de 100 000 ha de forêts communautaires pour restaurer les paysages tout en soutenant les besoins locaux.

b. Intégration du sylvopastoralisme dans les zones marginales

Détail :

Dans les zones marginales ou en bordure de forêts, la plantation d'espèces fourragères (atriplex, acacia, luzerne arbustive) et l'organisation de pâturages tournants permet de stabiliser les sols et de fournir du fourrage tout en réduisant la pression sur les zones cultivées.

Cas d'usage international :

Au Maghreb (Algérie, Tunisie, Maroc), plusieurs projets de gestion intégrée des parcours ont démontré que le sylvopastoralisme permet d'augmenter la productivité fourragère tout en préservant les ressources naturelles.

2.7.3. Lutte contre la sécheresse saisonnière et valorisation de l'eau

Réhabilitation des sources et captage gravitaire

Détail :

Dans les zones de piémont, plusieurs sources ont été abandonnées ou négligées. Leur réhabilitation à travers des travaux simples (captage, drainage, protection) pourrait restaurer un approvisionnement alternatif en eau pour les habitants et les animaux.

Cas d'usage international :

Au Maroc (Moyen Atlas), la réhabilitation des sources communautaires a permis de réduire les tensions sur les ressources en eau en période de sécheresse.

Tableau 6: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Bargou

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
Érosion des versants, perte de couverture végétale	Reboisement ciblé avec espèces locales (pin d'Alep, lentisque, chêne kermès)	Liban : Reforestation des bassins versants [30]
Érosion hydrique sur terres agricoles en pente	Cultures en courbes de niveau, haies filtrantes, bandes enherbées	Rwanda : Aménagement anti-érosion dans les collines [31]
Dégradation des parcours forestiers et perte de régénération	Régénération naturelle assistée (RNA), limitation du pâturage, protection des jeunes pousses	Éthiopie : Forêts communautaires en régénération assistée [32]
Pression sur les zones marginales, manque de fourrage	Sylvopastoralisme avec plantations fourragères (atriplex, luzerne, acacia)	Maghreb : Projets sylvopastoraux intégrés [33]
Sécheresse saisonnière, abandon des sources naturelles	Réhabilitation de sources et captage gravitaire	Maroc : Programme rural de restauration des sources (Moyen Atlas) [34]

2.8. Étude de cas : Commune de Mévlaoui

Aléas ciblés : crues soudaines, chaleur extrême, pollution et dégradation des sols liés à l'activité minière, pénurie d'eau, désertification, vulnérabilité des quartiers précaires.

2.8.1. Réduction des risques de crues soudaines et ruissellement

a. Aménagement de zones de ralentissement du ruissellement en amont urbain

Détail :

La ville de Métrouhi est traversée par plusieurs oueds à régime irrégulier, dont les crues brutales causent des dégâts majeurs, notamment dans les quartiers informels. La mise en place de bassins de rétention naturels, de diguettes végétalisées, et de zones de ralentissement du ruissellement en amont des zones habitées permettrait de freiner les crues, de favoriser l'infiltration et de réduire l'impact sur les infrastructures.

Cas d'usage international :

À Amman (Jordanie), la réhabilitation de micro-bassins en amont urbain a réduit la fréquence des inondations en zones vulnérables.

b. Végétalisation de berges d'oueds et corridors secs

Détail :

Les oueds secs de Métrouhi, souvent dénudés, peuvent être aménagés avec une végétation adaptée (tamaris, atriplex, acacia) pour stabiliser les berges, ralentir les écoulements et créer des trames écologiques en cœur urbain.

Cas d'usage international :

À Ouargla (Algérie), des corridors secs végétalisés ont permis d'améliorer la résilience hydraulique urbaine tout en valorisant les espaces interstitiels.

2.8.2. Lutte contre la chaleur extrême et amélioration du cadre de vie urbain

a. Trames vertes et micro-oasis urbaines

Détail :

Les températures à Métrouhi dépassent régulièrement les 45 °C en été. La création de micro-oasis urbaines (cours d'école végétalisées, parcs ombragés, murs végétaux, îlots de fraîcheur), associée à des plantations d'essences résistantes, contribuerait à réduire les températures de surface et à améliorer le confort thermique des habitants.

Cas d'usage international :

À Riyadh (Arabie Saoudite), un programme d'îlots de fraîcheur végétalisés a permis de réduire de 6 à 10 °C les températures au sol dans les zones ciblées.

b. Végétalisation des quartiers précaires par techniques économes

Détail :

Dans les zones urbaines défavorisées, l'introduction d'arbres d'ombrage, de jardins partagés et d'espaces verts low-tech contribue à renforcer la résilience communautaire, à améliorer la santé publique et à revaloriser le tissu urbain.

Cas d'usage international :

À Lima (Pérou), le projet "Barrio Verde" a utilisé la végétalisation participative dans des quartiers informels pour renforcer la cohésion sociale et améliorer le microclimat urbain.

2.8.3. Réhabilitation des sols dégradés par l'exploitation minière

Revégétalisation des zones stériles et friches industrielles

Détail :

L'activité d'extraction de phosphate à Méttlaoui a laissé de vastes étendues de sols dégradés. La stabilisation de ces sols par des plantations adaptées (atriplex, panicum, acacia) et la création de périmètres végétalisés autour des sites miniers permettraient de réduire la dispersion des poussières, d'améliorer la qualité de l'air et de réinsérer ces espaces dans la matrice écologique locale.

Cas d'usage international :

En Afrique du Sud, des mines d'or désaffectées ont été réhabilitées en zones écologiques à travers des plantations ciblées et la dépollution progressive des sols.

Tableau 7: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Méttlaoui

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
<i>Crues soudaines, ruissellement intense</i>	Bassins de rétention naturels, zones de ralentissement du ruissellement en amont	Amman (Jordanie) : Bassins pluviaux urbains multifonctionnels [35]
<i>Dégradation des berges d'oueds urbains</i>	Végétalisation des corridors secs (tamaris, atriplex, acacia)	Ouargla (Algérie) : Trames écologiques en milieux arides [36]
<i>Chaleur extrême en milieu urbain</i>	Micro-oasis urbaines, parcs ombragés, murs végétalisés	Riyadh (Arabie Saoudite) : Programme Green Riyadh [37]
<i>Manque d'espaces verts dans les quartiers précaires</i>	Végétalisation participative, jardins communautaires, arbres d'ombrage	Lima (Pérou) : Projet Barrio Verde dans les zones informelles [38]
<i>Sols dégradés par l'activité minière</i>	Revégétalisation des friches industrielles (atriplex, panicum, acacia)	Afrique du Sud : Réhabilitation des anciennes mines d'or [39]

2.9. Étude de cas : Commune de Chaouachi

Aléas ciblés : sécheresse chronique, stress hydrique agricole, érosion des sols, appauvrissement des cultures pluviales, fragmentation des parcours, insécurité alimentaire.

2.9.1. Renforcement de la résilience hydrique et gestion intégrée de l'eau

a. Systèmes de collecte des eaux pluviales à petite échelle

Détail :

Située dans une zone semi-aride, la commune de Chaouachi souffre d'une forte variabilité des pluies, concentrées sur quelques mois. Le développement de techniques simples de collecte des eaux pluviales, telles que les citernes individuelles (majel), les rigoles d'acheminement, ou les micro-captages

sur les toits et les terrains en pente, permettrait de sécuriser des ressources pour les usages agricoles, pastoraux et domestiques.

Cas d'usage international :

En Jordanie, le programme de citernes rurales a permis à plus de 60 000 foyers d'accéder à une ressource stable en eau de pluie pour l'irrigation de proximité et les besoins domestiques.

b. Micro-ouvrages de rétention et recharge des nappes

Détail :

La mise en place de seuils d'infiltration, de barrages en gabions ou de diguettes sur les oueds et les thalwegs permet de capter les eaux de crue, de limiter l'érosion et de favoriser la recharge lente des nappes superficielles.

Cas d'usage international :

Au Niger, la création de micro-barrages communautaires a permis de restaurer la productivité des zones situées en aval et de prolonger la disponibilité de l'eau jusqu'en fin de saison sèche.

2.9.2. Restauration des sols agricoles et diversification agroécologique

a. Techniques culturales de conservation

Détail :

Dans les zones céréalières pluviales de Chaouachi, la mise en œuvre de techniques de conservation des sols, telles que le labour minimum, le semis direct sous couverture végétale, ou les cultures associées (légumineuses, céréales), permettrait de retenir l'humidité, de stabiliser la fertilité et de lutter contre l'érosion.

Cas d'usage international :

En Tunisie (gouvernorats de Kairouan et Siliana), des fermes pilotes ont démontré que le semis direct en milieu semi-aride permet de maintenir les rendements tout en réduisant de 40 % l'évapotranspiration.

b. Revalorisation des vergers pluviaux

Détail :

Les vergers à base d'oliviers, grenadiers, figuiers ou caroubiers, autrefois répandus, ont été progressivement délaissés. Leur restauration à travers des systèmes agroforestiers rustiques et multifonctionnels permettrait de diversifier les revenus, de stabiliser les pentes et de renforcer la couverture végétale.

Cas d'usage international :

En Espagne (Andalousie), la revalorisation des vergers traditionnels méditerranéens en agroforesterie a contribué à la stabilisation des paysages et à l'amélioration des revenus locaux.

2.9.3. Protection des parcours pastoraux et gestion des terres collectives

Plans de gestion communautaire des parcours

Détail :

Les parcours de Chaouachi, souvent dégradés par le surpâturage ou l'extension agricole, peuvent être protégés par la mise en place de plans de gestion concertés, incluant des rotations pastorales, des périodes de repos écologique, et des plantations fourragères résistantes à la sécheresse.

Cas d'usage international :

Au Maroc, les plans de gestion communautaire des terres collectives dans le Haut Atlas ont permis de restaurer les parcours et d'organiser l'accès équitable à la ressource entre éleveurs.

Tableau 8: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Chaouachi

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
Sécheresse chronique, faible disponibilité en eau	Citernes individuelles (majel), rigoles de collecte, captages de toiture	Jordanie : Programme national de citernes rurales [40]
Érosion, ruissellement excessif	Seuils d'infiltration, barrages en gabions, diguettes de crue	Niger : Micro-barrages communautaires pour recharge [41]
Appauvrissement des sols agricoles pluviaux	Semis direct sous couvert, rotations céréales-légumineuses, labour réduit	Tunisie (Kairouan, Siliana) : Fermes pilotes agroécologiques [42]
Déclin des vergers rustiques et des revenus diversifiés	Revalorisation des vergers méditerranéens en agroforesterie pluviale	Espagne (Andalousie) : Restauration productive des paysages [43]
Dégradation des parcours, conflits d'usage	Plans de gestion communautaire, pâturage tournant, replantation fourragère (atriplex, etc.)	Maroc : Plans d'aménagement des terres collectives (Haut Atlas) [44]

2.10. Étude de cas : Commune de Bchelli Jersine Blidet

Aléas ciblés : aridité extrême, salinisation des nappes, désertification, ensablement, stress hydrique aigu, vulnérabilité des systèmes oasiens.

2.10.1. Protection des oasis et gestion durable de l'eau

a. Restauration des systèmes d'irrigation traditionnels et recharge locale

Détail :

La commune, située en zone saharienne, dépend d'un système oasien très fragile, menacé par la salinisation, le tarissement des sources et la sur-exploitation des nappes fossiles. La réhabilitation de khetaras, foggaras, seguias et bassins de sédimentation permettrait de restaurer la distribution gravitaire, d'éviter le gaspillage et de renforcer la résilience du système à la pénurie d'eau.

Cas d'usage international :

Au Maroc (vallée du Draâ), la réhabilitation participative des khetaras a permis de sécuriser l'irrigation de plusieurs oasis sur 400 ha, avec une efficacité accrue et une baisse de salinité.

b. Recharge localisée des nappes par les eaux de crue

Détail :

La captation temporaire des crues d'oueds par des seuils d'infiltration et petits barrages en amont des oasis permet de freiner les écoulements, d'augmenter la percolation et de recharger les nappes phréatiques, tout en limitant les inondations de fond d'oasis.

Cas d'usage international :

En Iran (province de Kerman), les petits barrages d'infiltration installés en amont des palmeraies ont restauré la nappe en moins de cinq ans.

2.10.2. Lutte contre l'ensablement et restauration des écosystèmes protecteurs

Fixation des dunes et ceintures végétales

Détail :

Les palmeraies sont exposées à l'ensablement dû aux vents dominants. L'installation de haies vives brise-vent (atriplex, calligonum, tamaris), de clôtures de palmes sèches, combinée à la plantation de rideaux végétaux stabilisateurs en bordure des oasis, freine la progression des dunes et protège les cultures.

Cas d'usage international :

En Mauritanie, les rideaux d'atriplex et de palissades végétales ont permis de stabiliser plus de 1 000 ha autour de Nouakchott.

2.10.3. Diversification et résilience des systèmes oasiens

Systèmes agroécologiques tripartites (palmiers, fruitiers, cultures basses)

Détail :

La restauration du modèle oasien traditionnel en trois étages (palmiers dattiers, arbres fruitiers, cultures maraîchères ou fourragères) permet de renforcer la productivité, de protéger les sols contre l'évaporation et d'optimiser l'usage de l'eau. L'usage de variétés locales et la culture biologique augmentent la résilience face à la chaleur et à la salinité.

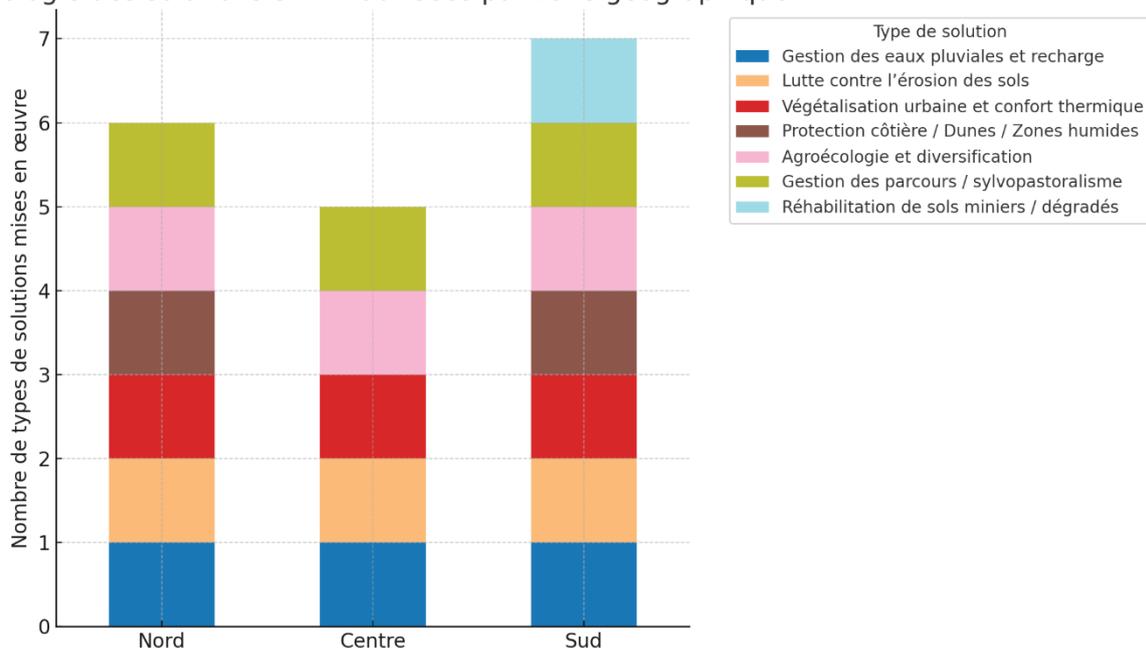
Cas d'usage international :

Au Niger, la mise en place d'oasis agroécologiques a permis de tripler les rendements sur des surfaces restaurées tout en réduisant les pertes d'eau de 40 %.

Tableau 9: Tableau synthétique – SFN pour la commune de Chaouachi

Problème / Aléa ciblé	Solution SFN proposée	Cas d'usage / Référence
Salinisation des nappes, perte d'efficacité de l'irrigation	Réhabilitation des systèmes oasiens gravitaires (khetaras, seguias, foggaras)	Maroc (vallée du Draâ) : Réhabilitation participative des khetaras [45]
Tarissement des nappes, manque de recharge	Barrages d'infiltration, seuils de crue en amont des oasis	Iran (Kerman) : Recharge localisée en zones arides [46]
Avancée des dunes, ensablement des palmeraies	Ceintures végétales de protection, haies d'atriplex, tamaris, clôtures naturelles	Mauritanie : Fixation des dunes par rideaux brise-vent [47]
Stress hydrique et vulnérabilité des cultures	Systèmes agroécologiques oasiens tripartites (palmier + fruitiers + maraîchage)	Niger : Oasis agroécologiques résilientes [48]

Typologie des solutions SFN mobilisées par zone géographique



2.11. Analyse comparative : facteurs de succès, obstacles et enseignements tirés

L'analyse transversale des neuf communes du projet ACICT révèle une diversité de situations territoriales, mais aussi des constantes dans les dynamiques de mise en œuvre des solutions fondées sur la nature (SFN). En croisant les résultats par type de contexte géographique, climatique et institutionnel, trois grandes dimensions ressortent : les conditions de réussite, les obstacles rencontrés, et les leçons générales à retenir pour le déploiement efficace des SFN à l'échelle locale.

2.11.1. Facteurs de succès

Plusieurs éléments favorisent l'intégration réussie des SFN dans les stratégies locales d'adaptation au changement climatique :

- Ancrage territorial et mobilisation des savoirs locaux

Les communes ayant valorisé les pratiques agroécologiques ou les systèmes hydrauliques traditionnels (e.g. khetaras à Bchelli, agrosystèmes oasiens à Djerba, vergers pluviaux à Chaouachi) ont bénéficié d'un socle culturel favorable à l'acceptation et à la résilience des interventions.

- Caractère multifonctionnel des solutions

Les SFN qui répondent à plusieurs enjeux simultanément (e.g. haies anti-érosion servant aussi de brise-vent et de source fourragère) ont été mieux perçues, plus facilement justifiées économiquement et plus résilientes sur le long terme.

- Expérimentation sur des sites pilotes bien ciblés

La mise en œuvre progressive, à petite échelle, dans des zones démonstratives (écoles, quartiers vulnérables, périmètres agricoles dégradés) a permis une montée en compétence locale et une appropriation sociale plus forte.

- Appuis techniques structurés et présence de partenaires actifs

Le soutien d'institutions (INRGREF, CRDA, associations locales), ainsi que la collaboration avec des ONG et des bailleurs, a facilité l'accès à l'ingénierie, aux matériaux végétaux, ou aux outils de suivi, notamment dans les zones rurales (Rahal, Bargou).

2.11.2. Obstacles identifiés

Malgré les avancées observées, plusieurs freins structurels ou opérationnels ont limité la mise en œuvre ou la pérennisation des SFN :

- Contraintes foncières et statuts incertains

Dans plusieurs communes (notamment Bargou et Méklaoui), la question du foncier collectif, des terrains domaniaux ou des zones urbaines informelles a entravé la planification ou l'entretien des solutions végétalisées.

- Manque de dispositifs de financement adaptés

L'absence de mécanismes de co-financement local ou d'incitations fiscales a freiné les initiatives portées par les citoyens, les agriculteurs ou les petites communes disposant de ressources limitées.

- Insuffisance d'indicateurs de suivi et de cadres d'évaluation

La majorité des communes ne disposent pas de grilles ou de systèmes pour mesurer les impacts des SFN (sur la température, l'érosion, la biodiversité, etc.), ce qui limite la capacité à justifier leur efficacité et à les répliquer.

- Appropriation communautaire inégale

Les initiatives ayant peu intégré la participation des usagers (habitants, agriculteurs, éleveurs) dès la phase de conception ont souvent rencontré une perte d'entretien, voire un abandon partiel, surtout dans les zones à faible capital social ou à gouvernance instable.

2.11.3. Enseignements transversaux

- Les SFN les plus efficaces sont celles qui articulent résilience climatique, amélioration du cadre de vie et ancrage socio-territorial. Leur adoption ne doit pas être seulement technique, mais aussi culturelle, paysagère et économique.
- Il est essentiel de penser les SFN dans le temps long, avec des dispositifs d'entretien, des suivis environnementaux simples, et des relais institutionnels ou communautaires.
- L'échelle territoriale la plus pertinente pour agir est souvent intercommunale ou micro-locale, car les dynamiques hydrologiques, écologiques et sociales dépassent les frontières administratives.
- Enfin, les SFN représentent un levier de transformation des pratiques de planification urbaine et rurale, en apportant des alternatives concrètes aux infrastructures grises, en renforçant les liens entre aménagement, climat, nature et société.

3. Bonnes pratiques canadiennes en SFN

3.1. Cadre réglementaire et mécanismes de financement au Canada

Le Canada s'est doté d'un environnement institutionnel et financier cohérent pour favoriser l'émergence et le déploiement des solutions fondées sur la nature (SFN) à l'échelle municipale. Les compétences en matière d'adaptation climatique étant largement décentralisées, les municipalités jouent un rôle central dans la mise en œuvre locale des politiques de résilience.

Le Fonds municipal vert (FMV), géré par la Fédération canadienne des municipalités (FCM), constitue le levier le plus structurant. Il finance à la fois des projets d'infrastructures vertes (toits végétalisés, parcs de rétention, corridors écologiques), des études de faisabilité, des plans climat, ainsi que la formation des équipes municipales. Le FMV favorise l'intégration des SFN dans les plans d'aménagement du territoire, la gestion des eaux pluviales ou la prévention des inondations.

À cela s'ajoutent des incitations fiscales et réglementaires au niveau provincial, telles que des normes intégrant les critères de durabilité écologique dans la construction ou la rénovation, ou encore des programmes comme Solar City à Halifax, appuyés sur le modèle PACE (Property Assessed Clean Energy), qui financent des mesures de résilience énergétique avec un remboursement indexé sur la taxe foncière.

Plusieurs projets démontrent également la capacité du système canadien à associer financement climatique, inclusion sociale et équité territoriale. Par exemple, à Saanich, en Colombie-Britannique, des logements sobres en énergie ont été conçus avec une priorité accordée aux femmes vulnérables, aux jeunes en difficulté et aux communautés autochtones.

3.2. Approches innovantes et méthodologies d'implémentation des SFN

Les collectivités canadiennes déploient des méthodologies variées pour rendre opérationnelles les SFN. Ces approches reposent sur trois piliers : planification intégrée, appui scientifique et implication citoyenne.

D'abord, les plans climat locaux combinent atténuation et adaptation dans une même logique territoriale. Ils reposent sur un diagnostic climatique multisectoriel (eau, énergie, santé, mobilité, biodiversité), une identification des zones d'intervention prioritaires via des outils SIG, et une définition d'actions combinant infrastructures vertes et solutions technologiques.

Ensuite, les partenariats avec les universités et centres de recherche (p. ex. Ouranos au Québec, universités de Toronto ou de Guelph) permettent de tester des prototypes, de modéliser les impacts climatiques et d'évaluer les performances écologiques et économiques des SFN. Les municipalités s'appuient aussi sur des projections climatiques à haute résolution et sur des outils de surveillance intégrés (stations météo locales, capteurs de sol, suivi hydrologique) pour piloter les projets en temps réel.

L'approche participative est un autre trait distinctif. Les comités citoyens, les forums de quartier ou les plateformes numériques sont mobilisés dès la phase de conception. La ville de Candiac, par exemple, a mis en œuvre des démarches de co-construction de son Plan Climat, associant élus, techniciens, jeunes, personnes âgées et groupes marginalisés. Cela renforce l'appropriation sociale et la pérennité des aménagements.

Enfin, l'infrastructure verte est conçue comme un système multifonctionnel et résilient : toits végétalisés, bassins de rétention intégrés au paysage, parcs multifonctionnels, zones tampons écologiques. Ces éléments sont planifiés à différentes échelles (ilot, quartier, commune) pour constituer un réseau cohérent d'adaptation.

3.3. Transfert de compétences et adaptation des bonnes pratiques au contexte tunisien

L'expérience canadienne, bien que construite dans un cadre institutionnel et économique distinct, fournit des pistes précieuses pour inspirer les communes tunisiennes dans leur transition vers une adaptation fondée sur la nature.

Un premier axe de transfert concerne la mise en place de dispositifs financiers adaptés. Un fonds d'appui local à l'adaptation climatique, structuré sur le modèle du Fonds municipal vert, pourrait voir le jour en Tunisie avec l'appui des bailleurs. Ce fonds pourrait financer des micro-projets SFN portés par les communes ou les communautés locales, avec une logique incitative et de performance, comme dans le programme LoCAL déjà expérimenté en Tunisie.

Un deuxième levier est la territorialisation de la planification climat. L'intégration des SFN dans les plans communaux d'aménagement (PCA), les plans de développement local ou les SDAU permettrait de rendre l'adaptation visible et opérationnelle dans les documents réglementaires. À cela pourrait s'ajouter l'obligation d'études d'impact climatique et de suivi écologique, inspirée du système canadien d'indicateurs intégrés.

Troisièmement, le renforcement des capacités est fondamental. La mise en place d'un réseau de communes pilotes, formées aux SFN et accompagnées techniquement par des experts tunisiens et canadiens, permettrait de diffuser les pratiques. Des partenariats avec des villes canadiennes pourraient nourrir des jumelages thématiques et favoriser les échanges d'ingénierie, d'outils, de formation et de données.

Enfin, l'adaptation des méthodes aux réalités sociales tunisiennes suppose de porter une attention particulière aux dimensions de genre, de justice sociale et d'équité territoriale. Le lien étroit entre SFN et inclusion communautaire, tel qu'observé dans les projets canadiens de logements verts pour femmes vulnérables ou de végétalisation participative de quartiers précaires, montre qu'une action climatique équitable est non seulement possible, mais souhaitable pour maximiser l'impact et l'appropriation des SFN.

4. Conclusion et perspectives

L'analyse conduite dans le cadre du présent rapport a permis de mettre en évidence le potentiel stratégique des solutions fondées sur la nature (SFN) pour renforcer la résilience climatique des territoires tunisiens. En s'appuyant sur des études de cas détaillées dans neuf communes représentatives, enrichies d'expériences canadiennes transférables, le rapport confirme que les SFN constituent des leviers puissants, accessibles et multifonctionnels pour répondre aux défis du changement climatique tout en générant des co-bénéfices sociaux, environnementaux et économiques.

Les dynamiques observées dans les communes tunisiennes montrent que les SFN peuvent être mobilisées dans une grande variété de contextes : qu'il s'agisse de lutter contre l'érosion dans les zones de piémont, de renforcer les systèmes oasiens dans les régions arides, de végétaliser les espaces urbains soumis à la chaleur, ou encore de restaurer les littoraux face à l'érosion et à la montée du niveau de la mer. Ces solutions ne se substituent pas aux infrastructures classiques, mais les complètent et les renforcent, en s'appuyant sur les capacités régulatrices des écosystèmes et sur les savoirs traditionnels souvent sous-exploités.

L'expérience canadienne, mobilisée ici à travers une sélection de pratiques exemplaires, de cadres méthodologiques et d'outils de gouvernance, illustre la faisabilité technique, économique et institutionnelle de telles démarches à l'échelle locale. Le modèle canadien met en avant des dispositifs de financement structurants, une planification climatique intégrée, une culture de la participation citoyenne, ainsi qu'une

attention particulière portée à l'équité sociale et territoriale. Ces éléments offrent des pistes d'adaptation pertinentes pour la Tunisie, à condition de tenir compte des spécificités locales en matière de gouvernance, de capacités techniques et de contraintes environnementales.

L'ensemble des observations formulées au fil du rapport appelle à considérer les SFN non plus comme des interventions marginales, mais comme une composante à part entière des politiques de développement territorial et d'adaptation. Il s'agit de passer d'une logique de projet ponctuel à une logique systémique, intégrée à la planification urbaine, rurale et environnementale. Cette transition suppose d'élargir les cadres de financement, de renforcer la formation et l'ingénierie locale, d'améliorer les outils de suivi-évaluation et de favoriser les alliances entre institutions publiques, acteurs de la société civile, chercheurs, et citoyens.

À l'heure où les impacts du changement climatique s'intensifient et où les ressources publiques sont limitées, les SFN offrent une voie d'action concrète, inclusive et durable. Leur diffusion à l'échelle nationale dépend désormais de la volonté collective d'investir dans une culture de résilience fondée sur la nature, ancrée dans les territoires et ouverte à l'innovation.

