



ATLAS POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'AGRICULTURE TUNISIENNE

LES PROPOSITIONS DU LABORATOIRE VIVANT FASTER CO-CREATION



EC Grant Agreement n. 810812

CONTRIBUTION

H. Askri, S. Bouguerra, C. Colalelli, K. Ben Yahia, A. Chebil, N. Mahdhi, F. Bouksila, B. Ben Nouna, M. Baraket, M. Louhichi, T. Fezzani, R. Mechergui, N. Arfaoui, M. Kethiri, S. Sabbahi, B. Mouelhi, A. Besta, I. Saïdi, A. Lassoued.

REMERCIEMENTS

Cet ATLAS est promu par les partenaires du projet FASTER: les institutions de recherche tunisiennes INRGREF, AVFA, IRESA et les partenaires européens CREAM, Université de Lund, Vision et Europe for Business. Un large éventail d'organismes a été invité à s'engager dans le processus de co-production d'informations, impliquant par exemple des entités locales telles que: CRDA Bizerte, CRDA Béja, CRDA Jendouba, ODESYANO, CRRGCB, ESIM, ISPT, INGC, ISA Kef, UJ, CFPA Rimel, OEP Mateur, OEP Béja, OEP Kef, INM Tabarka, UCPA Gnadil Béja, Lycée Thibar, OTD & Cave de Thibar; Des entités centrales, comme DGACTA, DGF, DGBGTH, BPEH, INRAT, ICARDA, OEP Tunis, INAT, ENIT, SECADENORD, MALE, PC, CERTE, IHEC, FST; Des entités régionales telles que INSTM, ISA CHM, IRA Mednine, CRDA Nabeul, CRDA Zaghuan, DRE Gabes, ainsi que des associations liées au secteur agricole, telles que, GDA el Baraka – Tbeina, AED, Synagri, APEL Nefza.

EDITION

[Vision Communication](#)

ISBN: 978-9973-0994-1-9

Septembre 2021

CITATION

A. Broekman, S. Jebari, R. Berndtsson, T. Souissi, Z. Bouslahi, (2021). Atlas d'adaptation au changement climatique dans l'agriculture tunisienne. Publication du projet FASTER H2020-EU.4.b. ID_810812, *"Farmers' Adaptation & Sustainability in Tunisia through Excellence in Research"*, Commission européenne, 159 pp.

TABLE DES MATIERES

- 9 PROJET FASTER: ADAPTATION ET DURABILITE DES AGRICULTEURS TUNISIENS, VIA L'EXCELLENCE DANS LE DOMAINE DE LA RECHERCHE
- 10 APPROCHE DU LABORATOIRE VIVANT FASTER
- 12 DYNAMIQUE DU LABORATOIRE VIVANT FASTER
- 15 VISION DU LABORATOIRE VIVANT FASTER
- 16 FASTER- FICHES TECHNIQUES CO-CONÇUES SUR L'ADAPTATION POUR UN SYSTÈME DE CONSEIL AGRICOLE - SCA

RESUME

Le projet H2020 FASTER, Adaptation et Durabilité des Agriculteurs Tunisiens via l'Excellence dans le domaine de la Recherche, vise à renforcer les capacités scientifiques et le transfert de connaissances de l'INRGREF & partenaires associés liés aux stratégies innovantes de gestion des terres, des eaux et des forêts dans une perspective d'adaptation au changement climatique. Le projet aspire à promouvoir l'adoption des résultats de la recherche dans le secteur agricole en considérant le renforcement du système de conseil agricole tunisien (SCA). Pour atteindre ces objectifs, le projet FASTER a développé un processus de laboratoire vivant, favorisant les interactions entre chercheurs, experts, agents (Système de Conseil Agricole, SCA) et praticiens spécifiquement pour co-concevoir des opportunités d'adaptation dans le secteur agricole du Nord & Nord-Ouest tunisiens. Plus de 200 participants aux activités du laboratoire vivant sont, des acteurs, intéressés appartenant à des institutions collaboratrices et actives dans le domaine de l'adaptation au changement climatique en termes de gestion des ressources en eau, des sols et des forêts. Nous retrouvons aussi des acteurs engagés dans des pratiques de conseil agricole, soucieux de transférer des connaissances pertinentes aux agriculteurs. Les partenaires internationaux CREAf et Lund University ont collaboré pour fournir à la fois des conseils techniques et un soutien académique au processus de rédaction. Ils ont définis des lignes directrices, élaboré des feuilles de route, organisé des réunions et entrepris des contacts directs avec les auteurs des fiches d'information. Le présent Atlas pour l'adaptation au changement climatique dans l'agriculture tunisienne : Propositions co-conçues par le laboratoire vivant FASTER, présente l'ensemble complet des fiches d'information obtenues dans un format prêt à l'emploi.



PREFACE

L'impact du changement climatique perturbe gravement les activités économiques à la fois dans les pays développés ou les pays en développement. Il s'agit d'une menace mondialement reconnue, à laquelle l'humanité est confrontée. La collaboration internationale, la sensibilisation aux solutions adéquates, l'usage de nouvelles technologies, le transfert des connaissances et la démocratisation du savoir, deviennent essentiels pour relever les principaux défis et espérer un avenir meilleur. De nos jours, il est incontestablement nécessaire d'impulser l'adaptation au changement climatique, car d'une part elle ne peut être évitée et d'autre part, l'adaptation anticipée est plus efficace et moins coûteuse.

Les préoccupations ci-dessus mentionnées ont inspiré l'élaboration de cet Atlas d'adaptation au changement climatique dans l'agriculture tunisienne. Ce document est un témoignage du travail qui a été mené au sein d'une communauté d'un laboratoire vivant (living lab.) particulièrement intéressée et passionnée par son rôle pour stimuler l'innovation dans le secteur agricole. L'ensemble du processus a été réalisé au nord de la Tunisie dans le cadre du projet FASTER EU H2020. L'Atlas rassemble des solutions scientifiques, de bonnes pratiques et un savoir-faire traditionnel résumés en 60 fiches techniques. L'approche qui a été adoptée pour accomplir ce travail était basée sur des processus créatifs qui ont permis à chacun d'être innovant. Tous les participants ont eu l'occasion d'exprimer véritablement leurs contributions.

L'Atlas peut être considéré comme une référence pour l'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole, abordant une variété de sujets dans différents domaines d'intérêt (ressources en eau, gestion des sols, foresterie, production végétale, économie rurale, élevage, pêche, etc.). Le document fournit des mesures clés, contribue au transfert de solutions pratiques et diffuse des connaissances scientifiques spécifiques. Les informations recueillies dans l'Atlas peuvent contribuer à renforcer la capacité d'adaptation de l'agriculture tunisienne. En fait, une fois envisagées et mises en œuvre, les solutions proposées pourraient réduire l'ampleur des dommages, aider à réagir rapidement à la suite des aléas, réduire les vulnérabilités et promouvoir le développement durable. De plus, cela pourrait inspirer et encourager les décideurs à formuler des politiques nationales d'adaptation solides.

Il est également crucial d'améliorer dans le futur la capacité d'adaptation du système socio-économique tunisien et de pérenniser la nation face au changement climatique. Cela implique plusieurs composants. On peut citer la réduction de la pauvreté et des inégalités entre les groupes de population, l'amélioration des échanges d'informations, de l'éducation et des infrastructures. La valorisation de l'expérience locale accumulée, la participation active des parties concernées ainsi que l'amélioration des capacités institutionnelles sont également des éléments importants à considérer. Tous ces aspects mentionnés sont essentiels pour réduire la vulnérabilité et saisir les opportunités pour faire face au changement climatique.

De plus, nous évoquons les stratégies adaptatives qui intègrent la technologie et la promotion du développement durable dans le contexte de l'économie mondiale actuelle. Cette dernière considère, entre autres, l'impact du changement climatique comme une stratégie intégrée à grande échelle. Cela semble être un excellent cadre pour les pays qui œuvrent pour une meilleure prospérité et plus de bien-être.

Enfin, je crois absolument, que le document sera très utile pour la communauté du laboratoire vivant dans sa mission actuelle et future. En effet, nous sommes à un moment où la co-création et l'innovation ouverte doivent jouer un rôle de plus en plus important dans la conception et la mise en œuvre des politiques agricoles. En outre, l'Atlas sera un exemple inspirant pour produire plus de connaissances à mettre à la disposition de différentes communautés dans divers domaines pour faire face aux défis et promouvoir une résilience accrue au changement et à la variabilité climatiques.

Je suis reconnaissante d'avoir été impliquée dans l'élaboration de ce document me permettant de continuer à servir la communauté agricole dans ce contexte crucial lié au changement climatique.

Merci à tous pour votre confiance

Sihem Jebari
Coordinatrice du Projet FASTER

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sihem', with a long horizontal stroke extending to the right.

PROJET FASTER

Adaptation et durabilité des agriculteurs tunisiens, via l'excellence dans le domaine de la recherche

Le projet H2020 FASTER, Adaptation et Durabilité des Agriculteurs Tunisiens via l'Excellence dans le domaine de la Recherche, vise à renforcer les capacités scientifiques et le transfert de connaissances de l'INRGREF & partenaires associés en considérant des stratégies innovantes de gestion des terres, des eaux et des forêts dans une perspective d'adaptation au changement climatique. Plus encore, le projet vise à promouvoir l'adoption des résultats de la recherche dans le secteur agricole par le renforcement du Système de Conseil Agricole (SCA) tunisien.

Pour atteindre ces objectifs, le projet FASTER a investi des efforts pour accroître l'excellence de la recherche de l'INRGREF & de ses partenaires associés à travers des programmes de renforcement de capacités, sur mesure au profit des chercheurs. Des cursus de formations spécialisées, un programme de mobilité ainsi que des cours multidisciplinaires transversaux fournissant des outils d'excellence ont été entrepris. Des publications et une élaboration réussie de projets compétitifs internationaux ont été assurées. Le processus a également accru l'internationalisation et le positionnement de l'INRGREF en renforçant les partenariats avec les principaux organismes de recherche par le biais de réseaux institutionnels et de transfert de connaissances.

Afin de permettre l'application de solutions innovantes, le présent document considère les derniers résultats de recherche sur les stratégies de gestion des terres, des eaux et des forêts. Plus encore, l'information partagée, intègre les bonnes pratiques utiles pour le secteur agricole. Finalement, le projet a créé un laboratoire vivant basé sur une plate-forme multipartite comprenant des experts, des praticiens et des agents de conseil agricole, capables d'intégrer les messages clés aux agriculteurs et aux décideurs.

Renforcement des capacités

- Formation transversale
- Formation d'excellence en recherche
- Formation spécialisée
- Programme de mobilité

Renforcement des capacités

- Le laboratoire vivant pour la co-création
- Ecole d'été
- Plateforme multipartite
- Plateforme d'apprentissage en ligne
- Fiches d'information et vidéos didacticiels

Amélioration de la durabilité

- Indicateurs d'excellence
- Réseautage institutionnel
- Nouvelles approches de recherches
- Accords gouvernementaux
- Pôle d'excellence

Le consortium FASTER, intègre sept partenaires européens et tunisiens: deux institutions de recherche de l'UE dont l'excellence scientifique établie. Il s'agit du CREAM (Centre d'Ecologie Terrestre) et de l'Université de Lund (Ingénierie de l'Eau & Etudes du Moyen-Orient). Ces institutions ont assuré le renforcement des capacités des chercheurs et techniciens de l'IRESA (Institution de recherche et d'Enseignement Supérieur Agricole) et de l'INRGREF (Institut de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts). L'Agence tunisienne de Vulgarisation et de Formation Agricoles AVFA a renforcé son interaction avec le secteur agricole de la région du Nord-Ouest, y compris la profession, les agriculteurs enclins à l'innovation et les agences et institutions locales de développement rural. En outre, Europe for Business (EFB) a fourni des stratégies de gestion de l'innovation et a encouragé à la création d'une banque d'emplois, ainsi que d'une plate-forme numérique d'apprentissage en ligne pour le partage des connaissances. Finalement, le membre du consortium VISION (Vision Communication) a veillé à ce que tous les messages clés soient correctement transmis aux publics cibles et que les résultats soient correctement diffusés.

APPROCHE DU LABORATOIRE VIVANT

Les laboratoires vivants, sont un outil de promotion de l'innovation ouverte, une approche conçue pour renforcer la coopération entre plusieurs acteurs partageant un même enjeu, tels que les chercheurs, l'administration publique, les entreprises, les utilisateurs finaux et autres parties prenantes. Malgré les multiples domaines d'intérêt, les laboratoires vivants, partagent certains processus de co-création engageant une plateforme éléments communs qui sont au cœur de l'approche: la mise en place d'un multi-acteurs de différents profils professionnels, adoption de multiples méthodologies visant à partager les connaissances avec les utilisateurs finaux, qui à leur tour contribuent avec des connaissances basées sur l'expérience de la vie réelle.

Le laboratoire vivant du projet FASTER, se concentre sur le transfert de connaissances liées aux stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Cet objectif vise d'une part, les chercheurs dans le domaine de la gestion de l'eau, des sols et des forêts, et d'autre part, les praticiens engagés dans le système de conseil agricole en Tunisie.

Le laboratoire vivant lié au System de Conseil Agricole (SCA) vise à offrir une opportunité d'intégrer les résultats de la recherche dans la pratique professionnelle. Ceci, en créant un outil dynamique permettant aux chercheurs et aux praticiens de différents profils de réfléchir aux défis de l'adaptation et de co-produire des messages clés sur les solutions possibles dans le contexte de l'agriculture du nord et du nord-ouest tunisien.

Transfert de connaissances dans la plateforme multipartite du laboratoire vivant FASTER

Chercheurs

Résultats de recherche sur l'adaptation aux impacts du changement climatique pour la gestion de l'eau, des sols et des forêts.

- IRESA (Institution de Recherche Agronomique et d'Enseignement Supérieur)
- INRGREF (Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts)
- CREAM (Centre d'écologie terrestre)
- Université de Lund



Les parties prenantes

Connaissances basées sur l'expérience liée à l'impact du changement climatique dans le secteur agricole au Nord et au Nord-Ouest de la Tunisie.

- ONGs pour la promotion du développement rural
- Agriculteurs enclins à l'innovation
- Consultants
- Techniciens
- Syndicats



Administration publique

Expertise en transfert de connaissances par les agents du système de conseil agricole, les formateurs des écoles d'agriculture et les ingénieurs agronomes.

- AVFA (Agence de Formation et de Vulgarisation Agricole)



Praticiens

Expérience technique dans un domaine, un sujet ou une activité particulière :

- Europe for Business (Assurance qualité et évaluation économique)
- Vision Communication (Communication et diffusion)

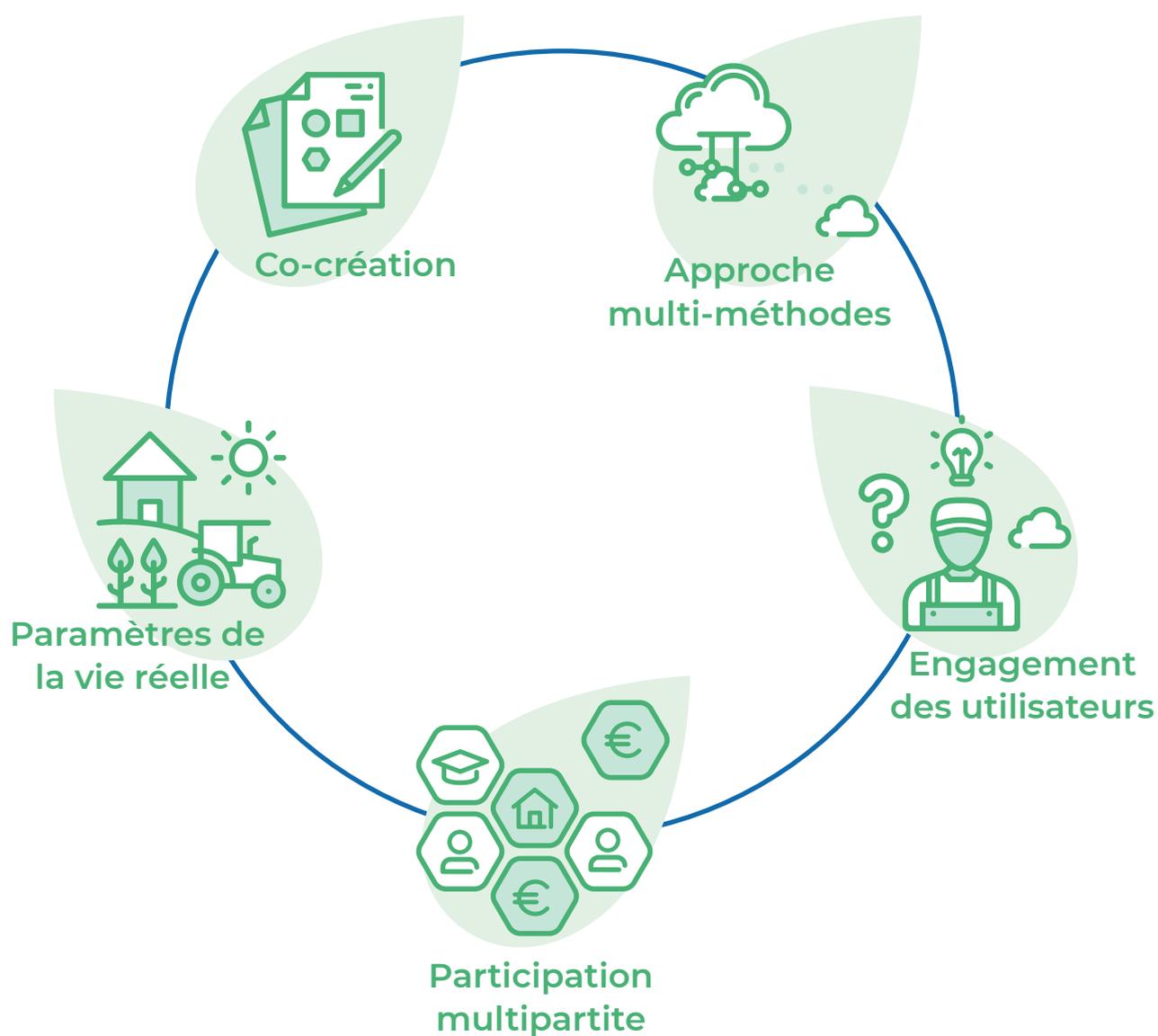


L'approche du laboratoire vivant FASTER comprend différentes actions clés :

- Conception des fiches d'information comprenant des mesures d'adaptation liées au changement climatique dans la gestion de l'eau, des sols, des forêts, de la production végétale, de l'élevage, et de la pêche.

- Formation des agents du SCA sur les concepts et approches d'adaptation au changement climatique par le biais d'un programme d'école d'été sur mesure.
- Diffusion des connaissances contenues dans les fiches et établissement d'une stratégie de communication solide ciblant les agriculteurs et les professionnels intéressés à appliquer les solutions innovantes proposées.
- Visites d'exploitations et de producteurs enclins à l'innovation. Contacts directs avec les agences et les institutions locales de développement rural pour partager les connaissances sur les mesures d'adaptation et leurs modes de mise en œuvre. Ce dernier processus permettra de démontrer l'impact des mesures proposées sur les conséquences du changement climatique.

Laboratoire vivant FASTER



APPROCHE DU LABORATOIRE VIVANT FASTER

Méthodologie du laboratoire vivant FASTER

Qui est engagé ?

Le Laboratoire vivant de FASTER se base sur une plateforme multi-acteurs comprenant 370 contacts (chercheurs, administration publique, acteurs et praticiens), parmi lesquels sont sélectionnés les participants potentiels aux différentes activités.

Comment est-il organisé ?



Comité du laboratoire vivant FASTER



Groupes de travail thématique



Agriculteurs enclins à l'innovation

Quelles activités sont développées ?



Co-conception et partage de connaissances



Ecoles d'été



Communication et diffusion



Visites de terrain

Le processus du Laboratoire vivant
Activités

Etape 1 | Identification des coordinateurs et des participants au laboratoire vivant

Etape 2 | Réunions de préparation

Etape 3 | Des ateliers de co-conception

Etape 4 | Finalisation des fiches d'information

Etape 5 | Validation des fiches d'information

Etape 6 | Présentation des fiches d'information

Etape 7 | Diffusion des fiches d'information

Le processus du laboratoire vivant – SCA, a produit un ensemble de fiches contenant des informations personnalisées sur les solutions de gestion des ressources naturelles. Ces dernières solutions s'adressent à la fois aux décideurs, favorisant une approche d'adaptation intégrée lors de l'élaboration des politiques, ainsi qu'aux agents du SCA, abordant les aspects agronomiques et techniques pour améliorer la transformation des pratiques actuelles visant à réduire la vulnérabilité aux impacts du changement climatique.

Le processus SCA - Lab a été structuré en fonction de 6 principaux domaines d'intérêt : la gestion des sols, de l'eau et des forêts, les productions végétales, l'élevage et la pêche. Chacun de ces domaines, intègre un ensemble de sous-thèmes. L'invitation des participants au laboratoire vivant a permis de se concentrer sur une variété d'aspects concrets comme

par exemple l'exploitation forestière, l'économie de l'eau ou la fertilité des sols. Chaque groupe de travail a intégré au moins 3 participants aux profils professionnels divers, partageant leurs connaissances et collaborant pour préciser les principaux messages clés sous forme de fiches d'informations.

Une équipe de coordinateurs du Lab-SCA a suivie les activités des groupes de travail, incluant les membres du consortium du projet (INRGREF, IRESA, AVFA) ainsi que les partenaires locaux, tels que les syndicats d'agriculteurs, l'organisation professionnelle, les agents locaux du SCA, les aménageurs régionaux (CRDAs), les conseillers privés, les praticiens de différentes institutions. Plus de 200 participants ont pris part aux activités du laboratoire vivant. Ils sont principalement, des acteurs d'organisations collaboratrices, actives dans le domaine de l'adaptation au changement climatique dans les domaines de la gestion de l'eau, des sols et des forêts. Plus encore, nous retrouvons des acteurs engagés dans les pratiques de conseil agricole, soucieux de transférer ces connaissances spécifiques aux agriculteurs. Les partenaires internationaux CREAM et Lund University ont collaboré pour fournir, à la fois, des conseils techniques et un soutien académique au processus de rédaction. Ils ont élaboré des lignes directrices et des feuilles de route, organisé des réunions et pris des contacts directs avec les auteurs des fiches d'information.

Les participants ont été invités à s'engager dans le processus en partageant leurs connaissances et en considérant et valorisant le contexte local afin de promouvoir l'impact des activités du laboratoire vivant. Les efforts investis par les partenaires tunisiens ont permis d'organiser des visites de terrain, de conduire des entretiens avec des agriculteurs. Plus encore, il y a eu l'implication des institutions responsables de l'innovation rurale dans la région. Ces dernières vont contribuer à encadrer les producteurs et les gestionnaires. Les conditions sanitaires liées à la pandémie de COVID19 ont réduit les événements face à face. Un processus virtuel a été établi, tout en étant accompagné par l'amélioration de la plateforme liée à l'apprentissage à distance (e-Learning). Cette dernière se base sur des outils permettant une interaction structurée entre les participants des groupes de travail du laboratoire vivant. Les groupes du laboratoire vivant ont affiné les informations obtenues pour clore l'édition de leurs fiches. Finalement, le comité du laboratoire vivant FASTER a validé l'ensemble des informations reprises.

Au cours du programme de l'école d'été de FASTER, un premier ensemble de fiches d'information sur le laboratoire vivant du SCA a pu être présenté par les auteurs à divers conseillers agricoles, professionnels, chercheurs et experts tunisiens du secteur agricole. Cette opportunité a été une occasion de plus pour échanger des connaissances et un savoir pratique avec un public encore plus large. Le consortium a recueilli les retours des participants et les commentaires des experts invités pour les traduire dans une version mise à jour des fiches d'information.

Afin que l'ensemble des fiches d'information atteigne le public cible, à savoir, les agriculteurs et les décideurs, les partenaires du projet FASTER ont conçu une stratégie de communication spécifique pour le SCA.

En effet, des efforts se sont concentrés sur l'amélioration des compétences de communication des agents du SCA envers les agriculteurs ainsi que sur l'appui à la mise en œuvre des suggestions favorisant l'adaptation au changement climatique. La stratégie s'articule autour de trois étapes clés:

1. Instruction :

Habiliter les agents SCA à améliorer leurs compétences en communication pour transmettre convenablement le contenu des fiches aux agriculteurs.

2. Mise en œuvre :

Entreprendre une communication envers les agents SCA à l'aide d'outils développés.

3. Évaluation :

Apprécier les actions mises en œuvre et assurer un accompagnement ultérieur.

VISION DU LABORATOIRE VIVANT FASTER

La dynamique du laboratoire vivant établie au cours du développement du projet FASTER doit être encore consolidée pour favoriser et maintenir les relations établies entre les acteurs engagés. Elle devrait s'ouvrir vers les développements innovants, dont des nouvelles propositions de projets, des collaborations, un transfert de connaissances et de technologies, la réplication de l'approche et la promotion d'adoption des solutions obtenues dans les différents contextes de l'agriculture tunisienne. Des canaux de communication adaptés, entre les chercheurs et les praticiens seront soutenus par les partenaires du projet afin d'appuyer les collaborations établies par le projet et favoriser d'autres interactions à l'avenir.

La plate-forme d'apprentissage en ligne garantira la disponibilité à un public large et fournira des documents produits suite à un processus de capacitation intellectuel, ainsi que des formats audiovisuels illustrant toutes les formations effectuées. Les 4 modules inclus dans la plateforme s'adressent à différents publics cibles : chercheurs, experts, consultants, techniciens et conseillers agricoles). Ils offrent un portefeuille de ressources de transfert et de connaissances qui seront disponibles après la fin du projet FASTER. Tous les participants au processus du laboratoire vivant ont accès à la plateforme et peuvent contribuer à diffuser les connaissances et les références incluses. La stratégie de communication du laboratoire vivant peut soutenir davantage cette tâche, car les outils développés peuvent être facilement repris par les agents du SCA et les acteurs intéressés qui n'étaient pas impliqués dans le projet lors de sa mise en œuvre.

L'intégration de concepts et de méthodologies analytiques concernant l'adaptation au changement climatique dans les dynamiques du monde réel est cruciale. En effet, elle permet d'assurer un bien-être accru de la population locale et de préserver l'équilibre écologique ainsi que la fonctionnalité des ressources en eau, des sols et des forêts de la région. Par conséquent, les partenaires du projet FASTER visent à entreprendre des actions spécifiques pour s'adresser aux décideurs politiques, les invitant à reconnaître l'approche et les résultats du projet FASTER, ainsi qu'à valoriser les opportunités d'amélioration du développement rural générées par le processus entrepris.

Fiches d'information FASTER co-conçues sur l'adaptation au profit du système de conseil agricole

Dans les sections suivantes, l'ensemble complet des fiches d'information est présenté, édité dans un format prêt à l'emploi, publié en version numérique et imprimé, afin de faciliter la diffusion et l'adoption. Les fiches se concentrent principalement sur plusieurs thèmes, dans 5 domaines d'intérêt : la gestion de l'eau, des sols et des forêts, ainsi que la production végétale, l'élevage et la pêche. Un aperçu complet est fourni dans le tableau 1.

Table 1 présente un aperçu de l'ensemble des fiches d'information co-produites dans le cadre dynamique du laboratoire vivant FASTER

SECTEUR D'INTERET	THEME	TITRE	Cible
 <p>Gestion des ressources en eau</p>	Economie de l'eau	Nouvelle approche de tarification de l'eau d'irrigation	Décideurs politiques
	Gouvernance de l'eau	Gestion communautaire des ressources en eau souterraine	
	Infrastructure et approvisionnement	Recharge artificielle des eaux souterraines	
	Inondations	Gestion des risques d'inondation par une approche participative	
	Inondations / Sécheresse	Optimisation de l'allocation des eaux de surface dans un contexte de changement climatique application du modèle Weap	
	Inondations	Système d'alerte précoce utilisant un radar météorologique en bande X et la modélisation pour la prévention et le contrôle des inondations	
	Qualité de l'eau	Surveillance de la qualité des eaux basée sur la science du citoyen	
	Qualité de l'eau	Évaluation de la performance de la station d'épuration d'Aousja, gouvernorat de Bizerte pour promouvoir la réutilisation agricole: contraintes et solutions possibles	
	Pratiques Agricoles	Amélioration du sol par atténuation de l'hydromorphie	
	Drainage	Eviter l'hydromorphie en améliorant le drainage du sol	
	Gouvernance de l'eau	Gestion durable d'un système de culture en conditions de stress salin (Korba et Beni Khalled)	
	Gouvernance de l'eau	Gestion de l'utilisation des terres avec des images satellitaires	
	Collecte d'eau de ruissellement	Couplage SIG et analyse multicritères pour l'identification des sites potentiels d'implantation des techniques de CES	
	Surveillance des ressources en eau	Surveillance participative des débits des rivières	
	Sècheresse	Système d'aide à la décision spatiale appliquée au bassin de l'Ichkeul	
Gestion des ressources en eau	Appui à la gestion des ressources en eau à travers la valorisation des données et technologies d'observation		

SECTEUR D'INTERET	THEME	TITRE	Cible
 <p>Gestion des ressources en eau</p>	Gouvernance de l'eau	Programme de renforcement des capacités pour une meilleure gestion de l'eau d'irrigation	Agents du SCA et Agriculteurs
	Gestion de l'eau à la parcelle	Pilotage de l'irrigation par l'application IREY	
	Gestion des ressources en eau	Le semis direct pour une meilleure gestion de l'eau	
	Economie de l'eau	Amélioration de la résilience des cultures légumières face au stress hydrique	
	Gestion de l'eau à la parcelle	Meilleure qualité de l'eau d'irrigation pour les pommes de terre	
	Economie d'eau d'irrigation	L'irrigation déficitaire par assèchement partiel des racines de la pomme de terre de saison	
	collecte des eaux de ruissellement	Collecte des eaux de pluie : cuvettes individuelles	
	Gestion de l'eau à la parcelle	Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau par irrigation goutte à goutte enterrée	
 <p>Gestion des sols</p>	Erosion du sol	Amélioration de la végétation pour lutter contre l'érosion du sable	Décideurs politiques
	Collecte des eaux de ruissellement	Les banquettes pour réduire l'érosion des sols	
	Erosion du sol	Outil d'aide à la décision : modélisation de l'érosion hydrique	
	Erosion du sol	Lutte contre l'érosion et les glissements de terrain forestiers dans la vallée d'Atatfa	Agents du SCA et Agriculteurs
	Fertilité des sols	Les vers de terre : Architectes des sols fertiles	
	Fertilité des sols	Prévention et bonification des sols salins	
	Fertilité des sols	Phytoremediation pour traiter les sols pollués	
	Fertilité des sols	Diagnostic de la bio-fertilité des sols agricoles	
	Fertilité des sols	Utilisation du biochar pour améliorer la fertilité des sols agricoles	
 <p>Gestion des forêts</p>	Exploitation des forêts	Stratégie d'exploitation durable de pistachier Lentisque (<i>Pistacialentiscus</i>), une plante aromatique et médicinale en voie de régression	Décideurs politiques
	Exploitation des forêts	Stratégie d'exploitation pour la préservation des ressources forestières en Kroumirie (Nord-Ouest Tunisien)	
	Conservation des Forêts	Prévention et gestion des feux de forêts dans la région de Kroumirie	

SECTEUR D'INTERET	THEME	TITRE	Cible
 Gestion des forêts	Exploitation des forêts	Plan d'action sur les produits forestiers non ligneux pour les femmes rurales d'Aindraham	Décideurs politiques
	Apiculture	Stratégie d'adaptation de l'apiculture en Tunisie	
	Conservation des Forêts	Aperçu général sur l'état Phytosanitaire des Chênaies Tunisiennes	
	Conservation des forêts	Amélioration des terres de parcours privés par l'OEP	
	Sécheresse	Promouvoir l'utilisation des connaissances et des pratiques scientifiques pour aider les forêts à s'adapter à la sécheresse.	
	Exploitation des forêts	Renforcer le rôle des populations locales dans l'agroforesterie	
	Sylvopastoralisme	Contribution des Systèmes Sylvopastoraux du Nord de la Tunisie au développement durable et à la gestion de la biodiversité	
	Conservation des forêts	Valorisation des stocks de carbone dans la végétation arbustive.	
	Economie forestière	La télédétection pour l'estimation de la biomasse du Romarin (<i>Rosmarinu officinalis</i> L.)	
	Sylvopastoralisme	Amélioration de la qualité du chêne-liège par la technique d'association symbiotique en Khroumirie (Jendouba)	
Conservation des forêts	Eucalyptus sp. dans la région aride tunisienne : diversité et valorisation en apiculture		
Conservation des forêts	Régénération du caroubier (<i>Ceratonia siliqua</i>)		
Conservation des forêts	Régénération de l' <i>Argyrolobium uniflorum</i> en Tunisie		
 Pêche	Pêche artisanale	Renforcement des cystoseires vers une pêche durable	Décideurs politiques
	Pêche des espèces envahissantes	Surveillance participative des bio-invasions dans le secteur halieutique tunisien	
	Pêche artisanale	Programme de cogestion de l'Aire Marine Protégée de Tabarka.	
 Production agricole	Protection des végétaux	Préservation du germoplasme local de figuier (<i>Ficus carica</i> L.) au nord-ouest de la Tunisie	Décideurs politiques
	Protection des végétaux	Graines de <i>Cytisus villosus</i> : une alternative à la régénération forestière	
	Qualité de l'eau	Réutilisation agricole des boues résiduelles au gouvernorat de Béja	

SECTEUR D'INTERET	THEME	TITRE	Cible
 Production agricole	Gestion du Cheptel	Optimisation de la conduite de la lactation de la Race Sicilo-Sarde	Agents du et SCA Agriculteurs
	Gestion du Cheptel	Bonnes pratiques de la traite mécanique de la brebis	
	Gestion du Cheptel	Valoriser les ressources alimentaires locales pour les petits ruminants	
	Systemes d'exploitation agricoles	Le séchage des figues en Tunisie : état actuel et perspectives futures	
	Sylvopastoralisme	Utilisations alternatives de Phalaris (phalarisaquatica L.) pour adapter le sylvo-paturage à la sécheresse	
	Amélioration génétique	Importance de triticales pour les agriculteurs dans les zones marginales du Nord de la Tunisie	



GESTION DES RESSOURCES EN EAU

NOUVELLE APPROCHE DE TARIFICATION DE L'EAU D'IRRIGATION

Objectif: promouvoir l'efficacité de l'utilisation de l'eau par une meilleure tarification de l'eau d'irrigation

Mots clés: efficacité d'usage de l'eau, valeur de l'eau, tarification de l'eau d'irrigation



La Tunisie est actuellement confrontée à une pénurie d'eau, et à une concurrence accrue pour cette ressource entre divers secteurs (l'industrie, domestique, agriculture). Plus de 75% de l'eau disponible en Tunisie est utilisée pour l'irrigation. Ce grand volume d'eau est cependant utilisé d'une manière inefficace. En effet, les tarifs appliqués sont relativement faibles par rapport à la valeur réelle de l'eau ce qui n'incitent pas les usagers à son utilisation efficace. Dans un contexte de changement climatique, il est prévu une rareté de l'eau plus accentuée et une réduction de la disponibilité future de ces ressources pour l'irrigation en Tunisie.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Compte tenu de la rareté de l'eau en Tunisie, il est recommandé de trouver un mode de tarification alternatif qui considère aussi bien les besoins en eau d'irrigation ainsi que sa valeur économique dans les différents systèmes de production. Cela pourrait améliorer les allocations d'eau en fonction des performances de production et contribue aux efforts nationaux en matière de préservation et de valorisation de l'eau. Pour ce faire, l'approche de la frontière stochastique (SFA) de production a été utilisée pour calculer la valeur marginale de l'eau d'irrigation utilisée pour la production des agrumes dans la région du Nord-Est du pays. L'intersection de cette valeur avec la droite verticale au niveau des besoins d'irrigation permet la détermination d'un tarif optimal de l'eau à appliquer. Dans cette fiche, nous illustrons cette nouvelle méthode de tarification d'adaptation au changement climatique. Ainsi, l'amélioration de l'efficacité d'usage de l'eau et l'intégration des agriculteurs au marché semblent être nécessaire pour maintenir l'adurabilité d'irrigation dans le pays.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'application de redevances d'eau d'irrigation plus élevées est certainement faisable pour les systèmes de production étudiés. Cependant, l'amélioration de l'efficacité d'usage de l'eau et l'intégration des agriculteurs au marché semblent être nécessaire pour l'augmentation des tarifs. L'application d'un tarif optimal de l'eau sera probablement plus adopté par les agriculteurs. Cette tarification pourrait être appliquée aussi bien pour les eaux de surface que souterraines en modifiant positivement l'attitude des usagers. Notre cas d'étude est illustré à travers des données collectées auprès d'un échantillon de 42 agriculteurs d'agrumes situés dans la région du Cap-Bon dans le Nord-Est. Les défis majeurs sont : le faible tarif appliqué, le manque de mise en vigueur stricte de la régulation d'utilisation de l'eau, la non sensibilisation des agriculteurs vis-à-vis de la rareté de la ressource en eau. Cependant, cette méthode de tarification pourrait être diffusée à large échelle et utilisée comme un instrument efficace d'adaptation au changement climatique. Les résultats attendus sont l'obtention des systèmes de production plus résilients et une diminution de la demande en eau d'irrigation.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	1
	Réduit la consommation de ressources	3
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	2
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	1
	Flexible	3
	Robuste	3

Fort Moyen Faible



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
INRGREF	Recherche et développement méthodologique. Développement d'une interface web pour le calcul automatique de l'efficacité d'utilisation de l'eau et du prix de l'eau au niveau des périmètres irrigués.
CRDA	Former GDA à collecter des données techniques et économiques auprès des agriculteurs individuels. Fournir une assistance pour la collecte de données primaires et secondaires.
Ministère de l'agriculture. DGGR	Prise de décision pour adopter l'outil/la méthode/l'approche Assurer la sauvegarde administrative et institutionnelle de la collecte des données par le CRDA et les autres administrations et les sous directions affiliées.
GDA	Recueillir des données sur l'utilisation de l'eau par les agriculteurs individuels et d'autres données économiques et les envoyer à l'administration centrale pour les calculs de l'efficacité de l'utilisation de l'eau.

AUTEURS

Ali Chebil¹, Aymen Frija², Rania Soula³, Zouhair Rached⁴, Fatma Messaoud⁵, Naceur Mahdhi⁶, Sarra Chatti⁷
 1: INRGREF | 2: ICARDA | 3: ISA Chatt Mariem | 4: INRAT | 5: CRDA Nabeul | 6: IRA Mednine | 7: CRDA Bizerte

RÉFÉRENCES

- Jeder H, Ben Hamza E, and Belhouchette H (2019). An optimal price for sustainable agriculture in central-eastern Tunisia. *New Medit*, n°2, pp.3-13.
- THABET C., CHEBIL A., and FRIJA A. (2015). Impact of phasing out water subsidies in Tunisia and Morocco on consumption: a general equilibrium approach. *Environment and Development Magazine*, Vol.20 (n.212).
- CHEBIL A., FRIJA A. and THABET C. (2010). Irrigation water pricing between governmental policies and farmers' perception: Implications for green-houses horticultural production in Teboulba (Tunisia). *Agricultural Economics Review*, 11 (2): 44-54
- CHEBIL A., THABET C., ZAIBET L. and ZAIRI C. (2008). Impact économique de la tarification de l'eau d'irrigation dans la région du Cap Bon: Application d'un modèle multicritère, *Annales de l'INRGREF*, n°11, pp. 1-14.

GESTION COMMUNAUTAIRE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

Objectif: améliorer la gestion de l'eau par la gestion collective de l'eau d'irrigation

Mots clés: action collective, nappe phréatique, autorégulation



La pénurie d'eau est un défi majeur face au changement climatique avec une demande croissante résultant de la croissance démographique, de l'accélération du développement économique et de l'urbanisation rapide. Le transfert de la gestion des périmètres irrigués collectifs aux associations d'usagers de l'eau (AUE) vise à stimuler la productivité de l'eau en participant des agriculteurs, et ainsi à obtenir simultanément des avantages économiques et écologiques. Une analyse récente des divers instruments de gestion des eaux souterraines par Frija et al. (2008) ont montré que les instruments pour encourager l'auto-gouvernance sont largement absents en Tunisie. La participation et la gestion collective des eaux souterraines par les AUE pour les aquifères peu profonds sont aujourd'hui de plus en plus préconisées en complément de la régulation des eaux souterraines (Frija et al., 2016). Il offre un grand potentiel d'adaptation au changement climatique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La participation et la gestion collective par les utilisateurs de l'eau offrent un énorme potentiel de gestion efficace des eaux souterraines. La gestion de la nappe phréatique de Bsissi (Oued el Akarit), située dans la région de Gabès Nord, constitue une expérience pilote, originale et unique au niveau national, voire méditerranéen, de gestion participative d'une ressource commune (Leghrissi, 2012; Frija et al., 2016). La surexploitation des eaux souterraines a été mise en place grâce à la création d'un GDA spécifique, le « Groupe pour le développement, la surveillance et l'exploitation de la nappe phréatique Bsissi-Oued El Akarit ». La fonction de cette association d'utilisateurs est de surveiller la consommation d'eau des utilisateurs en contrôlant les taux de pompage alloués dans le périmètre autorisé, et de surveiller le niveau piézométrique de la nappe phréatique (Abidi et Ghoudi 2011). Des résultats positifs et encourageants sont ressortis de ce nouvel instrument, comme la réduction du nombre de puits illégaux, le gel de la construction de nouveaux forages et la réduction des volumes retirés. Toutefois, cette expérience reste fragile et unique en Tunisie.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La gestion collective des eaux souterraines a le potentiel de réduire considérablement la demande d'eaux souterraines. Les impacts de la gestion collective peuvent réduire en particulier les volumes d'eau pour l'irrigation. Pour éviter la surexploitation chronique de la ressource, une zone interdite a été délimitée en mars 1987 par le décret n° 87-480 (Abidi et Ghoudi, 2011). Cette restriction a permis de réduire les prélèvements d'eau pendant un certain temps. Elle a également alimenté les conflits entre les utilisateurs. Quoi qu'il en soit, on s'attend à ce que la gestion concertée et participative des nappes phréatiques soit l'une des stratégies collective d'adaptation qui permet :

- La réduction des puits illégaux et le gel de la construction de nouveaux forages
- La réduction des volumes prélevés
- La préservation des ressources en eaux souterraines
- Le Renforcement de la cohérence sociale et économique des usagers de l'eau et des agriculteurs face au changement climatique



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Faible
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Non
	Flexible	Moyen
	Robuste	Faible

Fort Moyen Faible Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Instituts de recherches	Conception et évaluation
CRDA	Suivie piézométrique, contrôle et accompagnement
GDA	Assurer le contrôle de l'activité de création des points d'eau à l'intérieur du périmètre d'intervention.
AVFA	Vulgarisation et sensibilis

AUTEURS

Naceur Mahdhi¹, Ali Chebil², Hafsia Leghressi³, Zouhaier Rached⁴, Khalil Jemmali⁵, Ridha Ghoudi⁶

1: IRA | 2: INRGREF | 3: INAT | 4: INRAT | 5: AED | 6: DRE, Gabes

RÉFÉRENCES

- Abidi, B. and Ghoudi, R. (2011) *Gestion participative des nappes souterraines surexploitées. Cas du GDA de Bssissi Oued Akarit. Présentation au séminaire du projet Pap-Agir, Hammamet, 27-28 juin.*
- Frija, A., S. Speelman, A. Chebil, J. Buysse, and G. Van Huylenbroeck (2008) *Assessing the efficiency of irrigation water users' associations and its determinants: evidence from Tunisia, Irrigation and Drainage, 58, 538-550, <https://doi.org/10.1002/ird.446>.*
- Frija, A., A. Zaatra, I. Frija, and H. AbdelHafidh (2016) *Mapping Social Networks for Performance Evaluation of Irrigation Water Management in Dry Areas, Environmental Modeling & Assessment, 10.1007/s10666-016-9527-1, 22, 2, (147-158).*
- Leghrissi H. (2012) *La gestion associative de la nappe de Bsissi (Gabes Nord), Mémoire de fin d'étude de l'ESA Mograne.*



Réunion de l'association de l'eau pour discuter de l'électrification des puits



Réunion d'agriculteurs pour visualiser l'utilisation des données météorologiques



Boutique commerciale de l'association des usagers de l'eau

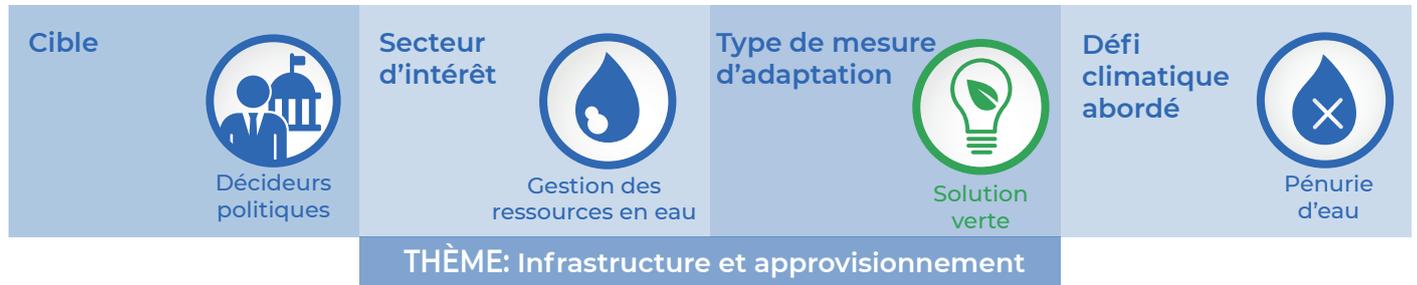


Description du projet pilote créé par l'association des usagers de l'eau à Bssissi

RECHARGE ARTIFICIELLE DES EAUX SOUTERRAINES

Objectif: favoriser la recharge des nappes phréatiques à l'aide d'eaux usées traitées

Mots clés: réutilisation des eaux usées traitées, infiltration, nappe souterraine



La disponibilité des ressources en eau diminue, alors que la demande en eau continue d'augmenter pour le secteur agricole et l'approvisionnement en eau potable dans le contexte des aléas du changement climatique (augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes (sécheresse et inondations)) Besbes et al., 2019). Par conséquent, les eaux souterraines souffrent d'une surexploitation qui a conduit à une baisse de leur niveau et de leur qualité. La recharge artificielle (RA) des eaux souterraines avec des eaux conventionnelles et/ou usées traitées est généralement utilisée pour faire face à l'épuisement des eaux souterraines et à l'intrusion d'eau de mer causée par la surexploitation. Elle est également considérée comme une mesure d'adaptation au changement climatique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Plusieurs techniques sont utilisées en RA telles que l'infiltration de surface et l'injection en zone non saturée ou en puits. Le principal problème limitant les performances de la RA est le colmatage de la surface d'infiltration dû aux matières solides en suspension et/ou au dépôt de biomasse. Par conséquent, un prétraitement est nécessaire avant d'utiliser l'eau pour la RA et un séchage régulier de la surface d'infiltration doit être effectué pour minimiser le colmatage et maintenir des taux d'infiltration élevés. L'infiltration de surface et l'injection dans les puits sont largement utilisées en Tunisie où environ 40 MMC par an sont utilisés pour la RA. La recharge artificielle avec des eaux conventionnelles a commencé en Tunisie au début des années 1970 (Bouri et Ben Dhia, 2010) et a été pratiquée dans les régions de Kairouan, Zaghouan, Ben Arous, et le Cap Bon. A l'inverse, la RA avec les eaux usées traitées n'a été appliquée que sur deux sites dans la région du Cap Bon : Souhil depuis 1985, et Korba depuis 2008. Les deux projets visent à faire face à l'intrusion d'eau salée et sont principalement instructifs à cet égard (Jarraya Horriche et al., 2020). Cependant, la qualité des eaux usées a été un facteur limitant le succès de la technique dans la région de Korba (Jarraya Horriche et al., 2020). Dans tous les cas, la mise à l'échelle de la RA avec les eaux usées traitées est une adaptation importante au changement climatique.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les eaux souterraines de la région de Bizerte (par exemple, l'aquifère d'Aousja/Ghar El Melh (Bouzaraa et al., 2016) voient leur qualité se détériorer en raison de la pollution agricole et industrielle et de l'intrusion marine. Les aquifères karstiques, habituellement moins exploités que les aquifères poreux, commencent à être surexploités. Dans le gouvernorat de Béja, la recharge par les pluies est en baisse et les aquifères de Thibar sont surexploités. Ainsi, la RA devrait également être envisagée dans les régions du nord du pays. La RA aura, comme impacts attendus, un meilleur équilibre au niveau du bilan des eaux souterraines entre la recharge et les extractions. En outre, les risques croissants d'intrusion d'eau salée, en raison du changement climatique, diminueraient. Les avantages de la RA sont donc évidents.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
ONAS Office National de l'Assainissement	Qualité des eaux usées traitées dans les normes de réutilisation
Ministère de l'agriculture	Guider l'utilisation des eaux usées en agriculture
Ministère de la santé	Vérification des normes sanitaires
ANME (Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie)	Coordonner l'utilisation de l'énergie
AED (Association Eau et Développement)	communiquer et former autour de l'utilisation

AUTEURS

Fairouz Slama¹, Faten Horriche², Hela Ben Brahim³, Emna Gargouri¹, Khaoula Khemiri⁴, Samiha Kriaa⁵, Mohamed Rezgui⁶, Samir Gabssi⁷, Yosri Gafasoui⁸, Maroua Bouteffeha¹

1: ENIT | 2: CERTE | 3: IHEC | 4: INRGREF | 5:CRDA Zaghouan | 6:CRDA Beja | 7:CRDA Nabeul | 8:BEPH

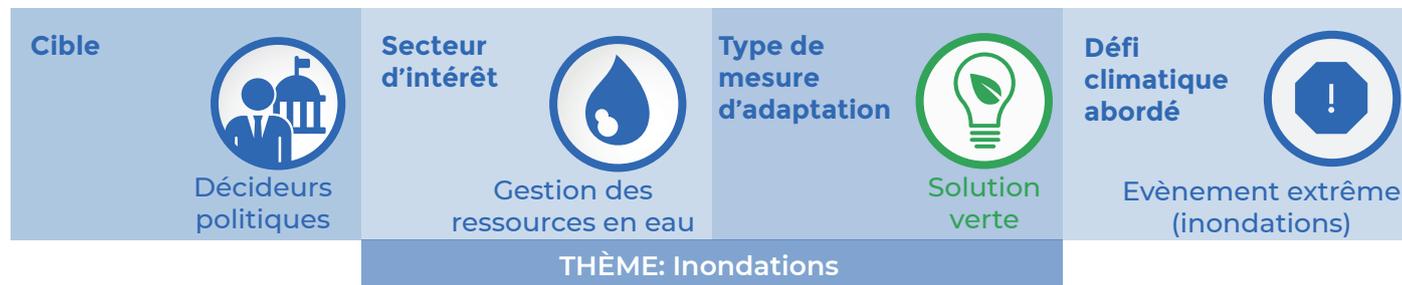
RÉFÉRENCES

- Besbes, Mustapha & Chahed, Jamel & Hamdane, Abdelkader. (2019). Water Security, Food Security and the National Water Dependency. 10.1007/978-3-319-75499-4_8
- Bouri S and Ben Dhia H (2010) A thirty-year artificial recharge experiment in a coastal aquifer in an arid zone: The Teboulba aquifer system (Tunisian Sahel). Comptes Rendus Geoscience 342:6074
- Bouwer H (2002) Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. Hydrogeology Journal 10:121-142
- Bouzourra, H., Bouhlila, R., Elango, L. et al. Characterization of mechanisms and processes of groundwater salinization in irrigated coastal area using statistics, GIS, and hydrogeochemical investigations. Environ Sci Pollut Res 22, 2643–2660 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3428-0>
- Jarraya-Horriche, Faten & Benabdallah, Sihem & Ayadi, Mohamed. (2020). Groundwater monitoring for assessing artificial recharge in the Mediterranean coastal aquifer of Korba (Northeastern Tunisia). Environmental Monitoring and Assessment. 192. 10.1007/s10661-020-08408-w

GESTION DES RISQUES D'INONDATION PAR UNE APPROCHE PARTICIPATIVE

Objective: améliorer la gestion des risques d'inondation par un meilleur système d'alerte précoce et une approche participative

Mot clés: protection contre les inondations, vulnérabilité du climat, les risques d'inondations



La fréquence des inondations en Tunisie est cependant constante, avec une ampleur croissante en raison du changement climatique. La région du Nord-Ouest a été affectée par de violentes inondations au cours des deux dernières décennies : 2000 et 2015 à Boussalem, 2003 et 2011 dans toute la vallée de la Medjerda et 2017 et 2019 à Jendouba (ARE, Jendouba). Cette situation est aggravée par la vulnérabilité de l'environnement, la grande variabilité climatique (> 150 mm / 24 h, Ain Drahem), les plans d'aménagement et de gestion inadaptés des infrastructures hydrauliques ainsi que l'engraissement des rivières (Oueslati, 1999). Les pratiques actuelles de gestion des crues nécessitent de nouveaux outils de surveillance technologique. Les données de la base de données sur les pertes dues aux catastrophes (DESINVENTAR) révèlent que le pays a été touché par près de 2 500 catastrophes au cours des 30 dernières années (1980-2013)



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Pour remédier aux problèmes croissants de crues, nous proposons une nouvelle planification stratégique basée sur des actions qui prennent en compte tous les aspects économiques, sociaux et environnementaux. Il existe une forte demande de renforcement des réseaux locaux de surveillance et d'alerte. Les actions prévues apporteront un soutien à toutes les parties prenantes et autorités (nationales, régionales et locales), à la population des zones à risque et à la société civile en général et fourniront des solutions techniquement réalisables, socialement acceptables et économiquement rentables (minimisation des coûts d'indemnisation pour les citoyens). Les parties prenantes impliquées doivent se préparer aux actions prévues en adoptant une approche participative partagée basée sur la bonne gouvernance. Les actions qui prennent en compte tous les aspects normatifs, réglementaires, institutionnels et techniques (aspects de renforcement et scientifiques) seront réalisées selon une échelle de priorité en termes de planification et de mise en œuvre.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Divers projets et programmes de partenariat ont étudié la mise en œuvre d'actions et d'activités liées aux aspects de la gestion des risques d'inondation et du changement climatique (PNUD, 2013; PNUD / DG ECHO, 2018a; b). Le renforcement des capacités en termes de formation et de développement de la cartographie des risques, de la planification et du développement conduira à des stratégies locales pour les plans d'action ainsi que la préparation et la réponse aux situations d'urgence. A Ghardimaou, un système de surveillance a été renforcé à la station de mesure d'Oued Medjerdah. Cela conduira à une situation beaucoup plus alerte en termes de gestion des risques d'inondation. Les arrangements et acquisitions menant à la mise en œuvre de projets pilotes liés aux stations météorologiques et aux systèmes d'alerte précoce (SAP) peuvent prévenir les inondations et conduire à une meilleure gestion des risques. Les actions liées à la communication, à l'éducation et à la sensibilisation à l'environnement au profit des différentes parties prenantes conduiront à identifier des boucles ou des cycles de gestion des risques.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement	Renforcement des capacités
INRGREF	Recherches Scientifiques
ISA chott mariem	Recherches Scientifiques
ESIM	Recherches Scientifiques
Arrondissement CES	Renforcement des capacités, exécution sur terrain
Ministère de l'Équipement	Renforcement des capacités, mise en oeuvre

AUTEURS

Mohamed Ben Said¹, Hamda Aloui¹, Slah Eddine Khelifi², Mohamed Habib Sellami², Hédi Shili¹, Abderrahmen Wasli³, Wafa Ben Amor⁴, Mongi Baccari⁵

1:Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement | 2:ESIM | 3:Ministère de l'Agriculture | 4: Ministère de l'Équipement | 5: CRDA Jendouba

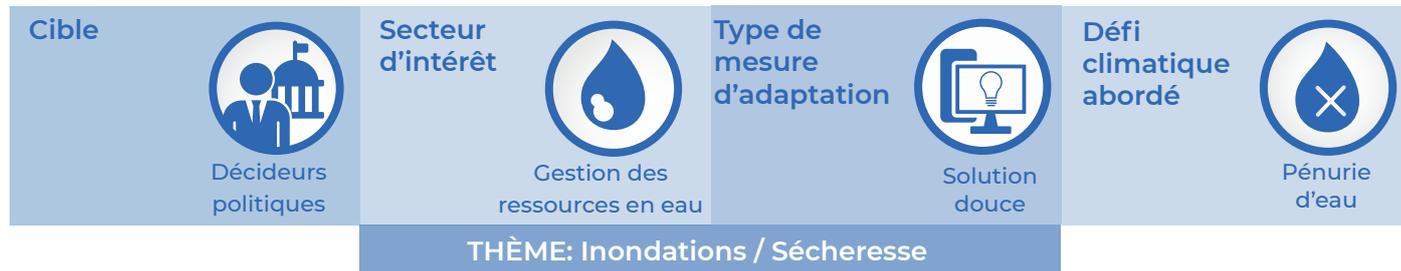
RÉFÉRENCES

- Oueslati, A., (1999) *Les inondations en Tunisie, Tunis, 1999.*
- PNUD/DG ECHO (2018a) *Factsheet: Appui au renforcement des capacités locales pour la réduction de risques de catastrophes dans les communes de Ain Draham et Tataouine, octobre 2018, 2 pages.*
- PNUD/DG ECHO (2018b) *Factsheet : Amélioration de la résilience de la communauté et la sécurité humaine des communautés vulnérables dans 5 villes en Tunisie, octobre 2018, 2 pages.*
- PNUD (2013) *Atelier de travail sur la Réduction des Risques de Catastrophes en Tunisie: Rendre la Tunisie plus résiliente face aux catastrophes, Tunis, Hôtel Mövenpick, 27-28 novembre 2013, présentation Power Point, 48 pages.*

OPTIMISATION DE L'ALLOCATION DES EAUX DE SURFACE DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE: APPLICATION DU MODÈLE WEAP

Objectif: améliorer la gestion et l'allocation de l'eau par la modélisation WEAP

Mots clés: eaux de surface, gestion intégrée de l'eau, allocation des ressources en eau



Au Maghreb et en Afrique du Nord, la variabilité climatique interannuelle entraîne de graves impacts sur l'agriculture à travers de longs épisodes de sécheresse (Mougou et al, 2011). Les impacts devraient s'accroître en raison des changements climatiques prévus (Naser et al, 2008). La diminution de la disponibilité en eau aura un impact direct sur le secteur agricole et peut mettre en danger le développement socio-économique et la stabilité sociale en Tunisie où l'agriculture pluviale représente la principale occupation avec des moyens de subsistance dans la région. La périodicité climatique montre une récurrence de 3, 5, et 10 ans (Benzarti et Habaieb 2001; Benzarti 2003). Cette périodicité augmente la vulnérabilité de la sécurité alimentaire causée par la baisse périodique de l'approvisionnement en eau. En conséquence, la productivité agricole diminue en termes de quantité et de qualité. Cela a un impact direct sur la croissance économique et entraîne une dégradation sociale et environnementale. Comme la population continue de croître, il est essentiel d'utiliser et de gérer efficacement la demande en ressources en eau en tenant compte des besoins des utilisateurs actuels et futurs. En outre, il convient d'utiliser un outil de gestion adapté. Face à cette difficulté, le déploiement de nouvelles technologies pour optimiser la gestion de la demande en eau reste une obligation substantielle.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Au cours de la dernière décennie, une approche intégrée du développement de l'eau a émergé qui a placé les projets d'approvisionnement en eau dans le contexte de la demande, de la qualité de l'eau et de la préservation des écosystèmes. Une approche technologique de la gouvernance et de la rationalisation des ressources en eau en période de sécheresse est indispensable. Le modèle WEAP (Water Evaluation And Planning), appliqué à la région en aval de Nebhana (Projet AGIRE II, MARHP-GIZ) qui traite de la répartition de l'eau entre différents utilisateurs et de la gestion des conflits d'approvisionnement en eau en période de sécheresse a donné des résultats significatifs. Il utilise une approche intégrée pour simuler les systèmes d'approvisionnement en eau et développer une orientation politique. En tant qu'outil d'analyse de la politique de l'eau, WEAP évalue une gamme complète d'options de développement et de gestion de l'eau, et considère de multiples utilisations compétitives des systèmes d'eau. Le modèle WEAP peut prendre en compte les impacts du changement climatique et de la rareté de l'eau. En effet, l'application de ce modèle dans la région centre-est tunisienne a donné des résultats prometteurs. Le transfert de ce modèle vers la région nord-nord-ouest favorisera la gestion des ressources en eau. Cela permettra d'optimiser la gestion de la demande en eau d'irrigation. Il est suggéré de mettre en place un service de conseil composé d'un système de surveillance, de prévision et d'alerte pour optimiser la productivité agricole pendant les périodes de sécheresse tout en utilisant la même quantité d'eau mais de manière plus consciente et adaptée à chaque type de produit agricole. La solution technologique consiste à introduire toutes les données (agricoles, météorologiques, hydrologiques, nature et qualité des sols cultivés, etc.). Ces données seront intégrées au modèle WEAP pour générer des simulations de répartition possible des ressources en eau existantes sur un territoire qui serviront d'aide à la décision.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Pendant les périodes de sécheresse, la gestion de la demande en ressources en eau est cruciale. Le modèle WEAP aidera toutes les parties prenantes dans l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau et sa gouvernance pendant les périodes de sécheresse.

L'outil d'aide à la décision (modèle WEAP) aura un impact direct sur la productivité agricole en termes de quantité et de qualité. Les simulations de gestion des ressources en eau aideront les décideurs à :

- Planifier des allocations d'eau détaillées en termes de quantité et de qualité ;
 - Etablir des plans de culture agricole par zone sur la base de données concrètes telles que : la pluviométrie, les types de sol, les conditions météorologiques, la salinité de l'eau, etc ;
- Cette approche aidera ensuite les décideurs à établir des ponts de communication avec les agriculteurs, la société civile, les syndicats et le public en fonction de chiffres et de faits concrets sur la situation de l'eau dans le pays.

Cette approche participative permettra d'établir un mécanisme de gouvernance des ressources en eau qui soit durable, transparent et adapté à chaque situation. Cela aura un impact direct sur la croissance économique et favorisera la récupération sociale et environnementale.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
AGRICULTEURS	S'aligner sur les décisions produites par WEAP
GDA	Collecter et mettre à jour les observations et les communiquer périodiquement à CRDA et MARHP
SOCIÉTÉ CIVILE	Sensibiliser les agriculteurs, les industriels et les citoyens à la rareté de l'eau et à la nécessité de les rationaliser Observer et suggérer des ajustements
GOVERNEMENT	Adopter les simulations WEAP pour l'aide à la décision Fournir un environnement de transparence
INDUSTRIE (agroalimentaire, etc.)	Concernant la gouvernance de l'eau et encourager toutes les parties prenantes à participer individuellement.
CITOYEN	S'aligner sur les décisions gouvernementales et les plans de production agricole

AUTEURS

Marouene Dabbouni¹, Yousri Gafsaoui², Mohammed Rezgui³, Emna Gargouri⁴

1: DGBGTH | 2:BPEH | 3: CRDA Béja | 4: ENIT

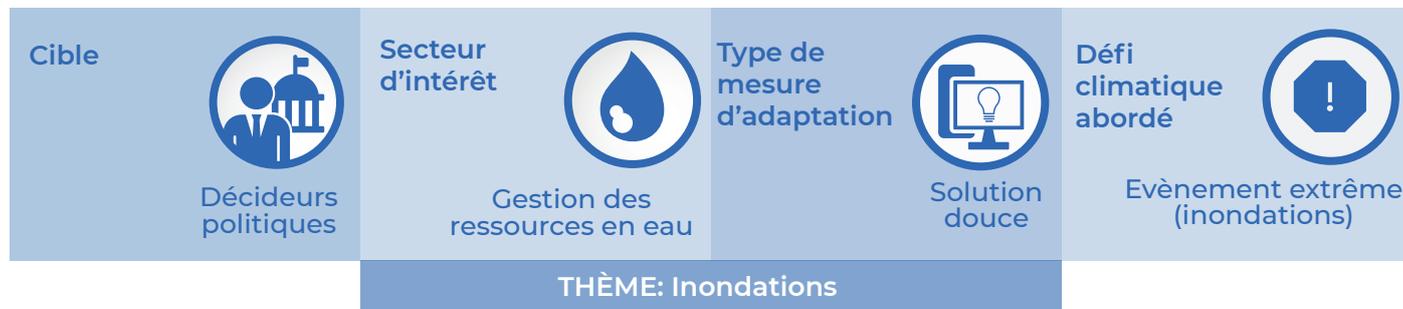
RÉFÉRENCES

- Mougou, R., Mansour, M., Iglesias, A. et al. (2011) Climate change and agricultural vulnerability: a case study of rain-fed wheat in Kairouan, Central Tunisia. *Reg Environ Change* 11, 137-142. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0179-4>.
- Benzarti, Z., and H. Habaieb (2001) A study of drought in Tunisia using Markov's chain model. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 12(4), 215-20.

SYSTEME D'ALERTE PRECOCE UTILISANT UN RADAR METEOROLOGIQUE EN BANDE X ET LA MODELISATION POUR LA PREVENTION ET LE CONTROLE DES INONDATIONS

Objectif: améliorer la gestion des risques d'inondation en combinant les données radar avec la modélisation pluie-débit participative

Mots clés: inondation, télédétection, modélisation



Le nord-ouest de la Tunisie est souvent soumis à des précipitations torrentielles, et tenant compte du changement climatique l'occurrence d'un tel type de précipitation est devenue de plus en plus fréquent, dans un contexte de manque d'échange de données hydrologiques transfrontalières (débit, niveau d'eau, précipitation ...) a mis en relief l'importance de mettre en place un système d'alerte précoce qui tient compte des événements extrêmes ayant lieu en amont. En effet toute information portant sur la propagation de l'onde de la crue peut servir en termes de gain de temps en vue de réduire l'impact sur la population vulnérable et protéger les infrastructures existantes en aval.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les systèmes d'alerte précoce sont conçus principalement pour avertir les décideurs afin qu'ils agissent à temps et prennent les précautions nécessaires pour atténuer les inondations. Grâce à la combinaison d'images radar fournies par un radar de type bande X et d'un modèle hydrologique pluie-débit, il est possible de quantifier les débits de pointe à différentes stations et de calculer la propagation de l'onde de crue avant d'atteindre les barrages de régulation, ce qui permet de rationaliser l'exploitation des barrages de régulation en aval et de la libération éventuelle des lâchés possibles. Un travail supplémentaire sur la cartographie des zones inondables à différentes périodes de retour constituent la valeur ajoutée d'un tel système. cependant la mise en place d'un tel système est déjà en cours d'être finalisée à Neber (gouvernorat du Kef). Un système similaire dans d'autres endroits vulnérables aux inondations permettrait d'atténuer les risques d'inondation dus au changement climatique.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'Etat tunisien est en cour de suivre une politique d'indemnisation basée sur l'évaluation des dégâts post-inondation, ce qui ouvre la porte à toute pratique de mauvaise gouvernance, d'autant plus qu'elle pèse lourde sur le budget national. Le recours à une stratégie préventive interdisant tout type d'implantation agricole ou urbaine illégale dans les zones soumises au risque d'inondation reste indispensable. L'ajustement de la délimitation des zones vulnérables est soutenu par la mise en œuvre du système d'alerte précoce. Il doit s'accompagner de la promulgation de textes réglementaires qui amélioreront sa pérennité..



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministre de l'agriculture	Responsable sur la protection du domaine publique hydraulique
Institut national de la météorologie	Partie prenante principale responsable sur la qualité des données
Ministère de l'intérieure	Supervision des installations illicites
Ministère de l'équipement	Suivi et exécution des travaux dans les zones urbaines

AUTEURS

Yousri Gafsaoui¹, Marouene Dabbouni², Fairouz Slama³, Mohamed Rezgui⁴, Khaoula Khémiri³, Sameh Anibi⁵

1: BPEH | 2: DGBGTH | 3: ENIT | 4: CRDA Béja | 5: ESIM

RÉFÉRENCES

- Louhaichi, M., Hassan, S., and Etteieb, S. (2013) Assessing the risk of flooding in Central Tunisia, Australian Journal of Basic and Applied Sciences 7(8), 868-874

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES EAUX BASÉE SUR LA SCIENCE DU CITOYEN

Objectif: promouvoir l'efficacité de l'utilisation de l'eau par la participation citoyenne dans la surveillance de la qualité de l'eau

Mots clés: science du citoyen, suivi et contrôle de la qualité des eaux, bandelettes et kits de test de qualité de l'eau



La pression sur les ressources en eau compromet l'Objectif de développement durable 6 (ODD6) des Nations Unies pour l'accès universel et équitable à l'eau potable, à l'hygiène et à l'assainissement d'ici 2030 et à la gestion durable des ressources en eau en particulier pour les populations vulnérables à fin de prendre des mesures urgentes d'atténuation et/ou d'adaptation au changement climatique et ses impacts (ODD13). La gestion des ressources en eau en Tunisie a été confrontée à plusieurs reprises à l'impact du changement climatique. La capacité de surveillance de la qualité de l'eau en Tunisie est faible. La science citoyenne (SC) a évolué au cours des dernières années en tant qu'approche innovante de surveillance environnementale et de renforcement des capacités des hydrosystèmes en utilisant des technologies intelligentes et peu coûteuses comme outils de collecte de données (Fehri et al., 2020a; Fehri et al., 2020b; Chaabane et al., 2021; Fehri, 2021; Slama, 2021). Nous développons dans cette fiche technique, dédiée aux décideurs politiques, l'approche participative de gestion de l'eau pour impliquer les citoyens dans la surveillance de la qualité de l'eau.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Le manque de clarté des rôles et des responsabilités entre les différentes parties prenantes du secteur de l'eau et la non-disponibilité des données sur la qualité de l'eau créent des problèmes pour les processus décisionnels liés à l'eau. La participation des citoyens à la surveillance de la qualité de l'eau est considérée comme une nouvelle approche de collecte de données et de renforcement des capacités liées aux bonnes pratiques de gestion durable des ressources en eau. Cette approche participative de surveillance de la qualité des eaux a été appliquée et validée dans une région pilote du bassin versant de la Medjerda (Chaabane et al., 2020; Chaabane et al., 2021; Fehri, 2021; Slama, 2021). Ces études se sont concentrées sur la surveillance des paramètres chimiques de la qualité de l'eau en utilisant des bandelettes et des kits de test de la qualité des eaux comparées aux méthodes standards d'analyse de laboratoire sur 20 sites le long de la rivière de la Medjerda. La sélection du site a été basée sur la répartition spatiale requise des citoyens volontaires. Les bénévoles engagés étaient des universitaires, des étudiants et des personnels administratifs. Il serait approprié d'impliquer aussi les agriculteurs, les opérateurs de l'eau et la société civile. Un programme de formation court assure une bonne fiabilité des lectures des bandelettes et des kits (Figure 1). La science citoyenne peut favoriser une collecte de données fiable, rapide, écologique, peu coûteuse et simple à l'aide des bandelettes et des kits de test de la qualité de l'eau.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La science du citoyen (SC) a suscité un intérêt croissant de la part des autorités publiques à tous les niveaux, qui elles-mêmes tentent de rendre les processus politiques plus responsables et fondés sur la connaissance vis-à-vis des citoyens. Les programmes de gestion participative de l'eau basés sur la science du citoyen offrent des opportunités liées aux bonnes pratiques



de la gestion durable de l'eau et des écosystèmes, à la collecte de données et aux avantages potentiels en termes de liens plus forts entre la SC et les mesures d'adaptation et/ou d'atténuation de l'impact du changement climatique. Le soutien de la science du citoyen dans la participation active du public, en tant qu'outil puissant pour relever les défis du changement climatique, peut améliorer les bonnes pratiques de gestion durable des ressources en eau en Tunisie, en encourageant l'action publique. L'échange de connaissances sur la gestion des ressources en eau entre les différentes parties prenantes à l'échelle régionale, nationale et internationale peut faciliter la réponse aux catastrophes dans l'hydrosphère en luttant contre les impacts du changement climatique. La science du citoyen offre aussi une source supplémentaire rentable de connaissances et de retour d'informations sur la surveillance de la qualité de l'eau et ses politiques de mise en oeuvre en incluant des sources de données non traditionnelles, des capacités d'analyse et en engageant activement les citoyens. Un programme de gestion participative de l'eau basé sur la science du citoyen peut générer des avantages potentiellement importants (Fehri, 2021).

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de Pêche (MARHP)	Intégration dans la législation actuelle
Commissariat de Développement Agricole (CRDA)	Implémentation de la base de données La prise de décision
Agriculteurs	Collecte de données et pratiques agricoles
ONGs, GDAs,...	
Staff technique CRDA	
Scientifiques	Collecte, validation et valorisation des données

AUTEURS

Khalifa Riahi¹, Safa Chaabane², Slaheddine Khelifi¹, Raed Fehri³, Marnik Vanclooster³, Emna Slama¹, Thameur Jaouadi⁴
 1: ESIM | 2: CITET | 3: UCLouvain | 4: ONAS

RÉFÉRENCES

Chaabane S., Fehri R., Riahi K., Khelifi S., Vanclooster M. 2020. Involvement of citizens in the measurements of water salinity using test kits in the Medjerda watershed (Northern Tunisia). 3rd conference of Water Energy Nexus 2-4 december 2020 Djerba.



- Chaabane, S., Fehri, R., Riahi, K., Khelifi, S., Vanclooster, M. 2021. Assessment of Citizen's Measurements Using Test Strips for Water Quality in Medjerda Watershed (Northern Tunisia). In: Giuseppe Arduino and Nicole Webley, IHP, UNESCO, Youth and Water Security in Africa, UNESCO : Nairobi, Kenya 2021, p. 196-201 <http://hdl.handle.net/2078.1/245180>
- Fehri, R. 2021. Participatory approaches to monitor water-related Sustainable Development Goal (SDG 6) in Tunisia. PhD dissertation. Doctoral thesis in Sciences agronomiques et ingénierie biologique, UCLouvain, Belgium
- Fehri, R., Khelifi, S., Vanclooster, M. (2020a). Testing a citizen science water monitoring approach in Tunisia. Environmental Science and Policy, (104), 67-72. doi:10.1016/j.envsci.2019.11.009.
- Fehri, R., Bogaert, P., Khelifi, S., Vanclooster, M. (2020b). Data fusion of citizen-generated smartphone discharge measurements in Tunisia. Journal of Hydrology, (590), 125518. doi:10.1016/j.jhydrol.2020.125518.
- Slama E. 2021. Application de science du citoyen à l'évaluation du pH, de l'alcalinité totale et des nitrates dans le bassin versant Medjerda (région du Medjez El Bab). MFE en CCGE, ESI Medjez el Bab.



Figure 1. Implication des parties prenantes dans les programmes de surveillance de qualité de l'eau.

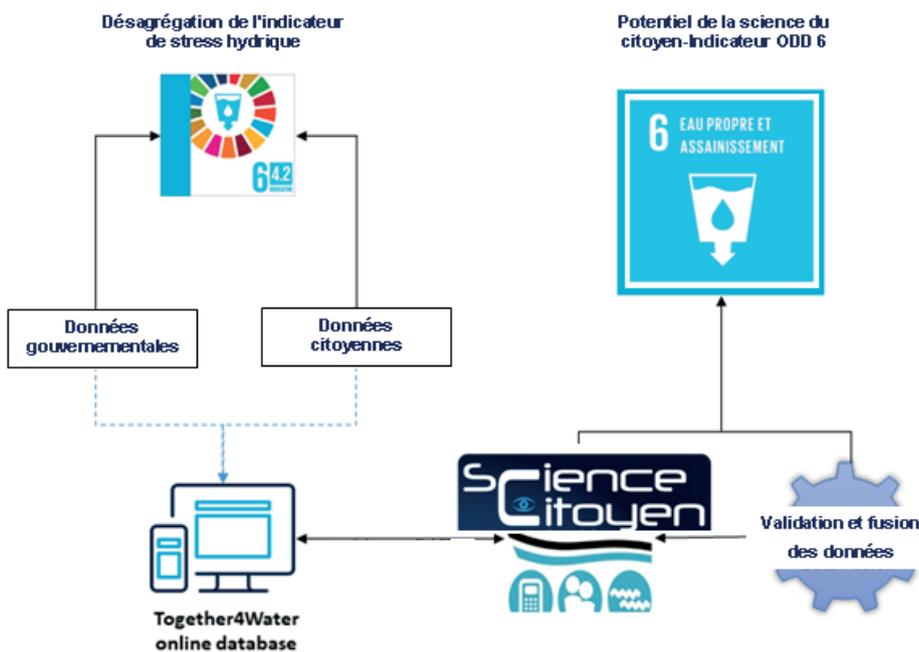


Figure 2. Avantages potentiels du programme de surveillance de la qualité des eaux-SC (Fehri, 2021).

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION DE AOUSJA, GOUVERNORAT DE BIZERTE POUR PROMOUVOIR LA REUTILISATION AGRICOLE: CONTRAINTES ET SOLUTIONS POSSIBLES

Objectif: améliorer la réutilisation agricole des eaux usées traitées

Mots clés: nord-est de la Tunisie, Réutilisation agricole des eaux usées traitées, Performance d'une station d'épuration des eaux usées



La Tunisie fait face à une pénurie d'eau avec une disponibilité de 467 m³/an/habitant (ONU, 2017). L'urbanisation rapide et le changement climatique augmentent la pression sur la disponibilité des ressources en eau douce en Tunisie. La réutilisation des eaux usées traitées (EUT) en agriculture est considérée comme un outil efficace de gestion des ressources en eau, compensant les pénuries d'eau pour l'irrigation tout au long de l'année hydrologique et assurant la préservation du milieu naturel par la réduction des rejets non traités (Bouchet, 2008). En Tunisie, la performance des systèmes de traitement des eaux usées n'est pas suffisante pour traiter les volumes croissants d'eaux usées produites qui peuvent menacer la santé publique et l'écosystème. Un débit total d'effluent de 21,2 Mm³/an (environ 8%) (ONAS, 2019) est réutilisé pour l'irrigation des terres agricoles.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les eaux usées des abattoirs (EUA) rejetées dans le réseau de la station d'épuration de Aousja (Figure 1), nécessitent un traitement spécifique pour assurer une réduction de la pollution; car ils se caractérisent par une forte teneur en matières organiques en termes de demande biologique (DBO5) et chimique (DCO) en oxygène, de matières en suspension, d'azote et de charge microbologique. Pour ceci, il est recommandé de passer en revue des différentes étapes de traitement de la station d'épuration de Aousja et de proposer des solutions pratiques (Diagramme ci-dessous). L'Office National de l'Assainissement a prévu pour cette station des réhabilitations au niveau du prétraitement et des équipements des aérateurs (système de fines bulles d'air au lieu de brosses) pour le traitement secondaire afin d'améliorer la qualité de l'EUT. Il faudrait également mettre en place une conduite anti-retour ou un émissaire sous-marin d'au moins 6 Km implantée sur le fond marin afin de résoudre le problème du retour des eaux usées mélangées à l'eau de mer sur de vastes étendues des périmètres.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La plupart des travaux de recherche se sont concentrés sur les dangers associés à la qualité des EUT, à l'efficacité des stations d'épuration des eaux usées, la pratique et les risques de la réutilisation et son acceptabilité sociale afin d'établir des normes; mais moins d'efforts ont été consacrés à l'analyse des aspects économiques de ce type de stations par rapport au traitement secondaire ordinaire sachant que le traitement supplémentaire demande des investissements et des coûts d'exploitation. Des enquêtes doivent être menées auprès des agriculteurs pour déterminer dans quelle mesure ils sont prêts à aller pour recevoir des EUT de bonne qualité. Outre les barrières qui peuvent empêcher le bon déroulement des solutions proposées, il y a la variation de la qualité de l'eau des abattoirs et la réticence de l'agriculteur pourrait être considérée comme un obstacle à la conduite de ce projet.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institution-)	●
	Réduit la consommation de ressources	●●●
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	●●
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	●●
	Flexible	●●●
	Robuste	●●●

Fort ●●● Moyen ●● Non ●



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Office National de l'Assainissement (ONAS)	Responsable de l'infrastructure des eaux usées du pays. Il collecte, traite et évacue les effluents municipaux (et certains industriels) et vend des eaux usées traitées (fortement subventionnées) en vue de leur réutilisation.
Commissariats Régionaux de Développement Agricole (CRDA)	Sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, ils sont en charge de la mise en œuvre de la politique agricole gouvernementale, de la conservation des eaux et des sols, et responsables de la distribution des eaux usées traitées des stations d'épuration pour irriguer les périmètres à travers des stations de pompage et un réseau d'approvisionnement tout en coordonnant le suivi de la qualité de l'eau.

AUTEURS

Sonia Sabbahi¹, Thameur Jawadi², Layla Ben Ayed³, Hend Askri¹, Mohamed Hédi Romdhani⁴
 1: INRGREF | 2: ONAS | 3: INAT | 4: CRDA Bizerte

RÉFÉRENCES

- Bouchet C. 2008. Recyclage et réutilisation des eaux usées: ou en sommes-nous? *L'eau, L'industrie, Les nuisances*, 308: 33-42.
- National Sanitation Utility - ONAS. 2019. Rapport annuel 2019 d'exploitation des stations d'épuration: (Annual activity report 2019: Wastewater treatment plants operation). Ministry of the Environment, Republic of Tunisia. Web site: <http://www.onas.nat.tn>
- United Nations – UN, 2017. UN world water development report wastewater, the untapped resource. 184 p.

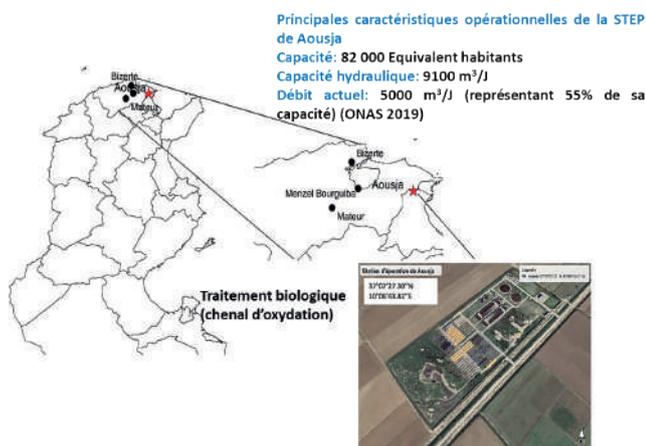


Figure 1. Localisation de la station d'épuration d'Aousja, dans le gouvernorat de Bizerte

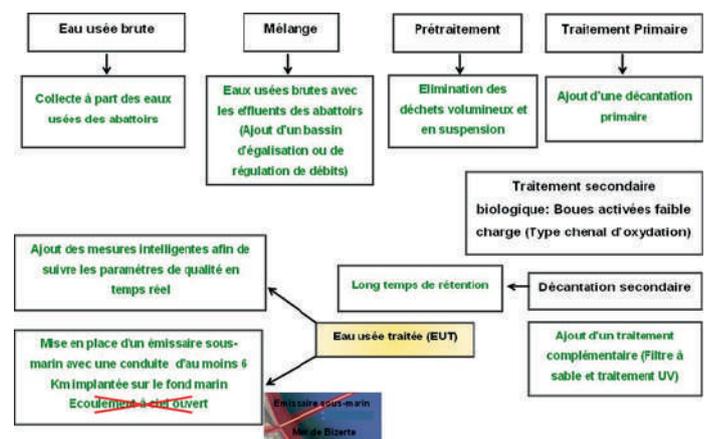


Figure 2. Diagramme schématique de la station d'épuration de Aousja avec les solutions techniques proposées

AMÉLIORATION DU SOL PAR ATTÉNUATION DE L'HYDROMORPHIE

Objectif: atténuer l'hydromorphie en améliorant le drainage du sol

Mots clés: hydromorphie, drainage, engorgement



Les projections du changement climatique ont mis en évidence le risque d'hydromorphie et de salinisation. L'hydromorphie des terres agricoles représente un défi majeur pour les agriculteurs, principalement en raison de la remontée capillaire de la nappe phréatique par excès d'irrigation pendant la période estivale (Ben Hassine, 2005) et le débordement des rivières pendant les épisodes pluvieux quand la pluviométrie dépasse 1000 mm/an. La texture fine des sols et les réseaux de drainage vétustes accentuent ce phénomène (SCET, 2016 and 2017). L'activité agricole est entravée par le manque d'oxygénation des racines et la réduction de la mécanisation des parcelles, aboutissant à une chute globale des rendements des cultures. Environ 25 à 50% de pertes ont été estimées durant la période 2017-2018, principalement sur les cultures maraichères (pomme de terre, pastèque, oignon et artichaut)



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'installation du système de drainage est un élément incontournable de l'agriculture dans les territoires hydromorphes, permettant d'améliorer les qualités du sol et la durabilité du système de culture (Bernard, 2020). Dans les années 80 un programme national a été lancé pour diagnostiquer et apporter des solutions à l'excès d'eau survenant dans 28 % de la surface agricole utile des principaux périmètres publics irrigués (PPI) de Jendouba (Complexe de Bouheurtma et Souk Essebt). Les problèmes d'hydromorphie sont encore persistants dans ces PPI en raison du manque d'entretien des réseaux de drainage, à leur vétusté, leur dimensionnement et à la culture d'espèces non adaptées à l'engorgement des sols. Les solutions proposées dans ces PPI consistent principalement à: (1) valoriser la culture de la betterave à sucre en tête de rotation et et introduire des variétés à cycle court pour éviter le stress hypoxique, (2) renforcer le réseau de surveillance du niveau la nappe et instaurer des campagnes de mesures périodiques en automne et en printemps à dans les zones critiques souffrant d'hydromorphie prononcée, (3) procéder à un curage annuel des drains ouverts et (4) interdire le rejet d'ordures ménagères dans les fossés.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Figure 1 : Remontée de la nappe phréatique au niveau du sol hydromorphe d' El Araya-Boussalem (Ghazouani et al., 2016)



Figure 2: Récupération du sol hydromorphe d'El Araya-Boussalem après installation d'un réseau de drainage (Ghazouani et al., 2018)



L'assainissement des terres agricoles par l'entretien et le renforcement des drains permettra de limiter l'engorgement permanent des terres et aura pour avantage d'améliorer l'activité agricole et d'intensifier l'occupation du sol (Slama et al., 2005; Bernard, 2020). Les résultats ont montré que l'installation de drains en PVC (polyvinyl Chloride) ou annulaires espacés de 24 à 40 m et à 1,4 m de profondeur dans des sols argilo-limoneux, a permis de réduire la remontée de la nappe et d'éviter la stagnation d'eau (Figure 1, 2). Simultanément, la quantité de sel a été réduite permettant aux agriculteurs de cultiver les terres abandonnées. L'activité sociale est renforcée et les revenus des agriculteurs renforcés.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
 Moyen
 Faible
 Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Direction Générale de la Production Agricole (DGPA)	Sous la tutelle du ministère de l'Agriculture, chargé de développer une stratégie agricole pour soutenir la culture de la betterave à sucre et introduire des cultures supportant les stagnations temporaires d'eau
Direction Générale du Génie Rural (DGGR)	Sous la tutelle du ministère de l'Agriculture, organe de décision chargé d'élaborer une stratégie politique et de trouver des fonds pour intensifier la réhabilitation et les périmètres irrigués. Il suit et évalue les projets d'assainissement agricole d'irrigation.
Commissariat Régional de Développement Agricole (CRDA)	Sous la tutelle du ministère de l'Agriculture, en charge de la mise en œuvre de la politique agricole gouvernementale, ils supervisent l'eau et les sols, chargés de planifier et d'organiser les tâches d'entretien, de réhabilitation du réseau de drainage et de contrôle de l'élévation du niveau de la nappe phréatique

AUTEURS

Hend Askri¹, Issam Ghazouani², Housseem Haboubi², Wissal Hermi², Fethi Weslati².
 1: INRREF | 2: CRDA Jendouba

RÉFÉRENCES

- Ben Hassine H. (2005) Effets de la nappe phréatique sur la salinisation des sols de cinq périmètres irrigués en Tunisie. *Étude et Gestion des Sols*, 12 (4) : 281- 300.
- Bernard V. (2020) Principes techniques et chiffres du drainage agricole de la tuyautique à l'hydro-diplomatie. *Sciences eaux et territoires*, 2(32) : 8-15.
- Ghazouani, H.; Capodici, F.; Ciraolo, G.; Maltese, A.; Rallo, G.; Provenzano, G. Potential of thermal images and simulation models to assess water and salt stress: Application to potato crop in central Tunisia. *Chem. Eng. Trans.* 2017, 58, 709 –714.
- Slama F. Bahri A., Bouarfa S., Chaumont C, Bouhlila R. (2005) Pratiques d'irrigation et rôle du drainage pour le contrôle de la salinité : cas du périmètre irrigué de Kalaât Landalous. *Projet INCO-*
- WADEMED. Actes du séminaire Modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat, 19-23 Avril, 2004.

EVITER L'HYDROMORPHIE EN AMÉLIORANT LE DRAINAGE DU SOL

Objectif: atténuer l'hydromorphie en améliorant le drainage du sol

Mots clés: hydromorphie, drainage, engorgement



Les projections du changement climatique ont mis en évidence le risque d'hydromorphie et desalinisation (USAID, 2018). L'hydromorphie des terres agricoles représente un défi majeur pour les agriculteurs du gouvernorat de Bizerte, principalement en raison de la remontée capillaire de la nappe phréatique par excès d'irrigation pendant la période estivale (Ben Hassine, 2005; Bernard, 2020) et le débordement des rivières pendant les épisodes pluvieux, précisément au niveau du périmètre irrigué de Teskraya dont la pluviométrie dépasse 600 mm/an (CRDA-Bizerte, 2017). La texture fine des sols et les réseaux de drainage vétustes accentuent ce phénomène (SCET, 2016 and 2017). L'activité agricole est entravée par le manque d'oxygénation des racines et la réduction de la mécanisation des parcelles, aboutissant à une chute des rendements des cultures maraichères (FAO and ITPS, 2015), principalement ceux de la tomate, de l'oignon et de l'artichaut.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Le drainage est un élément incontournable de l'agriculture dans les territoires hydromorphes, permettant d'évacuer l'eau en excès, améliorant ainsi les qualités du sol et la durabilité du système de culture (Bernard, 2020). Dans les années 80 un programme national a été lancé pour diagnostiquer et apporter des solutions à l'excès d'eau survenant dans 30% de la surface agricole utile des principaux périmètres publics irrigués (PPI) de Bizerte (Tobias, Utique Nouvelle, Ghezala et Teskraya) (SCET Tunisie, 2016). Les problèmes d'hydromorphie ont été attribués au manque d'entretien et de curage des drains, à leur vétusté, leur dimensionnement et la nature des matériaux utilisés. Les solutions proposées dans ces PPI consistent principalement à: (1) procéder à un curage annuel des drains ouverts et enterrés accompagné de tests de réhabilitation, (2) un calage de conduites d'évacuation dans les collecteurs principaux, (3) remplacer les drains défectueux et ceux en argile par du chlorure de polyvinyle (PVC), (4) vérifier le dimensionnement du réseau de drainage enterré préexistant, (5) remplacer les fossés d'assainissement à ciel ouvert par des collecteurs enterrés et (6) réhabiliter et/ou renforcer le réseau de surveillance de la nappe à travers l'installation de nouveaux piézomètres dans les zones critiques souffrant d'hydromorphie prononcée (SCET Tunisie, 2017). Il est aussi recommandé de pratiquer un sous-solage, un labour profond, un amendement en fumier dans ces parcelles et favoriser le choix de cultures qui supportent l'engorgement temporaire du sol dont la betterave à sucre et la luzerne tropicale.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'assainissement des terres agricoles par l'entretien et le renforcement des drains permettra de limiter l'engorgement permanent des terres et aura pour avantage d'améliorer l'activité agricole et d'intensifier l'occupation du sol (Slama et al., 2005; Bernard, 2020) et par conséquent, d'augmenter le rendement de la production des cultures. Dans ce contexte, une expérimentation a été entreprise dans la basse vallée de la Mejerda à Cherfech située au nord de la Tunisie. Les résultats ont montré que l'installation de drains espacés de 40 m et à 1,5 m de profondeur dans



des sols argilo-limoneux, a permis de réduire la remontée de la nappe et d'éviter la stagnation d'eau (CRUESI, 1970). La récupération pour l'agriculture des sols hydromorphes et salés, situés à Utique dans le gouvernorat de Bizerte a été réalisée par l'installation de drains bien dimensionnés, de travaux de labours du sol et par l'application d'un lessivage (CRUESI, 1968). Néanmoins, la planification des tâches de densification des drains, de leur réhabilitation et de l'entretien des réseaux de drainage sont difficiles à réaliser en raison des actions imprévues sur le réseau et la solvabilité de l'argent pour payer les entrepreneurs.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
 Moyen
 Faible
 Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Direction Générale du Génie Rural (DGGR)	Sous la tutelle du ministère de l'Agriculture, organe de décision chargé d'élaborer une stratégie politique et de trouver des fonds pour intensifier la réhabilitation et les périmètres irrigués. Il suit et évalue les projets d'assainissement agricole d'irrigation.
Commissariat Régional de Développement Agricole de Bizerte (CRDA-Bizerte)	Sous la tutelle du ministère de l'Agriculture, en charge de la mise en oeuvre de la politique agricole gouvernementale, ils supervisent l'eau et les sols, chargés de planifier et d'organiser les tâches d'entretien, de réhabilitation du réseau de drainage et de contrôle de l'élévation du niveau de la nappe phréatique.
Direction Générale de la Production Agricole (DGPA)	Sous la tutelle du ministère de l'Agriculture, chargé de développer une stratégie agricole pour soutenir la culture de la betterave à sucre et introduire des cultures supportant les stagnations temporaires d'eau.

AUTEURS

Hend Askri¹, Mohamed Hedi Romdhani², Dalila Souguir¹, Sonia Sabbahi¹, Souad Fathallah³

1: INRGREF | 2: CRDA Bizerte | 3: CTV Ghar El Melh- Bizerte

RÉFÉRENCES

- Ben Hassine H. (2005) Effets de la nappe phréatique sur la salinisation des sols de cinq périmètres irrigués en Tunisie. *Étude et Gestion des Sols*, 12(4): 281- 300.
- Bernard V. (2020) Principes techniques et chiffres du drainage agricole de la tuya Utique à l'hydro-diplomatie. *Sciences Eaux et Territoires*, 2(32): 8-15.
- CRDA-Bizerte (2017) Budget économique du CRDA Bizerte. 88 p.
- CRUESI, Tunisie, UNESCO (1968) Lessivage des sols salés d'Utique. Note technique n°4, Tunis. 12 p.
- CRUESI, Tunisie PNUD-UNESCO (1970) Research and training on irrigation with saline water, 1963-1969. Technical Report, Tun. 5, Paris, France. 256 p.



- 🌿 FAO and ITPS (2015) Status of the World's Soil Resources (SWSR). Main Report Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.
- 🌿 Slama F., Bahri A., Bouarfa S., Chaumont C, Bouhlila R (2005) Pratiques d'irrigation et rôle du drainage pour le contrôle de la salinité : cas du périmètre irrigué de Kalaât Landalous. Projet INCO-WADEMED. Actes du séminaire Modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat, 19-23 Avril, 2004.
- 🌿 SCET (2016-2017) Programme d'appui aux politiques publiques de gestion des ressources en eau pour le développement rural et agricole. Rapports de synthèse, phase 1 (Analyse diagnostic) et phase 2 (étude de faisabilité).
- 🌿 USAID (2018) Climate risk Tunisia: Country Risk Profile. Factsheet United States Agency International Development.



Figure 1: Champ d'artichaut cultivé dans un sol hydromorphe à drainage défectueux: Périmètre Tobias (Askri, 2021)



Figure 2: Fossé à ciel ouvert non curé et envahi par des roseaux dans le périmètre de Tobias (Askri, 2021)

GESTION DURABLE D'UN SYSTEME DE CULTURE EN CONDITIONS DE STRESS SALIN (KORBA ET BENI KHALLED)

Objectif: améliorer la production végétale en vue de la salinisation des sols

Mots clés: changement climatique, stress hydrique, salinité



La Tunisie a un climat particulièrement variable et vulnérable au changement climatique. Selon l'Agence allemande de coopération technique, l'impact du changement climatique en Tunisie entraînera une augmentation de 1,1 ° C de la température moyenne annuelle et une diminution considérable des précipitations annuelles (GTZ, 2007). Au Cap Bon, les eaux souterraines sont la principale source d'irrigation (Lachaal et al., 2016). Cependant, la surexploitation des eaux souterraines, au cours du siècle dernier, a induit une baisse du niveau d'eau dans les sondages et une détérioration considérable de la qualité de l'eau avec une augmentation de la salinité (Lachaal et al, 2018). L'objectif de cette étude est de savoir si l'eau douce provenant du Nord est suffisante pour les besoins en eau des cultures dans la zone irriguée de Korba et Béni Khalled.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La salinisation du sol peut être gérée en combinant les observations du sol et de l'eau et la modélisation du transport de soluté et de sel dans le sol. L'adaptation est :

- Réduire la salinité dans le sol tout en limitant les pertes en eau ;
- Gestion de l'irrigation avec des eaux salées et des eaux douces ;
- Sauvegarde des cultures stratégiques avec un bon rendement ;
- Eviter la surexploitation des nappes afin de limiter l'intrusion marine dans les nappes côtières ;
- Eviter le gaspillage des eaux du Nord (Canal Majrda) ;
- Usage efficace de systèmes culturaux pour limiter les pertes en eau par évaporation et réduire la salinité dans le sol.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- Assurer la sauvegarde des cultures stratégiques dans la région (Agrumes et cultures maraichères).
- Fraise, piment et tomate).
- Sauvegarde de l'environnement (nappes phréatique et sol).
- Economiser l'eau.
- Assurer un bon rendement aux agriculteurs et donc un bon revenu.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	3 leaves
	Réduit la consommation de ressources	3 leaves
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	1 leaf
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	3 leaves
	Flexible	2 leaves
	Robuste	3 leaves

Fort Moyen Faible



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'agriculture	Fournir les moyens et vulgarisation
Agriculteurs	Coopération
Chercheurs	Proposer des solutions

AUTEURS

Azza Bani¹., Hiba Ghazouani²., Fathia Jarray¹., Nabil Rhaiem³., Hédi Daghari¹
 1: INAT | 2: CRGC | 3: DGGREE

RÉFÉRENCES

- Lachaal, F., A. Chkirbene, S. Chargui, A. Mlayah (2016) Stratégies de gestion des ressources en eau et ses implications sur les changements hydrodynamiques et hydrochimiques des eaux souterraines côtières : Cas de Grombalia peu profond aquifère, NE Tunisie, *Journal of African Earth Sciences* 124, DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2016.09.024.
- GTZ (2007) La Stratégie Nationale Climat d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changement climatique, GTZ/MARH

GESTION DE L'UTILISATION DES TERRES AVEC DES IMAGES SATELLITAIRES

Objectif: améliorer la gestion des terres et de l'eau grâce à l'imagerie satellitaire

Mots clés: ressources en eau, cartographie, classification de l'occupation du sol par des images satellitaires



La disponibilité de l'eau d'irrigation devient un facteur essentiel pour maintenir l'équilibre des systèmes de production oasiens. L'eau est souvent fossile, et l'utilisation signifie l'exploitation de la ressource avec peu ou pas de durabilité. Le déficit hydrique est particulièrement marqué du fait des extensions continues de nouvelles plantations qui ont systématiquement besoin de plus d'eau conduisant à de nouveaux forages privés. La presqu'île de Kébili souffre d'un nombre croissant de forages illégaux. Les forages illégaux sont particulièrement nombreux dans la zone de Nefzaoua qui correspond à environ 7000 ha (PANLCD, 2006).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La méthode consiste à cartographier l'occupation des sols à l'aide d'images satellites (Landsat, SPOT, Sentinel-2, Ikonos...) pour révéler de nouvelles plantations privées de palmeraies au cours de la période de 200 à 2014 sur l'ensemble de la zone d'étude.

La mise en œuvre de la méthodologie comprend les différentes phases suivantes :

- Collecte de données SIG et acquisition d'images satellitaires IKONOS-2 ;
- Traitement numérique des images satellitaires IKONOS-2 ;
- Cartographier les extensions privées des oasis pour l'année 2014 ;
- Mission de validation sur le terrain des limites des extensions privées des oasis ;
- Edition de cartes d'extensions privées à l'échelle 1/5000.
- Des indices de végétation (NDVI, SAVI, etc.) sont utilisés pour extraire les différentes classes d'occupation des sols.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les oasis privées du gouvernorat de Kébili se sont multipliées et cette étude permet de localiser ces extensions pour pouvoir étudier leurs impacts sur les ressources en eau de la région. Par conséquent, il sera possible pour les décideurs de prendre les mesures nécessaires surtout si ces extensions se développent de manière rapide.

Les résultats attendus sont la cartographie des extensions des oasis de Nefzaoua entre 2008 et 2014 et la production d'une carte d'occupation des sols des oasis pour l'année 2014. Elle permet d'identifier l'état des extensions privées dans la zone de Nefzaoua en 2014 (Kébili gouvernorat). Finalement, dans les régions nordiques, cette même méthode peut être utilisée.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Centre National de cartographie et télédétection	Cartographie
DGRE (Direction Générale des ressources en eau)	Contrôle de la qualité des cartes produites
CRDA Kebili	Inventaire et collection des données

AUTEURS

Aymen Nefzi¹, Nesrine Kadri², Khaoula Khemiri³

1: DRE | 2: INAT | 3: ENIT

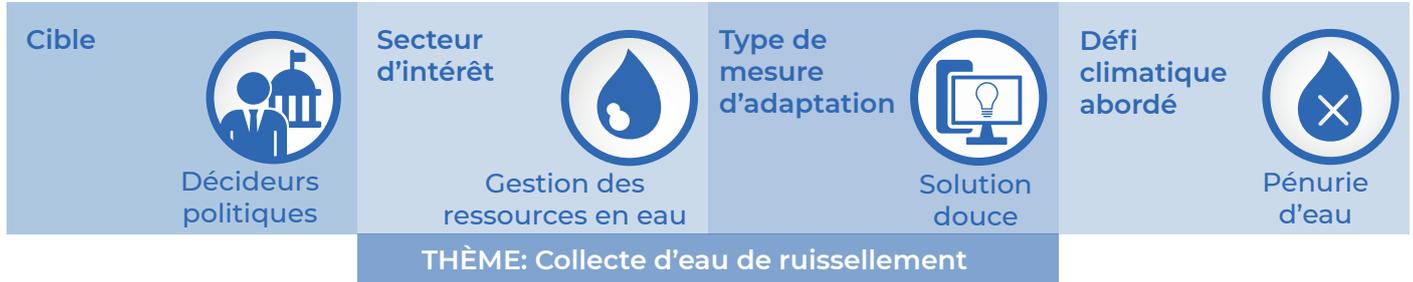
RÉFÉRENCES

PANLCD (2006) Mise en œuvre du programme d'action national de lutte contre la désertification (PANLCD), Programme d'action régional de lutte contre la désertification du Gouvernorat de Kébili, Ministère de l'environnement et du développement durable direction générale de l'environnement et de la qualité de la vie

COUPLAGE SIG ET ANALYSE MULTICRITERES POUR L'IDENTIFICATION DES SITES POTENTIELS D'IMPLANTATION DES TECHNIQUES DE CES

Objectif: améliorer la gestion de l'eau en couplant le SIG et les statistiques

Mots clés: changement climatique, techniques de conservation des eaux et des sols (CES), sites potentiels



Le changement climatique est le défi majeur auquel sont confrontés les agriculteurs qui dépendent de l'agriculture pluviale dans les régions arides et semi-arides (Adham et al. 2016). Ils devront faire face à un risque accru résultant d'événements extrêmes plus fréquents et d'une mauvaise répartition des précipitations intra-saisonnières (Barros et al. 2014). Plusieurs mesures d'adaptation sont encouragées, telles que l'utilisation de différentes variétés de cultures, la conservation des sols, les changements de calendrier des cultures et l'irrigation (Bryan et al. 2009), mais ces options peuvent ne pas toutes être des choix viables pour les petites exploitations agricoles, soit en raison de leurs coûts élevés, leurs contraintes techniques, voire leurs limitations culturelles (Adger et al. 2012). Ainsi, les techniques de collecte des eaux de pluie (RWH) pourraient aider à atténuer les impacts des changements climatiques sur la production agricole (Lebel, 2015).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Cette solution permet aux gestionnaires de l'eau de mieux identifier les sites appropriés pour les techniques de RWH en intégrant des critères biophysiques et socio-économiques à l'aide du Processus de Hiérarchie Analytique (PHA) combiné au Système d'Information Géographique (SIG). Cette étude montre l'importance d'inclure les objectifs et les contraintes des parties prenantes dans l'identification des sites potentiels pour les techniques de récupération des eaux de pluie, ce qui est absent de la plupart des études précédentes.

La nature itérative, les capacités de l'approche SIG participative et l'autonomisation des communautés locales sont les principales caractéristiques indispensables de cette approche pour une mise en œuvre réussie et durable des interventions de CES.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les impacts économiques, sociaux et environnementaux attendus sont mises en œuvres pour augmenter la fertilité des sols et la production végétale, de minimiser les coûts de production, la création d'emplois et de lutter contre l'exode rural.

Cette approche aidera à hiérarchiser les technologies dans les zones où deux technologies ou plus relèvent du même emplacement.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	
		Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Chercheurs d'IRA Medenine	exécution
Ingenieur de CRDA Médenine	facilitateur

AUTEURS

Nesrine Kadri¹, Naceur Mahdhi², Abd El Majid El Mejlissi³

1: INAT | 2: IRA Medenine | 3: CRDA Medenine

RÉFÉRENCES

- 
 Adger WN, Barnett J, Brown K, Marshall N, O'Brien K (2012) Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. *Nat Clim Change* 3:112–117.
- 
 Adham, A., M. Riksen, M. Ouessar, C. Ritsema (2016) Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review, *International Soil and Water Conservation Research*, 4, 108-120.
- 
 Barros VR, Field CB, Dokken DJ, Mastrandrea MD, Mach KJ, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL, Niang I, Ruppel OC, Abdrabo MA, Essel A, Lennard C, Padgham J, Urquhart P (2014) Africa, climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: regional aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel of climate change. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1199–1265.
- 
 Bryan E, Deressa TT, Gbetibouo GA, Ringler C (2009) Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints. *Environ Sci Policy* 12:413–426.
- 
 Lebel, S., Fleskens, L., Forster, P.M. et al. Evaluation of In Situ Rainwater Harvesting as an Adaptation Strategy to Climate Change for Maize Production in Rainfed Africa. *Water Resour Manage* 29, 4803–4816 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11269-015-1091-y>.

SURVEILLANCE PARTICIPATIVE DES DEBITS DES RIVIERES

Objectif: améliorer la gestion de l'eau par une approche participative

Mots clés: science du citoyen, approche participative, monitoring des ressources en eau



Les usagers de l'eau au nord ouest de la Tunisie, à l'instar du bassin versant de la Medjerda, prélèvent de plus en plus d'eau de l'hydrosystème comme réponse aux effets du changement climatique qui se manifestent ces dernières décennies par une plus grande variabilité. Ces prélèvements se traduisent par l'augmentation de l'état de stress en fonction du temps (Fehri et al., 2020). L'implication des citoyens, de manière participative, est de nature à contribuer à la sensibilisation des usagers de l'eau. La mesure du débit par l'utilisation d'application GSM a été validée dans la région de Medjez El Bab par l'implication de différents citoyens (Fehri et al., 2020a ; Fehri, 2021). La présente fiche a pour objectif de capitaliser ces acquis et de l'utiliser dans le nord ouest pour le suivi des sécheresses ou les inondations.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'implication des citoyens dans le processus de collecte des données relatives à l'eau, comme source d'information complémentaire aux observations officielles, est de nature à améliorer la résolution spatiale et temporelle du suivi des ressources en eau, afin d'envisager des alertes au moment opportun, et surtout de sensibiliser les parties prenantes et les usagers des contraintes qui pèsent sur le secteur de l'eau. Cette approche de surveillance participative améliore la gestion intégrée des ressources en eau. Les citoyens peuvent contribuer à la collecte des données de débits à travers les applications mobiles ; en période de sécheresse, ceci est de nature à leur sensibiliser à l'état de la ressource et de mieux comprendre, voire même adhérer aux programmes de gestion de l'eau. En période de hautes eaux et d'inondations, les participants à ce programme seront alertés au moment approprié. Les services techniques de Ministère de l'Agriculture et les établissements d'enseignement-recherche procèdent à l'établissement de site, à l'animation de session formation au profit des volontaires et la création et le maintien de plateforme pour héberger les observations. Les adhérents alimentent le dispositif de collecte de données et bénéficieront de l'information sur l'hydrosystème..



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La solution proposée est innovante pour le secteur de l'eau pour la Tunisie. L'approche participative devrait être impliquée dans les programmes de gestion intégrée des ressources en eau, surtout dans le contexte d'insuffisance chronique associée au changement climatique. En effet, l'approche d'engagement et d'adhésion des parties prenantes (usagers de l'eau, techniciens, chercheurs, décideurs et société civile) contribue à une meilleure compréhension de la vulnérabilité de l'hydrosystème et donc leur plus grande responsabilité, aspect essentiel dans le contexte de transition que traverse la Tunisie (Fehri et al., 2017). Les actions relatives au programme de gestion seraient mieux respectées et donc pourraient mieux atteindre leur finalité, surtout lors de période de pénurie hydrique à récurrence de plus en plus prononcée. Une autre retombée, c'est l'alerte et l'annonce de crue par le renforcement et la densification des stations hydrométriques officielles et l'accès aux informations de toutes les parties prenantes



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Moyen
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Moyen

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Directions techniques du Ministère de l'Agriculture	Adoption du dispositif Mise en place de plateforme de collecte de données et d'alerte (sécheresse ou inondation) Gestion de la plateforme
Services techniques des CRDA	Collecte des observations Implantation de site de mesures
Parties prenantes (GDA, exploitants agricoles, société civile)	Collecte de données Accès aux données relatives à l'hydrosystème
Enseignants chercheurs et scientifique	Valorisation des données Collecte de données

AUTEURS

Slaheddine Khelifi¹ ; Raed Fehri²; Marnik Vanclooster² ; Oussama Rhouma¹ ; Khalifa Riahi¹ ; Safa Chaabene¹ ; Makram Bouzidi⁴ ; Jawaher Gasmi¹ ; Amani Belhaj Kilani¹

1: ESIM | 2: UC Louvain | 3: CITET | 4: INAT | 5: INRGREF

RÉFÉRENCES

- Fehri, R. (2021). Participatory approaches to monitor water-related Sustainable Development Goal (SDG 6) in Tunisia. PhD dissertation. Doctoral thesis in Sciences agronomiques et ingénierie biologique, UCLouvain, Belgium
- Fehri, R., Bogaert, P., Khelifi, S., Vanclooster, M. (2020a). Data fusion of citizen-generated smartphone discharge measurements in Tunisia. *Journal of Hydrology*, (590), 125518. doi:10.1016/j.jhydrol.2020.125518.
- Fehri R., Khelifi S., Vanclooster M. (2020b). Testing a Citizen Science water monitoring approach in Tunisia. *Environmental Science and Policy* 104 (Water Innovation in Africa): 67 – 72 DOI: 10.1016/j.envsci.2019.11.009.
- Fehri R., Khelifi S., Vanclooster M. 2019. Desaggregating SDG-6 water stress indicator at different spatial and temporal scales in Tunisia. *Science of the Total Environment* 694, 133766 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.133766
- Fehri R., Vanclooster M., Khelifi S. 2017. Scientific and participatory approaches to monitor water related SDG (SDG-6) in Tunisia. *Revue des Régions Arides* 41 : 321 – 326p

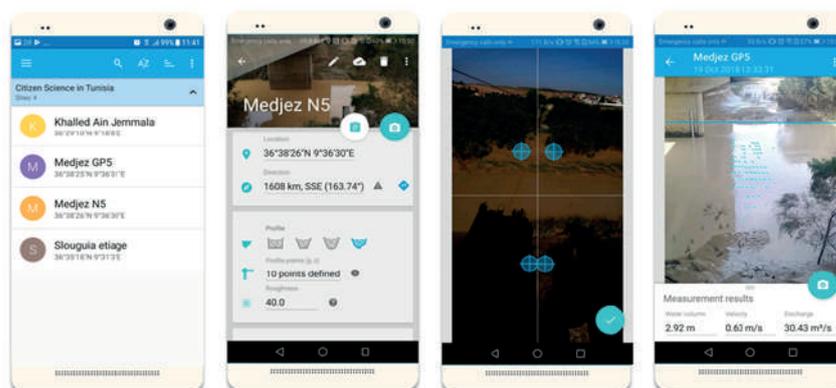
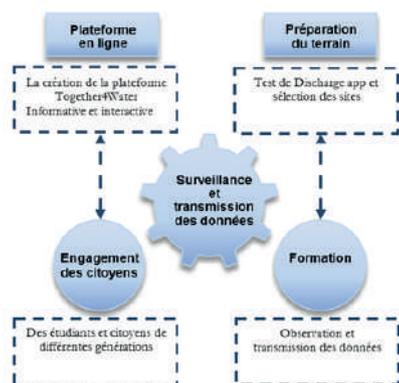
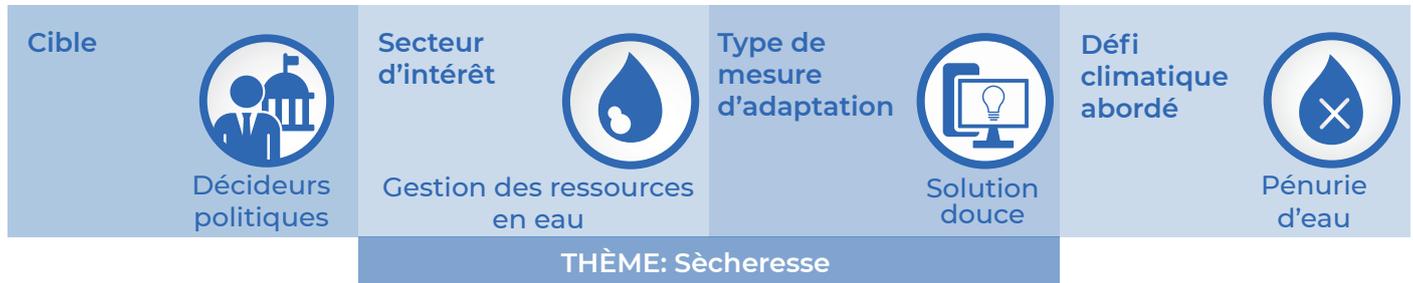


Figure 2 : Mesure du débit par l'application Discharge à la station de Medjez el Bab d'après Raed et al. (2020a)

Figure 1. Mise en œuvre l'approche participative de collecte de débit d'après Fehri et al. (2020b)

SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION SPATIALE APPLIQUÉE AU BASSIN DE L'ICHKEUL

Objectif: amélioration de la gestion de l'eau du bassin versant Ichkeul par un système d'aide à la décision
Mots clés: système d'aide à la décision spatiale, bassin versant de Ichkeul, gestion de l'eau



La gestion de l'eau du bassin versant de l'Ichkeul a un impact important sur la biodiversité du lac Ichkeul et des marais environnants. Trois barrages construits dans le bassin ont eu une réduction considérable de l'apport d'eau douce. Trois autres barrages sont prévus pour répondre à la demande croissante en eau potable et en irrigation. De plus, une écluse a été construite pour contrôler les échanges d'eau entre le lac Ichkeul et la lagune de Bizerte. Les 3 barrages en exploitation sont destinés à transférer une partie des eaux du nord de la Tunisie vers Tunis, Cap-Bon, et le centre du pays (réduction de 157 millions de m³ d'eau douce). Le bassin contient également de nombreux barrages collinaires, une centaine de lacs collinaires et l'assainissement d'une plaine de 15 000 ha au sud-ouest du lac (ANPE, 2009). Les impacts du changement climatique sont susceptibles d'augmenter les besoins en eau douce et d'induire des modifications écologiques, hydrologiques et chimiques dans l'ensemble du système du bassin.

Pour réduire ces impacts et préserver un équilibre éco-systémique, un ouvrage de régulation a été construit à l'exutoire du lac Ichkeul dans l'oued Tinja appelé « Ecluse de Tinja » pour contrôler l'entrée et la sortie de l'eau du lac Ichkeul. De ce fait, le cycle écologique naturel du lac est basé sur une alternance de périodes de faible salinité (hiver) et de périodes de hausse salinité (été). La construction a cependant provoqué une eutrophisation dans le lac et le long de l'oued Tinja pendant la période de fermeture, ainsi que l'accumulation de sédiments en amont de l'écluse (Barek, 2001). La fermeture partielle de l'écluse était en partie responsable de la diminution du recrutement d'alevins et de juvéniles dans le lac provoquant une diminution de la production de poissons). La gestion du bassin de l'Ichkeul est entravée par le manque de ressources matérielles, financières et humaines. Ce manque se ressent au niveau de la surveillance, de l'aménagement et du suivi écologique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les résultats de la recherche du projet de gestion intégrée des ressources en eau du bassin versant de l'Ichkeul GIRE-ECO ICHKEUL (2009/2011) (programme « Wetland International ») ont permis de développer un système d'aide à la décision spatiale pour intégrer les aspects socioéconomiques, la durabilité de l'eau ressources, et l'écologie du lac Ichkeul et de ses marais. Afin d'améliorer la gestion de l'eau pour répondre aux besoins en eau douce de l'écosystème de l'Ichkeul, cet outil d'aide à la décision devrait être amélioré, y compris les paramètres et la dynamique des critères d'environnement physique et les principales caractéristiques de l'érosion.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVÉ LE DÉFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La mise à jour du système d'aide à la décision spatiale peut aider les gestionnaires et les décideurs à améliorer leurs méthodes de gestion. Un suivi scientifique de terrain permettrait fournir des données précieuses pour la gestion de l'eau et un dépannage adapté pour la sauvegarde



de la faune et de la flore et éviter l'ensablement du lac. L'outil amélioré d'aide à la décision peut contribuer à sensibiliser les communautés locales du bassin, y compris les femmes, à améliorer la gestion rationnelle de l'eau. Cette prise de conscience devrait être menée par les associations à connotation environnementale, étant donné que les changements politiques en cours depuis 2011 en Tunisie constituent une opportunité pour mieux adapter la législation vers un meilleur rôle des associations dans la gouvernance environnementale en général et dans la gestion des sites naturels en notament (l'Association tunisienne de la santé et de l'environnement (ATSE) et l'Association des femmes pour le développement local).

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
 Moyen
 Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture	Contrôle les barrages-base des données
ANPE, Agence Nationale de Protection de l'Environnement	
L'Association de Soutien à l'Auto Développement (ASAD)	Gouvernance environnementale
Les Groupements de Développement Agricole (GDA)	
L'Association Féminine pour le Développement Local	

AUTEURS

Khaoula Khemiri¹, Emna Gargouri², Nesrine Kadri³, Aymen Nefzi⁴, Fatma Rabii⁵, Mehdi Aidli⁶, Fairouz Slama², Fatma Trabelsi⁷, Hajer Namouchi⁸, Mohamed Jebali⁸

1: INRGREF | 2: ENIT | 3: INAT | 4: DGRE | 5: ISP Tabarka | 6: CRDA Bizerte | 7: ESIM | 8: INM

RÉFÉRENCES

- ANPE—The Tunisian National Agency for Environmental Protection (2009) Rapport sur le suivi Scientifique au Parc National de L'Ichkeul Année 2007–08. <http://www.anpe.nat.tn>.
- Barek N (2001) Etude de l'écosystème du lac Ichkeul et de son bassin versant: Caractéristiques physiques et géophysiques des eaux et des sédiments, Thèse de Doctorat en Géologie.

APPUI A LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU A TRAVERS LA VALORISATION DES DONNEES ET TECHNOLOGIES D'OBSERVATION

Objectif: amélioration de la gestion de l'eau par un système d'observation amélioré

Mots clés: gestion intégrée des ressources en eau GIRE , système intelligent de surveillance, données spatiales.



La Tunisie est caractérisée par l'irrégularité pluviométrique et par la succession aléatoire des années sèches déficitaires et des années pluvieuses excédentaires. Sous les effets de changements climatiques, cette irrégularité s'accroît avec une élévation de la température et une diminution de la pluviométrie, alliées à des sécheresses plus longues alternantes avec des inondations de plus grande ampleur. Dans un contexte de raréfaction et des risques de changements climatiques, la gestion de la ressource en eau est devenue une préoccupation majeure. La Tunisie est parmi les pays les moins dotés en ressources en eau (MAE et GIZ, 2011 ; Nefzi, 2012 ; MEE, 2013) dans le bassin méditerranéen. Plusieurs études nationales et régionales soulignent les risques de baisse importante des ressources en eaux (-30% pour les ressources en eaux souterraines et -5% pour les eaux de surface), et de la dégradation de la qualité de l'eau d'irrigation (Ben Nouna et al, 2018). Les ressources en eaux souterraines de la basse vallée de Majerda sont de plus en plus sollicitées en raison de la croissance rapide de leur utilisation. Les gestionnaires de l'eau ont besoin de données plus récentes et plus précises pour évaluer l'état des eaux souterraines afin de gérer des situations défavorables telles que la sécheresse et la perte de pompage dans l'agriculture et l'approvisionnement en eau domestique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Ce travail s'intègre dans les activités du projet SMART IWRM Majerda (2020-2022) et vise à soutenir la gestion des ressources en eaux souterraines de la basse vallée du bassin de la Medjerda en se basant sur les principes de la GIRE à travers trois piliers principaux : évaluation initiale globale de la disponibilité et de la qualité des ressources en eau souterraine, gestion des données & Simulation numérique des ressources en eau et le développement des capacités.

Un système de surveillance intelligent est utilisé par la mise en place des capteurs qui permettent de calculer l'humidité du sol, la demande en eau de la plante, l'estimation de la recharge de la nappe et d'autres paramètres. D'autres données sont utilisées tels que les données d'observation des terres afin d'étudier l'historique spatiotemporelle de l'occupation du sol etc. L'engagement des parties prenantes locales est crucial pour permettre l'utilisation des informations disponibles.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

la mise en œuvre des résultats du projet SMART IWRM Medjerda permettrait d'estimer les prélèvements et le suivi de l'utilisation de l'eau dans les zones irriguées. Les parties prenantes, comme les chercheurs, la population, les ingénieurs, pourraient alors utiliser les systèmes géospatiaux et bénéficier d'un meilleur accès aux données. L'approche devrait également avoir un impact sur l'efficacité de l'engagement des parties prenantes, en particulier les femmes rurales, mais les contraintes administratives pour impliquer les gens dans l'adoption de l'approche participative devront être abordées pour assurer le succès.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
CNCT	Développer deux produits cartographiques à partir d'images à très haute
CRDA	Inventaire et collecte des données
Ministère de l'agriculture	Le contrôl de la qualité

AUTEURS

Fatma Trabelsi¹, Hajer Nammouchi², Mohamed Jebali², Nesrine Kadri³, Khaoula Khemiri⁴, Aymen Nefzi⁵, Fatma Rabi⁶, Mahdi Aideli⁷

1: ESIM | 2: INM | 3: INAT | 4: ENIT | 5: DGRE | 6: ISP Tabarka | 7: CRDA Bizerte

RÉFÉRENCES

- Nefzi, A. (2012) *Evaluation économique de l'impact du changement climatique sur l'agriculture : étude théorique et application au cas de la Tunisie*, Ecologie, Environnement. AgroParisTech, 2012. Français. (NNT : 2012AGPT0024)
- Nouna, B.B., Rezig, M., Kanzari, S., Chebil, A., and Jebari, S. (2018) *Ressources en eau et changement climatique: stratégies clés d'adaptation, et rôle de la recherche scientifique en Tunisie*. *Journal of New Sciences* 2018, 51, 3138-3147.

PROGRAMME DE RENFORCEMENT DES CAPACITES POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION

Objectif: promouvoir l'utilisation efficace de l'eau par la formation et le renforcement des capacités

Mots clés: Association d'usage de l'eau, Gestion de l'irrigation, Renforcement des capacités



L'augmentation des épisodes de sécheresse et d'inondation nuit à la production agricole locale, en particulier dans les zones de basse altitude où l'agriculture de subsistance est pratiquée. En Tunisie, comme dans de nombreux pays en développement, l'agriculture est principalement pluviale, donc dépendante du climat et de la variabilité saisonnière à interannuelle qui affecte la production. Le changement climatique a entraîné une perturbation des régimes de précipitations, un début de saison des pluies de plus en plus tardif, une interruption soudaine des pluies et des phénomènes extrêmes récurrents. Ces changements causent de graves problèmes aux producteurs agricoles locaux dans la préparation, la planification et la conduite des activités agricoles. Bon nombre de ces problèmes peuvent être atténués par une meilleure gouvernance de l'eau en tant que solution souple pour faciliter une meilleure gestion des ressources en eau.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La sensibilisation et le renforcement des connaissances sur les impacts attendus du changement climatique et la nécessité de s'adapter sont le point de départ des efforts de renforcement des capacités. Le renforcement des capacités fait partie intégrante du cycle d'adaptation. À cette fin, des programmes flexibles de formation et de renforcement des capacités font partie intégrante du processus de développement :

- Sensibilisation des différentes parties prenantes à la modernisation de l'irrigation ; Capacité des institutions publiques (ministères, directions générales de bassin ou agences d'irrigation) en matière d'O&M et de gestion de l'irrigation ;
- Programmes extensifs de formation des agriculteurs sur l'exploitation et la restauration de nouvelles techniques et la gestion de l'eau d'irrigation à la ferme, ainsi que sur les pratiques agricoles irriguées dans les zones où des techniques de conservation de l'irrigation sont mises en œuvre ;
- Programmes extensifs de formation des agriculteurs sur les itinéraires techniques des variétés à cycle court, la production d'engrais organiques (en particulier le compostage), les techniques de production de cultures maraîchères et les semences pour les variétés à cycle court ;
- Compétences managériales et techniques des associations d'utilisateurs de l'eau (WUA) et des agences d'irrigation et compétences en gestion des conflits.

Différents types d'activités peuvent soutenir le renforcement des capacités, tels que des événements ciblés, des débats, le partage d'informations par le biais de plateformes et de portails Web, des bulletins d'information, des rapports, des notes d'orientation, des vidéos, des brochures, des projets, etc. Il existe différents modes de renforcement des capacités tels que l'éducation, la formation, la mise en réseau, l'encadrement spécifique et l'assistance technique.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La gouvernance pour l'adaptation au changement climatique (CC) en Tunisie peut être améliorée grâce au renforcement des compétences managériales et des connaissances du personnel et des membres des agriculteurs et des WUAs sur l'adaptation au changement climatique. Le programme renforcerait également les capacités institutionnelles du ministère de l'Agriculture à mettre en œuvre des stratégies de gouvernance saines afin de réduire la vulnérabilité du secteur. L'impact clé du programme de renforcement des capacités favoriserait l'organisation des acteurs concernés et la coordination en termes de mise en œuvre des mesures d'adaptation. Des résultats seraient attendus après la prestation du programme (entre 1 et 3 ans), mais le matériel de renforcement des capacités devrait être mis à jour régulièrement pour permettre aux établissements d'enseignement de maintenir

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen

AUTEURS

Naceur Mahdhi¹, Zouhaier Rached², Ali Chebil³, Ridha Goudi⁴, Zaineb Smida⁵

1: IRA Mednine | 2: INRAT | 3: INRGREF | 4: DRE | 5: ONG

RÉFÉRENCES

- BAD, 2009: *Appui au programme de renforcement des groupements de développement agricoles (GDA) d'eau potable*, 25 p.
- Banque Mondiale, 2013: *Tunisia in a Changing Climate: Assessment and Actions for Increased Resilience and Development*: <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-9857-9>
- PNUD, 2015: *Stratégie de formation des agriculteurs, éleveurs et pêcheurs sur les technologies adaptées aux changements climatiques et l'utilisation des informations agrométéorologiques*, 80 p.

PILOTAGE DE L'IRRIGATION PAR L'APPLICATION IREY

Objectif: promouvoir l'efficacité de l'utilisation de l'eau par une meilleure estimation des besoins en eau d'irrigation

Mots clés: pilotage de l'irrigation, application intelligente, changement climatique



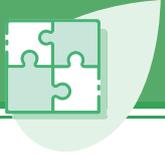
En Tunisie, les grandes cultures représentent la spéculation agricole la plus importante, tant par le nombre d'agriculteur, que par son rôle moteur dans l'économie nationale. Cependant, La Tunisie se place dans la catégorie des pays le moins dotés en ressources en eau et parmi les pays les plus sévèrement touchés par les changements dans le bassin méditerranéen. L'irrégularité des précipitations, caractérisant le climat méditerranéen peut provoquer certaines années déficitaires, des baisses importantes des rendements et donc de la production. Aujourd'hui l'ampleur des enjeux des changements climatiques sur l'agriculture sont inévitables et soulèvent la question de l'adaptation, qui constitue une urgence pour le secteur irrigué. Dans cette optique, l'Institut National des Grandes Cultures (INGC) a mis en place un programme qui a pour objectif global d'améliorer le rendement dans les périmètres irrigués, et d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau et donc la productivité de l'eau par le développement des outils d'aide à la décision.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

IREY (Référentiel d'irrigation pour l'amélioration de la productivité), mise en service en 2015 par l'Institut National des Grandes Cultures (INGC) comme premier outils de pilotage de l'irrigation à distance en Tunisie présenté en deux versions : Mobile et Web, concerne que les grandes cultures, disponibles sur ce lien <http://irey.ingc.com.tn/>.

Le modèle se base sur le calcul journalier du bilan hydrique. Les données climatiques demandées par l'application pour calculer le bilan sont les pluviométries et l'évapotranspiration journalière. une carte de sol numérique identifiant le territoire tunisien par type et propriétés physiques du sol, utilisé par IREY pour l'identification du type de sol selon la géolocalisation de la parcelle à piloter. Les données sol concernent le type et les propriétés physiques du sol. Les variables d'entrée de IREY qui concernent la culture sont Type de culture, Date de semis, Stade de croissance, Coefficient cultural. La chaîne du modèle commence par la collecte des informations et des variables d'entrées issues des utilisateurs, soit via Web soit via smartphone. Cette collecte des données aura lieu au niveau de la plateforme elle-même. Pour augmenter le réseau météorologique géré par l'IREY, les données climatiques satellitaires des plateformes Wapor, NASA POWER et Climate Engine couvrent l'ensemble de la zone bioclimatique tunisienne. Ces produits satellitaires offrent une mise à jour quotidienne des bases de données climatiques satellitaires gratuitement, et en tous points du territoire Tunisien. Les mises à jour apportées par l'utilisation de données climatiques satellitaires issues des plateformes Wapor, permettent à IREY-extension de s'intervenir en temps réel avec la bonne dose d'irrigation en cas d'un déficit hydrique. Cette intervention tient compte du besoin de la plante en terme de degré jour de croissance donc en terme de quantité de chaleur nécessaire durant le stade végétatif de la plante ce qui définit exactement le concept de l'irrigation de précision.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le pilotage des irrigations par IREY présente plusieurs objectifs dont on cite : Éviter le stress hydrique sur l'ensemble du cycle de culture et ceci lorsque l'eau est disponible et son coût est abordable. Maximiser le rendement et la qualité lorsque la conduite requiert des périodes de restriction hydrique. De répartir les irrigations sur l'ensemble du cycle de culture. Imposer à la plante un niveau de consommation en eau réduit, il est nécessaire que la RFU soit épuisée (gestion du rationnement) donc amélioration de la productivité de l'eau.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Fort
	Réduit la demande en eau	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Moyen
	Synergique avec d'autres secteurs	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Faible
		Fort Moyen Faible

AUTEURS

Anis Bouselmi¹, Hiba Ghazouani², Boutheina Douh³, Med Hédi Romdhani⁴, Issam Ghazouani⁵, Fethi Bouksila⁶, Bechir Ben Nouna²

1: INGC | 2: CRRGC Béja | 3: ISA Chatt Mariem | 4: CRDA Bizerte | 5: CRDA Jendouba | 6: INRGREF

RÉFÉRENCES

- Bulletin. Fao 56*
- Bouselmi, A., Amdouni, I., Kalboussi, R., Khammassi, M., Nasraoui, R. et Ben Haj Salah, H. 2011. *Caractérisation climatique, spatialisation des bilans hydriques et élaboration d'une carte tensiométrique du sol des périmètres irrigués de la région Echbika Kairouan. Workshop international "Les ressources en eau dans la plaine de Kairouan: Contraintes naturelles et évolutions sociales". 1-17/11/2011 à l'INAT/Tunisie.*
- A.Bouselmi, M. Khammassi, S. Abidi, S. Arfaoui, R. Nasraoui, *The impact of rainfall on the evolution of harvested and sown cereals areas in Tunisia. Euro Med Crop Monitoring Conference, November 19-21, 2014 Rabat Morocco.*
- Bouselmi. A, Balkcom. K.B, Birdsong. W, Dillard. B.A, Jones. J.J, Kelton. J.A. *Irrigation Efficiency Education. Alabama Association of County Agricultural Agents and Specialists 2018 Annual meeting and professional improvement conference, Prattville, Alabama*
- Bouselmi. A, Dillard. BA, Kelton. J.A. *Mini-Irrigation System Demonstration with Tifton 85 Bermudagrass. Alabama Association of County Agricultural Agents and Specialists 2018 Annual meeting and professional improvement conference, Prattville, Alabama*
- Dillard. B, Kelton. J, Bouselmi. A. *Comparison of On-Farm Irrigation Scheduling Practices in Southeast Alabama Peanut Production. Alabama Association of County Agricultural Agents and Specialists 2018 Annual meeting and professional improvement conference, Prattville, Alabama*
- INGC(2021).<http://www.ingc.com.tn/images/Accueil/%D8%AA%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D9%82%D8%A9%20%D8%A5%D8%AD%D9%83%D8%A7%D9%85%20%D8%AA%D8%B3%D9%8A%D9%8A%D8%B1%20%D8%A7%D9%84%D8%B1%D9%8A.pdf>

LE SEMIS DIRECT POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU

Objectif: améliorer la gestion de l'eau par le semis direct

Mots clés: déficit hydrique, stock d'eau dans le sol, agriculteur de conservation



En Tunisie, l'intensification de l'agriculture, avec des pratiques agricoles souvent mal raisonnées, a accentué le phénomène de l'érosion et par conséquent a augmenté la vitesse de dégradation de la fertilité des sols. Dans le contexte aggravant du changement climatique, ce processus est de plus en plus prononcé avec l'irrégularité de la pluie.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Pour lutter contre cette dégradation croissante des sols tunisiens, de nombreuses initiatives ont été menées depuis 1999 pour développer l'Agriculture de Conservation en Tunisie. Le système Semis Direct a particulièrement été introduit par les différentes structures agissant dans ce sens. Le « semis direct » est une technique dans laquelle les semences seront déposées directement dans un sol non travaillé, recouvert par les résidus végétaux. Il se définit ainsi par une absence totale de travail du sol (ni retournement, ni décompactage, ni préparation de lit de semence, ni labour dans le but de conserver l'activité biologique et microbiologique naturelle. Le semis direct repose sur quatre principes. Ainsi, toute mauvaise application affecte négativement la réussite de ce système:

- Supprimer les labours.
- Couvrir en permanence le sol par des résidus de récolte.
- Semer directement à l'aide d'outils convenables.
- Contrôler les mauvaises herbes sans perturbation du sol.
- Aucune intervention mécanique dans le travail du sol.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'objectif essentiel de technique du semis direct est de conserver, d'améliorer et d'utiliser les ressources naturelles d'une façon plus efficace par la gestion intégrée du sol, de l'eau, des agents biologiques et des apports de produits externes. L'objectif final est de mettre en place une agriculture durable qui ne dégrade pas les ressources naturelles, sans renoncer pour autant à maintenir les niveaux de production. Aussi, il peut être plus ou moins élaboré, du simple paillage à des plantes vivaces couvrant en permanence le sol. Pour sa diffusion en milieu agricole et son application en terme agronomique, technique et économique, cela demande des conditions préalables plus ou moins exigeantes selon le degré de technicité visé, la fertilité initiale des sols et le niveau d'intensification de l'exploitation agricole (Raunet et al, 1998). Sa diffusion nécessite la prise en compte de la spécificité du contexte rural avec ses opportunités et ses contraintes comme la complémentarité de l'élevage et de l'agriculture dans les systèmes de production, le faible niveau d'intensification de l'agriculture pluviale et le faible niveau de sensibilisation des agriculteurs et de l'ensemble des acteurs du secteur agricole aux innovations (Zaghouane, 2006).



L'adoption du semis direct permet d'assurer une production durable, il est présenté comme solution pour surmonter les défis auxquels fait face l'agriculture aujourd'hui, en particuliers ceux liés aux changements climatiques, à la mondialisation et à la fluctuation des prix et aux coûts élevés des facteurs de production (Elaissaoui et al, 2009 ; Elbrahli, 2009 ; Elbrahli et al, 2009).

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Fort
	Réduit la demande en eau	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Moyen
	Synergique avec d'autres secteurs	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Faible
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> Fort Moyen Faible </div>	

AUTEURS

Anis Bouselmi¹, Hiba Ghazouani², Boutheina Douh³, Med Hédi Romdhani⁴, Issam Ghazouani⁵, Fethi Bouksila⁶, Bechir Ben Nouna²

1: INGC | 2: CRRGC Béja | 3: ISA Chatt Mariem | 4: CRDA Bizerte | 5: CRDA Jendouba | 6: INRGREF

RÉFÉRENCES

- Angar H., Màaroufi H., Hannechi M. A., Arfaoui S., M'sahli S., Hamdi W., Nciri R. and Ben Haj Salah H., *Adoption of conservation agriculture in Tunisia. 6th World Congress on Conservation Winnipeg Canada 2014.*
- Hatem Cheikh M'hamed, Houcine Angar et Mohamed Annabi. *Conservation agriculture as alternative to reduce impact of climat change for smallholders in North Africa. 6th World Congress on Conservation Winnipeg Canada 2014.*
- Houcine Angar, Hatem Babba and Halim Ben Haj Salah. *Comparison of soil compaction under conventional agriculture and conservation agriculture practices. 6th World Congress on Conservation Winnipeg Canada 2014.*
- Rim S., Houcine A. and Halim Ben Haj Salah. *Dynamics of soil organic matter, organic carbon and organic nitrogen under No-tillage. 6th World Congress on Conservation Winnipeg Canada 2014.*
- Angar H., Ben Haj Salah H., Ben Hammouda M. *Semis direct et semis conventionnel en Tunisie: Les résultats agronomiques de 10 ans de comparaison. 4. Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct. Zaragoza: CIHEAM / ATU-PAM / INRAA / ITGC / FERT, 2011. p. 53-59 (Option s Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 9 6)*
- Mohamed Ali HANNACHI et Moncef BEN-HAMMOUDA. *HISTORIQUE DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION EN TUNISIE. INGC-ESAK.*
- Hannachi, M.A., and M. Ben Hammouda. *Historique de l'Agriculture de conservation en Tunisie. INCG-ESAK*
- WOCAT(2021). *Agriculture de Conservation [Tunisie]*
https://qcat.wocat.net/fr/wocat/technologies/view/technologies_3727/
- WOCAT (2021). *Un réseau informel pour l'implémentation de l'agriculture de conservation [Tunisie]*
https://qcat.wocat.net/fr/wocat/approaches/view/approaches_3725/

AMELIORATION DE LA RESILIENCE DES CULTURES LEGUMIERES FACE AU STRESS HYDRIQUE

Objectif: améliorer les cultures maraîchères par une meilleure irrigation et une meilleure gestion des sols

Mots clés: insécurité hydrique, cultures légumières, adaptation



La productivité agricole, la sécurité alimentaire et hydrique confrontent d'énorme défi avec les changements climatiques enregistrés. La rareté des précipitations, l'augmentation des températures et la vaste propagation de la sécheresse sont les majeures conséquences des changements climatiques. . A ceci s'ajoute des problèmes spécifiques pour la zone d'intérêt, la région de Sidi Bouzid. liés aux ressources en eau non renouvelable (le rabattement et la surexploitation de la nappe, l'approfondissement des puits de surface et la création de forages illicites). Le but général est d'assurer une certaine économie d'eau lors de l'irrigation des cultures tout en préservant le plus que possible les paramètres de qualités et de rendement des cultures. Notre intérêt est donner aux cultures légumières vue leur importance économique dans la zone de Sidi Bouzid, représentant 18% de la production légumière nationale. Ce secteur, cultures légumières, souffre néanmoins des problèmes de pénurie d'eau.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Divers remèdes au stress hydrique appliqués sont testées ou programmées d'être évaluées à savoir le greffage, des amendements du sol (avec du compost, biochar, biofertilisant ou autres), des biostimulants organiques, inorganiques et microbiens.

Les remèdes sélectionnés ont été triés suite à leur efficacité dans l'atténuation du stress hydrique des cultures, leur contribution à l'augmentation de la quantité d'eau disponible dans la zone racinaire, l'augmentation du rendement et l'amélioration du stockage de l'eau du sol (en rétablissant la vitalité et la structure des sols appauvris, en particulier les sols sableux, et en augmentant par conséquent sa rétention d'eau)(Rady et al., 2019; Elzaawely et al., 2018). Une économie d'eau appliquée dans des conditions contrôlées ; afin d'éviter ses conséquences sur le rendement, la croissance des cultures et autres ; pourrait être une bonne option.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les impacts attendus de cette méthode sont :

- Création de nouveaux agri-preneurs dans la production et mise en place des unités de production du compost, biochar et des biostimulants.
- Accroissement de la productivité et la qualité des cultures végétales avec l'irrigation raisonnée.
- Augmentation de la rentabilité chez l'agriculteur et par conséquent l'amélioration de la situation financière des agriculteurs
- Baisse du cout d'irrigation (main d'œuvre et équipements) et la préservation des ressources en eau.
- Bien gérer les ressources en eau disponibles et assurer leur préservation.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	
		Fort  Moyen 

AUTEURS

Imen Haddaoui¹, Haifa Sbaï¹, Hichem Hajlaoui¹

¹: Regional Agricultural Research Center of Sidi Bouzid

RÉFÉRENCES

-  Liste de références (lien en version numérique) vers des cas pilotes, des informations techniques ou similaires sous-tendant la solution proposée. Ici, des photos peuvent être incluses pour illustrer les détails techniques.
-  Rady M M., Desoky E S., Elyas A S., Boghdady M S. (2019). Can licorice root extract be used as an effective natural biostimulant for salt-stressed common bean plants? *S. Afr. J. Bot.* 121, 294–305
-  Elzaawely A A, Ahmed M E, Maswada H F, Al-Araby A A, Xuan T D. (2018). Growth traits, physiological parameters and hormonal status of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sprayed with garlic cloves extract, *Arch. Agron. Soil Sci.* 64, 1068–1082.

MEILLEURE QUALITE DE L'EAU D'IRRIGATION POUR LES POMMES DE TERRE

Objectif: améliorer les cultures de pommes de terre en améliorant la qualité de l'eau d'irrigation.

Mots clés: déficit hydrique, salinité, seuil de déclenchement de l'irrigation.



Dans les régions semi aride de la Tunisie, 70 à 80% des ressources en eau sont utilisées par le secteur agricole. Selon des scénarios du changement climatique pour la région méditerranéenne (Ghazouani and al,2019), les précipitations annuelles et le nombre de jour de pluie vont diminuer. De ce fait, les problèmes liés au manque d'eau seront accentués. En Tunisie, la pomme de terre occupe 7% des superficies irriguée et produit 360000 tonnes par an. Dans le pays, la pomme de terre est plantée du novembre à avril pour favoriser l'export vers l'Europe. Sous le climat semi aride de la Tunisie centrale, les précipitations d'hiver et d'automne permet de combler une partie de la demande de la plante en eau (Ghazouani and al,2019). Cependant, dès le début d'avril, les températures tendent à augmenter et les quantités de précipitations à diminuer. Cette période de l'année coïncide avec le stade de développement maximal de la culture, le plus sensible au stress hydrique. Ainsi, la culture de pomme de terre doit être convenablement irriguée afin d'éviter tout problème de tubérisation. Cependant, dans les régions caractérisées par une faible disponibilités en eau, les agriculteurs sont obligés à utiliser des eaux salines ou de réduire les doses d'irrigation (Latrech et al, 2018).

Dans ces conditions, le calendrier d'irrigation doit tenir compte de la dépendance du rendement de la qualité de l'eau et de la dose de l'irrigation, afin d'optimiser l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de limiter la salinisation des sols (Ghazouani et al 2017).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Cette méthode permet une économie notable de l'utilisation de l'eau d'irrigation. Un retard dans la date de semis détermine un cycle de croissance plus court, suite à la demande accrue de l'évapotranspiration. En absence de stress salin, il est souhaitable d'anticiper la date de semis, afin de tirer profit de la contribution bénéfique des pluies. Les expériences ont montré que la dose et la qualité de l'eau d'irrigation affectent les paramètres agronomiques (profondeur des racines et surface foliaire). Plus précisément une diminution de 100 mm de la dose d'irrigation détermine une réduction du rendement d'environ 17,0 t / ha pour une eau de bonne qualité et d'environ 12,0 t / ha pour une eau de mauvaise qualité. En outre, une augmentation de la conductivité électrique de 1,0 dS/m produit une réduction du rendement d'environ 10%. Les données acquises ont finalement permis d'obtenir les conditions suivantes pour piloter l'irrigation de la pomme de terre:

- La valeur 65,6 KPa du seuil critique du potentiel matriciel du sol ou 0.4 de l'indice hydrique de la végétation définit le moment propice de l'irrigation pour une eau de bonne qualité
- Lorsqu'on utilise de l'eau salée, le seuil du potentiel matriciel du sol doit être réduit à 43,7 KPa et l'indice hydrique de végétation à 0.4.
- Lorsqu'on utilise de l'eau salée pour l'irrigation, les doses d'irrigation doivent permettre de reconstituer complètement les besoins en eau des cultures afin d'éviter les déficits hydriques liés au potentiel osmotique et d'assurer la lixiviation du sel.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les défis relatifs au système « alimentation-eau-énergie » nécessite une approche systémique et une intégration à différentes échelles pour résoudre les problèmes de production alimentaire, de dégradation de l'environnement et d'utilisation d'énergie. Les impacts de cette solution nous permettront de mieux comprendre l'effet de la variabilité climatique, notamment le déficit hydrique et le stress salin sur le système de production de la pomme de terre. Ce ci va permettre de répondre aux besoins nationaux tels que: la diminution de la demande sur les eaux conventionnelles, valorisation des eaux non conventionnelles, la préservation du sol, amélioration de la gestion de l'irrigation et la préservation de l'environnement en réduisant la salinisation des nappes. L'approche s'inscrit dans un effort pour améliorer la production agricole, et ainsi le niveau de vie de la communauté paysanne par des moyens techniques les moins couteux.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort  Moyen  Non 

AUTEURS

Hiba Ghazouani¹, Roua Amami², Azza banni³, Bechir Ben Nouna¹, Anis Bousalmi⁴, Issam Ghazouani⁵

1: CRRGC Béja | 2: ISA Chatt Mariem | 3: INAT | 4: INGC | 5: CRDA Jendouba

RÉFÉRENCES

-  Ghazouani H., Rallo G., Mguidiche A., Latrech B., Douh B., Boujelbene A., Provenzano G. 2019. Assessing Hydrus-2D Model to Investigate the Effects of Different On-Farm Irrigation Strategies on Potato Crop under Subsurface Drip Irrigation. *Water*, 11, 3, 540, pp. 01-18.
-  Ghazouani H., Rallo G., Mguidiche A., Latrech B., Douh B., Boujelbene A., Provenzano G. 2019. Effects of Saline and Deficit Irrigation on Soil-Plant Water Status and Potato Crop.
-  Yield under the Semi arid Climate of Tunisia. *Sustainability*, 11, 9, 2706, pp. 1-16. 3. Latrech B., Ghazouani H., Lasrem A., M'hamdi Douh B., Mansour M., Boujelben A. 2018. Assessment of different methods for simulating actual evapotranspiration in a semi-arid environment (Accepté et sera publié en 2019)
-  Ghazouani H., Capodici F., Ciraolo G., Maltese A., Rallo G., Provenzano G. 2017. Potential of Thermal Images and Simulation Models to Assess Water and Salt Stress: Application to Potato Crop in Central Tunisia. *Chemical engineering transactions*, 58, pp. 709-714

L'IRRIGATION DEFICITAIRE PAR ASSECHÈMENT PARTIEL DES RACINES DE LA POMME DE TERRE DE SAISON

Objectif: améliorer la production de pommes de terre par irrigation déficitaire

Mots clés: irrigation déficitaire, économie d'eau d'irrigation, énergie électrique de pompage



La disponibilité des ressources en eau en Tunisie est soumise à une pression croissante de la demande en eau d'irrigation. Particulièrement, les régions semi-arides et arides du pays, exhibent un besoin impératif d'une solution urgente et innovatrice de la gestion de l'eau d'irrigation en condition de disponibilité en eau limitée. Le recours au concept de l'irrigation déficitaire peut constituer une solution de choix rigoureuse. Ainsi, les atouts indirects émergents de cette technologie innovante peuvent constituer un avantage d'économie d'énergie électrique de pompage et une limitation de la pollution des eaux souterraines par les intrants agricoles d'origine chimique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Parmi les variantes de l'irrigation déficitaire, l'assèchement partiel des racines (PRD) (Fig. 1) (qui exige une alternance de l'irrigation avec 50% de l'ETM à chaque côté du système racinaire de la plante) conduit à travers ses effets physiologiques, à une réduction de la transpiration, avec un impact non significatif sur le rendement. Les travaux réalisés par Ben Nouna et al. (2014, 2016) ont confirmé l'intérêt pratique de cette technologie dans le cas de la culture de la pomme de terre de saison. En fait, son application à l'échelle de la parcelle et dans les conditions agro-climatiques des régions semi-arides de la Tunisie, et en conditions de disponibilité en eau limitée a permis de réaliser une économie substantielle de l'eau d'irrigation (Fig. 2) et de l'énergie électrique de pompage (Fig. 3). Les modalités de son application prévoient: un régime hydrique d'irrigation de 50% de l'ETM au stade début tubérisation-maturité d'une culture de pomme de terre de saison (variété Spunta) (Fig. 4), un sol de texture moyenne, un système d'irrigation goutte à goutte de surface et une fréquence d'alternance de l'irrigation de 6 jours en cas d'une demande climatique forte et de 10 jours en cas d'une demande climatique moyenne.



Figure 1. Dispositif expérimental d'un système d'irrigation par assèchement partiel des racines de la pomme de terre.

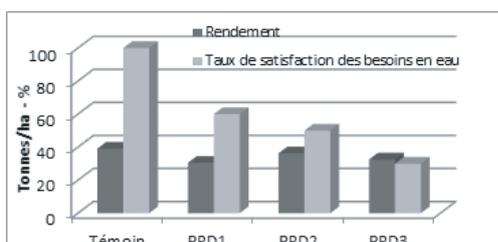


Figure 2: Rendement en tubercules et taux de satisfaction des besoins en eau par rapport à l'ETM, (période début tubérisation-maturité) en fonction des traitements de l'irrigation déficitaire

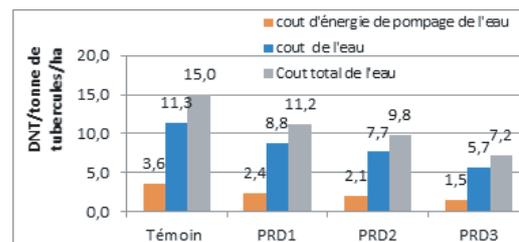


Figure 3: Diminution des coûts de l'eau, et d'énergie en fonction des traitements de l'irrigation déficitaire



Figure 4. Site expérimentale des essais de la pomme de terre



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les résultats obtenus dès l'application de cette technologie, ont montré une stabilité des rendements moyens en matière fraîche des tubercules par rapport à l'irrigation conventionnelle à l'ETM (témoin) et prévoit un avantage d'économie d'eau intéressant de l'ordre de 50%. Afin d'évaluer l'avantage économique de cette technologie innovante d'irrigation, on a essayé de mesurer son impact sur le coût de l'eau, le coût d'énergie de pompage de l'eau, et le coût total de l'eau et de les exprimer par tonne de tubercules produites. Il ressort de cette évaluation une diminution moyenne du coût de l'eau et du son coût d'énergie de pompage de l'ordre de 39%.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Fort
	Réduit la demande en eau	Fort
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Moyen
	Synergique avec d'autres secteurs	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Moyen

Fort Moyen

AUTEURS

Béehir Ben Nouna¹, Hiba Ghazouani¹, Anis Bouselmi², Boutheina Douh³, Mohamed Hédi Romdhani⁴, Issam Ghazouani⁵, Fethi Bouksila⁶

1: CRRGC Béja | 2: INGC | 3: ISA Chatt Mariem | 4: CRDA Bizerte | 5: CRDA Jendouba | 6: INRGREF

RÉFÉRENCES

- Ben Nouna, B., M. Rezig, H. Bahrouni, and H. Ben Ammar (2016) Effect of Partial Root Zone Drying Irrigation Technique (PRD) on the Total Dry Matter, Yield and Water Use Efficiency of Potato under Tunisian Semi-Arid Conditions. *Journal of Agricultural Science*, 8, 129-141.
- Ben Nouna B., H. Ben Ammar, H.S. Elamami, S. Faidi, and R. Ghribi (2014) Effet de la technique d'irrigation par assèchement partiel

COLLECTE DES EAUX DE PLUIE : CUVETTES INDIVIDUELLES

Objectif: promouvoir la collecte des eaux de pluie par des cuvettes à arbre unique

Mots clés: récupération des eaux pluviales, humidité du sol, collecte des eaux de ruissellement



La Tunisie est fortement touchée par l'aridité sur la majorité du territoire. Les projections de changement climatique exacerbent cette situation, impactant ainsi la durabilité de la productivité agricole (Stratégie Nationale). Le déficit hydrique dans les environnements physiques accidentés du Nord de la Tunisie va s'accroître à l'avenir. Il est donc urgent de mettre en œuvre des actions pour améliorer les capacités d'adaptation des populations et des systèmes naturels à la diminution des précipitations. Il existe plusieurs techniques qui peuvent aider à atténuer ce phénomène. Nous présentons ci-dessous une pratique et une stratégie agricole traditionnelle qui peuvent contribuer à l'adaptation au changement climatique des systèmes de production agricole.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La technique de collecte des eaux de pluie dans des cuvettes individuelles est une ancienne pratique agricole appliquée dans le centre aride de la Tunisie. Elle consiste à créer un micro-bassin en forme de croissant situé autour de la tige des arbres individuellement de manière à ce que la pluie et le ruissellement soient canalisés dans le bassin. La réalisation de cuvettes, disposés en quinconce, associés à des plantations arbustes, notamment les oliviers, est une solution appropriée sur les terrains en pente à la fois pour retenir les eaux de ruissellement et pour augmenter la production agricole dans le système de collecte des eaux pluviales (Mastour, 2017).

La technique est réalisée manuellement comme suit :

- Attacher une corde au tronc de l'olivier, pour former un demi-cercle de même rayon que la cime de l'arbre.
- Creuser un fossé de 10 à 20 cm de profondeur autour de l'arbre. Sa forme doit être concave, en demi-cercle, et en amont.
- Mettre de grosses pierres dans le fossé en fonction des disponibilités.
- Remblayer les crêtes du bassin sur une hauteur de 0,2 à 0,6 m.



Photo 1. Une cuvette individuelle de récupération des eaux de pluie autour d'un olivier.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Cette technique permet d'améliorer le bilan hydrique, la fertilité du sol et la production d'olives, de contrôler l'érosion, de protéger les infrastructures en aval, de réduire l'ampleur des inondations et de contribuer à la séquestration du carbone en augmentant la biomasse. Les expériences ont montré que le bassin améliore le niveau d'humidité du sol de 28%, fournit aux oliviers un apport en eau supplémentaire variant entre 29 et 84 mm, et augmente le taux de matière organique de 8% et la teneur en éléments fins du sol de 18% (INRGREF, 2017).

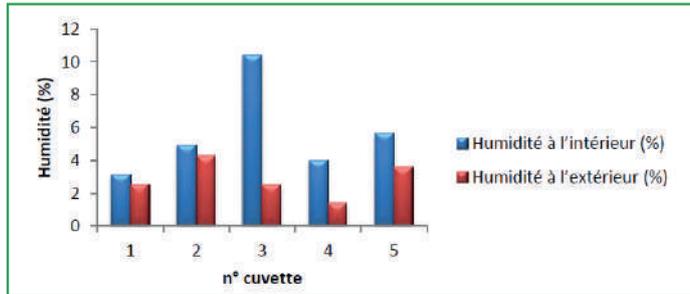


Photo: Exemple de la teneur en eau du sol à l'intérieur et à l'extérieur du bassin.

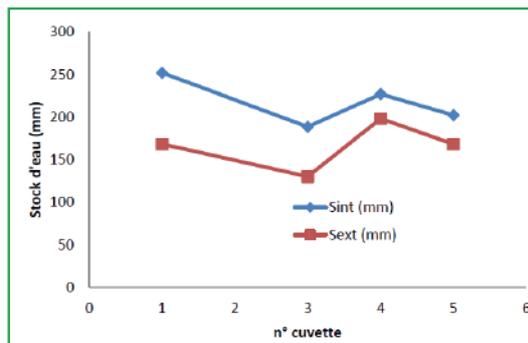


Photo: Variation du stockage de l'eau dans la couche de sol de 0-50 cm à l'intérieur et à l'extérieur du bassin.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Indicateurs	Impact
Réduit la consommation énergétique		Non
Réduit la demande en eau		Moyen
Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème		Fort
Synergique avec d'autres secteurs		Fort
Flexible		Moyen
Robuste		Moyen

Fort Moyen Non

AUTEURS

Ines Saidi¹, Ridha Zidi², Mustapha Louhichi³, Sana Bouguerra¹
 1: INRGREF | 2: CRDA Bizerte | 3: DGAFTA

RÉFÉRENCES

INRGREF (2017): Evaluation de l'impact des cuvettes individuelles sur l'humidité du sol, la fertilité et l'état hydrique des oliviers, rapport interne 105p.

AMÉLIORATION DE L'EFFICIENCE DE L'UTILISATION DE L'EAU PAR IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE ENTERRÉE

Objectif: améliorer la production agricole par irrigation goutte à goutte souterraine

Mots clés: profondeur d'enfouissement des rampes d'irrigation, évaporation actuelle, transpiration actuelle



En Tunisie, la pression accrue sur l'eau potable, l'expansion rapide de l'agriculture irriguée ainsi que le renforcement du secteur agricole contribuent à une augmentation constante de la demande en eau. Actuellement, l'agriculture en elle seule, consomme 83 % des ressources en eau disponibles (Ghazouani et al., 2016). La Tunisie est classée parmi les pays vulnérable au changement climatique. Des projections dans l'horizon 2100 montrent une augmentation des températures annuelles moyennes de 3°C et une diminution des précipitations annuelles de 20%. Actuellement, l'agriculture irriguée couvre 7% de la superficie cultivée et contribue d'environ 33% à la production agricole nationale (Zairi et al., 2013). Les projections futures indiquent la nécessité de renforcer le rôle de l'agriculture irriguée afin d'atteindre 50% de la production agricole nationale (FAO, 2005). Alors que d'une part, il est possible d'augmenter la disponibilité de l'eau en utilisant des eaux non conventionnelles, comme les eaux usées traitées ou les eaux saumâtres, l'adoption de nouvelles stratégies visant l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau peut jouer un rôle clé dans le développement agricole et économique (Ghazouani et al., 2019). Dans ce contexte, l'utilisation des systèmes d'irrigation à haute efficacité comme le goutte à goutte peut améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATÉGIE POLITIQUE

L'objectif principal de l'approche est d'évaluer la profondeur optimale de la rampe d'irrigation au moyen de mesures in situ et de modèles de simulation par Hydrus 2D pour une culture d'aubergine (*Solanum melongena* L.). Cette culture a été plantée dans un sol limoneux sableux, sous climat semi-aride et irriguée avec un système d'irrigation goutte-à-goutte. Dans un premier temps, les performances d'Hydrus 2D ont été évaluées à la base d'une comparaison entre les teneurs en eau simulées et mesurées. La parcelle expérimentale a été subdivisée en deux unités parcellaires. Au niveau de la première, les rampes d'irrigation ont été posées à la surface du sol (irrigation goutte à goutte de surface) et au niveau de la deuxième, les rampes ont été enterrées à 20 cm de profondeur (irrigation goutte à goutte souterraine).

Une fois le logiciel Hydrus 2D est bien calibré, une série de scénarios a été simulée afin d'identifier la position optimale d'enfouissement de la rampe d'irrigation. Ces scénarios ont été élaborés pour comparer l'effet de trois profondeurs d'enfouissement (5 cm, 15 cm et 45 cm) sur l'efficacité d'utilisation de l'eau. Cette dernière a été exprimée comme le rapport entre la transpiration actuelle simulée et la quantité totale d'eau d'irrigation fournie pendant toute la saison de croissance. Selon les scénarios examinés, l'évaporation du sol diminue à mesure que la profondeur de la rampe d'irrigation augmente. L'efficacité de l'utilisation de l'eau tend à augmenter avec l'augmentation de la profondeur d'enfouissement de la rampe de 0 à 20 cm. Un enfouissement en profondeur supérieure à 20 cm implique une augmentation des pertes d'eau par drainage et de ce fait une diminution de l'efficacité de l'utilisation de l'eau.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFII LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Cette approche s'inscrit dans la recherche de stratégies d'irrigation visant l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans un contexte de stress hydrique et de changement climatique. Le choix de l'irrigation goutte à goutte souterraine (SDI), avec des rampes installées à proximité de la zone racinaire, permet de fournir de l'eau directement aux racines des plantes et de préserver une surface de sol relativement sèche, afin de réduire les pertes par évaporation. Particulièrement, la profondeur des rampes dépend de la culture, du sol et du climat, de la technicité des agriculteurs et de la qualité de l'eau appliquée. Habituellement, la profondeur varie entre 0,02 m et 0,70 m. Les valeurs les plus faibles sont liées aux cultures horticoles à racines peu profondes. Le Choix adéquat de la profondeur d'enfouissement de la rampe d'irrigation affectera la germination, le rendement des cultures et l'efficacité d'utilisation des fertilisants. Ainsi, il contribuera à l'amélioration des bénéfices nets des agriculteurs et de leurs revenus bruts suite à la réduction des charges des intrants. En outre, cette approche permettra la réduction de lixiviation des fertilisants, de la salinisation des sols et l'amélioration de la transpiration actuelle des plantes dans un contexte de changement climatique.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	
		Fort  Moyen  Faible 

AUTEURS

Hiba Ghazouani¹, Bechir Ben Nouna¹, Bisma Latrech², Roua Amami², Anis Bousalmi³, Boutheina Douh², Med Hédi Romdhani⁴, Issam Ghazouani⁵, Fethi Bouksila⁶

1: CRRGC Béja | 2: ISA Chatt Mariem | 3: INGC | 4: CRDA Bizerte | 5: CRDA Jendouba | 6: INRGREF

RÉFÉRENCES

-  Ghazouani H., Autovino D., Rallo G., Douh B., Provenzano G. 2016. Using Hydrus-2D model to assess the optimal drip lateral depth for Eggplant crop in a sandy loam soil of central Tunisia. *Italian Journal of Agrometeorology*, 1, 1, pp. 47-57.
-  Zairi A., El Amami H., Slatni A., Pereira L.S., Rodrigues P.N., Machado T., 2003. Coping with Drought: Deficit Irrigation Strategies for Cereals and Field Horticultural Crops in Central Tunisia. In *Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions. Water Sci. and Tech. Library*, 44. Springer, The Netherlands.
-  Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2005. *Irrigation in Africa in figures AQUASTAT Survey*. FAO Land and Water Development Division, Rome, Italy. ISBN 92-5-105414-2.
-  Ghazouani H., Rallo G., Mguidiche A., Latrech B., Douh B., Boujelbene A., Provenzano G. 2019. Effects of Saline and Deficit Irrigation on Soil-Plant Water Status and Potato Crop Yield under the Semi arid Climate of Tunisia. *Sustainability*, 11, 9, 2706, pp. 1-16



GESTION DES SOLS

AMÉLIORATION DE LA VÉGÉTATION POUR LUTTER CONTRE L'ÉROSION DU SABLE

Objectif: lutter contre l'érosion des sols en améliorant le couvert végétal

Mots clés: fixation de la végétation, changement climatique, érosion du sable



Les dunes côtières du Nord (Bizerte à Tabarka) sont soumises à une érosion éolienne et hydrique qui menace le fonctionnement de l'écosystème naturel (Bounouh, 2010). L'érosion éolienne est l'une des causes de la vulnérabilité de la flore et de la faune des dunes en Tunisie. Ces écosystèmes sont menacés par une forte pression démographique et par l'implantation de zones touristiques et urbaines. Par conséquent, la fixation des dunes a une haute priorité. Cette action est une mesure d'adaptation importante contre les effets du changement climatique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La méthode de lutte contre l'érosion éolienne a pour objectif de limiter le risque de transport de particules et de contrôler la répartition du sable lors du dépôt et de l'accumulation et surtout de le fixer sur place. Ceci est fourni par ces méthodes :

Lutte mécanique pour la fixation du sable mobile et des dunes à court et moyen terme par :

- L'installation d'une Tabia trapézoïdale de 2 m de hauteur à l'aide d'engins lourds,
- L'installation d'une palissade (rehaussement de cordon) qui consiste à :
 - Couper et transporter des branches de 1,50 m et 2 m de long jusqu'au site.
 - Creuser un fossé de 60 cm au moins sur la Tabia installée.
 - Mettre en place du branchage à l'intérieur du fossé suivi d'un remplissage et d'un tassement adéquat du sol.
- Le Quadrillage de la zone à fixer à l'aide du branchage de longueur comprise entre 1,50m et 2 m, installé dans des fossés de 40 cm de profondeur au moins. La dimension des carreaux est de 10mX10m.

Lutte biologique consiste à développer une couverture végétale permanente. Elles font suite aux techniques mécaniques de stabilisation et de fixation des sables et des dunes, coûteuses, et dont les effets sont temporaires.

- Densité de plantation est 2m x 2m, soit 2500 plants à l'hectare. Seuls l'Acacia Cyanophylla et l'Acacia Cyclops sont utilisés en premier ordre, pour la fixation des dunes côtières, suivis de plantations de Pin maritime, d'Eucalyptus et de Pin Pignon.

Ces actions nécessitent un entretien régulier (relèvement des clôtures, correction des cordons, etc...).



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les impacts peuvent être résumés comme étant environnementaux, économiques et sociaux:



Impacts environnementaux

- Réhabilitation, protection et conservation des écosystèmes naturels existants.
- Protection des terres.

Impacts économiques

- Protection des infrastructures de base (routes, barrages, agglomérations, canaux, etc.)
- Augmentation de la rentabilité des sols.
- Développement agricole des terres.

Social

- Stabilité sociale et amélioration des revenus pour les ménages et les agriculteur

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Moyen
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Moyen

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Direction Générale des Forêts	Gestion administrative et technique
INRGREF	Recherche appliquée
CRDA de Jendouba, Béja et Bizerte	Gestion
GDA (population locale organisée)	Bénéficiaire, usager, PPP,
Agriculteur/SMSA	Bénéficiaire, usager, PPP,
ISPT	Recherche appliquée

AUTEURS

Kamel Aloui¹, Jalel Mabrouk¹, Kaouther Ben Yahia², Nourdine Azizi³, Mabrouk Guedraoui⁴, Bechir Aloui³
 1: DGF | 2: INRGREF | 3: Subdivision Forêt Tabarka | 4: Subdivision Forêt Jendouba

RÉFÉRENCES

Bounouh, A. (2010), Nouvelles approches en matière de protection et de gestion du littoral en Tunisie, Méditerranée, 115:45-53. DOI : <https://doi.org/10.4000/mediterranee.5073>.

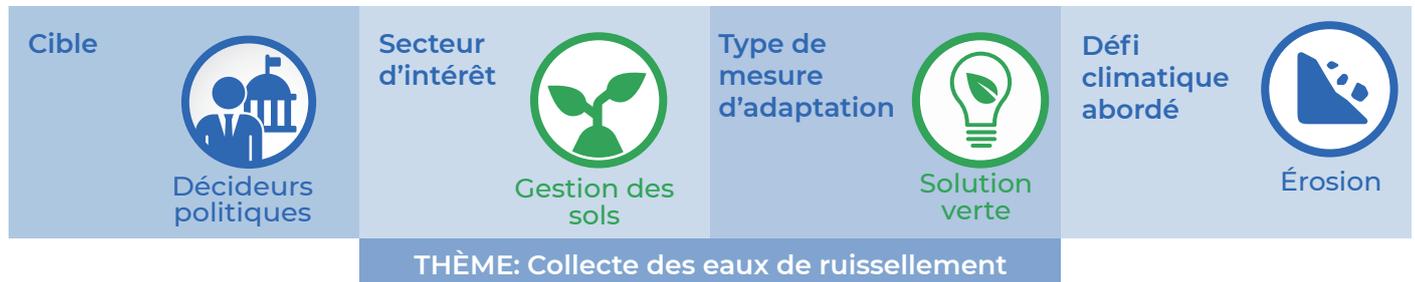


Photo: Etat des dunes littorales de Tabarka, 2011

LES BANQUETTES POUR RÉDUIRE L'ÉROSION DES SOLS

Objectif: .réduire l'érosion des sols par les banquettes

Mots clés: érosion hydrique, collecte des eaux de ruissellement, rétention des sédiments



De fortes précipitations suivies d'un ruissellement intense érodent le sol et éliminent la matière organique qu'il contient (Lugato et al., 2018). Le changement climatique aggrave cette dégradation des terres, en particulier dans les zones arides et semi-arides (GIEC, 2019 ; Panagos et al., 2020). En Tunisie la plupart des bassins versants sont caractérisés par une grave dégradation des ressources en eau et en sol. L'érosion des sols peut être atténuée en utilisant des techniques de gestion durable des terres. Parmi ces techniques, les banquettes présentent une réponse intéressante au changement climatique. Elles permettent de collecter les eaux de ruissellement et les sédiments. Elles entraînent aussi une augmentation de la recharge des eaux souterraines. De plus, l'évaporation diminue, ce qui atténue également le changement climatique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les banquettes sont des levées de terres établies perpendiculairement à la pente du terrain permettant de stocker les eaux de ruissellement, d'améliorer l'infiltration (Jebari, 2001). Elles sont destinées à réduire la longueur de la pente et à intercepter le ruissellement de surface avant qu'il n'atteigne une vitesse érosive. La banquette comprend, en général, 3 éléments (Figure 1) :

- 1- Le fossé : de largeur maximale de 5 m de l'impluvium (inter-banquette), ayant une pente entre 0 et 1%.
- 2- Le talus amont et aval de 2/3.
- 3- La zone de l'impluvium à l'aval est proche du bourrelet qui pourrait recevoir un appoint d'eau par drainage lors d'averses.

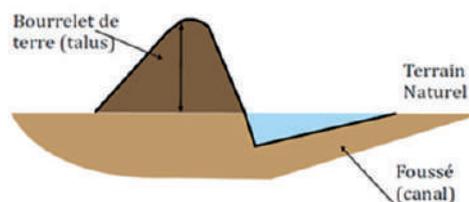


Figure 1. Schéma d'une coupe transversale de banquette

Les banquettes mécaniques d'infiltration partielle, bien placées et bien construites, contribuent au ralentissement de l'érosion linéaire au niveau des petits bassins versants et stockent les eaux de surface sur les exploitations (DGAFTA, 2017). Pour assurer la durabilité de ces ouvrages conçus, souvent, pour les terrains de grande culture, il convient de les consolider par des plantations fruitières ou fourragères. Ces plantations peuvent contribuer à la valorisation économique de ces ouvrages.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les banquettes permettent une meilleure infiltration de l'eau quand elles sont situées de manière optimale dans le paysage et la limitation de l'érosion (bouguerra et al, 2017). Par conséquent, elles contribuent à améliorer le rendement agricole (Jebari, 2003). Des études ont indiqué que les banquettes, établies sur environ 50 % du bassin versant réduisaient le ruissellement de surface d'environ 19 % et le rendement en sédiments d'environ 22 %.



Plus encore, Les banquettes captent l'eau du ruissellement et la retiennent pendant plusieurs jours. L'infiltration est augmentée et la sédimentation graduelle qui se produit en amont des banquettes améliore la qualité du sol et favorise la revégétalisation successive. Les banquettes agricoles augmentent la superficie agricole et la productivité des terres grâce à la collecte d'eau de ruissellement et au freinage des vents par les arbres qui y sont plantés.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture des Ressources Hydrauliques et de la pêche	Planification et stratégies d'aménagement, prise de décision, financement
CRDA	Exécution
Chercheurs	Etudier l'impact des aménagements
Population	Participation à l'exécution

AUTEURS

Mustapha Louhichi¹, Sana Bouguerra², Ridha Zidi³, Nadia Arfaoui¹, Hechmi Belaid⁴,
 1: DGACTA | 2: INRGREF | 3: CRDA Bizerte | 4: ESIM

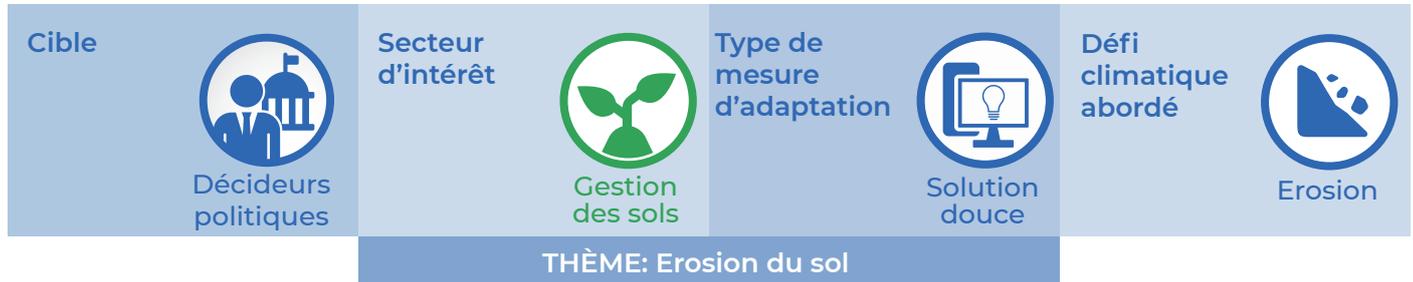
RÉFÉRENCES

- Blanco-Canqui, H., Lal, R. 2010. Climate Change and Soil Erosion Risks. In: Principles of Soil Conservation and Management. Springer, Dordrecht.
- DGACTA (Direction Générale de l'Aménagement
- GIZ (Coopération Allemande au Développement et Ministère de l'Environnement) et ME (Ministère de l'Environnement). 2012. Stratégie Nationale sur le Changement Climatique Rapport de la stratégie. Tunisie. Stratégie Nationale sur le Changement Climatique Rapport de la stratégie.
- Howe C., Suich H., Vira B., Mace G.M. 2014. Creating win-wins from trade-offs? Ecosystem services for human well-being: A meta-analysis of ecosystem service trade-offs and synergies in the real world. Global Environ. Change, 28:263-275.
- Jebari S. 2001. Cinquante ans de conservation des eaux et des sols en Tunisie. Synthèse bibliographique. INRGREF, 12p.
- Jebari S. 2003. Les méthodes traditionnelles de C.E.S et l'initiative WOCAT. INRGREF, 37p.
- MARHP et GIZ. 2016. Élaboration de la "Stratégie Nationale sur le Changement Climatique de la Tunisie", Rapport de diagnostic. Version finale.
- Panagos P., Borrelli P., Poesen J., Ballabio C., Emanuele L., Meusburger, Montanarella L., Alewell C. (2020). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. Environmental Science & Policy, 55:438-447.

OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION : MODÉLISATION DE L'ÉROSION HYDRIQUE

Objectif: améliorer la modélisation spatiale de l'érosion des sols

Mots clés: adaptation climatique, perte en sol, aménagements des versants



Les prévisions climatiques de l'INM (2015) indiquent une probable hausse des températures de +1,1°C en 2030 et 2,1°C en 2050 et une augmentation des extrêmes pluviométriques. C'est-à-dire que l'on devrait s'attendre à des périodes de sécheresse probablement plus récurrentes et plus longues, alternant avec des phases plus humides marquées par des pluies qui tendraient à être plus intenses. Ceci permettra une baisse de la disponibilité des ressources en eau de surface déjà en situation de rareté et une augmentation de la vulnérabilité des écosystèmes (MEDCC, 2020). Tous ces facteurs accélèrent le phénomène de l'érosion hydrique et la sédimentation des ouvrages hydrauliques. Par conséquent, les acteurs du monde agricole et les décideurs politiques sollicitent de plus en plus la recherche sur les voies possibles d'adaptation des pratiques agricoles aux changements climatiques futurs (DGACTA, 2017).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'atténuation de la vulnérabilité au changement climatique vise à améliorer la capacité d'adaptation de la population, des écosystèmes, des ressources naturelles et des moyens de subsistance à travers un ensemble de techniques et d'approches intégrées dans la perspective de réduire leur exposition, leur sensibilité et leur vulnérabilité aux aléas climatiques et aux phénomènes extrêmes. Cet objectif sera atteint en adoptant des outils de prévision pour assurer un développement durable des terres. Pour prédire l'évolution de l'érosion des sols, et ainsi en faciliter la gestion, les chercheurs ont développé différents types de modèles. Plus encore, ces outils sont nécessaires pour prévoir les effets néfastes du changement climatique. Nous nous attendons à une réduction de l'érosion grâce à la simulation de scénarios futurs pour le choix approprié des techniques de gestion d'aide à la décision. Le modèle RUSLE permet d'établir une carte des risques d'érosion au niveau du bassin versant et de connaître les quantités de sol (en tonnes/ha) pouvant être détachées annuellement pour chaque pixel d'un secteur donné. De ce fait, il est possible de localiser des zones à forte érosion hydrique nécessitant une intervention prioritaire. De plus, cette approche permet de prévenir les conséquences de ce phénomène en prenant les mesures d'aménagement nécessaires et en maintenant les taux de perte de terres en dessous d'une valeur limite tolérable.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DÉFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La quantification et la spatialisation de l'érosion des sols constituent une approche essentielle pour l'appréhension des processus en cours sur les bassins versants cultivés. La mise en œuvre de l'Équation Universelle des Pertes en Sol à l'aide d'un système d'information géographique permet d'obtenir une estimation quantitative des espaces érodés. Citons l'exemple de l'application du modèle RUSLE sur le bassin versant Douimis, à Bizerte. Les résultats ont montré que l'effet combiné du changement climatique et la dégradation de l'occupation des sols estime une augmentation des pertes en sol de 29% à l'horizon 2030. Plus encore, la considération des aménagements dans un contexte de changement climatique permet la réduction des taux qui concernent les superficies menacées par une érosion moyenne à forte de respectivement 62% à 36% (CRDA, 2017).



La quantification des pertes en sol permet aux praticiens et aux gestionnaires du paysage et des bassins versants agricoles de mesurer plus rapidement et à faible coût la dégradation des sols, de décider des aménagements à entreprendre, des pratiques culturales et des cultures à adopter. Finalement, les outils de prise de décision tel que RUSLE/SIG sont essentiels pour proposer les solutions les plus adaptées pour conserver les ressources en eau et en sol aussi bien dans les conditions climatiques actuelles que futures (Khemiri et Jebari, 2021). Il reste cependant une étape cruciale à entreprendre pour promouvoir un transfert de ces acquis de recherche au développement agricole, pour des applications plus courantes

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture des Ressources Hydrauliques et de la pêche	Planification et stratégies d'aménagement, prise de décision, financement
Direction Générale de l'Aménagement et de la conservation des Terres Agricoles	Direction technique d'exécution et de suivi évaluation, mise en œuvre
Les Chercheurs	Améliorer le modèle, réduire l'incertitude
CRDA	Collecte des données, modélisation
Population	Identifier les risques associés au changement climatique

AUTEURS

Sana Boughuerra¹, Nadia Arfaoui², Ridha Zidi³, Hechmi Belaid⁴, Monji Baccari⁵, Jamel Ferchichi³, Ahmed Cherni⁶

1: INRGREF | 2: DGACTA | 3: CRDA Bizerte | 4: ESIM | 5: CRDA Jendouba | 6: ODESYPANO

RÉFÉRENCES

- DGACTA (Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles), 2017. *Élaboration de la stratégie de conservation des eaux et des sols de la Tunisie.*
- INM (Institut National Météorologique), 2015.
- Jebari S, 2017. *Méthodologie d'intégration de l'adaptation au changement climatique dans la planification territoriale des aménagements pour la gestion intégrée et durable des ressources naturelles dans le bassin versant de Douimis. Rapport INRGREF.*
- Khemiri K, Jebari S (2021). *Évaluation de l'érosion hydrique dans des bassins versants de la zone semi-aride tunisienne avec les modèles RUSLE et MUSLE couplés à un Système d'information géographique. Cahiers Agricultures.30,7.*
- MEDCC (Mediterranean Experts on Climate and Environmental Change), 2020. *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin-Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report (MAR1). Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, 57pp, in press*

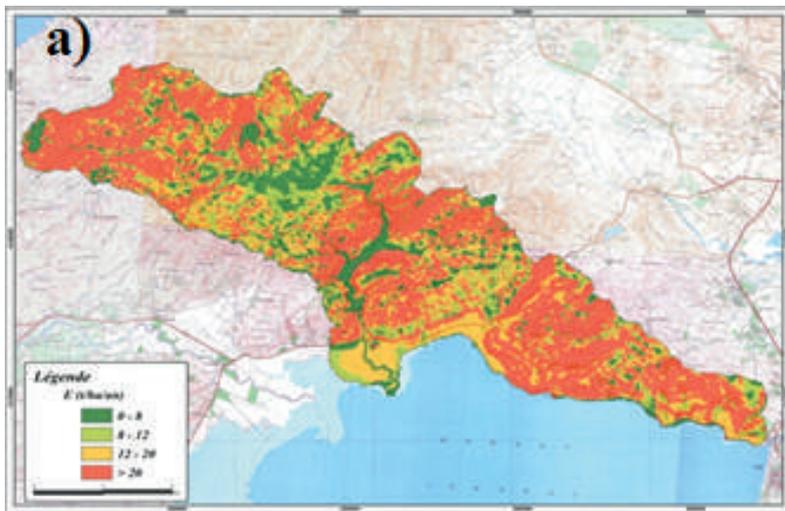


Figure 1: Simulation de la perte en sol sous impact du changement climatique à l'horizon 2030

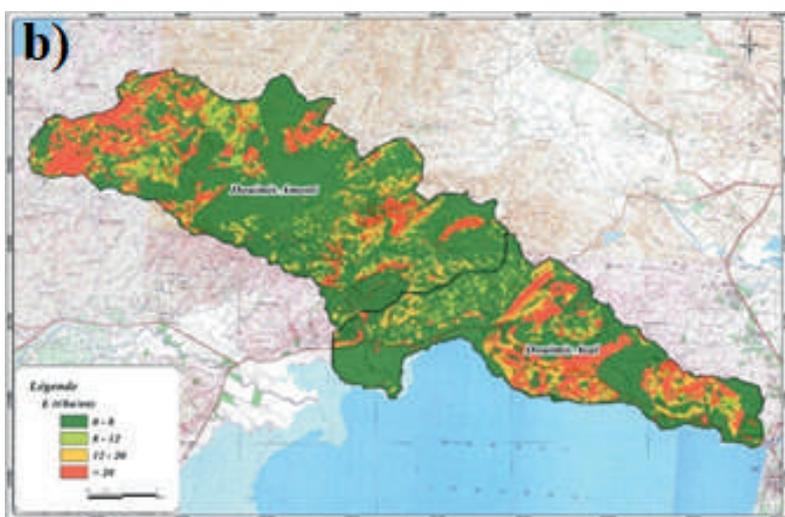


Figure 2: Impact des aménagements CES (INRGEREF, 2017).

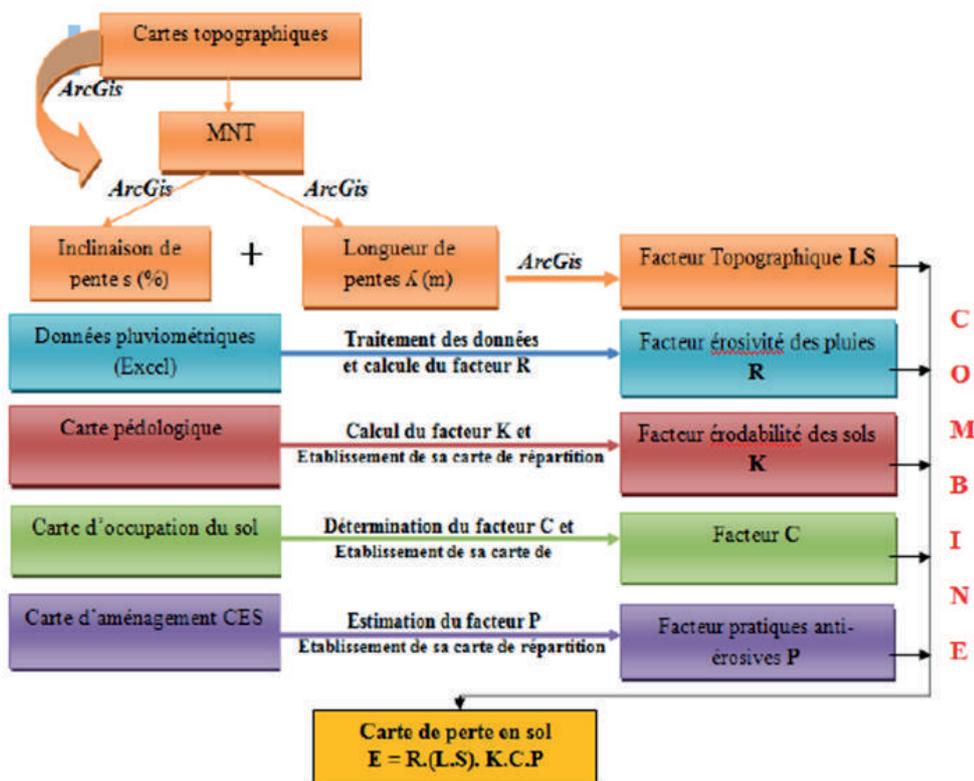
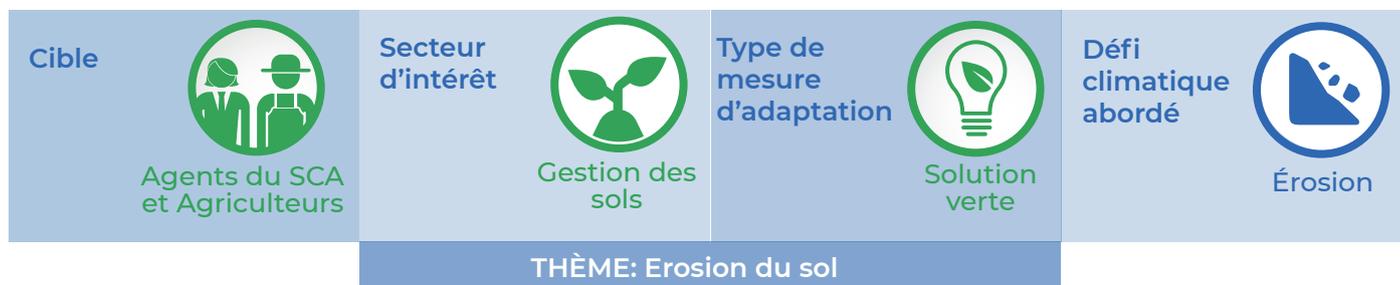


Figure 3: Approche méthodique du modèle RUSLE

LUTTE CONTRE L'ÉROSION ET LES GLISSEMENTS DE TERRAINS FORESTIERS DANS LA VALLÉE D'ATATFA

Objectif: atténuer l'érosion des sols et les glissements de terrain par la couverture végétale

Mots clés: conservation des terres forestières, fertilité des sols, valorisation de la forêt



La région de la vallée d'Attatfa est touchée par une érosion forte et destructrice des sols et des ressources naturelles qui peut même menacer la vie humaine. La géologie, la morphologie et les précipitations intensives combinées à une gestion anthropique irrationnelle, constituent les ingrédients de la destruction de cet environnement compte tenu du contexte du changement climatique actuel. De nombreuses formes d'érosion sont observées dans cette vallée : ravinements, glissements de terrain et détachement de masse. L'érosion des sols a des impacts sociaux importants tels que le chômage des jeunes et surtout des femmes rurales, la disparition de la catégorie des petits producteurs, la migration des jeunes, en combinaison avec la réduction des terres forestières, l'appauvrissement des sols et la disparition d'espèces comme le chêne zen.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les mesures proposées contre l'érosion constituent la création de petits lacs collinaires pour la protection des ressources en eau. En plus de cela, le débit des petites rivières et des oueds de la région doit être contrôlé et empêché l'érosion des berges et des berges. Les mesures biologiques contre l'érosion comprennent l'introduction de la plante *Chrysopogon zizanioides*, qui a été introduite en Tunisie et semble bien adaptée pour protéger les terres en pente contre l'érosion hydrique. D'autres plantes efficaces pour protéger les sols marneux en pente peuvent être des espèces de *Sulla* (*Hedysarum coronarium*) qui peuvent fixer les terres agricoles et en outre être utilisées pour l'alimentation du bétail.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans la vallée d'Attatfa, une superficie d'environ 300 ha nécessite des mesures de protection contre l'érosion, 10 ha sont menacés par des glissements de terrain et 60 ha par des coulées de boue. A Dar Fatma, environ 25% de la superficie est menacée de glissement de terrain. Les problèmes d'érosion concernent également environ 100 ha à Sra Rebah. L'impact de la conservation des sols est efficace et a un impact non seulement sur l'environnement puisqu'en même temps la conservation de l'eau se produit et a un impact économique positif pour les habitants. A Dar Fatma, environ 50 ha de terres privées ont été améliorés et ont eu un impact positif sur les sols et les rendements agricoles.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Fort
	Réduit la demande en eau	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Faible
	Synergique avec d'autres secteurs	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Faible

Fort 
Moyen 
Faible 

AUTEURS

Hela Hassine Rezgui¹, Kaouther Ben Yahia², Mohamed Ben Said³, Hamda Aloui³, Emna werghi⁴, Mongi Baccari⁵, Hachemi Belaid⁶, Cherni Ahmed⁷

1: ISA Chatt Mariem | 2: INRGREF | 3: MALE (Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement) | 4: OEP Jendouba | 5: CRDA Jendouba | 6: ESIM | 7:ODESYPANO

RÉFÉRENCES

 Truong, P., T.T. Van, E. Pinnars (2009) *Vetiver system applications, Technical Reference Manual*, http://www.vetiver.org/TVN-Manual_Vf.pdf.

LES VERS DE TERRE: ARCHITECTES DES SOLS FERTILES

Objectif: améliorer de la fertilité des sols à l'aide de vers de terre

Mots clés: structure du sol, faune du sol, fertilité des sols



De nos jours, la hausse des températures, les périodes de canicule plus fréquentes, les sécheresses plus sévères sont des signes des changements climatiques. Ces derniers ont conduit à l'appauvrissement des sols en matière organique, le manque de développement des sols et surtout la diminution de la diversité et le fonctionnement des organismes du sol. Pour cela, il est important de maintenir des propriétés des sols adéquates afin de permettre une vie active de la faune du sol. En effet, les vers de terre sont parmi les acteurs les plus importants dans le maintien aussi bien de la structure et la fertilité des sols (Boughattas et al., 2017 ; Boughattas et al., 2018). Par conséquent, leur présence dans le sol est d'une grande importance pour sa fertilité.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Afin de maintenir une activité biologique adéquate au niveau des sols agricoles, il serait important de diminuer l'apport en pesticides et en intrants agricoles (Hattab et al., 2015). Par ailleurs, l'apport de la matière organique est fortement recommandé tout en contrôlant aussi bien sa quantité que sa qualité. L'Agriculture de conservation place le sol au cœur de son système de production. Elle joue un rôle déterminant dans le maintien des vers de terre dans le sol. D'une part en évitant la consommation excessive de matières organiques par une diminution, voire une suppression du travail du sol, et d'autre part en augmentant la production de matières organiques sur l'année avec les couverts végétaux (Bahri et al., 2019). Dans ce même contexte, l'agriculture biologique, grâce à ses principes de non utilisation des engrais chimiques et des pesticides chimiques, permet de garder la vivacité des sols agricoles et de favoriser la diversité des populations des vers de terre (Hattab et al., 2020). Finalement, pour les sols irrigués, il faudrait le contrôler le suivi temporel de la qualité des eaux notamment dans cas de l'irrigation avec les eaux usées traitées qui ont un effet négatif sur l'activité biologique dans les sols (Mkhinini et al., 2020).



Photo : Exemple de Ver de terre *Eisenia andrei* (Cliché original)



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Développer la fertilité naturelle des sols c'est, au-delà des avantages économiques directs, le moyen d'améliorer la production en termes de qualité environnementale et d'intrants nécessaires (Boughattas et al., 2018 ; Hattab et al., 2020). Aussi, le développement d'une activité biologique non perturbée par des interventions mécaniques profondes et/ou répétées aboutit à l'établissement d'une porosité continue qui accueille et stocke l'eau et permet la circulation des gaz, des racines et des êtres vivants.



La qualité structurale se répercute sur le développement des cultures et leur capacité de résistance au stress (Bahri et al., 2019). Par ailleurs, l'amélioration de la structure du sol permet la capacité de rétentions en eau et par conséquent la disponibilité en eau à la plante. Aussi, la biodiversité des vers de terre permet le fractionnement de la matière organique, le fournissement des nutriments aux plantes et par conséquent une augmentation de la productivité agricole.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Fort
	Réduit la demande en eau	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Fort
	Synergique avec d'autres secteurs	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Fort
		Fort Moyen Faible

AUTEURS

Iteb Boughattas ^{1,2}, Marouane Mkhinini ², Sabrine Hattab ², Fethi Bouksila ³, Asma Foughali ⁴, Sana Bouguerra ³, Hella Hassouna ⁵, Samir Guabsi ⁵

1: CRRGCB | 2: ISA-CM | 3: INRGREF | 4: ODESYANO | 5: CRDA-Nabeul

RÉFÉRENCES

- Bahri H, Annabi M, Cheikh M'Hamed H, Frija A. 2019. Assessing the long-term impact of conservation agriculture on wheat-based systems in Tunisia using APSIM simulations under a climate change context, *Science of The Total Environment*, Volume 692, 2019, 1223-1233,
- Boughattas I, Hattab S., Boussetta H, Alphonse V, Livet A, Giusti-Miller S, Banni M, Bousserhine N. 2018. Use of earthworms *Eisenia andrei* on the bioremediation of contaminated area in north of Tunisia and microbial soil enzymes as bioindicator of change on heavy metals speciation. *Journal of Soils and Sediments* <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2038-8>.
- Hattab S, Boughattas I, Boussetta H, Viarengo A., Banni M., Sforzini S. 2015. Transcriptional expression levels and biochemical markers of oxidative Stress in the earthworm *Eisenia andrei* after exposure to 2,4-dichlorophenoxy-acetic acid(2,4-D). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 122: 76–82
- Hattab S, Boughattas I, Mkhinini M, Banni M. 2020. Impact of intensive farming on soil heavy metal accumulation and biomarkers responses of earthworms *Eisenia andrei*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 105(4) 559-564
- Mkhinini M, Boughattas I, Alphonse V, Livet A, Bousserhine N, Banni M. 2020. Effect of treated wastewater irrigation in East Central region of Tunisia (Monastir governorate) on the biochemical and transcriptomic response of earthworms *Eisenia andrei*. *Journal of Sciences of the Total Environment* 647: 1245-1255

PREVENTION ET BONIFICATION DES SOLS SALINS

Objectif: améliorer la production agricole en atténuant de la salinité des sols

Mots clés: hydromorphie, salinisation, bonification



En Tunisie, en plus de l'aridité du climat et des ressources en eau renouvelables relativement limitées et de qualité modeste (50% ont une salinité supérieure à 1.5 g/l), l'utilisation des eaux saumâtres en irrigation a engendré la salinisation et la dégradation de la fertilité d'environ 50 % des sols irrigués (DGAFTA, 2007). Les changements climatiques, caractérisés par une augmentation de la température et une diminution de la pluviométrie, est un facteur supplémentaire de risque de salinisation des sols irrigués (Selim Abou Lila et al., 2019). Il est par conséquent utile de proposer aux gestionnaires des sols irrigués et aux agriculteurs des recommandations pour une meilleure gestion des sols et des eaux pour réduire les risques de salinisation et de dégradation de la fertilité des sols irrigués avec des eaux marginales.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Pour réduire les risques de dégradation de la fertilité des sols, il est recommandé de suivre la démarche suivante (Figure 1):

- Avant culture, réaliser des analyses physico-chimiques de la couche racinaire pour le choix des cultures (e.g., tolérances à la salinité), estimation des besoins de lessivage et en éléments nutritifs
- Réaliser un suivi temporel de la teneur en eau et la salinité des sols pour une meilleure gestion des eaux et des sols (Zemni et al., 2019 ; Slama et al., 2019)
- Eviter l'irrigation par aspersion lorsque l'eau est salée (risque de toxicité et brûlure des cultures). En cas d'irrigation goutte à goutte, il est conseillé de pratiquer une irrigation de surface (submersion, etc.) au moins une fois/an pour lessiver l'excès des sels accumulés à l'extrémité du bulbe d'humidité.
- Pour les sols hydromorphes, l'installation d'un réseau de drainage artificiel et son entretien est primordiale pour réduire les risques d'asphyxie des cultures et la salinisation des sols. En présence d'une nappe peu profonde (< 1.5 m) et salée, il est conseillé d'installer un réseau de piézomètres pour le control et le suivi de la nappe (profondeur et salinité) afin de prévoir et d'éviter une remontée excessive de la nappe et la salinisation des sols.



Figure 1. Suivi des propriétés des eaux (nappe superficielle, drainage, irrigation) et du sol pour la détermination des unités à différents degrés de risque de salinisation des sols dans le périmètre irrigué de Kalaat Landalous (Bouksila et al., 2013).



Le suivi spatiotemporel des propriétés de la nappe superficielle, des propriétés physico-chimiques des sols ainsi que les pratiques agricoles (système d'irrigation, etc.), nous permet de déterminer les facteurs de dégradation des sols et la délimitation des zones à différents niveaux de salinité et d'hydromorphie des sols (Figure 1). La zonation de ces unités homogènes de sols permet aux gestionnaires des périmètres irrigués et aux agriculteurs de cibler les opérations à réaliser pour réduire les risques de chute de la fertilité des sols, le choix des cultures (en fonction de leur tolérance à la salinité) ainsi qu'une gestion rationnelle des eaux (besoin en eau, pilotage et système d'irrigation, etc.) et des sols (travail du sol, fertilisation, etc.). Plusieurs études réalisées en Tunisie ont montré que la nappe superficielle constitue un facteur de risque important dans la salinisation des sols irrigués (Hemdane et Mami, 1976; Bouksila 1992, 2011 ; etc.). Par conséquent, pour les sols hydromorphes, l'installation d'un réseau de drainage artificiel et son entretien est primordiale pour réduire les risques d'asphyxie des cultures, de chute de fertilité des sols et de la production agricole. En réduisant les risques la dégradation de la fertilité des sols, ainsi qu'une détérioration du revenu des agriculteurs.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Fort
	Réduit la demande en eau	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Fort
	Synergique avec d'autres secteurs	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Fort
		Fort Moyen Faible

AUTEURS

Imen Ben Romdhane¹, Fethi Bouksila², Fairouz Slama³, Samir Guabsi⁴, Iteb Boughattas⁵, Athimni Abdel Rahmane⁶

1: DG/ACTA | 2: INRGREF | 3: ENIT | 4: CRDA Nabeul | 5: CRRGCB | 6: ODESYANO

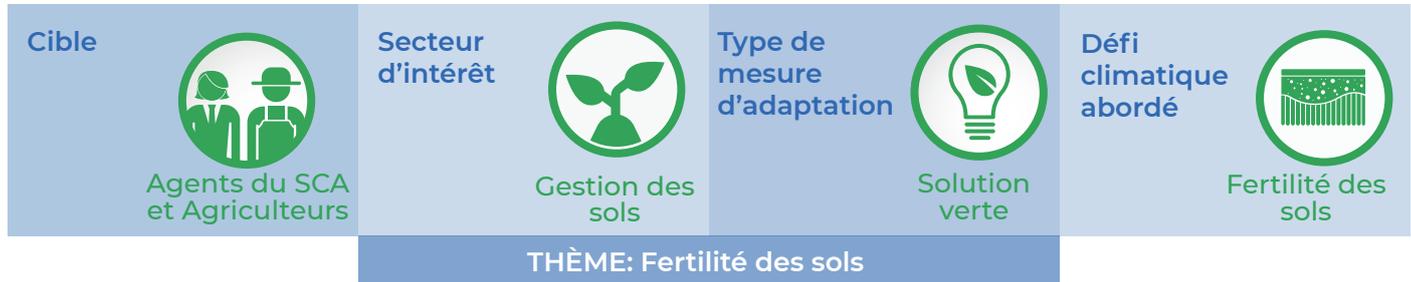
RÉFÉRENCES

- Bouksila F., 1992. *Bonification des sols: Cas du périmètre de Kalâat Landalous. Caractérisation physique des sols et étude de la variabilité spatiale de leurs propriétés en vue de la détermination des facteurs et des zones à risques de salinisation. Mémoire de fin d'étude du cycle de spécialisation. Institut National Agronomique de Tunisie (INAT).*
- Bouksila, F., 2011. *Sustainability of irrigated agriculture under salinity pressure – a study in semi-arid Tunisia.* PhD. Faculty of Engineering, Lund University, Sweden.
<https://portal.research.lu.se/portal/files/6160418/2201204.pdf>
- Bouksila, F., Bahri, A., Berndtsson, R., Persson, M., Rozema, J., and van der Zee, S.E.A.T.M, 2013. *Assessment of soil salinization risks under irrigation with brackish water in semiarid Tunisia. Environmental and Experimental Botany 92, 176-185. Doi: 10.1016/j.envexpbot.2012.06.002.*
- DGACTA, 2007. *Examen et évaluation de la situation actuelle de la salinisation des sols et préparation d'un plan d'action de lutte contre ce fléau dans les périmètres irrigués en Tunisie. Phase 2: Ebauche du plan d'action. DGACTA, Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques, Tunisie.*
- Hamdane, A., Memi, A., 1976. *Contrôle des périmètres irrigués. Étude du drainage de la salure et de l'alcalinité dans les périmètres irrigués de la basse vallée de la Medjerda. ES128. DRES.*
- Selim Abou Lila, T., Karlsson, L., Bouksila, F., Ben Slimane, A., Persson, M., 2019. *Evaluation of different irrigation treatments with saline water in a future climate in Tunisia. Irrigation and drainage 68: 281–296. DOI:10.1002/ird.2307*
- Slama F., Zemni N., Bouksila F., Demascellis R., Bouhlila R., 2019. *Modelling the impact on root water uptake and solute return fluxes of different drip irrigation regimes with brackish water. Water 2019, 11, 425. DOI:10.3390/w11030425.*
- Zemni N., Bouksila F., Persson M., Slama F., Berndtsson R., Bouhlila R., 2019. *Laboratory calibration and field validation of soil water content and salinity measurements using the 5TE sensor. Sensors, 19, 5272. DOI: 10.3390/s19235272.*

PHYTOREMEDIATION POUR TRAITER LES SOLS POLLUES

Objectif: améliorer les sols pollués par phytoremédiation

Mots clés: décontamination des sols agricoles, fertilité des sols, phytoremédiation



L'intensification des activités humaines, notamment industrielles et agricoles à cause du changement climatique, a contribué à la contamination des sols agricoles par des oligo-éléments métalliques. Parmi les stratégies innovantes de dépollution, figure la phytoremédiation, c'est-à-dire l'utilisation de plantes chlorophylliennes et de leurs microbiontes associés pour éliminer, contenir ou rendre moins toxiques les contaminants environnementaux (Helaoui et al., 2020a; Hattab et al., 2014). La luzerne (*Medicago sativa* L.) est une légumineuse présentant des nodosités fixatrices d'azote atmosphérique au niveau des racines. Ces symbioses luzerne/bactérie constituent une source biologique d'azote pour les plantes cultivées dans des sols contaminés (Hattab et al., 2016) et augmentent l'accumulation des éléments toxiques dans la biomasse végétale (Helaoui et al., 2020).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La phytoremédiation est une technique de remédiation des sols pollués. Elle est basée sur la capacité de certaines plantes d'extraire les polluants de leur substrat puis de les accumuler dans leur biomasse (Helaoui et al. 2020a). A travers la création d'une couverture végétale dense et pérenne, la phytoremédiation consiste à l'utilisation des plantes pour réduire la biodisponibilité des polluants toxiques ou immobiliser les composés polluants ou bien stocker ces éléments dans le système. De plus, cette couverture végétale minimise l'érosion éolienne ainsi que le contact direct entre les animaux et les polluants. Elle permet également d'éviter la dispersion des polluants dans les eaux de surface et souterraines (Sousou et al., 2014). Les techniques de phytoremédiation s'appliquent essentiellement sur des sols silteux à sableux moyennement profonds (environ 50 cm) et lorsque les surfaces polluées sont importantes. Au-delà de cette profondeur, il est préférable d'utiliser des arbres ou d'excaver les terres pour les gérer. De plus, le choix des technologies et des plantes utilisées dépend des caractéristiques agronomiques du site et du type de pollution. Les étapes de chaque technique sont les suivantes:

- Étude de site : Analyses physico-chimique du sol (éléments toxiques, MO, etc.)
- Préparation du site (défrichage, etc.),
- Sélection des variétés et des amendements éventuels,
- Semis, plantations, entretien,



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La luzerne est une Fabacée (légumineuse) capable de fixer 100kg/ha d'azote atmosphérique via les agrobactéries *Rhizobium* grâce à son système racinaire très bien développé et présentant des nodules riches en bactéries fixatrice d'azote (Helaoui et al., 2020a). D'où elle intervienne dans l'amélioration de la structure des sols dégradés. D'un point de vue éco-toxicologique, la luzerne a été décrite comme une plante phytostabilisatrice des éléments traces métalliques tels que Cd, Cu, Pb et Ni.



Elle joue le rôle d'un système de pompage et de filtration avec des capacités inhérentes d'accumulation et de dégradation. Les racines peuvent altérer et/ou déplacer des éléments toxiques contre des gradients chimiques importants

(Soussou et al., 2014). Cependant, la phytoremédiation présente des limitations. D'une part, l'efficacité de cette technique est limitée par la biomasse (aérienne et racinaire) des plantes remédiatrices, et également par le climat. Un climat défavorable limite la croissance des plantes et la production de biomasse végétale. D'autre part, la phytoremédiation fait intervenir des processus lents : plusieurs années sont nécessaires pour dépolluer un site de déchets dangereux (Hattab et al., 2013).

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Fort
	Réduit la demande en eau	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Fort
	Synergique avec d'autres secteurs	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Fort

AUTEURS

Sondes Helaoui ¹, Iteb Boughattas ¹, Marouane Mkhinini ¹, Sabine Hattab ¹, Fethi Bouksila ³, Sana Bouguerra ³, Imane Ben Romdhane ⁴, Hella Hassouna ⁵, Abdel Rahmane Athimni ⁶, Oulaya Soltani ⁷

1: ISA-CM | 2: CRRGCB | 3: INRGREF | 4: DGACTIONA | 5: CRDA Nabeul | 6: ODESYPANO | 7: CRDA Béja

RÉFÉRENCES

- Hattab, S., Boussetta, H., Banni, M., 2014. Influence of nitrate fertilization on Cd uptake and oxidative stress parameters in alfalfa plants cultivated in presence of Cd. *Journal of soil science and plant nutrition*. 14, 89-99.
- Hattab, S., Hattab, S., Banni, M., Hernández, L.E., Boussetta, H., 2013. Modulation of antioxidant responses of *Medicago sativa* under cadmium and copper stress. *African Journal of Agricultural*. 8, 2297-2306.
- Hattab, S., Hattab, S., Flores-Casseres, M.L., Boussetta, H., Doumas, P., Hernandez, L.E., Banni, M., 2016. Characterisation of lead-induced stress molecular biomarkers in *Medicago sativa* plants. *Environmental and Experimental Botany*. 123, 1-12.
- Helaoui, S., Boughattas, I., Hattab, S., Mkhinini, M., Alphonse, V., Livet, A., Bousserhine, N., Banni, M., 2020. Physiological, biochemical and transcriptomic responses of *Medicago sativa* to nickel exposure. *Chemosphere*. 249, 126121.
- Helaoui, S., Mkhinini, M., Boughattas, I., Alphonse, V., Giusti-Miller, S., Livet, A., Banni, M., Bousserhine, N., 2020. Assessment of Changes on Rhizospheric Soil Microbial Biomass, Enzymes Activities and Bacterial Functional Diversity under nickel Stress in Presence of Alfalfa Plants. *Soil and Sediment Contamination An International Journal*.
- Soussou, S., 2014. Adaptation de la symbiose Fabacées-rhizobium aux sites miniers : Absorption du zinc par *Anthyllis vulneraria* et analyse de la diversité des bactéries symbiotiques d'*Hedysarum coronarium*. Thèse de Doctorat, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariam. pp190.

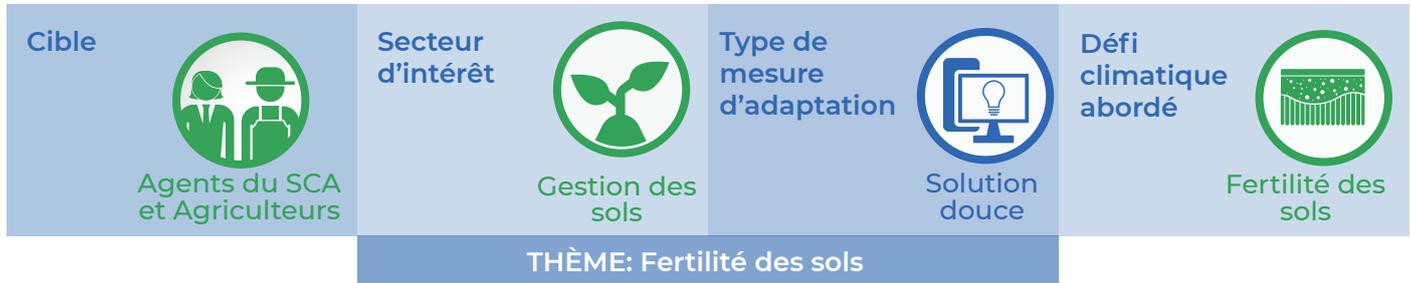


Photo 1: La luzerne

DIAGNOSTIC DE LA BIO-FERTILITE DES SOLS AGRICOLES

Objectif: améliorer la fertilité des sols par des méthodes de diagnostic

Mots clés: bio-fertilité des sols, bio-indicateurs de la qualité des sols, faune du sol



Le sol représente le plus important réservoir de la biodiversité de notre planète (Brown et al., 2000), notamment en micro e en macro-organismes. Ces deux éléments constituent le maillon indispensable de la biofertilité des sols, appelée encore fertilité biologique. Par conséquent, le sol constitue une entité vivante et dynamique, en perpétuelle évolution, pouvant être perturbée par de nombreux facteurs; parmi lesquels les pressions anthropiques qui deviennent de plus en plus préoccupantes. Par exemple, les intrants agricoles constituent des apports généralisés en éléments traces métalliques (ETM) notamment à travers les fertilisants organiques et minéraux, les amendements, les produits phytopharmaceutiques et l'épandage de boues d'épuration (Boughattas et al., 2016; Hattab et al., 2020).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La biofertilité des sols peut être estimée à partir de mesures directes ou indirectes d'indicateurs variés de son fonctionnement et de son état. Pour cela, l'approche de biosurveillance des sols agricoles a été développée en utilisant les bioindicateurs du sol. Les bioindicateurs du sol intègrent l'ensemble des stress environnementaux (pollution, état physique du sol, variations climatiques, modifications biologiques) et renseignent sur l'état global du sol. Selon Bispo et al. (2009), un bioindicateur de la qualité des sols doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Etre connu scientifiquement (sa biologie et écologie doivent être maîtrisées);
- Etre lié à des fonctions de l'écosystème ;
- Intégrer des propriétés ou des processus physiques, chimiques et biologiques du sol ;
- Pouvoir rendre compte notamment des méthodes de la gestion des sols et des différents types de pollution des sols ;
- présenter des qualités de mesure (précision, fiabilité, robustesse) ;
- Etre validé (connaître l'amplitude des réponses liées aux variations naturelles) ;
- Etre facile à utiliser et peu cher (échantillonnage et détermination).

Plusieurs acteurs biologiques du sol sont des bioindicateurs potentiels de la qualité des sols. Ces derniers peuvent être soit de l'ordre microscopique, telles que les enzymes et les bactéries du sol ou bien macroscopique tels que les vers de terre.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

C'est dans l'optique de faire le diagnostic de la qualité des sols, de suivre et d'assurer les actions de protection ainsi que de sa gestion, qu'il convient de définir des indicateurs qui permettent à la fois d'identifier et de quantifier les perturbations, les transformations du sol et les impacts sur les écosystèmes. Pour toutes ces raisons, des indicateurs biologiques ont été développés afin de prédire la qualité des sols car les paramètres biologiques intègrent l'ensemble des stress environnementaux (pollution chimique, état physique du sol, variations climatiques, modifications biologiques, etc.) et renseignent sur l'état global du sol (Boughattas et al., 2016; Boughattas et al., 2018).



Le diagnostic de la biofertilité des sols permet de prédire l'effet des perturbations et des changements climatiques et de prévenir leurs impacts à court et à long terme. Par conséquent, des mesures seront prises afin d'améliorer la biofertilité des sols et de diminuer les effets néfastes des changements climatiques tel que l'apport des amendements organiques et la diminution de l'apport des intrants agricoles.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
Moyen
Faible
Non

AUTEURS

Iteb Boughattas¹, Marouene Mkhinini², Sabine Hattab², Fethi Bouksila³, Amira Khemiri⁴, Imane Ben Romdhane⁵,

1: CRRGC Béja | 2: ISA Chatt Mariem | 3: INRGREF | 4: ODESYPANO | 5: DGAFTA

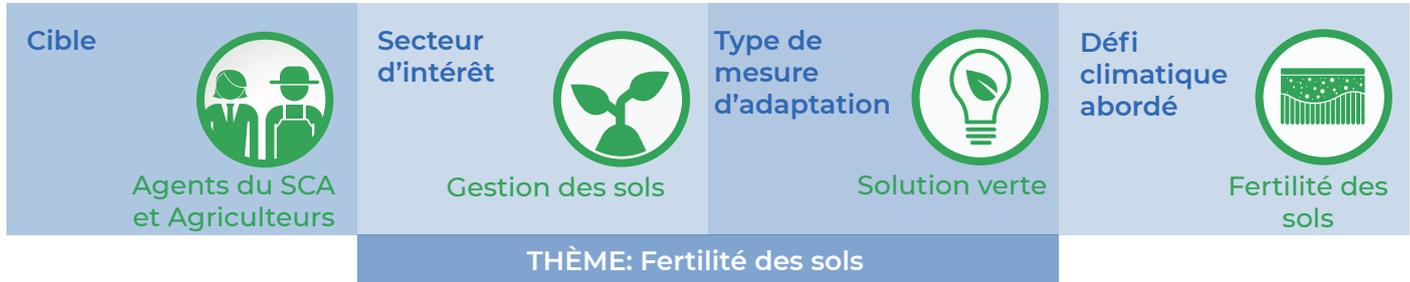
RÉFÉRENCES

- Hattab S, Boughattas I, Mkhinini M, Banni M. 2020. Impact of Intensive Farming on Soil Heavy Metal Accumulation and Biomarkers Responses of Earthworms *Eisenia andrei*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 105(4) 559-564
- Boughattas I, Hattab S, Boussetta H, Banni M, Navarro I. 2016. Impact of heavy metal contamination on oxidative stress of *Eisenia andrei* and bacterial community structure in Tunisian mine soil. *Environmental Sciences and Pollution Research*. 24:18083-18095.
- Boughattas I, Hattab S., Boussetta H, Alphonse V, Livet A, Giusti-Miller S, Banni M, Bousserhine N. 2018. Use of earthworms *Eisenia andrei* on the bioremediation of contaminated area in north of Tunisia and microbial soil enzymes as bioindicator of change on heavy metals speciation. *Journal of Soils and Sediments*. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2038-8>.
- Bispo, A., Grand, C., Galsomies, L., 2009. Le programme ADEME "Bioindicateurs de qualité des sols" : Vers le développement et la validation d'indicateurs biologiques pour la protection des sols. *Étude et Gestion des Sols*. 16, 145-158.

UTILISATION DU BIOCHAR POUR AMELIORER LA FERTILITE DES SOLS AGRICOLES

Objectif: améliorer la fertilité des sols agricoles en utilisant le Biochar

Mots clés: biochar, fertilité du sol, capacité de rétention en eau



La recherche des pratiques culturales permettant de pallier aux effets néfastes des changements climatiques tels que le stress hydrique, l'appauvrissement en matière organique constitue une priorité nationale. L'ajout du Biochar lors de la fertilisation pourrait améliorer les performances agronomiques des cultures et de pallier aux changements climatiques. Le biochar est une forme de valorisation de matières premières telles que les déchets agricoles: fumier d'animaux et produits de papier. Ainsi, c'est une manière de transformer les déchets en substances utiles à la valeur ajoutée. En outre, l'ajout du biochar pourrait diminuer l'utilisation des fertilisants de nature chimique et lutter contre la dégradation des sols et la pollution des nappes (Lehman et al., 2011 ; Dai et al., 2020).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les biochars sont des substances poreuses riches en carbone. Les propriétés physicochimiques des biochars dépendent du type de la biomasse utilisée (nature et état (brut ou bien traitée ...)) ainsi que des conditions opératoires du processus de pyrolyse. D'un point de vue chimique, le biochar est une matrice composée principalement de carbone (C: 70-90% en masse sèche) (Xu et al., 2017). Après le carbone, les éléments les plus abondants sont l'oxygène et l'hydrogène. Pour une application agricole, Baldock et Smernik (2002) recommandent d'utiliser des biochars disposant de ratios molaires O/C < 0,2 et H/C < 0,4. En plus de la fraction carbonée, les biochars possèdent aussi une teneur en matières minérales relativement importante. Elle est essentiellement composée des métaux alcalins (K et Na) ET alcalino-terreux (Mg et Ca). Les biochars peuvent être produits à partir de plusieurs biomasses : Boue d'épuration, paille de blé, bois de taille... Les conditions de formation sont similaires à celles de la production du charbon de bois lors d'un feu de forêt ou de champs (Schmidt et. Noackou, 2000) lors de la carbonisation dans des charbonnières traditionnelles. La dose d'application du biochar varie de la culture, l'espèce, les propriétés physico-chimiques du sol. Les pourcentages appliqués varient de 1% à 10 % / Kg du sol.



Photos : Epandage du biochar dans la parcelle



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'ajout de biochars aux sols agricoles comme amendements peut induire des modifications potentielles des propriétés physiques, chimiques et microbiologiques des sols (Verheijen et al., 2010). Les paramètres affectés directement sont principalement la porosité, la densité apparente, la stabilité des agrégats, la conductivité hydraulique, la capacité de rétention en eau et en nutriments, la capacité d'échange cationique (CEC) du sol, le pH des sols, la composition et l'activité microbienne (Verheijen et al., 2010). La majorité de ces essais a montré globalement un effet bénéfique sur la croissance des plantes et les rendements en cultures. Ces effets dépendent à la fois du type de biochar utilisé (matière première et conditions opératoires de pyrolyse), la dose rajoutée, le type de sol agricole, le climat ainsi que l'espèce de la plante semée ou cultivée.

L'utilisation du biochar aura des impacts sur :

- Les modes de gestion des sols qui permettent d'atténuer l'effet des changements climatiques et d'améliorer la performance agricole tout en diminuant l'apport en engrais.
- La conception des techniques culturales et des méthodes d'irrigation adaptées pour les agriculteurs.

Ces feuilles de route permettront l'amélioration et la stabilisation de la productivité et de la qualité des produits agricoles d'où une amélioration de la rentabilité économique.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	
		Fort  Moyen 

AUTEURS

Iteb Boughattas¹, Sondes Helaoui², Marouen Mkhinini², Sabine Hattab ², Fethi Bouksila³, Amel Chaabi⁴
 1: CRRGC Béja | 2: ISA Chatt Mariem | 3: INRGREF | 4: ODESYPANO

RÉFÉRENCES

-  Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., & Crowley, D. (2011). Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(9), pp. 1812-1836.
-  Dai Y, Zheng H, Jiang Z, Xing B. 2020. Combined effects of biochar properties and soil conditions on plant growth: A meta-analysis, *Science of The Total Environment* 713:136635,
-  Xu X, Y. Zhao, J. Sima, L. Zhao, O. Mašek, et X. Cao (2017). Indispensable role of biochar-inherent mineral constituents in its environmental applications: A review. *Bioresource Technology*, vol. 241, noSupplement C, 887-899, oct. 2017.
-  Baldock J. A. et Smernik R. J. (2002). Chemical composition and bioavailability of thermally altered *Pinus resinosa* (Red pine) wood. *Organic Geochemistry*, 33 (9), 1093-1109, sept. 2002.
-  Schmidt M. W. I. et A. G. Noack (2000). Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global Biogeochem. Cycles*, 14 (3), 777-793, sept. 2000.
-  Verheijen F., L. Jeffery Simon, A. C. Bastos, M. Van Der Velde, et I. Diafas (2010). *Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions* », European Commission, EUR - Scientific and Technical Research Reports, 2010.



GESTION DES FORETS

STRATÉGIE D'EXPLOITATION DURABLE DE PISTACHIER LENTISQUE (PISTACIA LENTISCUS), UNE PLANTE AROMATIQUE ET MÉDICINALE EN VOIE DE RÉGRESSION

Objectif: améliorer les pratiques d'exploitation des zones couvertes de lentisques pour éviter la dégradation induite par le changement global

Mots clés: pistachier lentisque, plantes aromatiques et médicinales, régression



Pistacia lentiscus, ou lentisque est une richesse naturelle largement présente dans les zones forestières du nord de la Tunisie, couvrant une superficie estimée à 69 000 ha dont 25 172 ha sont situés dans la région de Bizerte (DGF, 2010). Connue pour ses propriétés médicinales et ornementales, cette espèce est actuellement largement exploitée. La régression des superficies couvertes de lentisques et la perte totale de biomasse sont dues à des pratiques sylvicoles incommodes, à la surexploitation tant par la récolte que par le pâturage, aggravées par les effets du changement climatique. Ces conditions difficiles induisent une augmentation des infestations de ravageurs tels que *Orgyia trigotephras* (Ezzine et al., 2012).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Pour améliorer l'exploitation actuelle des zones couvertes de lentisques, une stratégie sur mesure doit être élaborée avec les professionnels du secteur, comprenant un ensemble d'actions clés:

- Création de vergers pilotes pour améliorer la productivité et la qualité du produit final.
- Elaboration de lignes directrices pour l'adoption des meilleures pratiques pour l'exploitation des lentisques.
- Multiplication par marcottage en pépinière et plantation en rangs de *Pistacia lentiscus* dans les zones défrichées.
- Promotion de l'utilisation du lentisque dans les interventions de prévention des incendies de forêt, telles que les coupe-feux.
- Promotion des interventions sylvicoles dans les zones naturelles couvertes de lentisques, telles que les coupes de régénération, les coupes d'éclaircie, l'élagage, etc.
- Amélioration des méthodes de taille qui favorisent l'exploitation.
- Promotion de la lutte biologique contre les ravageurs.
- Planter des cultures fourragères alternatives dans les zones de pâturage où le lentisque est présent.
- Renforcement des capacités de la main-d'œuvre des filières lentisques
- Amélioration des équipements d'exploitation tels que les échelles, les râteaux vibrants, les



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La récolte des baies est une tradition en Tunisie, et joue un rôle économique important en contribuant à améliorer les revenus des ménages dans certaines zones forestières. Par exemple, dans la zone de Kroumirie-Mogods, en moyenne 60 litres d'huile fixe par an peuvent être produites et vendues au prix de 4000 DT, générant des opportunités d'emploi, notamment pour les femmes dans les zones rurales. Les actions stratégiques suggérées permettraient



de sensibiliser à l'importance de la conservation du patrimoine naturel dans la région et d'encourager l'installation des populations dans les zones rurales. La préservation des zones couvertes de lentisques aurait un impact important sur la réduction de la vulnérabilité des forêts de Kroumirie, ainsi que sur les bénéfices socio-économiques-politiques au niveau local, national et même international (Mezni et al, 2015)

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
Moyen
Faible
Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
AVFA (Agence de la vulgarisation et de la formation professionnelle)	Formation et vulgarisation
INRGREF	Recherche, renforcement
DGF et les arrondissements forêts	Gestion
Population	Sensibilisation, participation et renforcement
Organisations non gouvernementales	Sensibilisation

AUTEURS

Mabrouk Grami¹, Mohamed Saideni¹, Kaouther Ben Yahia², Jamel Aloui¹, Hela Hassine Rezgui³, Abdessatar Belkhouja⁴, Narjess Ourgui⁵.

1: CFPA, Rimel | 2: INRGREF | 3: ISA Chott-Mariem | 4: Arrondissement Forêt Bizerte | 5: arrondissement vulgarisation, Bizerte

RÉFÉRENCES

- DGF (2010) : Résultats du 2ème inventaire forestier et pastoral national, 2010.
- O. Ezzine, M. Dahmouni, M. L. Ben Jamâa, M. Grami, S. Nouira, (2015) : Relation entre les chenilles d'*Orgyia trigotephras* (Lepidoptera, Lymantriidae), insecte polyphage, ravageur du chêne liège, et ses plantes hôtes en Tunisie. *Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bulletin* Vol. 76, 2012 pp. 271-278.
- F. Mezni, A. Khaldi, N. Nasr, A. Bougacha (2015) : Fiche technique de l'extraction mécanique de l'huile fixe de lentisque.



hydrolat



huiles essentielles

Photo: Distillation et extraction des huiles essentielles

STRATÉGIE D'EXPLOITATION POUR LA PRÉSERVATION DES RESSOURCES FORESTIÈRES EN KROUMIRIE (NORD-OUEST TUNISIEN)

Objectif: améliorer la conservation des précieuses ressources forestières de la Kroumirie grâce à une stratégie d'exploitation sur mesure impliquant de petites entreprises locales et des coopératives de développement local (GDAs).

Mots clés: exploitation durable, ressources forestières, Nord-Ouest de la Tunisie



Les écosystèmes forestiers sont d'une grande importance écologique et représentent une ressource économique et sociale majeure en Tunisie (GIZ, 2014). Cependant, le changement climatique menace ces forêts par des stress thermiques, hydriques et de nouveaux stress biotiques (Ben Yahia, 2017, Manai, 2017). Par exemple, dans la forêt de Kroumirie, les effets combinés du feu, de l'action anthropique et des attaques de ravageurs conduisent à un déclin des peuplements forestiers adaptés à la production de bois (Hasnaoui, 2008). Relever ces défis est actuellement limité par des contraintes telles que le budget, les ressources personnelles et la logistique qui empêchent les gestionnaires locaux d'intervenir de manière adéquate



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Afin d'améliorer la conservation des précieuses ressources forestières de la Kroumirie, une stratégie d'exploitation devrait être mise en place, visant à surmonter les contraintes actuelles. Cette stratégie doit étayer les plans de développement, contribuer à améliorer le contrôle et la mise en œuvre des interventions, fournir des outils de gestion adaptés et s'appuyer sur un budget annuel. La stratégie devrait également impliquer des améliorations des infrastructures de base actuelles pour la gestion des forêts, telles que les tranchées d'incendie, les pistes forestières, etc. En outre, les petites entreprises locales et les coopératives de développement local (GDA) devraient être fortement impliquées dans la conception et la mise en œuvre de la stratégie et établir une dynamique de cogestion.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'amélioration des stratégies d'exploitation de la forêt de Kroumirie devrait réduire la vulnérabilité du secteur local du bois à la fois au changement climatique et aux facteurs de stress d'origine humaine. Une stratégie de gestion améliorée pourrait favoriser un meilleur entretien des écosystèmes forestiers, en réduisant l'incidence des ravageurs et des incendies de forêt. L'amélioration de la santé de la forêt de Kroumirie pourrait stabiliser la disponibilité de la matière première (bois de chauffage, pâturage, etc.) et améliorer la qualité du bois, essentiel pour l'industrie forestière locale. Pour que ces pratiques soient durables et évitent la surexploitation, l'engagement de petites entreprises locales et de groupements de développement agricole (GDA) spécialisés en foresterie pourrait favoriser la création de nouveaux emplois, en même temps que l'extension des chantiers de reboisement et le maintien des jeunes plantations d'arbres.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Fort
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Moyen

Fort Moyen Faible

ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Division des Forêts Tabarka	Support financier
INRGREF	Recherches
Arrondissements des forêts Ain Drahem et Jendouba	Aménagement
Direction Générale des Forêts	Aménagement et gestion des forêts

AUTEURS

Béchir Aloui¹, Nouredine Azizi¹, Kaouther Ben Yahia², Jalel Mabrouk³, Mabrouk Gadraoui⁴, Lotfi Hmaidi⁴, Heithem Amri⁴, Mongia Brinsi⁵, Mahmoud Gasmî⁶, Mohsen Aouini⁶,

1: Service forêt Tabarka | 2:INRGREF | 3: DGF | 4: Arrondissement Jendouba | 5: service forêt Tabarka | 6: Service forêt Ain Drahem

RÉFÉRENCES

- Ben Yahia K. (2017) : *Fonctionnement d'un écosystème de Chêne liège (Quercus suber L.) de la Kroumirie (Tunisie du Nord-Ouest) : Suivi phénologique, mécanismes écophysiologicals et essai de modélisation du bilan hydrique. Thèse de doctorat en Sciences agronomiques, spécialité GREF, de l'Institut National d'Agronomie de Tunisie, 193p+ annexes.*
- GIZ (2014) : *Etudes de la Vulnérabilité de trois écosystèmes tunisiens face au changement climatique. Rapport de synthèse, 152p.*
- Hasnaoui F. (2008) : *le dépérissement des chênaies du Nord – Ouest Tunisien : Diagnostic, Causes et conséquences. Thèse de doctorat en Sciences agronomiques, spécialité GREF, de l'Institut National d'Agronomie de Tunisie, 203 pages + annexes.*
- Manaii Y. (2017) : *Etude des lépidoptères défoliateurs des chênes au Nord-Ouest de la Tunisie : Biodiversité et interactions insectes/plantes hôtes. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de Tunis, 271p.*

PRÉVENTION ET GESTION DES FEUX DE FORÊTS DANS LA RÉGION DE KROUMIRIE

Objectif: préserver les écosystèmes forestiers en développant un système d'alerte précoce et améliorer les canaux de communication pour la prévention et l'extinction des incendies dans la région de Kroumirie

Mots clés: sécheresse, feux, forêts



La réduction des précipitations due au changement climatique a créé des conditions de sécheresse exacerbées par l'augmentation des températures de l'air (nombre de jours de pluie <120). Les écosystèmes forestiers très diversifiés et pyrophiles de la région de Kroumirie sont menacés par une fréquence et une intensité accrues des sécheresses (Ben Yahia, 2017). Les impacts spécifiques restent incertains en termes de résilience des espèces, tandis que le risque accru d'incendies de forêt a un degré élevé de certitude. Les feux de forêt sont devenus très fréquents au cours de la dernière décennie (89 ± 42,2 ha à Jendouba, 44 ± 33,8 ha à Béja et 36 ± 25,03 ha à Bizerte), ravageant annuellement 114 ± 76,2 ha à Jendouba 307,9 ± 303,5 et ha à Bèjà, 685,9 ± 1290,4 ha à Bizerte (DGF, 2021). La période de risque d'incendie s'étend du 1er juin au 31 octobre et les incendies surviennent principalement entre juillet et août (Sebei, 2015).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Pour adapter les forêts de Kroumirie à un risque accru d'incendies de forêts, des stratégies de gestion améliorées sont nécessaires pour sauvegarder, préserver et protéger les forêts à travers:

- Mise en place d'une plateforme numérique commune pour surveiller les risques d'incendies de forêts, la détection des incendies et permettre l'alerte précoce (Système d'Alarme Précoce).
- Développer des cartes de sensibilité aux feux de forêt des formations forestières de la Kroumirie, basées sur l'inflammabilité des espèces et les paramètres liés au changement climatique.
- Révision et mise à jour des plans d'aménagement et de gestion des forêts en tenant compte de l'environnement socio-économique.
- Amélioration des infrastructures (piste, tranchée pare feu, plantation de cactus sur les bords des tranchées pare feu, création de lac collinaire, captage des sources, postes de vigie, sentier, etc...)
- Réhabilitation des réseaux de communication (jumelles, carte d'état-major, poste radio de transmission, kit de premières interventions, application smartphone) et renforcement du système de suivi relatif à la protection de la forêt au sein de la Direction Générale des Forêts et formation et appui davantage l'aspect de communication et de sensibilisation du personnel de la DGF
- Renforcer la vigilance à tous les niveaux tout au long de l'année.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Une meilleure gestion des feux de forêt réduirait la vulnérabilité des forêts de la région de Kroumirie en renforçant à la fois la prévention et l'alerte précoce peut limiter efficacement les dommages causés par les incendies. Une gestion forestière accrue contribuerait également à améliorer la santé des forêts, en adaptant les interventions en fonction des informations disponibles, telles que la limitation du carburant et la prolifération des espèces d'arbres pyrophiles sur la base des cartes de sensibilité.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Fort
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Fort

Fort
Moyen
Non

ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
INRGREF	Recherches, renforcement
Direction Générale des Forêts (DGF)	Autorité centrale
Ministère des affaires locales et de l'Environnement)	Renforcement
Arrondissements des Forêts	Autorité locale
Population	Sensibilisation, participation et renforcement
Organisations non gouvernementales	Sensibilisation
Les services compétents relevant du ministère de l'intérieur	Intervention et protection

AUTEURS

Kaouther Ben Yahia¹, Zouhair Ben Salem², Mohamed Ben Said³, Lotfi hmaidi⁴, Mohsen zorgui⁴, Lazher hamdi⁵, Mahmoud Gasmi⁵, Mohsen Aouini⁵, Abderrahmen Gasmi⁶, Abdelaziz Hermassi⁷,

1: INRGREF | 2: DGF | 3: MALE (Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement) | 4: Arrondissement Jendouba (DGF) | 5: Arrondissement Ain Drahem(DGF) | 6: Arrondissement Béjà (DGF) | 7: Protection civile

RÉFÉRENCES



Fig 1: Système d'Alarme Précoce (photos prises par kaouther Ben Yahia, 2021)

PLAN D'ACTION SUR LES PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX POUR LES FEMMES RURALES D'AIN DRAHAM

Objectif: promouvoir le renforcement des capacités et l'innovation des femmes rurales exploitant les plantes aromatiques et médicinales

Mots clés: produits forestiers non ligneux, exploitation, femme rurale



Les forêts et l'agriculture de montagne en Tunisie sont parmi les milieux les plus sensibles au changement climatique, notamment aux impacts de la sécheresse. Dans les forêts d'Ain draham, l'exploitation forestière la plus courante repose généralement sur des plantes spontanées (romarin, thym, myrte, lentisque, etc.) utilisées dans l'élaboration de produits aromatiques et médicinaux. Certaines conditions climatiques affectent non seulement les quantités produites mais aussi sa qualité, induisant des difficultés de commercialisation. Dans ces conditions, la performance économique est particulièrement entravée en raison d'un déséquilibre entre la demande et les ressources disponibles en forêt (étude BM, 2018).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Un accompagnement personnalisé de l'administration est indispensable pour valoriser les produits aromatiques et médicinaux de la forêt d'Aindraham. Par conséquent, un plan d'action spécifique devrait être promu, visant à:

- Améliorer la communication au sein du GDA (Groupe de Développement Agricole) et ses relations avec la population, en renforçant l'harmonisation des efforts et de meilleurs résultats.
- Mettre en place des programmes de renforcement des capacités des femmes rurales favorisant les approches innovantes et la gestion des produits forestiers non ligneux, y compris le conseil et l'appui à la commercialisation des produits obtenus.
- Développer une campagne de sensibilisation promouvant les bonnes pratiques, tant au niveau de la collecte que de la transformation des produits.
- La domestication de certaines plantes aromatiques et médicinales afin de réduire le taux d'exploitation des forêts et de rationaliser son utilisation (exemple : cas pilote Groupe de développement agricole Tbaïnia, 2013).
- Développement de modèles de cogestion responsabilisant les organisations socioprofessionnelles pour une bonne gouvernance des ressources forestières.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le secteur des plantes aromatiques et médicinales est un secteur forestier non ligneux fort en Tunisie. Actuellement, le secteur contribue à 0,8% à la formation des revenus agricoles, représente 1% des activités d'exploitation forestière et génère l'équivalent de 250 000 jours ouvrés (étude APIA 2013 citée dans l'étude BM, 2018). L'élaboration de produits aromatiques et médicinaux a un grand potentiel pour créer des emplois et un revenu stable en particulier pour les femmes rurales, favorisant l'autonomisation et le sentiment d'appartenance, ainsi qu'une motivation pour préserver le patrimoine naturel et culturel face au changement climatique.



La promotion de ce secteur peut contribuer à renforcer l'égalité hommes-femmes, par exemple en augmentant le nombre de femmes membres des organisations socioprofessionnelles, même si davantage d'efforts doivent être faits pour assurer leur présence dans des postes professionnels plus élevés. Par ailleurs, la filière aromatique et médicinale contribue à la valorisation des produits et savoir-faire locaux, générant des opportunités pouvant atténuer l'exode rural.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	
	Fort Moyen Faible Non	

ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture, Direction Générale des Forêts	Promouvoir l'intégration d'une législation innovante pour le développement communautaire en matière de concessions, d'enchères et d'accords mutuels d'exploitation, afin de mieux promouvoir les plantes médicinales et la conservation des forêts
Groupement de Développement Agricole et de Pêche (GDAP)	Groupement de développement agricole (Organisations socioprofessionnelles)
Femmes Rurales	Prise de conscience de l'importance de la conservation des forêts d'Ain Draham et de l'utilisation durable des ressources en plantes aromatiques et médicinales
Organisations Non Gouvernementales	Soutenir des opérations pilotes pour les femmes rurales dans les zones forestières vulnérables en encourageant les femmes à consolider leurs sources de revenus (cas de GDA Tbaïnia)

AUTEURS

Hela Hassine Rezgui¹, Kaouther Ben Yahia², Chafik Amri³, Nargess Ouerghui⁴, Lazheri Boudeli⁵, Amal Aloui⁶, Maroua Aloui⁶, Karim Alayet⁶, Najet El Moumni⁷, Olfa Guesmi⁵

1: ISA Chott Mariem | 2: INRGREF | 3: ISA Kef | 4: CRDA Bizerte | 5:ODESYPANO | 6:GDA el Baraka, Tbeïnia | 7:APEL-Nefza

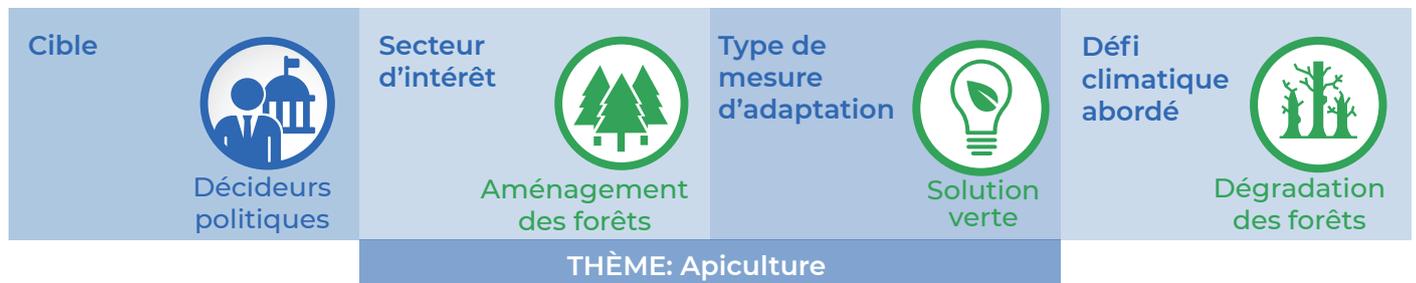
RÉFÉRENCES

https://youtu.be/x9Op-NW_u70 Video valorisation of forest products in the North-West September 2004, (Rapport de la BM,2018), (Rapport APIA, 2013).

STRATÉGIE D'ADAPTATION DE L'APICULTURE EN TUNISIE

Objectif: protéger les colonies d'abeilles en Tunisie en établissant une stratégie d'adaptation pour le secteur, y compris des projets de reboisement et une gestion améliorée des ruches

Mots clés: apiculture, plantes mellifères, changement global



L'apiculture et le secteur de la production de miel sont gravement touchés par la destruction des habitats et le déclin de la biodiversité en raison de la déforestation, de l'industrialisation, de l'extension de l'agriculture, de l'intensification des pesticides utilisés et de la surexploitation généralisée des ressources naturelles. De plus, le changement climatique provoque une désynchronisation des communautés plantes-abeilles, car les variations climatiques saisonnières induisent des périodes de floraison avancées ou retardées affectant la pollinisation, processus essentiel au maintien de la biodiversité, à l'alimentation des abeilles et à la survie de la colonie. En effet, ces changements impactent les réseaux trophiques des abeilles, empêchant la population de se développer correctement, induisant la migration ou la disparition des colonies d'abeilles, ainsi qu'une exposition des abeilles aux ravageurs et prédateurs.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Afin de protéger les colonies d'abeilles en Tunisie, il est crucial d'établir une stratégie d'adaptation pour le secteur, comprenant:

- Des projets de reboisement pour diversifier les espèces d'arbres en fonction de leur période de floraison, en veillant à ce qu'elles soient échelonnées tout au long de l'année.
- Promouvoir les espèces mellifères, nectarifères et pollinifères autochtones telles que les plantes aromatiques et médicinales, les plantes fourragères, etc ...
- Etablir un référentiel pollinique, un calendrier de floraison et une cartographie de la flore mellifère.
- Développer des pratiques agricoles biologiques et respectueuses de l'environnement, favorisant la biodiversité et une lutte intégrée contre les maladies des abeilles, les parasites et les prédateurs
- Lutter contre la mortalité des abeilles grâce à l'innovation, telles que les ruches SMART, qui sont connectées, surveillées en permanence pour identifier les conditions environnementales, détecter les interférences et surveiller la santé des abeilles.
- Inclure tous les acteurs de la chaîne de valeur apicole dans la stratégie d'adaptation.
- Rationaliser la gestion des ruches, en favorisant la transhumance dans une même région biogéographique. Ceci est également important pour maintenir la traçabilité et les certifications du produit, telles que l'Appellation d'Origine Protégée (AOP).



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'apiculture peut apporter des résultats économiques intéressants pour les communautés locales et la productivité du secteur peut être améliorée par la diversification des plantes mellifères et leur tension dans la région. Le miel produit peut bénéficier de stratégies de valorisation des produits, telles qu'une AOC (Appellation d'Origine Contrôlée) et IG (Indication Géographique)



ou de transformation dans l'industrie agroalimentaire, cosmétique, etc. caractérisation physicochimique et méliissopalynologique (Ben Haj Jilani, 2008 ; Ben Haj Jilani et al. 2008). L'amélioration du secteur de l'apiculture peut induire une meilleure conservation des forêts et la durabilité des écosystèmes dans la région.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Moyen
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Moyen

Fort Moyen Faible



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture	Organisation professionnelle de la population, coordinations entre les institutions
Ministères des Finances et de l'Agriculture	Mise en place des mesures stratégiques d'encouragement
Ministère de l'Agriculture et Ministère de l'enseignement supérieur	Accroître la collaboration entre les organisations nationales et internationales, les organisations et les réseaux universitaires

AUTEURS

Narjess Ouerghi¹, Imtinen Ben Haj Jilani², Kaouther Ben Yahia³, Héra Hassine Rezgui⁴, Monia Maalaoui¹
 1: CRDA Bizerte | 2: INAT | 3: INRGREF | 4: ESA Chott Mariem

RÉFÉRENCES

- Ben Haj Jilani I. (2008) : Étude ethnobotanique et méliissopalynologie de la flore du Sud-Ouest du Kef, Thèse en Sciences agronomiques de l'Institut National Agronomique de Tunis, 313p. + annexes.
- Imtinen Ben Haj Jilani, Paul Schweitzer, Mohamed Larbi Khouja, Mongi Zouaghi, Zeineb Ghrabi (2008): Physicochemical properties and pollen spectra of Honeys produced in Tunisia (Southwest of Kef). Journal of APIACTA, 43, 38-48p.
- Pierre Le Hir (09 Juillet 2015) : Le territoire des bourdons se rétrécit sous l'effet du réchauffement climatique « Le Monde ».

APERÇU GENERAL SUR L'ETAT PHYTOSANITAIRE DES CHENAIES TUNISIENNES

Objectif: établir un programme de surveillance des forêts de chênes-lièges, aider les gestionnaires à concevoir et à mettre en œuvre des interventions sylvicoles plus adéquates

Mots clés: dépérissement, chênaie, surveillance



L'état des écosystèmes forestiers en Tunisie, a subi des impacts sévères dus aux

- Déclin des forêts de chênes dû aux agents xylophages (fongiques défoliateurs).
 - Absence de régénération naturelle et les difficultés de mise en place de programmes de régénération artificielle.
 - Actions destructrices et perturbatrices de l'élevage qui fragilisent davantage les arbres et leur vulnérabilité aux ravageurs
 - Graves épisodes de sécheresse estivale dus au changement climatique.
- Pour faire face à ces défis, les gestionnaires devraient encourager les programmes de reboisement avec des espèces feuillues indigènes et productives qui ont une valeur culturelle auprès de la population locale.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Des programmes de suivi spécifiques devraient être mis en place pour consolider les résultats des recherches antérieures (Hasnaoui, 2008) et mieux comprendre les différentes corrélations entre les facteurs intervenant dans le déclin de l'espèce en question. Des facteurs tels que les caractéristiques géographiques et orographiques de la zone ; composition physico-chimique du sol ; les facteurs sylvicoles liés aux peuplements et à l'état sanitaire des arbres en décomposition doivent être suivis périodiquement (une fois par an) entre le 1er juillet et la fin septembre par une équipe multidisciplinaire. Le programme devrait assurer l'analyse d'échantillons de sol et de feuilles d'arbres sains et en décomposition, ainsi que d'échantillons de bois, d'écorce, de feuilles, de liège, de branches, etc. présentant des symptômes de dépérissement, généralement associés à des agents pathogènes.

Le programme doit engager un laboratoire capable d'effectuer toutes les analyses et devrait inclure l'installation d'une station météorologique pour inclure les variables climatiques dans le programme.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le déclin des forêts de chênes induit des pertes de production ainsi que des impacts environnementaux. La mise en place du programme de suivi proposé aidera les gestionnaires à concevoir et à mettre en œuvre des interventions sylvicoles plus adéquates, telles que les coupes sanitaires et les coupes de régénération. La coopération entre gestionnaires et chercheurs du programme permettrait une meilleure conservation du patrimoine forestier, de l'eau et des sols. Une meilleure gestion peut avoir un impact important en assurant une meilleure qualité et quantité du liège et une production de bois de chauffage, contribuant à réduire l'exode rural et à ancrer la population dans son patrimoine naturel productif et à renforcer le développement économique local.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Moyen
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Moyen

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
DGF (Direction Générale des Forêts)	Coordination entre l'équipe de recherche et les services des forêts
ISPT Tabarka	Recherche scientifique
Services Régionaux des forêts	Facilitation du travail sur les forêts pour toute l'équipe

AUTEURS

Fouad Hasnaoui¹, Zouheir Ben Salem², Ikbel Zouaoui¹, Sana Dellai³, Rabiaa Mouhbi³, Hanène Bouraoui¹, Refka Zouaoui¹

1: ISP Tabarka | 2: DGF | 3: IRESA

RÉFÉRENCES

- F. Hasnaoui, i. Zouaoui, c. Abbes (2017): *fungi associated with canker and dieback diseases of cork oak in tunisia*. Volume 40(3). Published april, 01, 2017 www.jnsciences.org e-issn 2286-5314.
- Foued hasnaoui., 2008 : *le dépérissement des chênaies du nord – ouest tunisien : diagnostic, causes et conséquences*. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, institut national d'agronomie de tunisie, 203 pages + annexes.
- Benedetto t. Linaldeddu, foued hasnaoui and antonio franceschini., 2008. *First report of botryosphaeria corticola affecting quercus afares and q. Canariensis in tunisia*. Journal of plant pathology 91(1) : 234.

AMÉLIORATION DES TERRES DE PARCOURS PRIVÉS PAR L'OEP

Objectif: consolider et développer un paquet méthodologique et technique de lutte contre la désertification et de réhabilitation des parcours dégradés

Mots clés: Tunisie, office de l'élevage et des pâturages (OEP), terres de parcours privées



Les forêts et les parcours occupent près de 5,7 millions d'ha (1/3 S.T). Localisés principalement dans les zones arides et semi-arides, sont fortement impactés par les changements climatiques sous l'action de températures plus élevées (augmentation annuelle variable de 2 °C et 2,3 °C à l'horizon 2050, d'une diminution des précipitations moyennes annuelles estimées de 5 à 10 % en 2050, d'une diminution des stocks des eaux , d'une concentration élevée de CO2 et aussi des phénomènes extrêmes par la connaissance davantage de vagues de chaleur et des épisodes de pluies extrêmes.

Au niveau des écosystèmes forestiers et pastoraux, les impacts susmentionnés se traduisent par une dégradation et une perte accrue de la biodiversité auxquelles s'ajoute la forte pression anthropique exercée par le biais du surpâturage.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La déforestation et les activités d'atténuation de la dégradation des forêts et des sont essentiels pour l'adaptation au changement climatique. Le programme d'amélioration pastorale sur les terres de parcours privés exécuté par l'OEP depuis 1990 dans le cadre de la stratégie nationale de reboisement, de lutte contre la désertification et de la conservation des eaux et du sol représente un potentiel technique important qui contribue à la réduction de la vulnérabilité des régions. Les expériences participatives de gestion des ressources naturelles en milieu pastoral conduites par l'OEP ont permis de mettre au point un paquet méthodologique et technique de lutte contre la désertification et de réhabilitation des zones de parcours dégradées, des outils de gestion et de suivi- évaluation pertinents. le paquet doit être davantage promu et consolidé par:

- La recherche et l'adoption d'espèces pastorales prometteuses
- L'instauration d'un programme de multiplication de semences.
- L'intensification de la culture du cactus
- L'introduction de la petite mécanisation pour le broyage des raquettes de cactus (gain de , temps rations complètes, etc ...).



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les impacts constatés par la mission d'évaluation confiée au CNEA de 2005 à 2007 peuvent être pris comme référence pour les résultats attendus du programme, indiquant une amélioration des disponibilités alimentaires de 10 à 30 % et du revenu de 35 à 45 %. Ainsi que la création d'emploi de 4,13 millions de JT au niveau de la communauté et une dynamique d'entreprise rénovée. En outre, le paquet technique et méthodologique a permis d'atteindre des impacts significatifs notamment sur la dynamique des sols, telle que la réduction de l'érosion et la perte de sédiments,



la fixation des berges d'oueds et de banquettes et l'augmentation des réserves hydriques. Les améliorations ont été également notées au niveau de l'augmentation du taux de recouvrement des sols et la réapparition d'espèces pastorales rares.

Obstacles	Solutions
Exploitations éparpillées et de tailles faibles	Coopération plus étroite
Production faible de semences pastorales locales	Meilleure organisation du secteur semencier
Budget faible	Plus d'intérêt pour le secteur par le gouvernement Requêtes de projets défendables pour financement externe
Insuffisance du cadre qualifié	Mise e place d'écoles et d'instituts supérieurs spécialisés
Changement des attitudes et des perspectives des éleveurs	Recours à des incitations telles que le paiement des services environnementaux

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture de la pêche et des Ressources Hydrauliques	Stratégies, fonds legislation ...
Direction Générale des Forêts DGF	Aménagement et conservation des forêts
Direction Générale d'aménagement et conservation des terres agricoles DGACTA	Techniques de conservation des eaux et des sols
Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie INRAT Institut des zones aride	Mise en place de nouvelles techniques, espèces et pratiques et participation à leur diffusion à grande échelle

AUTEURS

Lamia Ben Salem¹, Adel Setti¹, Amna Werghi², Mouna El Hidhli³, Monia Bouzazi ⁴, Rania Mechergui⁵,

1: OEP Tunis | 2: OEP Kef | 3: OEP Bizerte | 4: OEP Jendouba | 5: INRATEG

PROMOUVOIR L'UTILISATION DES CONNAISSANCES ET DES PRATIQUES SCIENTIFIQUES POUR AIDER LES FORETS A S'ADAPTER A LA SECHERESSE

Objectif: établir un plan de gestion forestière fondé sur la science, y compris des études spécifiques pour concevoir des options d'adaptation à la sécheresse

Mots clés: forêts, sécheresse, gestion



Le climat en Tunisie est très irrégulier, avec une pluviométrie faible, très inégalement répartie dans l'espace et très irrégulière dans le temps. L'une des manifestations les plus inquiétantes de cette variabilité est la sécheresse. En Tunisie, la série des anneaux de croissance des arbres au cours des 1000 dernières années suggère que les périodes de sécheresse se produisent de façon cyclique tous les 20 ans ou plus, en moyenne, et peuvent durer deux, trois et quatre années consécutives. Il existe un risque réel de déséquilibre, de dégradation et de déclin de la forêt tunisienne. Plusieurs études ont déjà étudié ce phénomène et son impact sur nos forêts (Touhami et al. 2019). En effet, il provoque une baisse de la croissance des arbres et une réduction du rendement des forêts de pins, qui constituent le combustible des feux de forêt (Fkiri et al 2018, 2019).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Le maintien de la structure et de la fonction des forêts tunisiennes est un défi majeur pour les gestionnaires forestiers face à la sécheresse. Des études empiriques et des expériences centrées à la fois sur les objectifs et sur les réponses d'adaptation sont nécessaires pour améliorer la base scientifique des stratégies de gestion forestière et pour soutenir l'adaptation des forêts ainsi que le développement de plans et de directives efficaces concernant les ressources naturelles (sol, plantes et eau). Des recherches spécifiques doivent être proposées, développées et promues pour permettre d'expliquer et de comprendre la réponse des forêts aux sécheresses extrêmes. Par exemple, la caractérisation de la réponse physiologique des arbres au déficit hydrique (dynamique de l'eau dans le métabolisme des arbres en mesurant le potentiel hydrique, l'efficacité de l'utilisation de l'eau, la conductivité hydraulique, l'évapotranspiration (ET), l'indice standardisé de précipitation (SPI), etc. Dans le même contexte, des analyses dendrochronologiques et climatologiques capables d'enregistrer à des échelles temporelles et spatiales plus ou moins grandes, permettraient d'étudier les réactions des espèces forestières aux événements climatiques, en particulier la sécheresse. Du côté des praticiens, l'amélioration des méthodes de gestion forestière, comme l'introduction d'arbres ou d'arbustes polyvalents, contribuerait à générer de la résilience en renforçant la conservation de l'humidité du sol.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La sécheresse et ses conséquences peuvent affecter toutes les parties de l'environnement et nos communautés et auront des impacts environnementaux, économiques et sociaux majeurs. Par conséquent, les améliorations suggérées dans les plans et les directives de gestion forestière aideront à réduire les impacts économiques de la sécheresse, en réduisant la perte de revenus due à la destruction des arbres et la réduction de la production de bois. Une planification basée sur la recherche scientifique aurait des répercussions sur la communauté rurale en réduisant également les impacts sur les produits forestiers non ligneux (PNFL). Ceux-ci sont particulièrement importants pour fournir de la nourriture, des médicaments, du fourrage, etc., augmenter les revenus des communautés rurales et créer des emplois. Protéger les forêts des effets désastreux de la sécheresse peut donc protéger la société contre les pertes économiques, les conflits sur l'utilisation des



ressources en eau, la réduction des activités de loisirs, etc. Sur le plan impact environnemental, une meilleure planification assure la préservation et l'amélioration de la biodiversité, réduisant ainsi le déclin des espèces forestières et contribuant à la lutte contre les incendies de forêt.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Moyen
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Moyen
	Flexible	Moyen
	Robuste	Faible

Fort

Moyen

Faible



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Le ministère de l'agriculture	Promouvoir l'incorporation d'une stratégie efficace pour protéger l'écosystème forestier et augmenter les investissements dans la gestion forestière qui sont directement liés au développement des communautés et de l'environnement.
La direction des forêts	Les pratiques de gestion forestière peuvent partiellement atténuer les effets de la sécheresse en réduisant la densité des peuplements, en sélectionnant des espèces et des génotypes tolérants à la sécheresse. Planter des arbres qui nécessitent moins d'eau et qui sont plus tolérants à la sécheresse.
La communauté indigène / locale	Identifier les indicateurs d'impact de la sécheresse pour la communauté, planifier une campagne de sensibilisation et d'éducation du public.
Les instituts de recherche	Créer une base de données sur les espèces résistantes à la sécheresse pour les programmes de reboisement.

AUTEURS

Sondes Fkiri¹, Sameh Chérif², Boutheina Stiti¹, Mokhtar Baraket¹, Ammar Elhaj¹, Lazhar Hamdi³, Mohsen Aouini³, Jalel Mabrouk⁴, Abdelhamid Khaldi¹, Zouhair Nasr¹

1: INRGREF | 2: FST | 3: CRDA Jendouba | 4: DGF

RÉFÉRENCES

- Ben Jamaa, M.L. 2014. The pine processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa*, in Tunisia. In Chapter 3: Climate warming and past and present distribution of the processionary moths (*Thaumetopoea* spp.) in Europe, Asia Minor and North Africa. "Processionary moths and climate change: an update": 400p.
- Touhami I, Chirino E, Aouinti H, Khorchni A, Mohamed Taher E, Abdelhamid K, Zouhair N (2019). Decline and dieback of cork oak (*Quercus suber* L.) forests in the Mediterranean basin: a case study of Kroumirie. *Journal of Forestry Research* 31(2). DOI: 10.1007/s11676-019-00974-1
- Fkiri S, Guibal F, Fady B, El Khorchani A, Khaldi A, Khouja ML, Nasr Z (2018): Tree-rings to climate relationships in nineteen provenances of four black pines sub-species (*Pinus nigra* Arn.) growing in a common garden from North-west Tunisia. *Dendrochronologia* 50: 44–51.
- Fkiri S, Guibal F, Elkhorchani A, Khouja ML, Khaldi A, Nasr Z (2019). Relationship between climate and growth of two North African varieties of *Pinus pinaster* Arn. *African Journal of Ecology* 00:1–8. <https://doi.org/10.1111/aje.12610>.

RENFORCER LE ROLE DES POPULATIONS LOCALES DANS L'AGROFORESTERIE

Objectif: créer une plateforme multi-acteurs pour l'élaboration d'un plan de développement communautaire agroforestier participatif

Mots clés: approche participative, agroforesterie, développement durable



Le changement climatique a affecté les secteurs agricoles des zones montagneuses et forestières du gouvernorat de Béja de différentes manières : fluctuation de la production céréalière d'une année à l'autre, baisse de la productivité des parcours en raison de la disparition de certaines espèces spontanées, insuffisance de la quantité d'eau d'irrigation, entre autres. Ces défis ont conduit les populations locales à exercer davantage de pression sur les ressources forestières pour répondre aux besoins des familles et de leur bétail. Grâce à l'approche participative adoptée par ODESYPANO dans les zones montagneuses et forestières du gouvernorat de Béja, le plan de développement communautaire (PDC) a identifié, parmi d'autres, l'agroforesterie comme un élément clé pour faire face au défi de la dégradation des écosystèmes, ainsi que l'amélioration des conditions de vie des populations et leurs sources de revenus.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'agroforesterie est proposée comme une solution qui peut jouer un double rôle dans l'amélioration à la fois de la protection et de la production à moyen et long terme, en diversifiant les moyens de subsistance des populations locales et tout en contribuant à la protection des ressources forestières. De plus, cette approche de développement durable qui implique les populations rurales qui utilisent les forêts peut contribuer à l'atténuation et à l'adaptation aux impacts du changement climatique (C.C)

La spécificité des systèmes agro forestiers au niveau local, nécessite impérativement leur développement et leur adoption dans le cadre d'une approche intégrée. La plateforme aura pour mission la supervision de la mise en œuvre du contenu du PDC qui englobe, parmi d'autres, l'activité agroforesterie. La population, organisée en structures formelles et représentative de la zone d'intervention, serait chargée du suivi de la mise en œuvre du contenu des PDC par les différents acteurs, chacun dans son domaine d'activité. Ces engagements devraient être matérialisés par un contrat-programme annuel cosigné par toutes les parties concernées. Des mesures d'accompagnement et de soutien sont nécessaires pour que ce modèle réussisse, telles que:

- La résolution des contraintes foncières,
- La recherche de développement liée aux systèmes agroforestiers;
- Et enfin, la mise en place d'un système de suivi évaluation.

Ci-dessous, des illustrations de quelques pratiques agroforestières dans le gouvernorat de Béja:



Périmètre d'agroforesterie (Olivier-amandier)



Agroforesterie (olivier - fève)



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVÉ LE DÉFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Du point de vue de la rentabilité, l'agroforesterie est une pratique qui offre plusieurs avantages. Il a un impact positif sur la diversification des cultures, avec des rendements combinés plus élevés (arbres, cultures et / ou bétail). Il favorise le développement local en augmentant les revenus des habitants et en préservant l'environnement.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Moyen
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Moyen

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Office de développement sylvopastoral du Nord-Ouest (ODESYPARANO)	L'objectif d'ODESYPARANO est d'améliorer les conditions socio-économiques de la population rurale du nord-ouest du pays et de promouvoir une meilleure protection et gestion des ressources naturelles grâce à une approche participative
Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA)	Les missions sont : i) la gestion, la conservation et la protection du domaine forestier de l'Etat ainsi que des terres soumises au régime forestier, ii) la promotion des activités forestières et pastorales dans le secteur agricole, iii) le développement socio-économique des communautés de la forêt I, et iv) l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion forestière.
L'Office de l'élevage et des pâturages (O.E.P)	Ses interventions n'affectent que les aspects spécifiques de l'agroforesterie, qui se limitent à l'amélioration des parcours herbacés et à la plantation d'arbustes fourragers.

AUTEURS

Ezzine Massaoudi¹, Kaouther Ben Yahia², Hela Hassine Rezgui³, Chafik Amri⁴, Narjess Ourgui⁵, Abderrahmen Gasmi⁶
 1: ODESYPARANO | 2: INRGREF | 3: ISA Chott Mariem | 4: ESA Kef | 5: CRDA Bizerte | 6: CRDA Béja

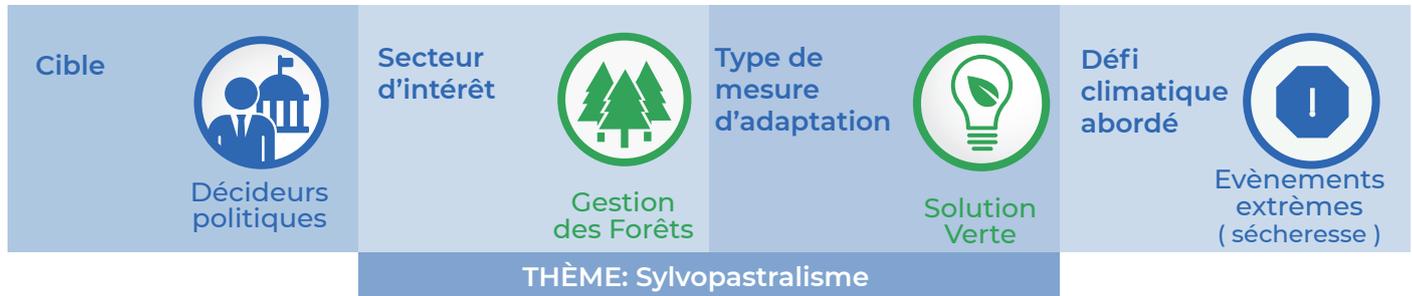
RÉFÉRENCES

- Hichem Khemiri (2017): *Projet DS-SLM d'appui à la décision pour l'intégration et l'extension de la gestion durable des terres agricoles WOCAT L'agroforesterie : une bonne pratique agricole*, 43p.
- Youcef Saâdani (2012): *Importance de l'agroforesterie dans l'aménagement et la conservation du milieu dans les zones montagneuses*, 265-270p.
- Habib Abid (2012): *Réunion régionale sur les impacts du changement climatique, l'adaptation et le développement des régions de Montagne: «Montagnes, Forêts et changements climatiques en Tunisie. Marrakech 16-18 décembre 2012».*

CONTRIBUTION DES SYSTEMES SYLVOPASTORAUX DU NORD DE LA TUNISIE AU DEVELOPPEMENT DURABLE ET A LA GESTION DE LA BIODIVERSITE

Objectif: mettre en place des solutions de gestion sur mesure pour augmenter la résilience des systèmes sylvopastoraux dans le nord de la Tunisie et soutenir la socio-économie locale

Mots clés: système sylvopastoral, réhabilitation des parcours, développement durable



La variabilité interannuelle du climat et les longs épisodes de sécheresse provoquent de graves impacts sur le secteur des pâturages en Tunisie. La diminution de la disponibilité en eau a un impact direct sur les pâturages, les parcours et le secteur forestier, mettant en danger le développement socio-économique et la stabilité sociale dans le nord-ouest de la Tunisie en particulier. Le surpâturage, la mutilation des chênes Zeen et chênes-lièges ainsi que le défrichage font partie des actions anthropiques qui aggravent la situation des parcours forestiers.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Afin de réduire la pression sur les ressources forestières et de ralentir le processus de dégradation accélérée du milieu boisé, des solutions de gestion adaptées doivent être mises en place, assurant à la fois la production fourragère et la protection des écosystèmes. Les recherches menées dans la zone forestière de Tegma ont montré que la réhabilitation spécifique de l'écosystème et les meilleures pratiques doivent être conçues en fonction des conditions pédoclimatiques locales ce qui permet d'augmenter la résilience des systèmes sylvopastoraux. La mise en place de programmes de régénération naturelle assistée et de réhabilitation artificielle (Ben Rhouma et Souissi, 2004), y compris la mise en place de prairies permanentes, l'augmentation de la production de ressources fourragères peuvent réduire la vulnérabilité des parcours de la région..



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'impact d'une conception de gestion améliorée, plus adaptée aux conditions pédoclimatiques locales, peut fournir une production fourragère à partir d'arbustes, du tapis herbacé et des glands de la forêt de Tegma. Les glands ont également un excellent contenu énergétique net qui peut être estimé à 0,9 UF/Kg de matière sèche (Kayouli, 2001). La production fourragère des glands peut être estimée à 1900/ha/an (Mechergui R 2020).

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	
Moyen  Faible 		



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF)	Echanger les Résultats scientifiques, la collaboration scientifique et technique
Direction Générale de la Forêt (DGF)	Diffuser la bonne gestion et l'implication écologique du système sylvo pastoral pour préserver la biodiversité et la gestion durable en Tunisie
CRDA Jendouba	Diffuseur la bonne gestion et l'implication écologique du système sylvo pastoral pour préserver la biodiversité et la gestion durable en Tunisie
OEP	Amélioration du système sylvo pastoral à Jendouba
Institut National de recherche Agronomique de la Tunisie (INRAT)	Collaboration scientifique

AUTEURS

Rania Mechergui¹, Selma Sai Kachout², Amel Ennajah¹, Saleh El Mensi³, Lamia Ben salem⁴, Taoufik Hermi⁵, Mohamed Larbi Khouja¹, Zouhaier Naser¹

1: INRGREF | 2: INRAT | 3: DGF | 4: OEP | 5: CRDA Jendouba

VALORISATION DES STOCKS DE CARBONE DANS LA VÉGÉTATION ARBUSTIVE

Objectif: mettre en place un programme de gestion forestière participative favorisant l'agroforesterie, améliorant la quantification des stocks de carbone dans les arbustes et la valorisation économique des services écosystémiques dans la forêt de chêne-liège tunisienne pour renforcer la résilience locale

Mots clés: atténuation des changements climatiques, strate arbustive, agroforesterie durable



Les forêts tunisiennes sont particulièrement vulnérables en raison de leur localisation au sud du bassin méditerranéen et l'exposition au changement climatique d'une part et la pression exercée par la population locale d'autre part (Khalifaoui et al., 2020). Récemment, la communauté internationale a tenté de limiter les émissions de CO₂ en promouvant des politiques d'adaptation et d'atténuation du changement climatique. Malgré les acquis apportés par l'estimation des stocks de carbone dans la région méditerranéenne, les données sur les arbustes sont rares, notamment en Tunisie. La strate arbustive constitue une étape de transition entre les formations forestières et la désertification mais elle offre aussi une gamme de produits non ligneux et de services écosystémiques non marchands dont les bénéfices sont généralement sous-estimés (Daly-Hassen et al., 2009)..



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Une gestion forestière participative favorisant l'agroforesterie, renforçant les actions visant à renforcer la base de données disponible sur la quantification des stocks de carbone des arbustes et sur l'évaluation économique des services écosystémiques dans la subéraie tunisienne peut améliorer la résilience locale. La sensibilisation, à travers des formations et des ateliers sur la rentabilité de l'exploitation des arbustes pour fournir des produits ligneux et non ligneux (huile, huile essentielle, apiculture, etc.) et la promotion du système agroforestier permettrait aux habitants des forêts de mieux contribuer à la conservation de l'écosystème. Par conséquent, il est crucial d'impliquer les populations locales dans la prise de décision, de reconnaître leurs revendications et de négocier des accords d'exploitation permettant le stockage du dioxyde de carbone et la conservation de la biodiversité..



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les options d'atténuation impliquant la séquestration du carbone dans les écosystèmes sont généralement perçues comme peu coûteuses avec des avantages environnementaux et socio-économiques. Les accords intégrant les différentes perceptions des intervenants garantirait une participation volontaire des populations forestières et des revenus de compensation suffisants. De plus, la disponibilité des données sur les masses fraîches et sèches dans les organes végétaux (racines, bois et feuilles) pourrait induire une meilleure utilisation des arbustes (Stiti et al., 2016): les pipes à partir des racines de Erica arborea, les utilisations médicinales et aromatiques de Arbutus unedo, Myrtus communis et Pistacia lentiscus, etc. Ces données ont un impact important sur les petits exploitants, les startups et les populations locales dans les marchés urbains, ruraux et internationaux prometteurs. En effet, l'exportation des Huiles Essentielles représentait 1% des exportations tunisiennes en 2014 (Taghouti & Daly-Hassen, 2018). Cette approche préserve les ressources génétiques en valorisant leur utilisation durable et contribue à réduire la pauvreté.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Faible
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Fort
	Flexible	Moyen
	Robuste	Faible

Fort Moyen Faible



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture (INRGREF)	Favoriser l'intégration d'une nouvelle législation et prendre des contre-mesures optimales pour le développement communautaire, l'éradication de la pauvreté et la conservation de la biodiversité
Services forestiers	Gérer les écosystèmes et les forêts pour éviter l'extinction ou la dégradation / Verdissement des zones de montagne désertes en impliquant la population locale
Population locale	Agir tout en étant conscient de l'importance de la conservation des écosystèmes et de l'utilisation durable des ressources
Instituts de recherche	Fournir une base de données sur les stocks de carbone dans les forêts et les écosystèmes / Proposer des alternatives de gestion pour l'atténuation du changement climatique
Petits exploitants	Créer des emplois dans les zones forestières vulnérables en encourageant la population à varier ses sources de revenus

AUTEURS

Boutheina Stiti¹, Maryem Khalfaoui¹, Sondes Fkiri¹, Faten Mezni¹, Amar Elhadj¹, Walid Traidi², Faten Ayari¹, Abdelhamid Khaldi¹

1: INRGREF | 2:DGF (Ain Drahem division-Tabarka)

LA TELEDETECTION POUR L'ESTIMATION DE LA BIOMASSE DU ROMARIN (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.)

Objectif: obtenir des informations précieuses sur le rétablissement des écosystèmes dans les zones touchées par les incendies de forêt en estimant la biomasse du romarin grâce à la télédétection

Mots clés: télédétection, romarin, incendie



Le changement climatique induit un risque accru d'incendies de forêt, et dans les bassins versants de Siliana, les forêts s'étendent sur près de 140 000 hectares, correspondant approximativement à 30% de la superficie de ce gouvernorat; notamment dans la délégation de Bargou. Dans cette forêt, les incendies ont dévasté 1415 hectares de bois et de sous-bois jusqu'à l'été 2017. Moins de trois ans après les incendies, la couverture herbacée s'installe, constituant un paysage de couche végétale avec des plantes herbacées (romarin, marrube, etc...).

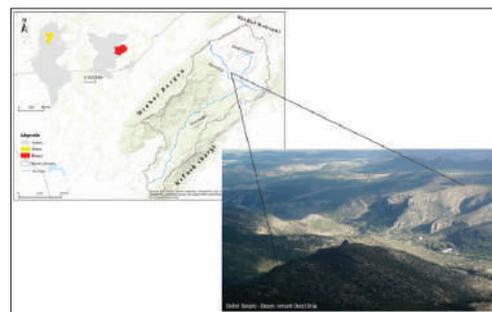


Figure 1. Localisation géographique du bassin versant de l'oued Djebel Bargou - Drija



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les technologies géospatiales se révèlent être un outil précieux pour estimer la biomasse du romarin particulier dans les endroits éloignés tels que les zones semi-arides, et fournissent des informations précieuses sur le rétablissement des écosystèmes.

L'utilisation de ces outils de modélisation peut fournir des informations clés pour l'élaboration de plans de gestion forestière en intégrant le changement spatial approprié du développement de la biomasse du romarin et la détermination des espèces régénératives dans le bassin versant de l'oued Drija (Figure 2).

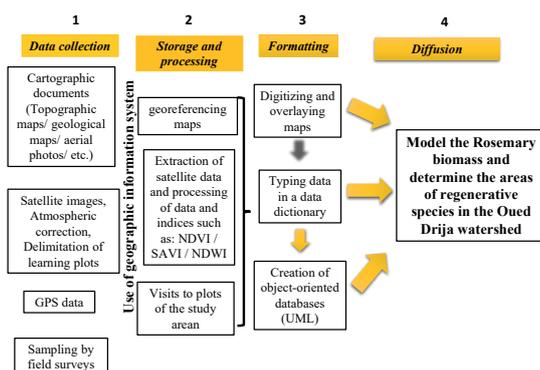


Figure 2 : Schéma du système d'information géographique et des processus de télédétection utilisés pour la biomasse de romarin modélisation et détermination des espèces régénératives dans le bassin versant de l'oued Drija



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFII LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans les forêts du Djebel Bargou, épargnées par les incendies et les champs avoisinants, les activités agricoles sont encouragées par les précipitations abondantes. Ces forêts, comme toutes celles du gouvernorat, continuent de générer des retombées économiques importantes. L'impact d'une meilleure gestion des forêts sur la récolte et l'utilisation durables de la biomasse forestière à des fins commerciales, économiques, sociales et écologiques pourrait aider à faire face aux taux de chômage, à améliorer l'autonomie énergétique des villages de montagne éloignés et à réduire le risque d'incendie de forêt en Méditerranée.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
INRGREF	Recherche appliquée
REF (Régie d'exploitation forestière)	Usager
Municipalité de Bargou	Socio-économie
Subdivision forestière de Bargou	Exécution sur Terrain

AUTEURS

Tarek Fezzani¹, Habib Kachouri², Sonia Sabbahi¹

1: INRGREF | 2: Forest exploitation authority - Ministry of Agriculture.

REFERENCES

- Affo B., 2015. Contribution à l'étude phytoécologique et à l'évaluation de la qualité des écosystèmes ripisylves du bassin versant de l'Ourika (Haut-Atlas), Mémoire de 3ème cycle ENFI, Salé, Maroc, 121p.
- Tawfik A.A., Read P.E. and Cuppett, S.L. 1998. *Rosmarinus officinalis* L. (Rosemary): In Vitro Culture, Regeneration of Plants, and the Level of Essential Oil and Monoterpenoid Constituents. *Medicinal and Aromatic Plants*, Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 349-365.
- José González-Minero F., Bravo-Díaz L. Ayala-Gómez A. 2020. *Rosmarinus officinalis* L. (Rosemary): An Ancient Plant with Uses in Personal Healthcare and Cosmetics. *Cosmetics*, 7(77), 7-17. doi:10.3390/cosmetics7040077
- Akpalu J., 2017. Evaluation de Potentialités de Commercialisation et de valorisation des plantes aromatiques et médicinales dans la Vallée d'Ourika. mémoire de 3ème cycle, ENFI, Salé, Maroc.

AMELIORATION DE LA QUALITE DU CHENE-LIEGE PAR LA TECHNIQUE D'ASSOCIATION SYMBIOTIQUE EN KHROUMIRIE (JENDOUBA)

Objectif: améliorer la qualité marchande et la qualité du liège grâce à des techniques d'association symbiotique avec *Cytisus villosus* et *Cistus Monspeliensis*

Mots clés: *cytisus villosus*, chêne liège, sylvopastoralisme



les forêts de chêne-liège sont en grave dégradation. La diminution de la productivité des espèces et l'augmentation de la mortalité des arbres sont accentuées au cours de ces dernières décennies à la fois par les pressions induites par le changement climatique, telles que la diminution des précipitations estivales et des températures plus élevées, les incendies et les ravageurs, ainsi que par des facteurs induits par l'homme, tels que la surexploitation et les mauvaises pratiques. . Les scénarios climatiques pour le 21e siècle montrent une tendance à la diminution des précipitations et une augmentation des températures suggérant ainsi que la forêt pourrait être affectée en termes de productivité et de mortalité. Les changements climatiques actuels apparaissent comme des facteurs aggravant le déclin de nombreuses espèces forestières en Kroumirie. Cette situation s'est aggravée en raison du manque de régénération naturelle, des opérations techniques de protection et de renouvellement. Malgré l'augmentation du CO2 atmosphérique, les forêts de chênes- lièges n'arrêtent pas de dégénérer et ne bénéficient apparemment pas de cette hausse. Les déficits de l'équilibre hydrique et des éléments nutritifs en sont certainement la cause. En effet, les forêts de chênes-lièges sont en grave dégradation, accentuée au cours de ces dernières décennies par divers facteurs: vieillissement des peuplements, peuplements en exposition sud, incendies, attaques d'insectes et de champignons et surexploitation humaine. L'association du chêne-liège avec des espèces végétales autochtones est une action de recherche originale envisagée par l'institut INRGREF pour résoudre ce problème.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'association du chêne-liège avec des espèces légumineuses comme *Cytisus villosus* et *Cistus Monspeliensis* pourrait influencer positivement sa croissance et sa productivité (glands et liège) en lui apportant les nutriments nécessaires à sa survie face aux contraintes climatiques. Des recherches basées sur le suivi de paramètres clés, tels que les paramètres structuraux, phénologiques et physiologiques, ainsi que la productivité et la qualité du liège (porosité, humidité, durabilité...) montrent que ces associations symbiotiques peuvent améliorer considérablement la santé de l'écosystème du chêne-liège, la croissance des arbres.



Cytisus villosus





IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVIER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La demande de liège des industriels est de plus en plus axée sur des performances de haute qualité pour une parfaite conservation des vins, notamment des vins d'appellation. Chaque année, des industriels comme la Cork New Society à Tabarka achètent le droit de récolter le liège directement sur l'arbre aux propriétaires de chênes-lièges, en établissant des conventions avec l'administration forestière locale (DGF Direction Générale de la Forêt) Le partenariat avec la DGF est essentielle pour promouvoir l'association symbiotique suggérée via les nouveaux plans de développement proposés. Les résultats à long terme des pratiques améliorées de gestion des forêts de chêne-liège peuvent contribuer à autonomiser les populations locales et les fabricants engagés dans cette activité, améliorant la position de marché de cette industrie et stabilisant les revenus. Les relations symbiotiques établies contribuent à réduire la vulnérabilité des forêts de chênes-lièges de la région.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
 Moyen
 Faible
 Non

AUTEURS

Amel Ennajah ¹, Rania Mechergui ², Salma Sai-Kachout³, Maroua Herzi², Zouhaier Nasr²
 1: ISEPBG | 2: INRGREF | 3: INRAT

EUCALYPTUS SP. DANS LA RÉGION ARIDE TUNISIENNE : DIVERSITÉ ET VALORISATION EN APICULTURE

Objectif: éviter l'utilisation d'une seule espèce dans les programmes de reboisement, diversifier les écosystèmes forestiers pour des intérêts écologiques et socio-économiques

Mots clés: eucalyptus sp., régions arides, intérêts apicoles



Les forêts d'eucalyptus plantées pour leurs intérêts mellifères dans le sud tunisien sont affectées par les impacts de l'aridité et du changement climatique. Les plantations à une seule espèce d'Eucalyptus occupent 27 % des plantations de la région, en augmentant ainsi la vulnérabilité aux conditions climatiques extrêmes et aux ravageurs. Cependant, les résultats de recherche dans une germoplasme dans la région de Zerkine (Gabès) montrent qu'au sein du genre Eucalyptus, la résilience varie considérablement entre les espèces et certaines ont une plus grande tolérance que d'autres en termes de taux de survie, de hauteur de plant et de précocité de floraison.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Espèces	Présence dans cette région (+, +/-, -)	Abondance de la floraison (+, +/-, -)	Qualité du pollen et du nectar pour les abeilles (N, P, NP ou NU)
E. camaldulensis	+	+	NP
E. torquata	+	+	NP
E. occidentalis	+	+	NP
E. torquata	+	+	NP
E. torwood	-	+	NP
E. gracilis	-	-	NP
E. brokwayi	-	-	NP
E. gomphocephala	+	-	NP
E. salmonophloia	-	-	NP
E. astringens	-	+/-	NP
E. lesouefii	-	+/-	NU
E. oleosa	+/-	+	NP
E. salubris	+/-	+	NP
E. diversifolia	+/-	+	NP
E. flocktoniea	-	+	NU
E. sargentii	-	+	NU
E. transcontinantal	-	+	NU

Tableau 1. Présence d'espèces dans la région, abondance de floraison et intérêts mellifères (+ : élevé, +/- : moyen, - : faible, N : riche en nectar, P : riche en pollen, p : moins de pollen, NU : données non disponibles).

Pour profiter de la grande diversité observée dans le genre Eucalyptus et identifier les espèces les plus adaptées, chercheurs, forestiers, apiculteurs et associations professionnelles, comme Ruchers de l'Oasis - RDO, ont collaboré pour connaître les espèces mellifères d'Eucalyptus de la région les plus adaptées. Dans un premier temps, ils ont identifié et sélectionné les espèces présentant une



floraison abondante étalée sur plusieurs mois de l'année et tolérantes aux conditions de stress aigu ; ainsi un stock de graines de ces espèces a constitué et multiplié en pépinières. Seize espèces et un hybride ont été identifiés dans la région de Gabès (tableau 1). *E. camaldulensis*, *E. torquata*, *E. microtheca*, *E. occidentalis*, *E. oleosa* et *E. flocktoniae*, ont montré des périodes de floraison abondantes et longues. En outre, *E. camaldulensis*, *E. torquata*, *E. microtheca* et *E. occidentalis* ont montré le taux de dépérissement le plus faible et une résistance élevée aux ravageurs dans des conditions arides. Par conséquent, il faut diversifier les plantations actuelles et éviter la monoculture dans les programmes futurs pour renforcer la résilience et réduire la vulnérabilité de l'apiculture au changement climatique.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFII LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Cette activité vise, à court terme, à analyser la relation entre le changement climatique et les ravageurs identifiés et à améliorer la richesse de la région en arbres forestiers. Cette richesse améliore la production de miel chez les apiculteurs, et ce progrès aurait un impact socio-économie direct sur les gens ruraux. Ainsi, cette collaboration pourrait contribuer à éliminer l'utilisation d'une seule espèce dans les programmes de reboisement et à diversifier les écosystèmes forestiers pour des intérêts écologiques et socio-économiques.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Faible Non

AUTEURS

Ezzeddine Saadaoui¹, Kaouther ben Yahia¹, Imen Chemlali², Souda Belaïd², Aya Maaloul³, Samir Dhahri¹, Chokri ben Romdhane¹, Nouman Massoudi⁴, Fethi Sdiri⁵, Taieb Barbana⁵

1: INRGREF | 2: FSG | 3: ENIG | 4: CRDA Gabès | 5: Ruchers de l'Oasis – RDO

RÉFÉRENCES

- Direction Générale des Forêts, DGF, 2010. Inventaire des forêts par télédétection – Résultat du deuxième inventaire forestier et pastoral national. Ministère de la Défense Nationale, Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche et Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. 195 p.*
- Khouja, M.L., Khaldi, A., Rejeb, M.N., 2001. Results of the Eucalyptus introduction trials in Tunisia. – Proceedings of the international conference. Eucalyptus in the Mediterranean basin: Perspectives and new utilization, 163–168.*
- Somerville Doug. 2000. Flora Resource Database for the NSW Apiary Industry. Rural Industries Research and Development Corporation. 153p.*



Mesures de plants d'Eucalyptus dans la parcelle expérimentale de Zerkine.

RÉGÉNÉRATION DU CAROUBIER (CERATONIA SILIQUA)

Objectif: contribuer à l'amélioration de la régénération et la culture forestière du caroubier (*Ceratonia siliqua*), une espèce indigène à la Tunisie résistante à la sécheresse

Mots clés: régénération, multiplication sexuée, dormance



Les impacts du changement climatique sont particulièrement intenses au niveau de la région méditerranéenne (Pouffary et al., 2018) et il est important de s'adapter aux conséquences de ces changements sur les espèces forestières. En particulier, le caroubier (*Ceratonia siliqua*), une espèce agro-sylvo-pastorale avec d'énormes intérêts socio-économiques et écologiques (Hariri et al., 2009 ; Sbay et Lamhamedi, 2015), est très résistante aux contraintes hydriques et a un impact positif sur la fixation des sols (MAPM / DERD, 2007). Le caroubier a un grand potentiel pour réduire la vulnérabilité des forêts, mais il reste très peu considéré dans les efforts de reboisement en Tunisie. Les principaux défis liés à l'augmentation de l'utilisation agronomique de cette espèce sont liés aux méthodes de multiplication, tandis que l'exploitation économique du caroubier est limitée par le temps nécessaire entre l'établissement de l'arbre et la production de fruits.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'amélioration de la multiplication sexuelle par l'application de prétraitements innovants sur les graines peut augmenter de manière significative les taux de semis. Ces techniques comprennent la scarification mécanique des graines, le trempage dans l'acide sulfurique ou dans l'eau chaude et dans le nitrate de potassium à différentes concentrations et pour différentes durées.

En outre, l'amélioration des pratiques agronomiques, telles que la sélection des variétés les plus résistantes aux facteurs de stress environnementaux, ou le fait d'éviter de planter des plantes mâles et femelles sur les mêmes terres agricoles afin d'empêcher la pollinisation, peut améliorer de manière significative la production de caroube.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



(a) Feuilles du caroubier



(b) Graines



(c) Gousses du caroubier



(d) Arbre adulte du caroubier

Photos de Zouaoui Refka, 2021

L'échelle d'application du caroubier comprend l'industrie du bois (bois de qualité) ; l'ornementation et le paysage (Batlle et Tous., 1997) ; l'économie, l'alimentation, la médecine et les cosmétiques



(gousses entières, pulpe, graines et gomme) (El Batal et al, 2013) ; l'écologie (protection des sols contre la dégradation) (Sbay et Lamhamedi, 2015) ; le pastoral et le mellifère (Hariri et al., 2009), et est particulièrement intéressante dans les régions sèches et dans les zones où les processus de désertification deviennent de plus en plus alarmants (Ait Chitt et al., 2007). La Tunisie ne produit actuellement que 3% de la production mondiale de caroubier, elle devrait donc revaloriser et encourager sa culture potentialisant l'économie nationale (liste des projets prioritaires) (Khaldi, 2012). Le caroubier peut fournir une ressource vitale pour de nombreux peuples méditerranéens (Baumel et al., 2017), car il est une source de bon marché d'hydrates de carbone qui est explorée comme un matériau pour produire du bioéthanol (Turhan et al., 2010).

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	
		Fort Moyen Faible Non

AUTEURS

Refka Zouaoui^{1,2}, Sana Dallali¹, Youssef Ammari², Rabia Mouhbi¹, Lazher Hamdi³, Foued Hasnaoui¹

1: I ISP Tabarka | 2: INRGREF | 3: CRDA Jendouba

RÉFÉRENCES

- Ait Chitt M., Belmir M. et Lazrak A. (2007). Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. *Transfert de technologie en Agriculture*, N° 153, IAV Rabat, pp.1-4.
- Batlle I. et Tous J. (1997). Carob tree *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research. *Gatersleb en/International Plant Resources Institute*. Rome. Italy.
- Baumel A., Médail F., Viruel J. et Sanguin H. (2017). « Le caroubier. Un arbre ancien et précieux sur le pourtour méditerranéen », *La Garance Voyageuse*, 118: 25-29.
- El Batal H., Hasib A., Ouattmane A., Boulli A., Dehbi F. et Jaouad A. (2013). Yield and composition of carob bean gum produced from different Moroccan populations of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *J. Mater. Environ. Sci.* 4 (2): 309-314.
- Khaldi A. (2012). Agriculture : Le caroubier peut rapporter gros à l'économie tunisienne, WMC/TAP. (<https://www.webmanagercenter.com/2012/11/16/127467/agriculture-le-caroubier-peut-rapporter-gros-a-l-economie-tunisienne/>).
- MAPM/DERD (2007). Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier, bulletin mensuel d'information et de liaison du pnnta.
- Pouffary S., De Laboulaye G., Antonini A., Quefelec S. et Dittrick L. (2018). Les défis du changement climatique en méditerranée, Le bassin méditerranéen dans le nouvel Agenda climatique international. Rapport-MED, ENERGIES 2050, FEMISE et Institut de la Méditerranée, 200pp.
- Sbay H. et Lamhamedi M.S. (2015). Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières, Techniques de valorisation et de conservation des espèces à usages multiples face aux changements climatiques en Afrique du Nord. CRF, Université Laval et GIZ, Royaume du Maroc, 140pp.
- Turhan I., Bialka K.L., Demirci A. et Karhan M. (2010). Ethanol production from carob extract by using *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioresource Technology*, 101: 5290-5296.
- Hariri A, Ouis N., Sahnouni F. et Bouhadi D. (2009). Mise en oeuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux à base des extraits de caroube. *Rev Microbiol Ind. Santé Environn* 37-55.

RÉGÉNÉRATION DE L'ARGYROLOBIMUM UNIFLORUM EN TUNISIE

Objectif: améliorer le taux de germination d'*Argyrolobium uniflorum* pour la restauration des terres pastorales

Mots clés: régénération, espèce menacée, amélioration de la germination



En Tunisie, la dégradation de la couverture végétale naturelle est davantage due à l'action de l'homme qu'au changement climatique au cours des dernières années (SAMEF / APAL, 2015 ; Zouaoui, 2018). La combinaison de facteurs, tels que l'extension des terres cultivées, ainsi que la destruction quantitative et qualitative du couvert végétal, a généré une régression accélérée des terres pastorales. Diverses plantes, dont les graines, les fruits et les feuilles, sont utilisées dans le pastoralisme, comme l'*Argyrolobium uniflorum*. Dans les conditions naturelles, la germination de cette espèce est échelonnée dans le temps et se produit à l'intérieur du fruit. Cependant, dans ces conditions, le taux de germination des graines ne dépasse pas 10% (Neffati, 1994).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

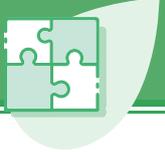
Le faible taux de germination d'*Argyrolobium uniflorum* à l'état naturel a incité les chercheurs à améliorer le processus en appliquant divers prétraitements dans des conditions contrôlées, comme le trempage dans l'eau bouillante, l'acide sulfurique pendant une heure et la scarification manuelle. La caractéristique innovante de l'amélioration des taux de germination est que cette espèce peut être une solution pour l'alimentation des troupeaux et remplacer d'autres espèces en cas d'absence.

Argyrolobium uniflorum est très apprécié pour le bétail (Chaieb et Boukhris, 1998 ; Zouaoui, 2007) et se caractérise par sa capacité à fournir de la matière verte, une grande quantité de gousses réparties sur toute l'année (Oueld Sidi Mohamed, 1998) et une quantité élevée de matière sèche (> 80%) (Floret et al. Pantanier, 1982). Elle peut s'établir dans une gamme de sols, allant d'un sol rocheux très dense à un sol sablo-limoneux à faible teneur en matière organique (Zaouali, 1999).



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Argyrolobium uniflorum se caractérise par sa grande capacité à produire des graines durant la période entre avril et mai (Neffati, 1994 ; Zaouali, 1999). La multiplication de l'espèce ainsi que sa culture sur les terres agricoles conduit à la création de pâturages à régénération très rapide, ce qui peut constituer une solution pour le bétail des familles en milieu rural. Des impacts économiques et sociaux positifs sont attendus si la propagation de l'*Argyrolobium uniflorum* était promue dans les programmes de gestion et de développement des zones pastorales en ciblant particulièrement les petites exploitations familiales (petites parcelles), améliorant les conditions de vie des populations rurales en créant des emplois liés à l'élevage des moutons, des chèvres et des bovins. De plus, ces pâturages permettent de lutter contre l'érosion des sols agricoles.



(a)
En pleine végétation



(b)
En dessèchement

Figure 1. Pieds d'ArgYROLOBIUM uniflorum à l'état naturel (Photos de Zouaoui Refka, 2013)



(a)
Gousses



(b)
Graines

Figure 2. Gousses et graines d'ArgYROLOBIUM uniflorum (Photos de Zouaoui Refka, 2021)

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

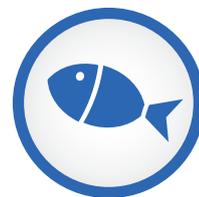
APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	1 red leaf icon
	Réduit la demande en eau	1 red leaf icon
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	3 green leaf icons
	Synergique avec d'autres secteurs	3 green leaf icons
	Flexible	3 green leaf icons
	Robuste	3 green leaf icons
		Fort 3 green leaf icons Non 1 red leaf icon

AUTEURS

Refka Zouaoui^{1,2}., Sana Dallali¹., Mejda Abassi²., Lazhar Hamdi³., Rabia Mouhbi¹., Foued Hasnaoui¹
1: ISP Tabarka | 2: INRGREF | 3: CRDA Jendouba

RÉFÉRENCES

- Coastal Protection and Development Agency (SAMEF / APAL) (2015). Development of an ecological tourism development strategy within marine and coastal protected areas (MCPA) in Tunisia.
- Chaib M. et Boukhris M. (1998). Flore succin ite et illustrée des zones arides et sahariennes de la Tunisie, 290p.
- Floret C. et Pontanier R. (1982). L'aridité en Tunisie pré saharienne (climat, sol, végétation et aménagement), O.R.S.T.O.M., Paris, 544 p.
- Neffati M. (1994). Caractérisations morphologiques de certaines espèces végétales Nord Africaines, implications pour l'amélioration pastorale, Thèse de Doctorat, IRA Médenine, 264 p.
- Oueld Sidi Mohamed Y. (1998). Dynamique des phytocénoses en zones arides Tunisiennes sous l'effet d'une mise en défens: cas du parc national de sidi Toui. D.E.A., FST, 86p.
- Zaouali Y. (1999). Polymorphisme isoenzymatique de douze populations naturelles d'ArgYROLOBIUM uniflorum Jaub et Spach. En Tunisie, DEA, FST et INSAT, 78 P.
- Zouaoui R. (2007). Analyse et Description Botanique, Morphologique et Écophysiological de quelques Espèces Menacées de Disparition : Ziziphus lotus, Panicum turgidum, Helianthemum lippii sessiliflorum, Arthrophytum schmittianum, Dichanthium annulatum et ArgYROLOBIUM uniflorum, Du Parc National de Bouhedma. Mastère de recherche, Université de Tunis El Manar, 147pp.
- Zouaoui R. (2018). Biodiversité Spécifique de la Flore du Parc National de Bouhedma, Universitaires Europeennes, 100 pp.



PECHE

RENFORCEMENT DES CYSTOSEIRES VERS UNE PECHE DURABLE

Objectif: protéger et étendre les cystoseires pour augmenter les stocks de poissons locaux en développant un protocole de renforcement des capacités sur mesure

Mots clés: biodiversité, pêche durable, renforcement des capacités



les cystoseires qui font partie de la flore aquatique, jouent un rôle clé dans l'amélioration de la chaîne trophique marine, et la productivité primaire côtière. Dans la zone nord de la Tunisie, le changement climatique a contribué à une perte massive de ces algues (*Cystoseira taxa new for the marine flora of Tunisia*. (Bouafif et al. 2014), qui s'est répercutée sur le rendement de la pêche. Malgré tous les efforts pour bien gérer les écosystèmes marins, les tentatives d'atténuation des menaces liées au changement climatique s'avèrent inadéquats pour enrayer la perte de la biodiversité et la dégradation de la flore. Par conséquent, des politiques de gestion innovantes devraient être mises en place, capitalisant des connaissances innovantes, telles que l'expérience du projet « AFRIMED » financé par l'UE (<http://www.afrimed-project.eu/>).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Cette action développera en vue d'appliquer un protocole de renforcement de la flore touchée par le changement climatique au niveau des futures aires protégées de Tabarka et de Cap Zbib afin d'accroître la production de la pêche côtière et ainsi développer l'aspect socioéconomique. L'expertise de l'équipe multidisciplinaire permettra d'affiner et de mettre en œuvre de nouvelles actions, et formuler des lignes directrices pouvant être utilisées pour provoquer des changements mesurables sur l'état de la flore et particulièrement les cystoseires dans la zone (Merces Project, 2020), et ceci par le biais des actions suivantes :

- Renforcer les capacités des vulgarisateurs et des formateurs pour exploiter la base de données conçue pour prioriser spatialement les efforts de renforcement dans les conditions actuelles et futures.
- Réaliser des expériences sur terrain et élaborer des méthodes efficaces pour les reproduire en impliquant les vulgarisateurs et les pêcheurs.
- Sensibiliser les communautés de pêcheurs artisans pour la préservation de la flore
- Inciter les pêcheurs à utiliser des techniques de pêche sélectives, responsables et rentables.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans le but d'apprécier le potentiel de renforcement les cystoseires en tant que méthode engendrant des changements indispensables, l'UE a financé le Projet «AFRIMED» (<http://www.afrimed-project.eu/>). Ce projet vise à réviser les concepts actuels et compréhension de la restauration dans le milieu marin. En se capitalisant sur l'expérience du vaste réseau développé dans AFRIMED, un diagnostic de l'état de la flore au niveau des futures aires protégées de Tabarka et de cap Zbib Bizerte sera fait dans le but de mettre au point une action de renforcement des Cystoseires.

L'extension de ces prairies permettra d'améliorer considérablement la biodiversité et la production halieutique. Ceci se répercutera sur l'accroissement des stocks côtiers exploitables au profit des pêcheurs de la région. Le transfert de ces expériences assuré par les formateurs et les vulgarisateurs développera chez ces pêcheurs de bonnes pratiques de préservation durables de l'environnement. La collaboration entre les différents intervenants assurera la pérennité de cette action.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort Moyen Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche (MARHP)	Fournir le cadre juridique et législatif facilitant l'action de renforcement (transplantation)
INSTM	Approche scientifique et suivi des paramètres descriptifs du changement climatique (paramètre physico-chimique et évaluation des stocks)
APAL	Établir un plan national de conservation et amélioration de la flore aquatique
AVFA	Appui à la sensibilisation des pêcheurs (aspects techniques et environnementaux)
UTAP	Accompagnement, consultation et sensibilisation
GIPP	Contribution à la promotion des produits de la pêche
Groupe de développement des pêches	Organisation de journées de sensibilisation au profil de pêcheurs et femmes de pêcheurs.

AUTEURS

Badereddine Sallem¹, Ramzi Hamrit², Zied Bouslahi², Islem Ben Ayed^{2,3}, Aroua Besta²

1: INSTM | 2: AVFA | 3: Association ADTPA

RÉFÉRENCES

- WWF., 2019. *The Tabarka Marine Protected Area Co Management For Small Scale Fishery Sustainability*. 74p.
- WWF., APAL., 2007a. *Étude de la biodiversité marine de la région de Kroumirie et Mogods (Tunisie)*, Rapport final : 222 p.
- WWF., APAL., 2007b. *Étude de la biodiversité terrestre de la côte de Tabarka - Cap Serrat (Kroumirie et Mogods - Tunisie) : Appui pour la création d'une Aire Protégée Marine et Côtière, Rapport définitif* : 78 p.
- WWF., APAL., 2007c. *Étude socio-économique de la zone côtière comprise entre Cap Serrat et Tabarka, Rapport final* : 152 p.
- MERCES Project, 2016-2020. <http://www.merces-project.eu/>.
- Cyrine Bouafif, Marc Verlaque, Habib Langar 2014. *Cystoseira taxa is new for the marine flora of Tunisia*. *Cryptogamie Algologie* 35(3):269-283.
- Cyrine Bouafif, Marc Verlaque, Habib Langar, 2016. *New Contribution to the Knowledge of the Genus Cystoseira C. Agardh in the Mediterranean Sea, with the Reinstatement of Species Rank for C. schiffneri Hamel*. *Cryptogamie Algologie* 37(2):133-154
- Abdelhafidh Khazri, Ali Mezni, Badreddine Sellami, Samir Touaylia, Ichrak Noiyri, Hamouda Beyrem and Ezzeddine Mahmoudi. *Protective properties of filamentous blue-green alga Spirulina against the oxidative stress induced by cadmium in freshwater mussel Unio ravoisieri*. *CHEMISTRY AND ECOLOGY*, (2019), 35,9, 825-834.
- Amel Hannachi, Soumaya Elarbaoui, Abdelhafidh Khazri, Badreddine Sellami, Eugenio Rastelli, Fabio D'Agostino, Hamouda Beyrem, Ezzeddine Mahmoudi, Cinzia Corinaldesi, Roberto Danovaro et Ezzeddine Mahmoudi. *Impact of the biocide Irgarol on meiofauna and prokaryotes from the sediments of the Bizerte lagoon—an experimental study* *Environmental Sciences and Pollution Research*, 2016. DOI10.1007/s11356-015-5936-y
- Samir Ghannem, Abdelhafidh Khazri, Badreddine Sellami and Moncef Boumaiza. *Assessment of heavy metal contamination in soil and Chlaenius (Chlaeniellus) olivieri (Coleoptera, Carabidae) in the vicinity of a textile factory near Ras Jbel (Bizerte, Tunisia)*. *Environmental Earth Science*, 2016, 75, 442.

SURVEILLANCE PARTICIPATIVE DES BIO-INVASIONS DANS LE SECTEUR HALIEUTIQUE TUNISIEN

Objectif: renforcer le suivi participatif des bio-invasions et développer des stratégies d'adaptation pour les communautés de pêcheurs locales

Mots clés: espèces exotiques envahissantes, pêche artisanale, surveillance



La pêche artisanale méditerranéenne est aujourd'hui en crise. Elle se trouve confrontée à des concurrences d'usage, à une réduction des stocks de la plupart des espèces benthiques, à la détérioration des écosystèmes côtiers sous l'effet de la pression anthropique. Les modifications apportées par les changements globaux tels que l'augmentation de la température moyenne de l'eau, l'acidification, l'élévation du niveau de la mer, et les impacts des espèces invasives sont autant de menaces qui pèsent sur la durabilité d'une activité de pêche artisanale. De manière paradoxale, certains de ces changements peuvent être mis à profit par l'activité halieutique comme c'est le cas de la prolifération des espèces invasives lorsque celles-ci peuvent être appréhendées comme de nouveaux produits. En Méditerranée en général et en Tunisie en particulier, le flux d'espèces exotiques a connu une expansion sans précédent au cours des 2 dernières décennies et les impacts sur les écosystèmes, les espèces indigènes et les activités économiques se font de plus en plus sentir. En Tunisie, le nombre total d'espèces animales exotiques signalées jusqu'en 2019 est de 185, dont 158 espèces animales. Parmi les espèces signalées, plus de la moitié sont déjà établies (Ounifi-Ben Amor et al., 2016; Boussellaa et al., 2016; Ghanem et al., 2016; Capapé et al., 2018; Bdioui et al., 2019; Ben Jarray et al., 2019; Ben Souissi et al., 2019; Chammem et al., 2019).



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La bio-invasion n'est pas inévitable et des mesures d'adaptation sont déjà mises en place, mais une meilleure gestion de l'information est nécessaire pour mieux comprendre la dynamique bioinvasive. Pour mieux appréhender ces espèces invasives, une base de données complète devant regrouper des données historiques et des données biologiques sur les traits de vie et la diversité génétique des populations ciblées, permettrait a) d'identifier et de confirmer les voies de transfert révélées par l'analyse historique et d'évaluer les capacités de dispersion de ces espèces, b) d'identifier les interactions que présentent ces invasions sur l'activité de pêche artisanale en particulier et c) de déterminer leurs impacts sur le secteur maritime en Tunisie.

Cette nouvelle approche participera à l'élaboration de scénarios pertinents d'adaptation des techniques d'exploitation des ressources halieutiques permettant d'anticiper les impacts des espèces invasives et favoriser l'adaptation.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le programme de surveillance fournirait des informations améliorées utiles pour hiérarchiser et adapter les stratégies contre la propagation des bioinvasions. Il transférerait des informations cruciales à au moins 25% des pêcheurs artisanaux aidant à prévenir, détecter tôt et réagir rapidement aux invasions biologiques, fournissant des données sur des facteurs clés tels que : le nombre d'espèces non indigènes et envahissantes, les capacités de dispersion et les voies d'invasion. Le programme de surveillance peut permettre à l'équipe de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM) de mener des études améliorées sur les invasions biologiques, ainsi que d'explorer des options viables pour intégrer les 6 principales espèces envahissantes à l'économie locale et à les incorporer dans la culture culinaire locale, ce qui en fera une source importante de revenus locaux.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
 Moyen
 Faible
 Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
INSTM	Assurer les activités de recherche scientifique
AVFA	Développement des actions de vulgarisation et des campagnes de sensibilisation auprès des pêcheurs
DGPA	Assurer les tâches administratives
UTAP	Profession-Pêcheur (Acteur principal)
GIPP	Aider à la commercialisation, la promotion de l'exportation des produits halieutiques

AUTEURS

Olfa Ben Abdallah¹, Nader Ben Hadj Hamida¹, Zied Bouslahi², Aroua Besta²

1: INSTM | 2: AVFA

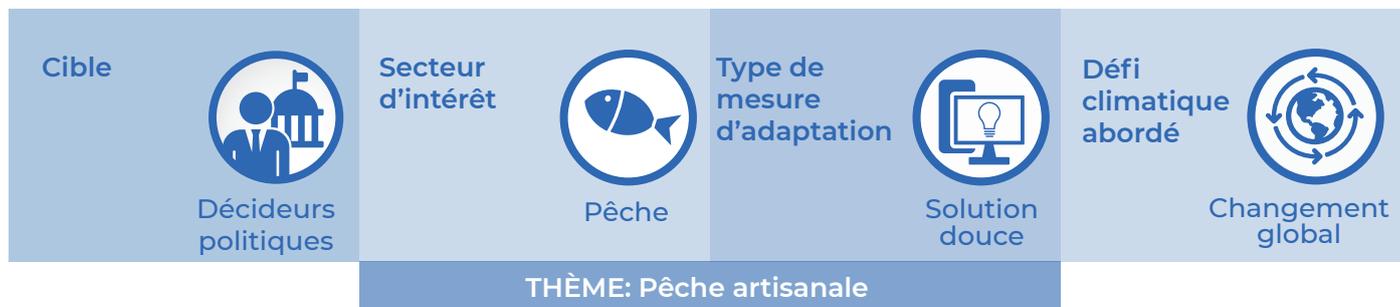
RÉFÉRENCES

- Bdioui M, Ben Abdallah-Bel Haj Hmida O, Bel Haj Hmida N, Missaoui H., 2019. Premier signalement de la sardinelle indienne *Sardinella longipes* (Valenciennes, 1847) et du crabe bleu *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1869) dans les eaux tunisiennes (Méditerranée centrale). 4^{ème} Conférence Internationale de l'ATUTAX, Mahdia, Tunisie, 26-28 avril, 2019.
- Ben Jarray F., Marouani, S., Karaa, S., Hentati, Z. & Jarboui, O., 2019. First record of the brown shrimp *Penaeus aztecus* (Decapoda: Penaeidae) in the Gulf of Gabes (Central Mediterranean Sea, Tunisia). *Cahiers de Biologie Marine*, 60 : 425-430. <https://doi.org/10.21411/CBMA.3EB0C2CF>.
- Ben Souissi, J., Ghanem R., Ounifi-Ben Amor, K., Soufi-Kechaou, E., Ferrario, J., Occhipinti-Ambrogi A. & Zaouali, J., 2019. Alien invasive fauna spreading via biofouling on marinas in Tunisian waters. XVIII^{èmes} Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer, Kelibia, 26-28 octobre 2019.
- Boussellaa, W., Boudaya, L., Derbel, H. & Neifar, L., 2016. A new record of the Lessepsian fish *Etrumeus golanii* (Teleostei: Clupeidae) in the Gulf of Gabes, Tunisia, with notes on its parasites. *Cahiers de Biologie Marine*, 57(4), 389-395.
- Capapé C., Zaouali, J. & Ounifi-Ben Amor, K., 2018. First record of red sea goatfish *Parupeneus forsskali* (osteichthyes: mullidae) from Tunisian waters (Central Mediterranean Sea). *Annales, Series Historia Naturalis*, 28, 2: 107-110.
- Chammem, H., Ben Souissi, J. & Pérez-Ruzafa, A., 2019. Checklist with first records for the Echinoderms of northern Tunisia (central Mediterranean Sea). *Scientia Marina*, 83(3), 277-288.
- Ghanem, R., Rifi, M., Ben Souissi, J., & Azzurro, E., 2016. Short communication On the occurrence of the bluefin driftfish *Psenes pellucidus* Lutken 1880 (Perciformes, Nomeidae) in Tunisian waters (Mediterranean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 1, 3.
- Ounifi-Ben Amor, K., Rifi, M., Ghanem, R., Dhraief, I., Zaouali, J. & Ben Souissi, J., 2016. Update of alien fauna and new records from Tunisian marine waters. *Mediterranean Marine Science*, 17(1), 124-243. 10.12681/mms.1371.

PROGRAMME DE COGESTION DE L'AIRE MARINE PROTEGEE DE TABARKA

Objectif: pérenniser la communauté des pêcheurs de tabarka grâce à des marchés améliorés et diversifiés et à la réduction de la surexploitation des stocks de poissons

Mots clés: pêcheurs artisanaux de Tabarka, la pêche illicite, cogestion



Le changement climatique a entraîné durant la dernière décennie une raréfaction de certaines espèces et une diminution de la production pour le secteur de la pêche. En effet, celle de la pêche côtière a passé de 1040 T à 920 T (2010-2018).

Les stocks exploitables influencés par ces changements, ont touchés les revenus des pêcheurs artisanaux en générale et ceux de la région de Tabarka en particulier. La pêche illicite et la surexploitation des ressources ont entraîné une baisse de la production. Dans le but de faire face à ce défi complexe, la création d'une aire marine protégée est prévue et les stratégies de gestion associées sont actuellement en cours d'élaboration.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'implication du groupement de pêche artisanale de Tabarka pour la gestion de la future Aire Marine Protégée de Tabarka va contribuer à la lutte contre la pêche illicite dans la région et la régénération des stocks. En effet, depuis 2019, le groupement de pêcheurs artisanaux de Tabarka contribue à l'évaluation des stocks de la future Aire Marine Protégée de Tabarka. Son implication dans la lutte contre la pêche illicite freinera les dégâts néfastes causés par les infractions. Ainsi, la sensibilisation de ces pêcheurs renforcera la cogestion des pêcheries. En outre, la mise en œuvre d'un système numérique fournissant des informations sur les prix de vente et des enchères en ligne est suggérée pour un meilleur accès au marché et un meilleur positionnement. L'engagement actif du service de vulgarisation tunisien dans la diffusion d'informations permettrait d'atteindre les professionnels des secteurs de la région.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les impacts attendus du plan de cogestion visent à soutenir la communauté de pêcheurs de Tabarka, en favorisant un avenir durable pour la société locale. L'amélioration des techniques de pêche et des informations sur le marché devrait stabiliser les revenus, soutenus par des techniques de transformation améliorées et la promotion des produits de la pêche. Le programme vise à soutenir les professionnels en réduisant les mauvaises pratiques et l'exploitation incontrôlée des stocks de poissons.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	Fort
	Réduit la consommation de ressources	Moyen
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	Fort
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	Moyen
	Flexible	Fort
	Robuste	Moyen

Fort Moyen Faible



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Ministère de l'Agriculture (Direction Générale de la pêche et l'aquaculture & direction générale des affaires juridiques)	Révision du cadre juridique et législative (Introduction d'activités alternatives telles que le pescatourisme) Renforcer la résilience des communautés des pêcheurs face aux changements climatiques
Institut National des sciences et technologies de la mer (INSTM)	Approche et suivi scientifique pour atténuer l'impact du changement climatique sur les communautés des pêcheurs
Agence de protection et aménagement du littoral (APAL)	Instaurer un plan national pour lutter contre le phénomène d'érosion côtière et la destruction du couvert végétal
Agence de vulgarisation et formation agricole (AVFA)	Sensibilisation et renforcement des capacités Formation technique pour l'amélioration des engins Formation technique pour la transformation et la valorisation des produits de la pêche
Union Tunisien de l'agriculture et de la pêche (UTAP)	Accompagnement, concertation et sensibilisation
Groupe Interprofessionnel des Produits de la pêche	Contribution dans la valorisation des produits de la pêche

AUTEURS

Ramzi Hamrit¹, Zied Bouslahi¹, Islem Ben Ayed², Rimel Ben Messaoud³, Aroua Besta¹, Mourad Cherif³

1: AVFA | 2: Association ADTPA | 3: INSTM

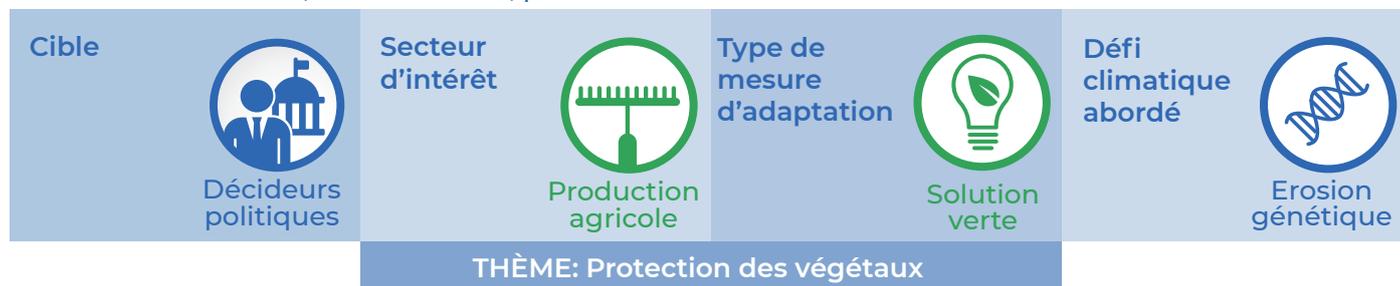


PRODUCTION AGRICOLE

PRESERVATION DU GERMOPLASME LOCAL DE FIGUIER (FICUS CARICA L.) AU NORD-OUEST DE LA TUNISIE

Objectif: créer une stratégie intégrée pour préserver la diversité génétique du figuier dans la région de Djebba

Mots clés: ficus carica, diversification, préservation



Le figuier (*Ficus carica* L.) est l'une des espèces fruitières de culture très ancienne en Tunisie en particulier dans la région de Djebba (nord-ouest de la Tunisie). Cependant, plusieurs écotypes spécifiques de figuier dans cette région sont menacés d'érosion génétique (Gaaliche et al., 2012). Différents projets de recherche entamés (Mars et al., 2009 ; Gaaliche et al., 2012; Gaaliche et al., 2017) ont permis d'identifier les cultivars mâles (caprifiugiers) et femelles de figuier existants et de révéler que certains cultivars sont devenus rares malgré leur qualité supérieure, en termes du calibre du fruit, la productivité en profichis (caprifigues) et la richesse en pollen et en blastophages, ainsi que leur sensibilité différente aux températures extrêmes. Par conséquent, cette diversité génétique peut aider les figuiculteurs à faire face aux impacts de l'augmentation des conditions extrêmes dues au changement climatique dans la région, comme les vents froids et chauds (Sirocco), les pluies estivales, la grêle et lagelé. Ces phénomènes climatiques exacerbent les effets d'autres impacts dus aux pratiques agricoles, comme le compactage du sol, le manque d'eau et l'érosion des sols due au ruissellement. Il est ainsi crucial de protéger ce patrimoine phylogénétique pour réduire la vulnérabilité vis-à-vis au changement climatique de cet important secteur de production.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

La stratégie proposée pour préserver la diversité génétique du germoplasme local de figuier à Djebba (nord-ouest de la Tunisie) est focalisée sur deux types d'actions :

Action en amont : cette action doit être développée par des chercheurs et des institutions de vulgarisation puis appuyée par des opérateurs privés ; elle comprend :

- la prospection et la caractérisation du matériel génétique des cultivars de figuier existants ;
- la collecte et la multiplication des cultivars de figuier (menacés d'extinction) par la création de parcs à bois et d'une unité de recherche pour l'identification phylogénétique et la multiplication ;
- l'étude de l'adaptation pédoclimatique des cultivars de figuier les plus menacés et la définition du microclimat spécifique approprié et des pratiques culturales adéquates pour la préservation de ces cultivars.

Action en aval: cette action doit être développée par les autorités locales pour soutenir les agriculteurs ; elle comprend les points suivants:

- fournir des solutions durables pour assurer la disponibilité en eau pour l'irrigation des figuiers pendant la saison estivale. Cette action est essentielle pour une meilleure productivité de l'arbre, permettant aux agriculteurs d'améliorer leurs revenus, de poursuivre leur activité agricole et de préserver les cultivars de figuier menacés de disparition ;
- soutenir les agriculteurs par l'application des résultats de la recherche et le développement de nouvelles pratiques agricoles, telles que la création de microclimats forestiers visant à protéger les caprifiugiers et les variétés de figuier femelles sensibles aux phénomènes climatiques extrêmes ;
- soutenir les jeunes entrepreneurs pour la création de nouveaux vergers de figuier en utilisant des nouvelles pratiques agricoles plus développées.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



La préservation des cultivars de figuier au nord-ouest de la Tunisie est primordiale pour le patrimoine national des ressources naturelles. Cet arbre fruitier constitue un pilier d'adaptation et de maintien de l'équilibre environnemental dans la région de Djebba, caractérisée par des terrains accidentés et des sols peu profonds vulnérables à l'érosion et à la pénurie d'eau. Par ailleurs, le secteur figuicole constitue l'une des activités agricoles les plus importantes au nord-ouest de la Tunisie, notamment dans la région de Djebba (Mars et al., 2008). La population locale a consolidé un savoir-faire partagé et transmis aux jeunes et aux femmes actives dans la production de figues, contribuant à réduire l'exode rural. Soutenir ces agriculteurs permettrait de consolider la dynamique économique et sociale autour du figuier. Le développement d'unités de transformation industrielles ou artisanales est essentiel pour équilibrer l'offre et la demande du marché.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
Moyen
Faible
Non

ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Projet PAMPAT (Projet d'Accès aux Marchés des Produits Agroalimentaires et de Terroir)	Support financier
Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT)	Diffuser les pratiques culturelles appropriées pour préserver et améliorer les ressources génétiques du figuier au nord-ouest de la Tunisie
Agriculteurs	Soutien pour la bonne réalisation des prospections et l'identification des cultivars de figuier
Société Mutuelle des Services Agricoles (SMSA)-Figs de Djebba	Développer les connaissances sur la valorisation des produits et sous-produits du figuier

AUTEURS

Badii Gaaliche¹, Houria Turki², Marwa Hassine³, Moez Mkadmi¹, Monia Baccouche⁴, Samir Ouji⁵

1: INRAT | 2: INPFCA | 3: INAT | 4: CRDA Bizerte | 5: ODESYPANO

RÉFÉRENCES

- Gaaliche B., Zarrouk I. & Mars M., 2017. Agro-phenological behaviour of several caprifigs grown in two different ecological areas in Tunisia. *Acta Horticulturae*, 1173, 149-156.
- Gaaliche B., Saddoud O. & Mars M., 2012. Morphological and pomological diversity of fig (*Ficus carica L.*) cultivars in Northwest of Tunisia. *ISRN Agronomy*, 2012, 1-9.
- Mars M., Gaaliche B., Ouerfelli I. & Chouat S., 2009. Systèmes de production et ressources génétiques du figuier (*Ficus carica L.*) à Djebba et Kesra, deux villages de montagne au nord-ouest de la Tunisie. *Revue des Régions Arides*, 22, 33-45.
- Mars M., Chatti K., Saddoud O., Salhi-Hannachi A., Trifi M. & Marrakchi, M., 2008. Fig cultivation and genetic resources in Tunisia, an overview. *Acta Horticulturae*, 798, 27-32.



Bouhouli



Soltani



Hemri



Zergui

Photo : Diversité génétique de quelques cultivars de figuier cultivés au nord-ouest de la Tunisie

GRAINES DE CYTISUSVILLOSUS: UNE ALTERNATIVE A LA REGENERATION FORESTIERE

Objectif: La réduction de la vulnérabilité des forêts de chênes-lièges par l'introduction de *Cytisusvillosus* dans les programmes de restauration

Mots clés: graines de *Cytisusvillosus*, germination, gestion des forêts



En Tunisie, la hausse des températures associée au changement climatique devrait réduire les superficies forestières et les terres propices à l'agriculture, raccourcir la durée des saisons de croissance et réduire les rendements des cultures. Par exemple, ces effets du changement climatique sont sévères pour les forêts de chênes-lièges, comme en Kroumirie dans le nord-ouest de la Tunisie. Ces nombreux défis environnementaux génèrent des compromis entre diverses priorités contradictoires, allant : de la promotion de la diversification économique, à la garantie de la sécurité alimentaire et à la promotion de la protection de l'environnement et de la conservation de la biodiversité. La restauration des forêts est la clé de l'adaptation et la recherche a montré que la sélection et l'introduction d'espèces de légumineuses herbacées et ligneuses indigènes, spontanées ou introduites peuvent être utilisées dans les programmes de réhabilitation des forêts de chênes-lièges dégradées et endommagées par le changement climatique.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Le Cytise (*Cytisusvillosus* Pourr., Syn. *Cytisustriflorus* L'Herit) est un arbuste vivace de la famille des Fabacées du genre des Genisteeae. Cette légumineuse a un potentiel d'utilisation dans les programmes de régénération forestière en raison de ses caractéristiques biologiques. En effet, l'association de *Cytisus* avec le chêne-liège peut augmenter la fertilité du sol et la productivité primaire de l'écosystème forestier. Un programme de conservation des espèces de *Cytisus* devrait être établi, sur la base des informations scientifiques obtenues à partir de plusieurs essais de différents protocoles, permettant d'améliorer la technique de multiplication actuelle des graines de *Cytisusvillosus*, sa culture et son introduction ultérieure dans les programmes de gestion forestière.



Graines de *Cytisusvillosus*



Semis de *Cytisusvillosus* après germination et repiquage en pépinière



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Des recherches récentes visant à tester l'impact de ce type d'association végétale sur la perte de conductance hydraulique (Ennajah et al., 2020) sur des paramètres morphologiques (hauteur, circonférence) et écophysologiques (conductance stomatique, transpiration) (Ennajah et al., 2018)



suggèrent que les chênes-lièges associés à des espèces de légumineuses présentent un meilleur comportement éco-physiologique. Le chêne-liège est l'une des principales espèces de l'écosystème forestier méditerranéen et a des valeurs socio-économiques et environnementales élevées. Le programme de gestion proposé permettrait de réduire la dégradation des forêts de chênes-lièges due au changement climatique et d'améliorer le stress écologique dû à la surexploitation grâce au transfert de nouvelles pratiques agricoles et à la valorisation de nouvelles ressources forestières en améliorant les moyens de subsistance et en engageant les femmes rurales dans la conservation des ressources génétiques. .

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
 Moyen
 Faible



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
Direction Générale des Forêts	Renforcer l'introduction des légumineuses dans les zones forestières dégradées et ce dans les nouveaux programmes d'aménagements. Encourager et renforcer les approches sylvicoles pour les espèces mixtes comme les espèces <i>Cytisus</i> / liège.
Ministère de l'Agriculture	Financement de petits projets pour la multiplication de <i>Cytisus villosus</i> et sa valorisation

AUTEURS

Ennajah Amel¹, Sai-Kachout Salma², Baraket Mokhtar³, Herzi Maroua³, Zouhaier Nasr³, Fethi Ourghi⁴, Samir Ouji⁴

1: ISEPBG | 2: INRAT | 3: INRGREF | 4: ODESYPANO

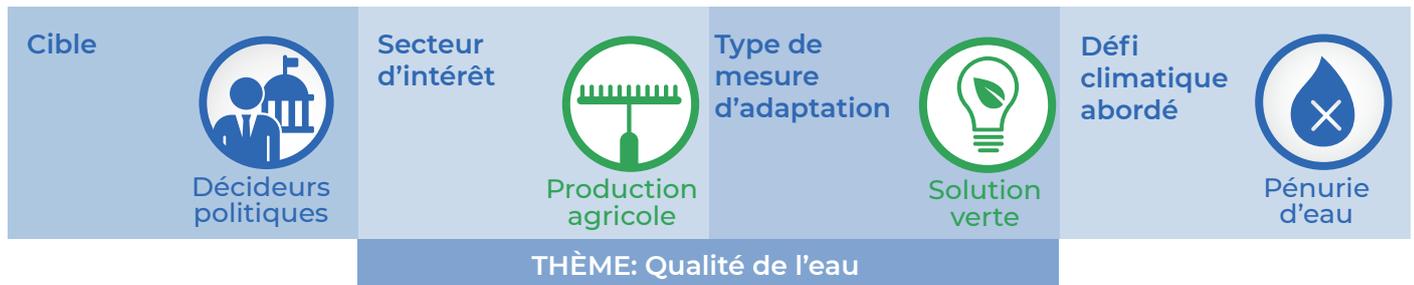
RÉFÉRENCES

- Ennajah A., Taibi K., Herzi M., Alaoui M., Laamouri A., Nasr Z., 2018 - Study of a natural legume/cork oak association in Kroumirie; an alternative solution to climate change. *Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications Journal*, 8:4. DOI: 10.4172/2090-4541.1000263.
https://www.researchgate.net/publication/327842924_-_Study_of_a_Natural_Leguminous_PlantsCork_Oak_An_Alternative_Solution_to_Climate_Change
- Baraket, M. et al (2020) Effect of Water Deficit on Gas Exchange Responses to Intercellular CO₂ Concentration Increase of *Quercus suber* L. Seedlings *Journal of Agricultural Science*; Vol. 12, No. 1 doi:10.5539/jas.v12n1p73

REUTILISATION AGRICOLE DES BOUES RESIDUAIRES AU GOUVERNORAT DE BEJA

Objectif : identifier les difficultés qui limitent la valorisation agricole des boues résiduaires et déterminer les solutions possibles pour les contourner en impliquant les établissements publics, afin de favoriser la valorisation agronomique de ce sous-produit du traitement des eaux usées, dans le respect des bonnes pratiques sanitaires

Mots clés: Beja, nord-ouest de la Tunisie, valorisation agricole des boues



Pour faire face au changement climatique, l'objectif 6 des ODD est centré sur la question de l'eau et son assainissement, en mettant l'accent sur la gestion des boues et l'importance du traitement (Milin et al., 2016). En Tunisie, la stratégie de gestion des boues vise à concevoir des solutions pour leur réutilisation (ONAS, 2015). Actuellement, seulement 2500 tonnes sont réutilisées sur 82000 m³ /an produites (ONAS, 2019). De plus, depuis 2016, une augmentation de la production a été enregistrée contre une diminution des quantités réutilisées (ONAS, 2016, 2017, 2018, 2019). A Beja, un gouvernorat agricole tunisien, les boues séchées produites par 5 stations d'épuration (STEP) locales sont conformes à la norme tunisienne NT 106.20 (INNORPI, 2002). Au cours de la période 2019-2021, 9 agriculteurs ont exprimé leur intérêt à utiliser les boues comme engrais, mais ils n'ont reçu qu'une partie de la quantité demandée (CRDA, 2021). La demande de boues des agriculteurs est principalement due à l'indisponibilité d'engrais chimiques dans la région. Mais cette réutilisation agricole reste limitée en raison d'un déséquilibre entre la demande et l'offre de boues.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

A fin de remédier au déséquilibre existant entre demande et quantité insuffisante de boues produites à Beja, les organismes étatiques devraient développer, diriger et coordonner les plans d'action suivants:

1. L'ONAS pourrait:

- augmenter la quantité de boues produites à Beja en agissant au niveau des lits de séchage pour réduire le temps de rétention et ainsi augmenter la production. Leur réhabilitation peut se faire soit par le débouchage des canalisations de drainage ou par le changement des couches de drainage formées par le sable et le gravier ou en effectuant ces deux actions simultanément, selon l'état technique des lits de séchage.
- amener les boues produites dans d'autres gouvernorats où la demande de réutilisation agricole est moindre pour fournir les régions à demande importante.
- fournir des hangars pour le stockage temporaire des boues dans des conditions sécurisées.

2. Le CRDA devrait:

- promouvoir la valorisation agricole des boues dans le respect des bonnes pratiques sanitaires en organisant une campagne de sensibilisation des agriculteurs sur les conditions/restrictions de réutilisation des boues et en organisant une école de terrain sur les bonnes pratiques de réutilisation agricole des boues dans un champ de démonstration tout au long d'une saison de culture.
- fournir aux agriculteurs des équipements de transport et d'épandage des boues (Fig. 1).



Remplissage de l'épandeuse par le tracteur



Amendement du champ par la boue par l'épandeuse.

Fig. 1 : Epandage de la boue à "El Monchar" (Béja nord)



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'épandage de boues sur le sol présente des avantages potentiels, à savoir fournir des éléments nutritifs aux plantes, maintenir la matière organique (MO) qui conserve sa structure et sa capacité de rétention d'eau (Defra, 2007), et également contrôler son acidité (Ati, 2010). Par conséquent, cela permet d'augmenter la production des cultures. A Beja, il existe des sols bruns riches en MO, et des sols rouges pauvres en MO (Amri, 2020). Ainsi, la réutilisation des boues dans les sols rouges les améliorera. Cependant, la présence d'ETM est le principal inconvénient car leur accumulation dans le sol est irréversible et des conséquences négatives peuvent apparaître à long terme en fonction des conditions physiques et chimiques du sol (Drouiche, 2012).

Sur le plan environnemental, la réutilisation rationnelle des boues contribue à la réduction du risque de pollution car la toxicité peut être minimisée en reconstituant la MO du sol (Ashraf et al., 2014). Cependant, la présence de boues joue également sur des phénomènes qui accentuent le risque de pollution (augmentation des flux préférentiels en cultures irriguées). L'équilibre entre les deux dépend des conditions expérimentales (type de sol, topographie ou pluviométrie) (Barriuso et al., 1994) qui peuvent être déterminées par les organismes de recherche tels que l'INRGREF, le CRRGCB, etc.

Sur le plan économique et social, l'utilisation des boues peut augmenter le rendement à l'échelle de la ferme (Amri, 2020). En effet, par rapport aux sols non amendés, les teneurs en N et C organiques augmentent en Fig. 1 : Epandage de la boue à "El Monchar" (Béja nord): (a) Remplissage de l'épandeuse par le tracteur. (b) Amendement du champ par la boue par l'épandeuse. a. b. présence de boues (Lakhdaret al., 2010). Les boues résiduelles sont moins chères que les autres engrais chimiques et organiques. En conséquence, une réduction des coûts de production combinée à une augmentation de la rentabilité des terres devrait augmenter le revenu des agriculteurs, promouvoir leurs conditions de vie et stabiliser la population rurale, réduisant ainsi le problème d'exode rural. La création en 1993 d'une station d'épuration qui dessert environ 3 400 ménages a amélioré l'environnement. Actuellement, une quantité de 2050 t/an de boues est produite et environ 105 t/an sont réutilisées dans un programme pilote gratuit (pêche, olive, raisin et grenades : Drechsel & Hanjra, 2018). Les principaux moteurs de son succès ont été :

- Un cadre réglementaire clair permettant la réutilisation pour une grande variété de cultures saisonnières et pérennes.
- Volonté gouvernementale, soutien financier et coopération interinstitutionnelle jusqu'aux associations d'usagers.
- Participation précoce des utilisateurs



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

APPROCHE PROPOSÉE	Provoque une transformation (sociétale, économique, institutionnelle,...)	
	Réduit la consommation de ressources	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème (résilience)	
	Adopte une approche multisectorielle (intégration)	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
 Moyen
 Non



ACTEURS ET RÔLES

ACTEUR ENGAGÉ	RÔLE
ONAS	Fournir les données nécessaires
Ministère de l'Agriculture	Fournir des informations sur l'état de l'art
INRGREF	Recherche, analyse et traitement des données
INRAT	Etude socio-économique

AUTEURS

Nidhal Marzougui¹, Nadia Ounalli², Sonia Sabbahi¹, Anissa Gara², Thameur Jawadi³, Fatima Khwatmia⁴, Mounir Maddouri⁵, Kamel Abidi⁶

1: INRGREF | 2: I(INRAT) | 3: IONAS | 4: CRDA Beja | 5: CTV Tboursook | 6: CTV Testour

RÉFÉRENCES

- Agronomiques, Université El Hadj Lakhdar, Batna, Faculté des Sciences, Algérie.
- Amri D. 2020. Valorisation des boues résiduaires dans la culture d'Avena sativa L.. Master professionnel en Evaluation des phytoressources, Université de Jendouba,
- Institut Supérieur de Biotechnologie de Beja.
- Ashraf M.A., Maah M.J. & Yusoff I. 2014. Soil contamination, risk assessment and remediation. In: Environmental risk assessment of soil contamination, M.C.
- Hernandez-Soriano, IntechOpen.
- Ati S. 2010. Etude de l'effet des boues résiduaires sur les sols cultivés: Dynamique du phosphore et son utilisation dans les zones semi-arides. Master en Sciences
- Drechsel P. & Hanjra M.A. 2018. Case – Wastewater and biosolids for fruit trees (Tunisia). In: Resource Recovery from Waste. Business Models for Energy, Nutrient and Water Reuse in Low- and Middle-income Countries. Otoo M. & Drechsel P. (Eds.), Routledge, 832 p.
- Barriuso E., Benoit P. & Bergheaud V. 1994. Rôle of soil fractions in retention and stabilisation of pesticides in soils. In Copin A., Houins G., Pussemier L. & Salembier J.F. Eds. Environmental behaviour of pesticides and regulatory aspects, COST, European Study Service, Rixensart, Belgique, 138-143.
- CRDA. 2021. Commission Régionale De Développement Agricole de Beja. Vulgarisation agricole et production végétale.
- Defra, 2007. Effects of sewage sludge applications to agricultural soils on soil microbial activity and the implications for agricultural productivity and long-term soil fertility: Phase III. SP0130. UK Water Industry Research Limited.
- Drouiche F. 2012. Contribution à l'étude des boues résiduaires comme amendement organique pour les cultures maraîchères. Master en Biologie Végétale, Université d'Oran, Faculté des Sciences.

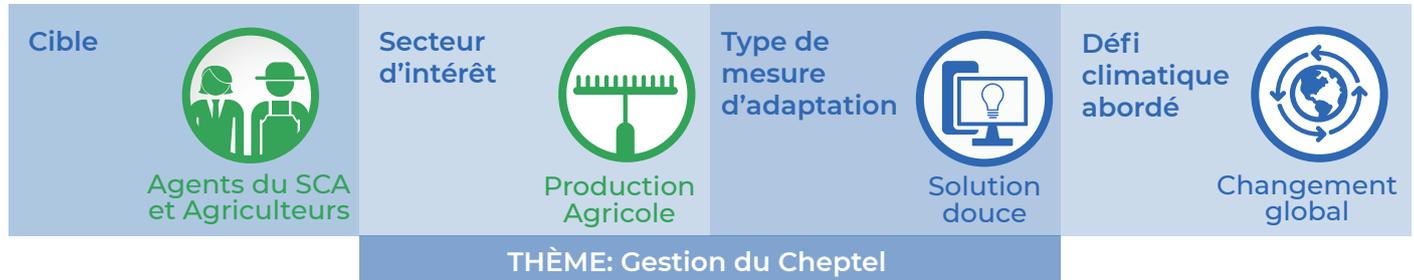


- ❖ *INNORPI. 2002. NT 106.20: Matériaux fertilisants - Boues provenant des installations de traitement des eaux usées urbaines. Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle.*
- ❖ *Lakhdar A., Scelza R., Scotti R., Rao M.A., Jedidi N., Gianfreda L. And Abdelly C. 2010. The effect of compost and sewage sludge on soil biologic activities in salt affected soil. J. Soil Sci. Plant Nutr.,10: 40-47.*
- ❖ *Milin S., Le Jallé C. & Génevaux C. 2016. Water and sanitation services in the face of climate change. Solidarity-Water program.*
- ❖ *ONAS. 2015-2019. Rapport annuel de l'Office National de l'Assainissement. 26 -34 p.*

OPTIMISATION DE LA CONDUITE DE LA LACTATION DE LA RACE SICILO-SARDE

Objectif: consolider l'élevage ovin de la race Sicilo-Sarde en améliorant la production laitière et en introduisant les bonnes pratiques

Mots clés: sicilo-Sarde, performances laitières, sécurité alimentaire



En Tunisie et dans le reste de l'Afrique du Nord, l'ovin laitier n'était représenté que par la race Sicilo-Sarde, mais sa population s'est effondrée à moins de 0,5% du nombre total d'ovins dans les années 1990. Entre autres raisons, un manque de maîtrise technique des élevages engendrant un niveau de production faible à 50-100 l/lactation mettant en danger la pérennité d'une micro-filière fromagère. Cette race affiche, cependant, des traits uniques comme la résistance aux maladies et/ou la tolérance aux conditions climatiques extrêmes utiles pour affronter les enjeux des changements climatiques. La lactation des brebis laitières est généralement caractérisée avec une période d'allaitement initiale d'environ deux mois et demi, suivie après le sevrage des agneaux d'une période de traite exclusive. La période d'allaitement peut être mixte (allaitement et une traite par jour) afin d'éliminer l'excès de lait non tété par les agneaux. Des ajustements urgents sont nécessaires au niveau de la conduite actuelle de la lactation afin de la rendre plus appropriée à la vocation laitière de cette race.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Pour maximiser le potentiel de productivité de la brebis Sicilo-Sarde, l'optimisation du début de lactation est primordiale. Ainsi, dès le début de la lactation (dès le troisième jour après la naissance), l'allaitement mixte (allaitement partiel et une traite quotidienne unique) peut être pratiqué afin de minimiser le lait résiduel non tété par les agneaux, de maintenir la sécrétion lactée, et par conséquent, amortir les chutes de production classiquement constatées lors du passage allaitement-traite. En pratique, les agneaux tètent leurs mères toute la journée et ils sont séparés le soir pour traire les brebis le matin. Les agneaux pourraient être sevrés dès qu'ils atteignent le triple de leur poids à la naissance. D'où, la possibilité d'adopter le sevrage précoce à cinq/six semaines d'âge pour la race Sicilo-Sarde.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les résultats des expérimentations réalisées (Aloulou, 2020) indiquent que durant la phase d'allaitement, la race Sicilo-Sarde présente un potentiel laitier important (1,4 l/j ; Aloulou et al., 2018) et le sevrage précoce a permis une augmentation de la quantité de lait commercialisé (+50%) par rapport au sevrage à 60 j sans affecter la croissance des agneaux (228g/j ; Aloulou et al., 2019). De plus, l'Allaitement Mixte (AM) et le démarrage précoce de la traite permettent d'augmenter la quantité du lait commercialisé (Figure 1 ; Aloulou et al., 2019).

L'adoption de la technique d'allaitement mixte et le sevrage précoce ont permis d'extérioriser le vrai potentiel laitier de la race Sicilo-Sarde en augmentant sa production laitière (Aloulou, 2020) et le Rendement Fromager (Hamdi et al., 2018). Ces résultats pourraient permettre d'améliorer la rentabilité de l'élevage, de renforcer la capacité d'adaptation des populations rurales, ainsi que de protéger cette race animale menacée.

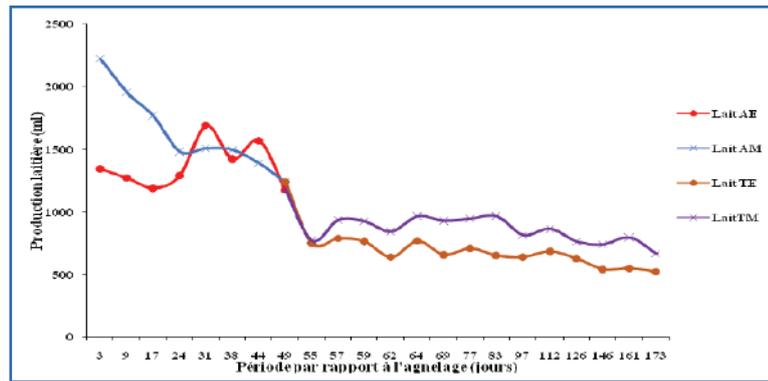


Figure 1:Évolution de la production laitière de la brebis Sicilo-Sarde pendant la phase d'allaitement (Lait AE et Lait AM) et la période de traite exclusive (Lait TE et Lait TM) selon le mode d'allaitement (Exclusif vs. Mixte)

Avec : Lait AE : Lait Allaitement en mode Exclusif ; LaitAM : Lait Allaitement en mode Mixte ; LaitTE : Lait Trait en mode Exclusif ; LaitTM : Lait Trait en mode Mixte.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	Non
	Réduit la demande en eau	Non
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	Non
	Synergique avec d'autres secteurs	Moyen
	Flexible	Fort
	Robuste	Moyen

Fort
Moyen
Faible
Non

AUTEURS

Hania Hamdi¹, Rafik Aloulou², Pierre-Guy Marnet³, Youssef M'Sadak², Youssef Samet⁴, Besma Ben Youssef⁵, AnissaTaamallah⁶, Mouna Hedhly⁴

1: CRRGC Béja | 2: ISA Chott Meriem | 3: Agro Campus Ouest, Rennes- France | 4: OEP Mateur | 5: OEP Béja | 6: UCPA Methline

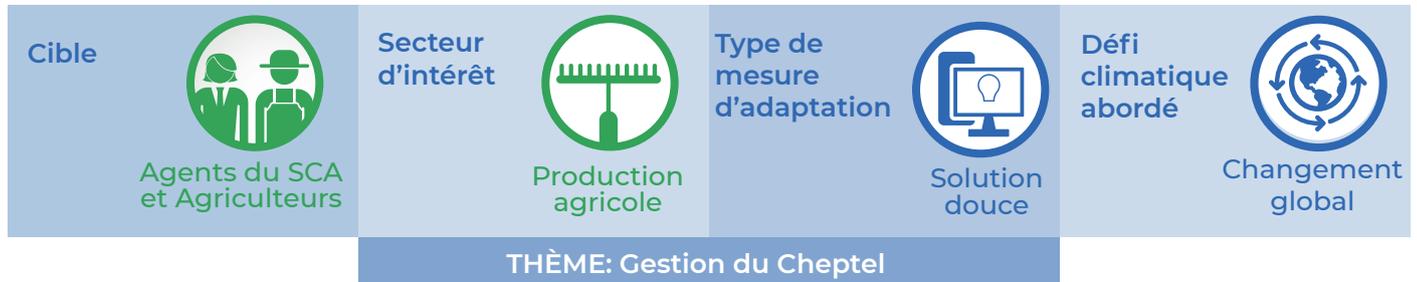
RÉFÉRENCES

- Aloulou, R. 2020. Étude des caractéristiques morpho-physiologiques mammaires et des potentialités laitières de la brebis Sicilo-Sarde en Tunisie pour une meilleure adaptation à la traite mécanique. Thèse de Doctorat, ISA Chott Meriem, 290 pages.
- Aloulou, R., Hamdi, H., Marnet, P.G. and M'Sadak, Y. 2019. Effects of weaning system on milk and external mammary conformation traits of Sicilo-Sarde Tunisian dairy ewe. *International Journal AGROFOR*, 4(2). 78-85. (http://agrofor.ues.rs.ba/data/20191112-10-aloulou_et_al.pdf)
- Aloulou, R., Hamdi, H., Marnet, P.G., Ghrab, A. and M'Sadak, Y. 2018. Relationship between milk production and lamb growth in suckling period of Sicilo-Sarde dairy sheep in Tunisia. IX International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2018", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 4-7 October 2018, 1807-1811. (<https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2019/20193108795.pdf>)
- Hamdi, H., Aloulou, R., Samet, Y., Taamallah, A. et M'Sadak, Y., 2018. Variation des caractères laitiers et du rendement fromager selon le mode de sevrage chez la brebis Sicilo-Sarde en Tunisie. 24èmes Renc. Rech. Ruminants, 5 et 6 Décembre 2018, Paris, France, p. 428. (http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/texte_8_affiche_qualite_et_securite_r-aloulou-2.pdf)

BONNES PRATIQUES DE LA TRAITE MECANIQUE DE LA BREBIS SICILO-SARDE

Objectif: promouvoir l'élevage de brebis Silico-Sarde localement pertinentes et adaptatives par une production laitière améliorée

Mots clés: aptitude laitière, traite mécanique, durabilité



Les pratiques de traite actuelles de la race ovine Sicilo-Sarde sont affectées à la fois par la gestion et les défis induits par le changement climatique, ce qui réduit l'efficacité de l'éjection du lait. D'une part, des paramètres de fonctionnement non appropriés font en moyenne 25% de lait résiduel chez les brebis après la traite (Aloulou et al., 2018 ; Aloulou, 2020) et augmentent le risque d'apparition des mammites (M'Sadak et al., 2018b), et d'autre part, les températures accrues induites par le changement climatique affectent la reproduction et la production laitière dans la région. Ces inefficacités compromettent la qualité du lait, réduisant ainsi son aptitude à la consommation et à la transformation, donc les revenus des exploitations. Par conséquent, pour réduire la vulnérabilité de la production de lait de brebis Sicilo-Sarde, il est important d'optimiser les conditions d'élevage et de traite afin de limiter les pertes de lait et d'améliorer l'état sanitaire mammaire des brebis.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Les données sur la traite mécanique de la brebis Sicilo-Sarde sont particulièrement rares et des références solides pour cette race font défaut (M'Sadak et al., 2018a ; M'Sadak et al., 2020). Une traite efficace et adéquate de la brebis conformément aux bonnes pratiques devrait inclure:

- Une conduite adéquate du chantier de traite : une circulation aisée des animaux, amélioration des conditions d'hygiène et d'environnement (bruit, température) ainsi qu'un dimensionnement correct des unités de traite et du personnel.
- Réglage des paramètres de fonctionnement à travers l'élaboration d'un référentiel sur les paramètres de vide et de pulsation au niveau de la machine qui conviennent à cette race, tout en tenant compte des caractéristiques anatomiques et physiologiques de la mamelle de la brebis Sicilo-Sarde.
- Une bonne préparation de la mamelle pour favoriser la stimulation, une pose rapide des gobelets-trayeurs sur trayons propres, assurer la coupure de vide avant de retirer les gobelets-trayeurs, la vidange complète de la mamelle et la désinfection des trayons après la fin de la traite.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Afin de préserver et de promouvoir l'élevage de la race ovine Sicilo-Sarde, seule brebis laitière spécialisée en Afrique du Nord, il s'avère utile de poursuivre les axes de recherche et de vulgarisation visant à augmenter le niveau de production laitière et à favoriser l'adoption de la traite mécanique.



Le respect des conditions techniques et hygiéniques de la traite des brebis permet d'assurer une:

- Bonne adaptation de la brebis à la traite mécanique.
- Augmentation de la quantité de lait commercialisé.
- Meilleure qualité hygiénique et sanitaire du lait produit.
- Réduction des coûts de production et du temps de travail.
- Garantie d'un bon état sanitaire mammaire des animaux.

Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort 
Moyen 
Non 

AUTEURS

Hania Hamdi¹, Youssef M'Sadak², Rafik Aloulou², Pierre-Guy Marnet³, Ali Jounaidi⁴, Besma Ben Youssef⁵, Youssef Samet⁶, Anis Bakkouri⁶

1: CRRGC Béja | 2: ISA Chott Meriem | 3: Agro Campus Ouest, Rennes- France | 4: UCPA (Gnadil Béja) | 5: OEP Béja
6: OEP Mateur

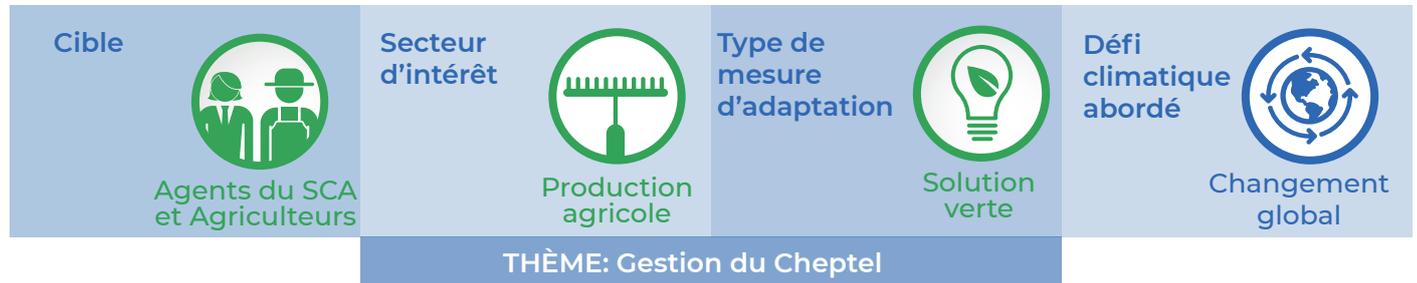
RÉFÉRENCES

-  Aloulou, R. 2020. *Étude des caractéristiques morpho-physiologiques mammaires et des potentialités laitières de la brebis Sicilo-Sarde en Tunisie pour une meilleure adaptation à la traite mécanique*. Thèse de Doctorat, ISA Chott Meriem, 290 pages.
-  Aloulou R., Marnet P.G. and M'Sadak Y., 2018. *Revue des connaissances sur la micro-filière ovine laitière en Tunisie : état des lieux et perspectives de relance de la race Sicilo-Sarde*. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 22 (3), 188-198.
<https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=16692&file=1&pid=16499>
-  M'Sadak, Y., Aloulou R., Hammami, W. et Hamdi H. 2020. *Étude des conditions de traite en élevage ovin Sicilo-Sarde mené dans la région de Béja (Tunisie)*. *Algerian Journal of Arid Environment*, 9(1), 17-28.
<https://dSPACE.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/24371/1/2.-%20Youssef%20M%27SADAK.pdf>
-  M'Sadak, Y., Aloulou, R., Hamdi, H., Ghazouani, M. and Jounaidi, A. 2018a. *Diagnosis of technical and hygienic milking conditions in dairy sheep farms (Tunisia)*. *Proceeding IX International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2018", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 4-7 October 2018, 1812-1817*.
http://agrosym.ues.rs.ba/agrosym/agrosym_2018/BOOK_OF_PROCEEDINGS_2018_FINAL.pdf
-  M'Sadak, Y., Aloulou, R., Hamdi, H., Hammami, W. et Marnet P.G. 2018b. *Étude des conditions d'hygiène et de l'état sanitaire mammaire des brebis Sicilo-Sarde soumises à la traite mécanique dans la région de Béja (Tunisie)*. *Revue Agriculture Sétif*, 09(1), 05-15.
<https://revue-agro.univ-setif.dz/documents-agri/Volume9-N1/Msadek-Aloulou-Hamdi-Hammami-Marnet.pdf>

VALORISER LES RESSOURCES ALIMENTAIRES LOCALES POUR LES PETITS RUMINANTS

Objectif: améliorer l'alimentation du bétail et éviter le surpâturage par la production locale de fourrage

Mots clés: petits ruminants, ressources alternatives locales, durabilité



En Tunisie, l'alimentation des petits ruminants est basée essentiellement sur les ressources naturelles (parcours, jachères, chaumes,...) qui ne sont pas disponibles durant toute l'année. Les conditions climatiques difficiles marquées par des périodes de sécheresse prolongées et le surpâturage ont entraîné la diminution des superficies des parcours et leur dégradation. Alors, les éleveurs se retrouvent obligés d'engraisser leurs animaux en bergerie avec un apport important d'aliment concentré. Par ailleurs, les prix des matières premières importées (soja, maïs et orge) ont été au moins triplés durant ces deux dernières décennies. Les éleveurs sont ainsi confrontés à une charge de production élevée, une faible productivité et des conditions de vie difficiles.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'enjeu majeur des éleveurs est de trouver de nouvelles alternatives aux ingrédients traditionnels des aliments pour animaux qui pourraient concurrencer sur le marché en termes de qualité nutritionnelle et écologiquement durable avec des techniques simples et peu coûteuses. Autrement dit, il s'agit de valoriser au maximum les ressources alimentaires locales compte tenu des faibles revenus des éleveurs dans les régions rurales, du coût des aliments sur le marché aussi bien national qu'international. Certaines ressources alimentaires locales ont été identifiées comme des alternatives prometteuses aux sources importées en raison de leur teneur élevée en protéines, telles que les légumineuses (Acaccia, Atriplex, Medicago Arborea, Grass pea,...). Aussi, d'autres ressources alimentaires moins riches (son de blé, grignons d'olive, pulpes de tomate et de betterave,...) peuvent être utilisées et valorisées en alimentation animale surtout en période de disette dans les régions caractérisées par un déficit fourrager afin de réduire les charges alimentaires.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les résultats obtenus pour des agneaux élevés sur un parcours amélioré par le Medicago Arborea ont montré des meilleures performances de croissance (105 vs. 84 g/j) et une viande maigre et riche en acides gras de type Oméga 3 par rapport aux agneaux élevés en bergerie avec du foin d'avoine (Hamdi et al., 2016 et 2017). Aussi, Friha et al. (2019) ont montré que la conduite des agnelles sur un parcours riche en plantes halophytes a permis d'obtenir des performances comparables à celles des agnelles élevées en bergerie avec de paille (92 vs. 96 g/j). Ceci confirme que l'amélioration pastorale des parcours naturels permet d'améliorer la productivité des élevages et de garantir une bonne qualité nutritionnelle des produits. Également, la supplémentation des rations d'agneaux avec de grignons d'olive (20% MS ration) n'a pas eu d'effet sur les performances des agneaux ainsi que sur la qualité de la carcasse et de la viande (Hamdi et al., 2016). Ainsi, l'utilisation des grignons en alimentation animale avec des taux d'incorporation bien étudiés permet de réduire les coûts de production et de diminuer la pollution de l'environnement.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort 
Moyen 
Non 

AUTEURS

Hania Hamdi¹, Linda Majdoub-Mathlouthi², Mouna Friha², Khemais Kraiem²

1: CRRGC Béja | 2: ISA Chott-Meriem

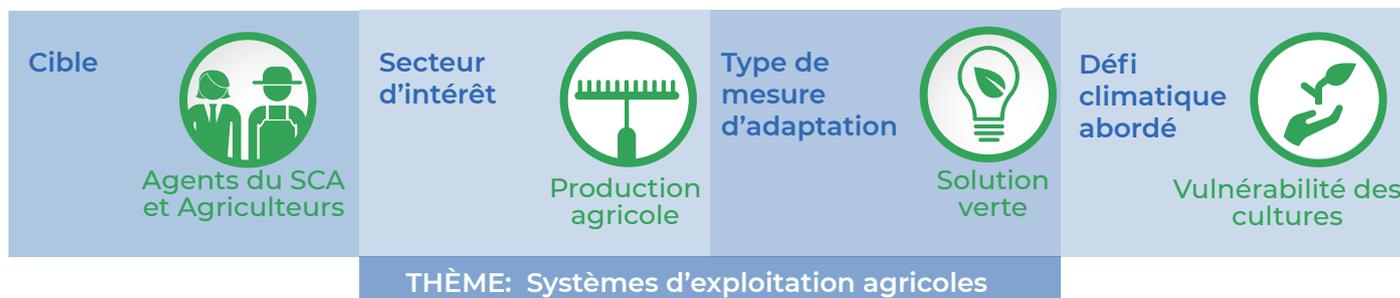
RÉFÉRENCES

-  Hamdi, H., Majdoub-Mathlouthi, L., Picard, B., Listrat, A., Durand, D., Znaïdi, I.A. and Kraiem, K. 2016. Carcass traits, contractile muscle properties and meat quality of grazing and feedlot Barbarine lamb receiving or not olive cake. *Small Ruminant Research*, 145, 85– 93.<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.028>
-  Hamdi, H., Majdoub-Mathlouthi, L., Durand, D., Thomas, A. and Kraiem, K., 2017. Effects of olive-cake supplementation on fatty acid composition, antioxidant status and lipid and meat-colour stability of Barbarine lambs reared on improved rangeland plus concentrates or indoors with oat hay plus concentrates. *Animal Production Science*, 58, 1714–1725.<http://dx.doi.org/10.1071/AN16352>
-  Friha, M., Hamdi, H. Mohamed, M., Jadli, M. and Majdoub-Mathlouthi, L. 2019. Halophytes and Grass pea as alternative fodder resources for rearing lambs on saline area: the case of Kerkennah archipelago. *1st Joint Meeting, FAO-CIHEAM Networks on Sheep and Goats and on Mediterranean Pastures (Nutritional strategies to improve sheep and goat adaptation and production efficiency)*, Meknes, Morocco/Maroc, 23-25 Oct 2019, p-67.http://networks.iamz.ciheam.org/meknes2019/pdf/BOOK_OF_ABSTRACTS_MEKNES19.pdf

LE SECHAGE DES FIGES EN TUNISIE : ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES FUTURES

Objectif: renforcer l'innovation dans la transformation des figes pour une durabilité de ce secteur résilient au climat

Mots clés: ficus carica, transformation, séchage au soleil



Le figuier (*Ficus carica L.*) est une espèce fruitière bien adaptée aux conditions agro-écologiques de la Tunisie et s'étend sur l'ensemble du pays. La superficie totale occupée par le figuier est d'environ 30000 ha avec une production moyenne annuelle de 27000 tonnes (Ministère de l'Agriculture, 2020). Les figes sont riches en éléments nutritifs et sont consommées fraîches (Bither ou Karmous) ou séchées ("Chriha"). Le séchage est une méthode efficace pour la conservation des figes, en termes de faisabilité technique et de qualité nutritionnelle. Les prospections réalisées par Gaaliche et al. (2012) au centre et au nord de la Tunisie indiquent que 54% des agriculteurs pratiquent le séchage des figes au soleil. Environ 70% des agriculteurs affirment que l'utilisation de la plante "Halfa" pour le séchage a donné la meilleure qualité de "Chriha" de point de vue goût et saveur. La qualité des figes sèches dépend fortement des conditions climatiques et les cultivars de figuier peuvent être cultivés dans diverses conditions écologiques (Gaaliche et al., 2011). La durée de séchage dépend de la température, de l'humidité et du degré de maturation des figes. Elle varie généralement de 10 à 20 jours. Il est à signaler que parmi les agriculteurs pratiquant le séchage, seulement 10% vendent leurs produits au marché local.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Malgré son importance socio-économique et culturelle, le séchage des figes reste encore traditionnel en Tunisie et devrait être modernisé pour des raisons économiques et surtout de santé publique. L'objectif de cette approche est d'analyser la situation actuelle des vergers de figuier en Tunisie, en particulier les techniques de séchage et de conservation, les problèmes liés au séchage des figes et les possibilités de modernisation des techniques de séchage. La création des unités de séchage et de conservation pourrait améliorer ce secteur, ainsi que le développement de nouveaux cultivars adaptés à des conditions écologiques diverses, pour augmenter la mécanisation et réduire le recours à la main-d'œuvre et diversifier la gamme de produits.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFILIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La production des figes est un secteur très résilient dans l'agriculture tunisienne et soutient largement les communautés rurales, en particulier dans les zones marginales. Le développement des techniques de séchage peut améliorer les processus de production et l'accès au marché, étendant ainsi l'utilisation de cette culture dans la région. Les figes sèches sont principalement produites avec des systèmes de gestion à faible intrants, peuvent être facilement stockées et fournir des composés phytochimiques fonctionnels. La production totale des figes reste plutôt limitée. Ainsi pour répondre aux demandes du consommateur, des figes sèches saines et de haute qualité ou des produits dérivés doivent être fournis sur le marché national et mondial.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	1
	Réduit la demande en eau	2
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	1
	Synergique avec d'autres secteurs	1
	Flexible	2
	Robuste	3

Fort
Moyen
Faible
Non

AUTEURS

Badii Gaaliche¹, Houria Turki², Marwa Hassine³, Moez Mkadmi¹, Monia Baccouche⁴, Samir Oujji⁵
 1: INRAT | 2: INPFCA | 3: INAT | 4: CRDA Bizerte | 5: ODESYPANO

RÉFÉRENCES

- Ministère de l'Agriculture, 2020. Budget économique 2020, Agriculture et Pêche. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie, Novembre-Décembre 2020.
- Gaaliche B., Trad M., Hfaiedh L., Lakhal W. & Mars M., 2012. Pomological and biochemical characteristics of fig (*Ficus carica* L.) cv. Zidi in different agro-ecological zones of Tunisia. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 49, 425-428.
- Gaaliche B., Lauri P.E., Trad M., Costes E. & Mars M., 2011. Interactions between vegetative and generative growth and between crop generations in fig tree (*Ficus carica* L.). *Scientia Horticulturae*, 131, 22-28.
- Mars M., Gaaliche B., Ouerfelli I. & Chouat S., 2009. Systèmes de production et ressources génétiques du figuier (*Ficus carica* L.) à Djebba et Kesra, deux villages de montagne au nord-ouest de la Tunisie. *Revue des Régions Arides*, 22, 33-45



Photo 1 : Exemple de cultivars de figuier aux fruits bien adaptés au séchage (A: cv. Bidhi et B : cv. Khedri)



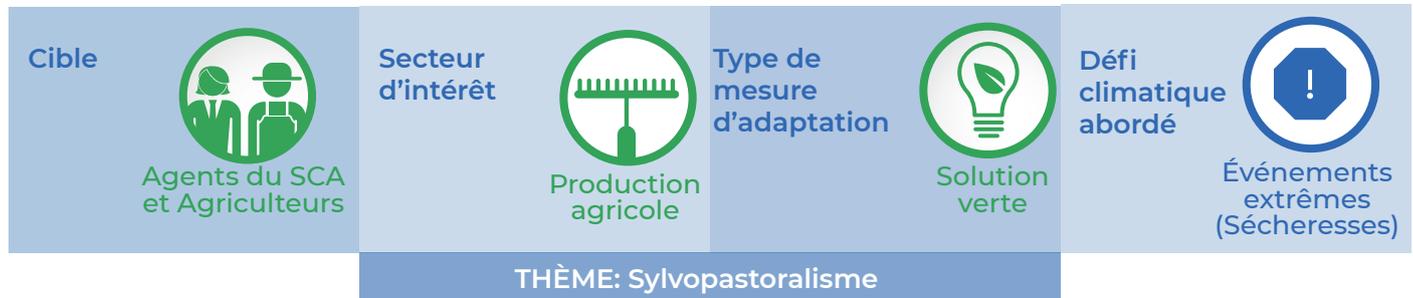
Photo 2 : Séchage au soleil des figes (cv. Bidhi) sur palmes



UTILISATIONS ALTERNATIVES DE PHALARIS (PHALARISAQUATICA L.) POUR ADAPTER LE SYLVO-PATURAGE À LA SÉCHERESSE

Objectif: étendre l'utilisation de Phalaris (*Phalaris aquatica* L.) pour les prairies de pâturage en Tunisie comme option d'adaptation contre les impacts de la sécheresse sur le sylvo-pâturage

Mots clés: graminées pérennes, *phalaris aquatica*, production fourragère



L'élevage joue un rôle socio-économique très important en Tunisie, mais l'accès limité au fourrage toute l'année est une contrainte majeure pour obtenir des produits mieux commercialisables, diversifiés et rentables. Les graminées vivaces, telles que Phalaris (*Phalaris aquatica* L.), fournissent des services écosystémiques cruciaux, notamment la séquestration du carbone, la protection et l'enrichissement des sols et la préservation de la biodiversité (Gaujour et al. 2012). Cette espèce est originaire de la région méditerranéenne, mais elle est affectée par l'érosion génétique due aux précipitations irrégulières, au surpâturage, à la réduction des prairies et aux exploitations de fourrage négligées.

Phalaris suscite un intérêt croissant en raison de sa grande résistance à la sécheresse ainsi que de son aptitude aux terres marginales abandonnées où une salinité excessive et un faible taux d'humidité limitent la croissance des plantes.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

L'utilisation de Phalaris (*Phalaris aquatica* L.) pour les prairies de pâturage en Tunisie peut être une option d'adaptation pécutante contre les impacts de la sécheresse car elle permet de prolonger et de régulariser la saison d'alimentation. L'espèce se caractérise par une repousse rapide au début des pluies d'automne et une exploitation très efficace de l'humidité résiduelle à la fin du printemps, augmentant sa résilience au manque d'eau.

Dans les scénarios actuels de changement climatique pour la Tunisie, des sécheresses plus longues et plus sévères sont prévues, une adoption accrue du Phalaris est fortement recommandée pour créer des prairies durables. Dans le nord de la Tunisie, les graminées fourragères vivaces constituent déjà une importante graminée de saison fraîche, largement utilisée dans les pâturages, les pelouses et les foins et peuvent être implantées avec succès par des techniques conventionnelles ou par semis direct de pâturage.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Un pâturage pérenne établi avec succès, vigoureux et bien géré survit aux épisodes de sécheresse, maintient une production animale accrue et fournit des avantages environnementaux pendant de nombreuses années. L'adoption de systèmes de graminées pérennes en Tunisie peut améliorer la production, la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance ruraux, contribue à faire évoluer les systèmes agricoles vers des performances économiques, environnementales et sociales multiples. De plus, les plantes vivaces ont également des besoins en eau plus faibles que les espèces de prairies annuelles et réduisent les risques d'érosion des sols, ainsi que les coûts associés au labour et au semis.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort  Moyen  Faible  Non 

AUTEURS

Salma Sai Kachout¹, Salah Benyoussef¹, Mokhtar Barakett², Amel Ennajah², Rania Mechergui², Nidhal Chorbel³, Samia Mleil¹, Karim Guenni¹, And Aziza Zoghlami¹

1: INRAT | 2: INRGREF | 3: FST

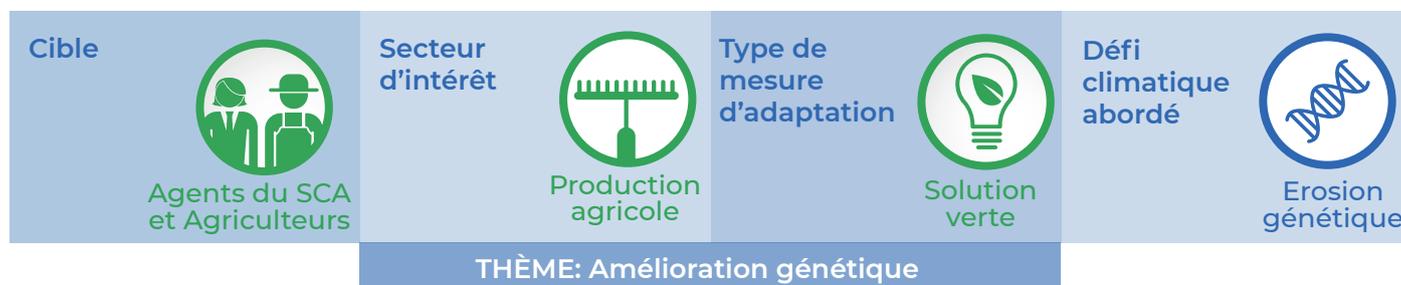
RÉFÉRENCES

-  PRB's 2013 World Population Data Sheet
-  Gaujour E., Bernard A., Catherine M., Sylvain P. 2012. Factors and processes affecting plant biodiversity in permanent grasslands. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 32(1):133-160.
-  Stork, P.R., and P.H. Jerie. 2003. Initial studies of the growth, nitrogen sequestering, and de watering potential of perennial grass selections for use as nitrogen catch crops in orchards. *Australian Journal of Agricultural Research* 54:27-37.
-  Chakroun M.; Mezni M.Y.; Cunningham P.; Graves W. 1995. Genetic resources collection of perennial pasture grasses in Tunisia. *Cahiers Options Méditerranéennes (CIHEAM)*. v. 12. ISSN: 1022-1379

IMPORTANCE DE TRITICALE POUR LES AGRICULTEURS DANS LES ZONES MARGINALES DU NORD DE LA TUNISIE

Objectif: augmenter la production locale de triticales pour réduire les importations de fourrage et adapter le bétail local aux impacts du changement climatique

Mots clés: triticales, zones marginales, nord de la Tunisie



Les prévisions de changement climatique dans le bassin méditerranéen prévoient des tendances de réchauffement plus rapides que dans la plupart des autres régions du monde, associées à des précipitations réduites pendant la saison de croissance (José et al., 2021). Une incertitude considérable subsiste dans la compréhension et la modélisation de la manière dont les processus pertinents affecteront la production agricole et le risque de mortalité des cultures dans un climat changeant. En Tunisie, bien que la production animale s'intensifie de plus en plus, les superficies des cultures fourragères sont restées constantes au cours de la dernière décennie et la contribution des cultures fourragères à l'alimentation du bétail est limitée (Jaouad, 2010). Pour gérer l'alimentation animale nécessaire, des quantités croissantes de maïs et d'orge sont importées, ce qui exerce une forte pression sur la balance des paiements. Dans ce contexte se fait sentir le besoin de développer de nouvelles variétés favorisant des cultures adaptables aux conditions environnementales du nord-ouest tunisien (subhumide (Béja)-humide (Sedjnène)-semi-aride (Oued Mliz)) et plus performantes que les variétés traditionnelles.



DESCRIPTION DE L'APPROCHE D'ADAPTATION OU DE LA STRATEGIE POLITIQUE

Pour réduire l'importations des fourrages, la triticales, une nouvelle céréale caractérisée par une forte productivité et son adaptation aux différents étages bioclimatiques, pourrait être une culture alternative (Hulse et Spurgeon., 1974).

Une analyse comparative de vingt trois variétés de triticales a été effectuée dans trois régions du Nord de la Tunisie a mis en évidence qu'il existe une variabilité importante du comportement des génotypes d'un site à l'autre. De plus, les résultats soulignent l'importance de la productivité de certains triticales et ont permis d'identifier des variétés productives qui peuvent facilement s'adapter à ces zones marginales.



IMPACTS ATTENDUS POUR RELEVER LE DEFI LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Baraket et al, 2015 a noté une forte adaptation spécifique de certains génotypes pour chaque environnement en effet les variétés qui donnent des rendements en grain importants sont BAGAL, SPHD et WG pour Oued-Béja, LIRON, DIS pour Sedjenene et FARAS, ARDI et WIR pour Oued-Mliz. De plus les variétés SARDEV et ARDI ont donné les rendements biologiques les plus élevés. Cependant, la variété SARDEV a enregistré à la fois des rendements biologiques et en grains élevés avec des moyennes respectives de 1420.64 et 1020 g/m² et pourrait donc à être appropriée pour la double exploitation. Ces rendements sont nettement supérieure à la production national moyenne de triticales et d'orge d'où l'intérêt de l'extension de la culture de triticales.



Les indicateurs d'adaptation identifiés pour chaque solution sont rapportés dans le tableau ci-dessous:

APPROCHE PROPOSÉE	Réduit la consommation énergétique	
	Réduit la demande en eau	
	Améliore les conditions sanitaires et la fonctionnalité de l'écosystème	
	Synergique avec d'autres secteurs	
	Flexible	
	Robuste	

Fort
Moyen
Faible

AUTEURS

Mokhtar Baraket¹, Marwa Hassine², Salma Sey², Foued Aloui³, Saoussen Kouki⁴, Moncef Kethiri⁴

1: INRGREF | 2: INRAT | 3: ISPT | 4: ODESYANO

RÉFÉRENCES

- Hulse J H. et Spurgeon D., (1974) ; *Triticale*. *Scientific American* 231: 72-81.
- M. Baraket, H. Selmi, M. Hassine, Z. Hammami, M. Guesmi, Y. Sellemi, Y. Trifa (2015): *Agronomic performance of 23 Triticale (X Triticosecale Wittmack) cultivars in various locations of northern Tunisia*. Published in *NEW SCIENCES-Agric and biotech JOURNAL* in volume 23; November 01, 2015.
- Jaouad M. *Constraints to improving forage feed resources and their impacts on the dynamics of the cattle breeding in Tunisia*. In : Porqueddu C. (ed.), Ríos S. (ed.). *The contributions of grasslands to the conservation of Mediterranean biodiversity*. Zaragoza : CIHEAM / CIBIO / FAO / SEEP, 2010. p. 39-43 (*Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*; n. 92).
- Jose V. Rocés-Díaz, Jordi Vayreda, Miquel De Cáceres, Raúl García-Valdés, Mireia Banqué-Casanovas, Alejandra Morán- Ordóñez, Lluís Brotons, Sergio de-Miguel, Jordi Martínez-Vilalta (2021): *Temporal changes in Mediterranean forest ecosystem services are driven by stand development, rather than by climate-related disturbances*, *Forest Ecology and Management*, Volume 480,2021,118623,ISSN 0378-1127.



FASTER

Farmers' Adaptation and Sustainability in Tunisia
through Excellence in Research

ATLAS POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'AGRICULTURE TUNISIENNE

Les propositions du laboratoire vivant FASTER co-création



@Fasterh2020



FasterH2020



@Fasterh2020

ISBN 978-9973-0994-1-9



9 789973 099419



Ce projet est financée par l'Union européenne dans le cadre du projet Horizon 2020 programme de recherche et d'innovation au titre de la convention de subvention n  810812.