ISTOM

Ecole Supérieure d'Agro-Développement International

4, rue Joseph Lakanal, 49 000 ANGERS

Tél. : 02 53 61 84 60 istom@istom.fr

Mémoire de fin d'études

Le jeu sérieux comme support d'accompagnement : cas de la gestion des ressources en eaux souterraines de Tunisie

BOULAY, Martin Axel
P109

Stage effectué à Tunis, Tunisie
du 06/03/2023 au 31/08/2023
au sein du CIRAD
Maîtres de stage : Hassenforder Emeline ;
Faysse Nicolas ;
Mekki Insaf
Tuteur pédagogique : Shili-Touzi Ines

Mémoire de fin d'études soutenu en octobre 2023

Résumé / Abstract

Résumé

En Tunisie, un tiers des aquifères sont actuellement surexploités. Cette situation est principalement due à l'agriculture irriguée intensive, correspondant à 80% du volume annuel prélevé nationalement. Les actuels instruments de gestion (tel que la zone d'interdiction, la subvention sur le matériel d'économie d'eau) ne permettent cependant pas d'assurer la durabilité de ces ressources. En 2021, 64% des points d'eau puisant dans les nappes profondes étaient de nature illicite. La nécessité d'expérimenter, de débattre et de choisir de nouveaux modèles de gestion, c'est-à-dire de nouvelles combinaisons d'instruments de gestion est donc primordiale pour l'avenir du pays. La présente étude aborde ce sujet au prisme du jeu sérieux. Le jeu immerge les participants dans le rôle de trois agriculteurs et une association d'usagers prélevant de l'eau destinée à irriguer leur surface agricole, les agriculteurs étant les principaux détenteurs de forage illicite. L'outil permet aux acteurs locaux de la gestion des ressources en eaux souterraines de choisir et tester des combinaisons d'instruments de gestion alternatifs en restant circonscrit dans un espace virtuel, n'engendrant pas de conséquences directes dans la réalité. Ce travail analyse dans quelle mesure l'utilisation du jeu sérieux permet aux acteurs locaux de choisir une combinaison alternative d'instruments de gestion favorable à leur contexte. La mise en œuvre de six sessions sur quatre terrains différents avec des catégories d'acteurs différentes a permis de conclure que le jeu est un outil efficace pour simuler et débattre d'un modèle de gestion alternatif. Dans le cadre restrictif de la manipulation d'instruments de régulation de la demande et de l'action collective, les participants ont choisi à 80% la mise en place d'un forage collectif privé accompagné d'une tarification de l'eau ou de la taxe sur sa consommation. Cependant le jeu n'est en lui-même pas un outil suffisant pour implémenter ce modèle dans la réalité s'il ne s'inscrit pas dans un processus d'accompagnement complet impliquant l'administration centrale. Il apporte pour autant un apprentissage, un partage des connaissances acquises sur les instruments de gestion et initie un dialogue multi-acteurs quant à l'existence d'alternatives de gestion.

Mots clés : Jeu de rôle, instruments de gestion, eau souterraine, action collective, agriculture irriguée

Abstract

In Tunisia, a third of aquifers are currently overexploited. This situation is mainly due to intensive irrigated agriculture. This sector abstracts 80% from the global annual volume abstracted nationally. However, the current groundwater management instruments (as prohibited area, subsidy on water-saving equipment) do not ensure the sustainability of these resources. In 2021, 64% of bore wells abstracting groundwater were illegal. The need to experiment, debate and choose new management models, i.e. new combinations of management instruments**,** is a priority for the country's future. The current study approaches this subject through the prism of a serious game. The game immerses participants in the role of three farmers and one groundwater users' association abstracting water to irrigate their farmland. Farmers are the main holders of illegal bore wells. The tool enables local groundwater resource management stakeholders to choose and test combinations of alternative management instruments in a virtual space, with no direct consequences into reality. This study analyses to what extent the use of the serious game allows local stakeholders to choose an alternative combination of management instruments ideal for their context. The game was played during six sessions in four different sites with different categories of stakeholders. It led to the conclusion that the game is an effective tool for simulating and debating an alternative management model. While they were restricted to manipulating demand regulation and collective action instruments, 80% of the

participants chose to set up a private collective bore well along with water pricing or tax on water consumption. However, the game in itself is not a sufficient tool to implement this model in reality if it is not part of a global support process involving the central administration. It does, however, provide an opportunity to learn, to share the knowledge acquired about management instruments and to initiate a multi-stakeholder dialogue on the existence of management alternatives.

Keywords : Role-playing game ; management instruments ; groundwater ; collective action ; irrigated agriculture

Table des matières

Résumé / Abstract ---- 2

Table des illustrations ---- 5

Abréviations et sigles ---- 7

Remerciements ---- 8

I. Contextualisation : Les ressources en eaux souterraines de Tunisie ---- 11

A. Caractéristiques hydrogéologiques, usages et gestion ---- 11

B. Surexploitation des aquifères et limites du modèle de gestion actuel ---- 14

II. Cadre théorique ---- 25

A. Les instruments de gestion ---- 25

B. La gouvernance des eaux souterraines ---- 27

C. Modèles « durables » de gestion ---- 29

III. Méthodologie ---- 31

A. Du cadre théorique à la question de recherche ---- 31

B. Processus de construction de *Ground'Wag'Er* ---- 39

IV. Présentation des zones d'étude ---- 41

V. Descriptif du jeu *Ground'Wag'Er* ---- 44

VI. Résultats ---- 53

A. L'appropriation du jeu par les joueurs ---- 53

B. L'action collective et la régulation de la demande ---- 56

C. Lien avec la réalité ---- 60

VII. Discussion ---- 64

A. Alternatives et orientation du jeu ---- 64

B. Confrontation avec la littérature sur les jeux sérieux ---- 65

C. Simulation et réalité : les limites de l'étude ---- 66

D. Quelle suite pour le jeu ? ---- 67

VIII. Conclusion ---- 69

IX. Bibliographie ---- 70

X. Table des annexes ---- 74

Table des illustrations

Tables des figures

Figure 1 : Projection 2025 du manque d'eau à l'échelle internationale (Mabhaudhi et al., 2016) ---------- 11
Figure 2 : Localisation des nappes phréatiques et profondes sur le territoire tunisien (Besbes, 2013, d'après bases de données DGRE, cité par Elloumi, 2016) ---------- 12
Figure 3 : Recensement des périmètres irrigués en Tunisie (MARHP, Enquête périmètres irrigués 2011-2012, cité par Elloumi, 2016) ---------- 13
Figure 4 : Evolution de la température en Tunisie de 1901 à 2001 (d'après MARHP-GTZ, cité par Besbes et al., 2013) ---------- 14
Figure 5 : Evolution de la population et de la desserte en eau potable (d'après SONEDE, 2010, cité par Besbes et al., 2013) ---------- 15
Figure 6 : Comparaison de la consommation d'eau par secteur entre 1990 et 2010 (Elloumi, 2016) ---------- 16
Figure 7 : L'instabilité politique actuelle, cause et conséquences sur les ressources en eaux souterraines ---------- 19
Figure 8 : Conséquences de la surexploitation des eaux souterraines (Auteur, 2023 ; d'après Montginoul et al., 2020 ; Elloumi, 2016) ---------- 20
Figure 9 : Les instruments de gestion des eaux souterraines existants à travers le monde (Molle et Closas, 2016) ---------- 26
Figure 10 : – Les instruments de gestion des eaux souterraines à partir du contrôle des prélèvements via les forages existants (Molle et Closas, 2016) ---------- 26
Figure 11 : Les instruments de gestion utilisés en Tunisie (Elloumi, 2016) ---------- 27
Figure 12 : Cadre théorique pour l'analyse et l'évaluation de la gouvernance des eaux souterraines (Wijnen et al., 2012) ---------- 27
Figure 13 : Echelle de la participation (Arnstein, 1969) ---------- 31
Figure 14 : Echelle de la participation (issu de Lisode, cité par Hassenforder et al., 2020) -- 32
Figure 15 : Schéma de l'approche COOPLAGE (UMR G-EAU, 2017) ---------- 34
Figure 16 : Terrains de mise en œuvre ---------- 41
Figure 17 : Plateau de jeu ---------- 44
Figure 18 : Nappe et ressource eau ---------- 45
Figure 19 : Composition d'un assolement ---------- 46
Figure 20 : Mode d'irrigation goutte-à-goutte ---------- 46
Figure 21 : Mode d'énergie motopompe électrique et son coût d'utilisation ---------- 47
Figure 22 : Forage légal pouvant aller jusqu'au palier 3 ---------- 47
Figure 23 : Graphique de suivi de la piézométrie de la nappe ---------- 49
Figure 24 : Affiche du déroulé d'un tour ---------- 49
Figure 25 : Table des investissements ---------- 50
Figure 26 : Instrument de gestion ---------- 50
Figure 27 : Tableau des instruments de gestion existants dans la littérature ---------- 51
Figure 28 : Graphiques de l'évolution de la piézométrie en fonction du type d'acteur ------- 54
Figure 29 : Récurrence des instruments sélectionnés ---------- 56

Table des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des sessions de jeux---------- 40
Tableau 2 : Caractéristiques des terrains de mise en œuvre du jeu---------- 42
Tableau 3 : Situation initiale des joueurs---------- 48
Tableau 4 : Actions possible à la table des investissements ---------- 49
Tableau 5 : Liste des dix instruments de gestion utilisable dans le jeu ---------- 51
Tableau 6 : Ordre des sessions ---------- 53
Tableau 7 : Synthèse des combinaisons d'instruments sélectionnées---------- 57
Tableau 8 : Eléments caractérisant la réussite du modèle de gestion ---------- 59

Abréviations et sigles

- A – Abène
- CGIAR – Consultative Group on International Agricultural Research
- CIRAD – Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
- ComMod – Companion Modelling
- COOPLAGE – Coupler des Outils Ouverts et Participatifs pour Laisser les Acteurs s'adapter pour la Gestion de l'Environnement
- CRDA – Commissariat Régionale de développement Agricole
- C4S - Climate Smart Systemic Solutions and Scaling
- CT – Culture de Type
- CTV – Cellule Territoriale de Vulgarisation
- DC – Dar Chichou
- DGRE – Direction Générale des Ressources en Eau
- ESA – Ecole Supérieure d'Agriculture
- EUT – Eaux Usées Traitées
- FCP – Forage Collectif Privé
- GA – Grand Agriculteur
- GDA – Groupement de Développement Agricole
- G-EAU – Gestion de l'Eau, Acteurs, Usages
- GIRE – Gestion Intégrée de la Ressource en Eau
- INAT – Institut National Agronomique de Tunisie
- INRGREF – Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts
- MARHP – Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
- ONAS – Office National de l'Assainissement
- OTD – Office des Terres Domaniales
- PA – Petit Agriculteur
- PPI – Périmètre Public Irrigué
- SMSA – Sociétés Mutuelles de Services Agricole
- SMVDA – Société de Mise en Valeur et de Développement Agricole
- SONEDE – Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux
- STEG – Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz
- UNESCO - Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
- WAG – Wat A Game

Remerciements

Ce stage a été pour moi une expérience professionnalisante très instructive et très bien encadrée. Pour célébrer ce qui est à mes yeux une réussite, je tiens tout d'abord à remercier ma binôme de stage Sarra Kekli. Son calme et sa pertinence ont su parfaitement venir complémenter ma personnalité parfois spontanée et indécise. Son humour et sa bienveillance ont su détendre les moments de tension et de stress. Ce fut un véritable travail d'équipe, équilibré tant sur l'aspect professionnel que personnel. Je suis heureux d'avoir tracé ce bout de chemin professionnel en équipe avec elle. Je suis aussi heureux de mon encadrement avec Emeline Hassenforder. Son regard analytique, sa volonté d'aller toujours plus loin et sa bienveillance à notre égard ont en grande partie permis la réussite du stage. Plus globalement je tiens à remercier amplement l'équipe du projet C4S pour leur accueil et leur professionnalisme : Samia Chrii, Nicolas Faysse, Insaf Mekki et Intissar Ferchichi. Les commentaires et entretiens avec les membres du comité scientifique du projet nous ont aussi été d'une précieuse aide.

Ce travail de construction du jeu n'aurait pas été possible sans les conseils avisés d'Anne Dray, de Amar Imache et Claude Garcia.

Un grand merci à tous les acteurs de la gestion des eaux souterraines qui ont donné de leur temps pour leur participation, de près ou de loin, à la création, à la validation et/ou au test de notre outil. Je pense notamment aux membres du CRDA de Gabès et à leur investissement et soutien dans le suivi de notre travail. Merci aux agriculteurs et membres de GDA des différents gouvernorats qui ont participé aux sessions, sans qui tout ce travail n'aurait pas été réalisable.

En dehors du cadre du stage, je souhaite exprimer toute ma gratitude à mes parents qui m'ont donné la possibilité de vivre une expérience formidable qu'est la formation à l'ISTOM. Merci aussi à cette école et à toute son équipe pour l'enseignement, les compétences, l'autonomie et les valeurs humaines qu'elle apporte en cinq années de formation.

Bonne lecture.

Cadre institutionnel

Ce stage de fin d'études en vue du diplôme d'ingénieur agronome a été réalisé dans le cadre du projet C4S Groundwater porté par le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et l'Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF). Ce projet s'inscrit dans l'initiative One CGIAR ClimBeR (Building Systemic Resilience Against Climate Variability and Extremes). Le projet vise à accompagner la gouvernance participative des eaux souterraines dans les systèmes irrigués tunisiens pour coconstruire des solutions intelligentes pour le climat et l'eau. L'approche employée pour l'accompagnement des acteurs est de nature ascendante, dans une démarche d'implication des acteurs locaux pour appuyer par la suite les solutions à un niveau régional.

Le stage a été entrepris en binôme avec Sarra Kekli, étudiante tunisienne en dernière année du cycle ingénieur agronome de l'ESA Moghrane. L'encadrement a quant à lui été fait par Emeline Hassenforder (CIRAD, UMR G-EAU), chercheuse en ingénierie de la participation dans le champ de la gouvernance de l'eau et des territoires. Il a de plus été appuyé par Nicolas Faysse (CIRAD, UMR G-EAU), socio-économiste travaillant dans le domaine de la gouvernance de l'eau, des dynamiques agricoles et de l'action collective et Insaf Mekki (INRGREF) agro-hydrologue, chercheuse dans la gestion de l'eau agricole en région aride et semi-aride.

Contexte du stage

Le stage s'inscrit dans un contexte de pression sur les ressources en eaux souterraines. En effet les derniers chiffres recensés par l'organisme étatique en charge de la gestion de ces ressources, la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE), montrent qu'environ un tiers des aquifères du pays sont actuellement surexploités (DGRE, 2023 ; DGRE, 2023). Elles sont pour autant une ressource clé recouvrant 75% des prélèvements de toute forme de ressource en eau confondue et tout secteur confondu. Une diversité de facteurs d'ordre écologique, technique, démographique, économique et politique expliquent cette situation actuelle. Pour autant la principale cause fut la politique de mobilisation maximale des ressources des 40 dernières années à destination de l'agriculture irriguée (Elloumi, 2016), représentant aujourd'hui 80% du volume d'eau souterraine annuellement prélevé (DGRE, 2023). Cette politique, traduite par une gouvernance pluri-scalaire et un modèle de gestion qui fut principalement basé sur la gestion de l'offre, s'accompagne d'instruments de gestion pour augmenter la quantité de ressources ou pour en réguler l'usage. La situation actuelle et la recherche scientifique (Elloumi, 2016 ; Frija et al., 2014 ; Besbes et al., 2013 ; Zitouna, 2023) dans ce domaine montrent que la gouvernance et le modèle de gestion actuel ne permettent pas d'assurer la durabilité des ressources. Le nouveau Code des Eaux supposé redéfinir ses éléments peine à être achevé.

Dans ce contexte, l'étude s'axe sur la réflexion concernant un modèle de gestion alternatif. Il est en effet essentiel pour les acteurs de la gestion de ces ressources de pouvoir définir consensuellement un nouveau modèle. Les relations entre ces différents acteurs sont cependant tendues, tout comme la situation écologique. Dans le cadre du stage, nous avons créé un outil permettant de choisir, simuler et débattre d'instruments de gestion alternatifs. L'étude questionne donc le niveau d'accompagnement dans le choix d'un nouveau modèle que permet notre outil, le jeu sérieux.

Le présent document est structuré en sept chapitres. Le premier chapitre apporte des éléments de compréhension sur les causes de la surexploitation, le modèle de gestion actuellement en vigueur et la gouvernance actuelle des ressources en eaux souterraines tunisiennes. Dans un second chapitre, ces deux dernières notions sont inscrites dans les cadres théoriques qui les composent et une description de différents cas de gestion « durables » des eaux souterraines est

faite. Le chapitre trois inscrit l'étude dans le cadre méthodologique du jeu sérieux et pose la question de recherche suivante : **Dans quelle mesure le jeu sérieux permet-il d'accompagner les acteurs à choisir un modèle de gestion des eaux souterraines en Tunisie ?** Suite à la description du processus du construction du jeu sérieux vient un quatrième chapitre présentant les zones de mise en œuvre du jeu. Le cinquième chapitre vise quant à lui à décrire précisément les éléments qui composent le jeu et le déroulement d'une session. Le chapitre six présente les résultats des sessions. Pour terminer, le chapitre sept apporte des éléments de discussion sur les alternatives de conception du jeu, sur la confrontation des résultats à la littérature, les limites de l'étude et la suite pour le jeu. L'étude se finit par une conclusion résumant les principaux résultats et ouvrant sur des recommandations.

I. Contextualisation : Les ressources en eaux souterraines de Tunisie

Pour introduire cette étude, une contextualisation de la situation actuelle des eaux souterraines et de sa gestion est faite au travers de deux constats portés sur la surexploitation des ressources et des limites du modèle de gestion.

A. Caractéristiques hydrogéologiques, usages et gestion

La diminution progressive de la ressource hydrique (eau disponible et utile pour l'être humain) est actuellement un phénomène international. Elle est causée entre autres par l'augmentation de sa demande, le modèle économique actuel pour l'agriculture, l'énergie et l'industrie mais aussi par l'urbanisation rapide et non planifiée, le changement climatique (Nations Unies, 2017). Un rapport de l'UNESCO note par exemple que concernant les ressources en eaux souterraines, à l'échelle mondiale 20% des aquifères sont en situation de surexploitation (WWAP, 2015). Le Maghreb fait partie des régions les plus vulnérables impactées par cette diminution (Figure 1 : Mabhaudhi et al., 2016 ; Montginoul et al., 2020).

Dans le cas de la Tunisie, les derniers chiffres en date de 2010 montrent que **75% des prélèvements annuels** de la ressource en eau tous secteurs d'activités confondus proviennent des eaux souterraines contre 23% pour les eaux de surface et 2% pour la réutilisation des Eaux Usées Traitées (EUT) (Elloumi, 2016). Le pays a de plus mobilisé massivement ces ressources et se trouve dorénavant dans une situation de fragilité (MARHP, 2020). La place primordiale qu'ont les eaux souterraines a orienté l'étude sur ces ressources en particulier.

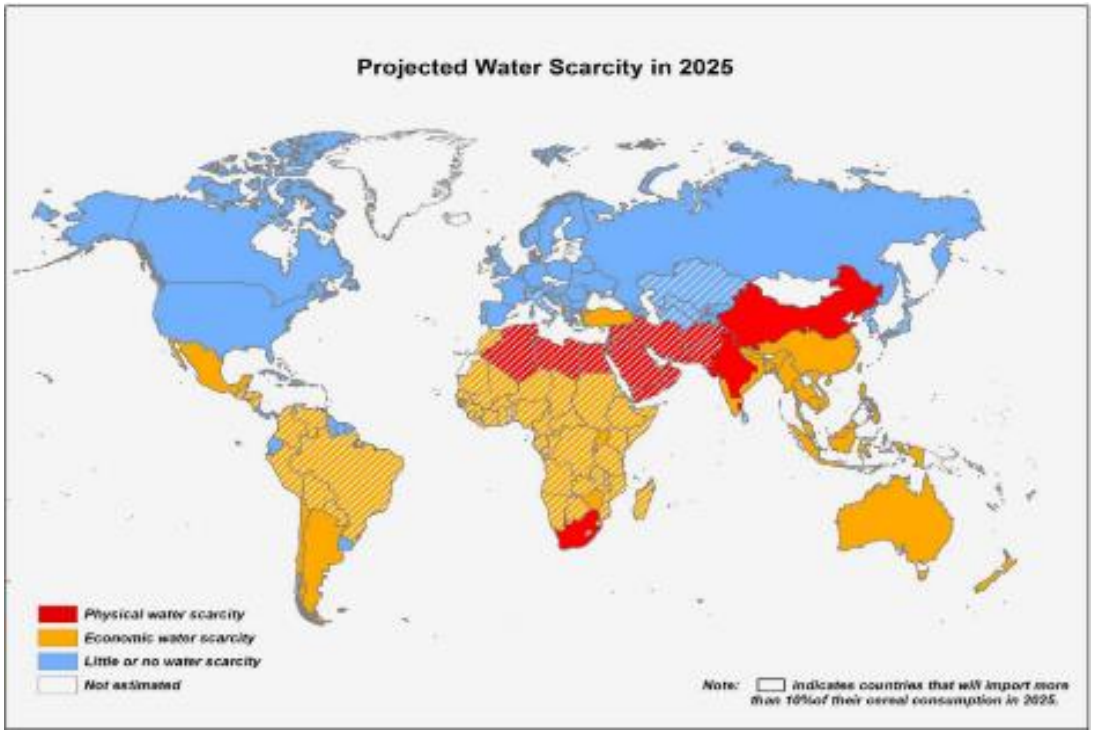


Figure 1 : Projection 2025 du manque d'eau à l'échelle internationale (Mabhaudhi et al., 2016)

Les ressources en eaux souterraines tunisiennes sont réparties de la sorte (Closas et al., 2017) (Figure 2) :

- Le Nord accueille des aquifères se trouvant dans des dépôts de grès mais aussi dans des dépôts alluviaux et calcaires, où l'eau est contenue dans des nappes phréatiques (inférieures à 50 m de profondeur). Cette partie du pays accueille 50% des réserves nationales de nappes peu profondes.
- Le Centre accueille lui des formations aquifères multicouches atteignant jusqu'à 600 mètres d'épaisseur et où l'eau est prélevée principalement par le biais de forages profonds. Cette région détient 34% des nappes phréatiques du pays.
- Le Sud détient la majeure partie des ressources profondes (56% des réserves nationales) contenues dans de grandes réserves aquifères.

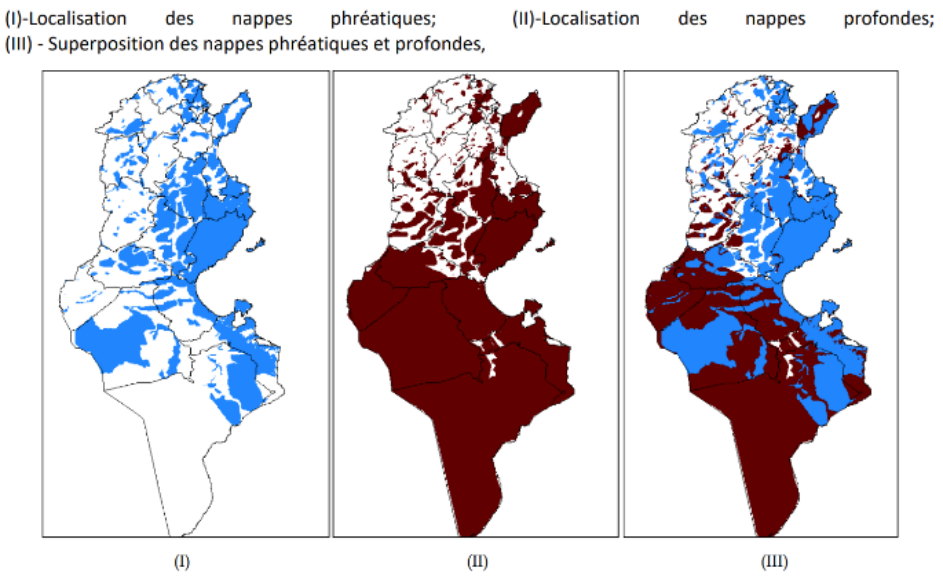


Figure 2 : Localisation des nappes phréatiques et profondes sur le territoire tunisien (Besbes, 2013, d'après bases de données DGRE, cité par Elloumi, 2016)

Les ressources en eaux souterraines sont principalement dédiées à **l'agriculture irriguée** avec **80%** du volume annuel prélevé, contre 18% pour l'eau potable et 2% pour le secteur industriel (DGRE, 2023). Ainsi, ce sont principalement les nappes phréatiques qui alimentent les cultures, à hauteur de 50% en 2013 contre respectivement 26% et 21% pour les nappes profondes et les eaux de surface (Besbes et al., 2013).

Il y a globalement **deux voies pour l'extraction de la ressource** (Frija et al., 2016) :

- Via un ou plusieurs points d'eau (puits ou forage) individuel(s) construit(s) sur le **périmètre privé** d'un agriculteur. Le propriétaire assume seul ses coûts d'extraction et d'entretien de son réseau d'irrigation.
- Via un **forage collectif public** géré par une association d'usagers nommé Groupement de Développement Agricole (GDA). Ce forage est généralement profond et à haut débit. Un certain nombre d'agriculteurs sont ainsi réunis au sein d'un même Périmètre Public Irrigué (PPI) et dispose d'un quota d'eau fixe alloué par l'association en échange du paiement d'une redevance. Les parcelles des agriculteurs sont globalement de petites tailles.

Nature des périmètres irrigués	*Superficie irrigable*	*Superficie irriguée*	*Superficie des cultures irriguées*	*Taux d'intensification %*	*Taux d'utilisation %*
Périmètres publics	247 510	188 050	198 860	80	76
Périmètres privés	221 040	192 470	217 070	98	87
Total	**468 550**	**380 520**	**415 930**	**89**	**81**

Figure 3 : Recensement des périmètres irrigués en Tunisie (MARHP, Enquête périmètres irrigués 2011-2012, cité par Elloumi, 2016)

La figure 3 met en évidence qu'en 2012 il y avait plus de superficie irrigable dans les périmètres publics mais plus de superficie concrètement irriguée dans les périmètres privés. Les superficies des deux types de périmètres étaient tout de même relativement équivalentes.

Pour autant, la situation des périmètres privés comme publics se fragilise depuis plusieurs années. D'une part, la majorité des GDA peinent à garder une stabilité technique et financière. La problématique des GDA est un objet complexe. Elle peut être sobrement expliquée par le cercle vicieux qui s'instaure entre difficulté de recouvrement, défaut de maintenance et dégradation du service (Marlet et Mnajja, 2017). D'autres paramètres rentrent en compte pour expliquer la défaillance de leur système mais il est pour autant possible d'orchestrer un suivi sur leur consommation et leur gestion de l'eau. A contrario, il est beaucoup plus difficile de suivre et contrôler les agriculteurs détenant leur propre périmètre irrigué et l'usage qu'ils font de la ressource.

Afin de gérer durablement les ressources en eaux souterraines, différents instruments de gestion à destination des usagers ont été mis en place (Besbes et al., 2014 ; Faysse et al., 2011 ; Elloumi, 2016) :

- Des zones d'interdiction - périmètre interdisant la construction et/ou l'extension de points d'eau
- Des zones de sauvegarde - périmètre dans lequel il faut obtenir une autorisation de l'administration pour la construction et/ou l'extension d'un point d'eau
- La mise en place de subvention pour l'investissement dans des techniques d'économie d'eau
- Une redevance symbolique de 0,002 dinar tunisien/m3 pour l'extraction de l'eau des nappes profondes
- La recharge artificielle des nappes
- Le transfert d'eau d'une région à l'autre
- La création de barrage, de station de dessalement de l'eau de mer, de station de traitement des eaux usées

Malgré ces différents instruments de gestion à l'œuvre, la situation continue de s'aggraver. La prochaine section vise donc à comprendre les raisons et les conséquences de cette situation.

B. Surexploitation des aquifères et limites du modèle de gestion actuel

« Il est essentiel de reconnaître que la gestion des eaux souterraines concerne autant la gestion des personnes (usagers de l'eau et des terres) que la gestion de l'eau (aquifère) » (traduit de Tuinhof et al. 2010)

1. Constat 1 : Un tiers des aquifères tunisiens sont en situation de surexploitation

La Tunisie est soumise à une pression croissante de l'exploitation de ses ressources en eaux souterraines (MARHP, 2020). Cette pression a conduit à une situation actuelle de surexploitation : **environ 1/3 des aquifères du pays sont surexploités** (DGRE, 2023 ; DGRE, 2023).

Derrière la notion de surexploitation, il est entendu que les **prélèvements sont plus importants que la recharge**, suivant une série de valeurs moyennes prises sur un pas de temps long (Petit, 2004). Elle peut aussi être définie comme une **exploitation de la ressource qui est supérieure à la quantité disponible renouvelable** (Zitouna, 2023). De fait, la Tunisie est actuellement dans une situation de surexploitation et cela s'explique par différents facteurs (Annexe 1).

i. Les causes

Raisons écologiques

<u>La pluviométrie</u>

De par sa position géographique située en Afrique du Nord, au croisement de la mer Méditerranée et du Sahara, la Tunisie dispose globalement de faibles précipitations, accentuées par une répartition géographique et temporelle déséquilibrée (Elloumi, 2016). Le Nord dispose d'une plus grande pluviométrie moyenne annuelle estimée à 1000 mm/an dans le Nord contre 300 mm/an dans le Sud (Frija et al., 2014). Jusque peu il n'y avait pas de déficit pluviométrique marqué. Pour autant, le dernier rapport en date de la DGRE souligne une tendance à la **diminution des apports pluviométriques annuels moyens**. Il a été enregistré sur l'année 2019-2020 un déficit moyen global de -6% sur l'ensemble du pays, et -26% en 2020-2021 par rapport à la valeur moyenne annuelle de 232 mm (DGRE, 2023). De plus selon Besbes et al., 2013, il y a une diminution des précipitations estivales. Cela a pour conséquence d'avoir une recharge naturelle très réduite. Ces données sont fortement appuyées par les propos recueillis lors d'entretiens et sessions de jeux fait avec des acteurs concernés par la gestion de l'eau.

<u>La température</u>

Le changement climatique affecte aussi la température moyenne annuelle et les fortes sécheresses qu'il occasionne. En effet, il a été enregistré au cours du XXème siècle une **hausse significative de la température de +1.2°C** (Besbes et al., 2013) (Figure 4)

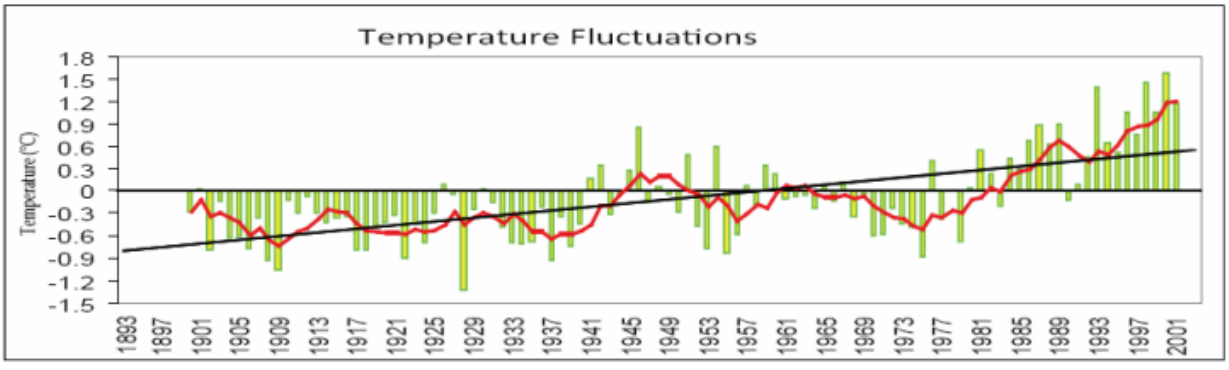


Figure 4 : Evolution de la température en Tunisie de 1901 à 2001 (d'après MARHP-GTZ, cité par Besbes et al., 2013)

Le changement climatique a en conséquence un double effet sur les aquifères. Du fait de la diminution de la pluviométrie, les nappes se rechargent moins et du fait de l'augmentation de la température et donc de l'évapotranspiration les agriculteurs sont amenés à prélever plus pour compenser le déficit hydrique.

Raison démographique et technique

D'une part, une raison technique facilitant le prélèvement excessif dans les nappes est le fait de ne pas avoir une connaissance précise de l'état de la ressource grâce à un réseau de suivi opérationnel. D'après la dernière évaluation en date (2020) **le réseau national de suivi piézométrique est déficient**. Il est passé de 2163 piézomètres en 2012 à 1845 en 2020, ceci étant principalement dû au comblement de certains piézomètres, à l'assèchement des nappes et à des actions de vandalisme (DGRE, 2023).

D'autre part, dans une moindre mesure la croissance démographique du pays contribue logiquement à l'augmentation de sa consommation en eau. La Tunisie s'est montrée particulièrement impliquée dans le développement du réseau d'accès et de distribution d'eau potable, que ce soit en milieu rural ou urbain. (Figure 5)

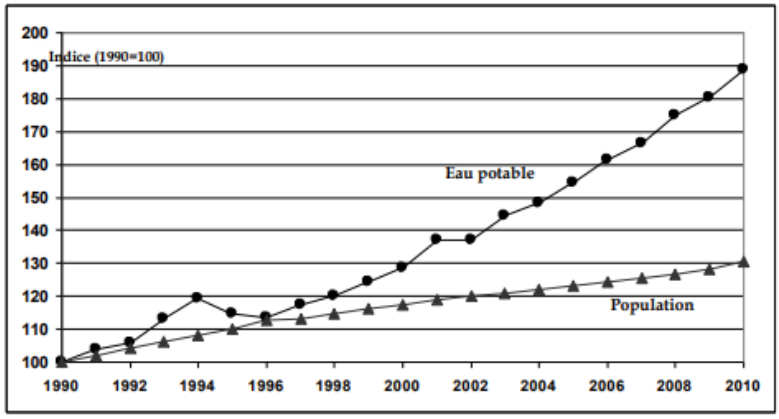


Figure 5 : Evolution de la population et de la desserte en eau potable (d'après SONEDE, 2010, cité par Besbes et al., 2013)

L'opérateur public et unique en charge de distribuer l'eau potable en milieu urbain est la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE). **Le taux de desserte est actuellement de 100% en milieu urbain** (Besbes et al., 2013). En milieu rural, les GDA spécialisés dans la distribution d'eau potable se partagent la tâche avec la SONEDE. D'importants efforts ont été entrepris ces dernières décennies : le taux de desserte d'eau potable **en milieu rural est passé de 30% en 1985 à 93% en 2010** (Besbes et al., 2013).

En ce qui concerne l'assainissement, l'Office National de l'Assainissement (ONAS) est l'opérateur unique chargé de la collecte des eaux usées et de leur traitement. Près de 90% de la population urbaine est connecté au réseau (Besbes et al., 2013). Pour autant, selon une étude menée par l'ONAS en 2010, seulement 2% des habitations rurales sont connectées au réseau d'assainissement de l'ONAS (ONAS, 2010).

Cependant, pour recontextualiser la part de l'alimentation en eau potable par rapport aux prélèvements globaux dans les eaux souterraines, elle se place en 2ème rang et s'élève seulement à 18% en 2021.

Raison politico-économique

En effet, une cause bien plus importante expliquant la surexploitation actuelle des aquifères tunisiens est la **part de l'agriculture irriguée dans les prélèvements globaux** et la politique agricole qui l'a accompagnée dans sa consommation. La figure 6 montre que sur 20 ans la part d'eau souterraine dédiée à l'agriculture est toujours restée en première position.

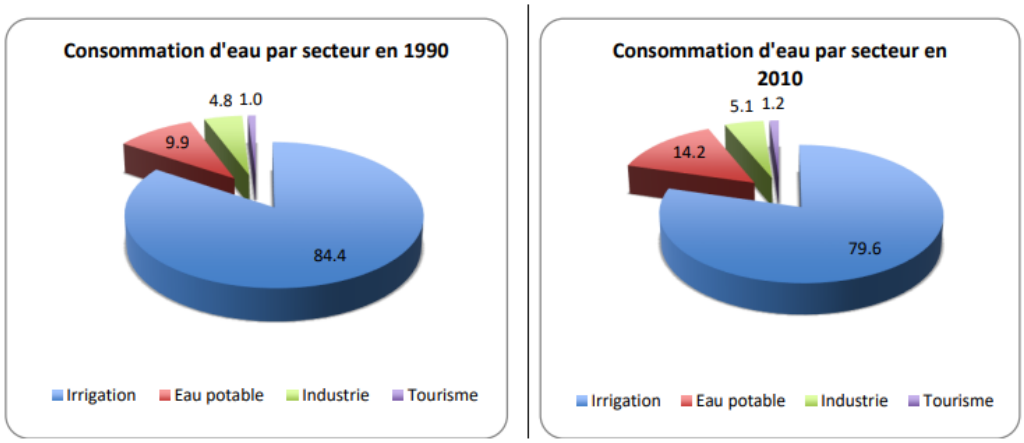


Figure 6 : Comparaison de la consommation d'eau par secteur entre 1990 et 2010 (Elloumi, 2016)

Le dernier recensement de l'exploitation des aquifères tunisiens en date de 2021 a relevé que l'agriculture irrigué occupe toujours la première place avec 80% du volume global prélevé (DGRE, 2023). Cette prédominance de l'irrigation s'explique par l'historique de la politique agricole tunisienne (Elloumi, 2016). En effet, depuis l'Indépendance (1956), **la Tunisie a continuellement cherché à mobiliser fortement ses ressources** en eaux souterraines. La politique de cette ressource a rapidement pris beaucoup de place dans le développement économique et social du pays, pays se trouvant en climat semi-aride à aride. La politique hydraulique à destination de l'agriculture a commencé dans les années 60 par la mobilisation des eaux de surface pour les premiers périmètres irrigués publics. Est venu par la suite la rédaction et l'application de l'actuel Code des Eaux (1975) qui implique principalement un changement de statut pour l'accès à la ressource, passant du droit de propriété au droit d'usage avec un accès quasi libre pour tout ayant droit tant que les pouvoirs publics sont informés de sa volonté d'exploiter la ressource. Un ayant droit est toute personne morale ou physique, propriétaire ou exploitant agricole souhaitant prélever de l'eau (République tunisienne, 2017). L'exploitation libre de la ressource reste tout de même confinée aux nappes phréatiques (inférieure à 50 mètres de profondeur). L'exploitation des nappes profondes nécessite une autorisation de l'administration et le paiement d'une redevance symbolique. C'est le ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP) qui est en charge de la gestion des eaux souterraines.

A partir des années 80, voyant la rentabilité du secteur agricole et le développement rural qu'il entraîne, l'Etat fait le choix d'orienter sa politique agricole principalement sur le secteur irrigué. Cela se traduit par un effort important de mobilisation des ressources. Les pouvoirs publics soutiennent les acteurs privés pour qu'ils puissent exploiter les nappes phréatiques. En parallèle, l'Etat développe les services et infrastructures publiques, les PPI, gérés par des associations d'irrigants pour l'exploitation des nappes profondes. Ils vont de plus étendre le réseau de transfert d'eau des régions intérieures aux régions du littoral. La mobilisation maximale des ressources sert dans le même temps au développement du réseau d'adduction d'eau potable, et au développement du secteur touristique et industriel. Ces deux derniers miseront en plus sur la mobilisation des ressources alternatives (station de traitement des eaux usées, station de dessalement), principalement le sud-ouest, région très industrielle et touristique.

Avec la libéralisation de l'économie, de plus en plus d'accords seront fait entre l'Etat et le secteur privé pour l'exploitation des nappes profondes.

Cette stratégie nationale de mobilisation des ressources disponibles (1990-2011) atteint un taux de mobilisation de 90% du potentiel des ressources en eau. Elle est combinée à une gestion de l'offre orientée sur l'exploitation des ressources alternatives (EUT, dessalement, eau de drainage des oasis) et des transferts d'eau inter régionaux.

En parallèle de la diminution progressive de l'offre, le milieu des années 90 marque la délégation aux GDA du service de fourniture d'eau orchestré originellement par l'Etat. Le Code des Eaux sera amendé durant cette période afin de décentraliser le pouvoir de l'Etat et le transmettre aux associations d'irrigants (Bchir et al., 2006). Il y a de plus une politique de subventionnement de techniques d'économie d'eau (irrigation gravitaire, par aspersion, irrigation localisée) et une tentative de mettre en place une Gestion Intégrée de la Ressource en Eau (GIRE). La GIRE est définie comme un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources connexes, en vue de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social, sans pour autant compromettre la pérennité d'écosystèmes vitaux (Karambiri, 2007). En Tunisie, elle repose principalement sur l'implication de toutes les parties prenantes dans la gestion de la ressource jusqu'ici totalement dirigée par le ministère de l'agriculture. Il est entendu dans le contexte tunisien que les différentes parties prenantes sont :

- L'administration centrale – MARHP
- L'administration décentralisée – Commissariat Régionale de développement Agricole (CRDA)
- Les associations d'irrigants – GDA
- Les agriculteurs détenant leur propre forage individuel **– Ils seront nommés pour la suite de l'étude : agriculteurs privés**

Avec l'avènement de la révolution tunisienne de 2011, la mise en place de cette politique n'a pu être bien opérée, autant sur l'aspect institutionnel, organisationnel que technique. L'instabilité politique engendrée par la révolution n'a pas permis jusqu'ici de finaliser le nouveau Code des Eaux, toujours en cours de rédaction, ni d'implémenter l'intégration des différents acteurs dans la gestion des ressources. La révolution a de plus affaiblit le pouvoir régalien de l'Etat, facilitant l'expansion anarchique de points d'eau réalisés illégalement ; communément appelé **forage illicite.**

Raisons politiques

Montré comme une conséquence dans le paragraphe précédent, le manque d'implication de tous les acteurs dans la gestion de la ressource est aussi une cause de l'actuelle surexploitation des aquifères. En effet, les usagers sont les acteurs en lien direct avec la ressource, ayant cette capacité d'influer directement sur l'amélioration ou la dégradation de l'état de la nappe. Outre le fait que la révolution tunisienne a ralenti le processus de mise en place de la GIRE, d'autres raisons expliquent leur manque d'implication.

Tout d'abord, d'un point de vue politique **une part importante des anciens (toujours influents) et actuels responsables du MARHP restent en défaveur de la GIRE** car ils n'y croient pas (Elloumi, 2016). Ils sont appuyés dans leur choix par les principaux consommateurs d'eau tel que les grands propriétaires terriens : les Société de Mise en Valeur et de Développement Agricole (SMVDA), société privée exploitant de grandes surfaces agricoles et les Office des Terres Domaniales (OTD), équivalent public des SMVDA), mais aussi appuyé par la SONEDE, qui ne sont pas non plus favorables à la GIRE. Ainsi, le manque de soutien

institutionnel dans l'intégration de tous les acteurs pour la définition et la mise en œuvre de la politique hydraulique ne fait que fragiliser la situation hydrologique du pays.

De plus, au sein même du cercle d'acteur décentralisé concerné par la gestion des eaux souterraines, les relations sont très tendues. En effet, des éléments tel que le **poids de la bureaucratie**, **le manque de ressources financières et humaines au sein des CRDA ne favorisent pas l'entente avec les usagers**. La situation hydrologique est désormais critique du fait qu'au niveau national les nappes sont en moyenne à un taux d'exploitation de 146% et qu'au-delà de 130% **le CRDA se voit dans l'obligation de refuser toute nouvelle demande d'exploitation** (Entretien DGRE, 2023). Les tensions s'intensifient donc lorsque les demandes des agriculteurs sont constamment rejetées. De plus, il nous a été rapporté à quasiment chaque entretien avec un exploitant agricole que les agriculteurs ne reçoivent ni soutien de la part de l'administration, ni d'accompagnement pour la bonne utilisation du matériel d'économie d'eau massivement subventionné : « *Je n'ai aucune confiance en l'administration. Je ne suis pas d'accord avec leur manière de fonctionner et en plus il n'y a aucun soutien de leur part. Elle impose ses consignes sans nous considére*r » (Agriculteur 1, 2023).

La notion d'implication des acteurs dans la gestion d'une ressource, spécifiquement des usagers est intimement liée au fait que le rôle qu'ont les usagers à jouer se traduit par un regroupement, une organisation collective et des institutions légitimes à les gouverner pour gérer efficacement la ressource (Ostrom, 1990). L'historique de la politique agricole tunisienne a marqué négativement l'imaginaire collectif des agriculteurs vis-à-vis de cette notion de collectif (Agriculteur 2, 2023). De 1961 à 1969, l'Etat a mis en place une **politique socialiste de collectivisation des terres** par le biais de coopérative, effaçant les frontières entre terre publique et privée et transformant en profondeur la structure du secteur agricole. Dans le choix de cette politique, il n'y a pas eu de dialogue avec les acteurs du secteur agricole : c'est ce qu'Elloumi nomme ***« La coopérativisation forcée »***. Cette orientation politique a attiré la contrariété des propriétaires fonciers, mais aussi une baisse significative de la production et l'arrêt de l'aide apportée par les organisations internationales (Elloumi, 2013). « *Dans l'imaginaire collectif ça a été une mauvaise période : pauvreté, perte de terre* » (Agriculteur 2, 2023). Cette période de l'histoire tunisienne apporte un élément de compréhension pour **le désintérêt des agriculteurs à travailler en collectif**, et par extension de s'impliquer dans la gestion des ressources.

Une dernière cause qui explique grandement l'état actuel des ressources en eaux souterraines est l'instabilité politique tunisienne (Figure 7 issu de l'Annexe 1) (DGRE, 2023).

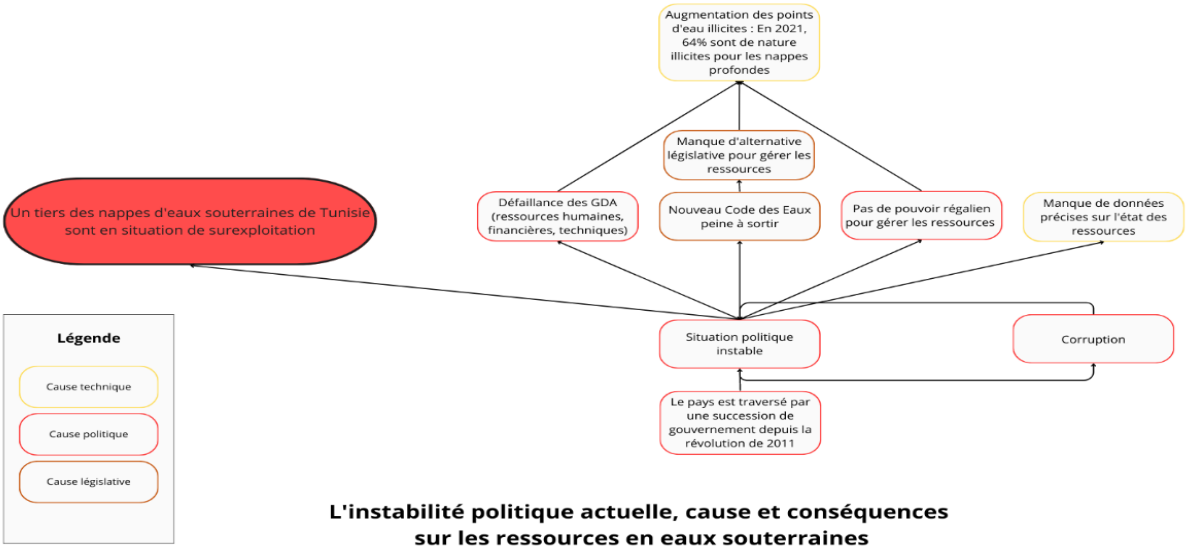


Figure 7 : L'instabilité politique actuelle, cause et conséquences sur les ressources en eaux souterraines

En effet **depuis la révolution de 2011**, il y a eu une **succession importante de gouvernements, ne pouvant permettre une nouvelle stabilité et entravant l'application de réforme économique**, (Ministère de l'Économie des Finances et de la Relance, 2021). Le cœur de l'étude se centrera sur l'aspect gestion des eaux souterraines tout en considérant les interactions et les problématiques liés aux autres ressources (eaux de surface, énergie).

L'une des conséquences provoquées par l'instabilité du pays est **l'expansion anarchique des forages illicites**. **En 2021, 64% des points d'eau** puisant dans les nappes profondes **sont de nature illicite**, représentant 40% du volume annuel prélevée dans les nappes (DGRE, 2023). Ces forages illicites s'expriment autant par leur création que par l'approfondissement d'un forage légalisé jusqu'à une certaine profondeur, généralement pour puiser dans une nappe phréatique, qui est approfondi pour accéder aux couches profondes, nécessitant normalement une autorisation (Elloumi, 2016). Cette forte expansion s'explique par plusieurs facteurs :

- La fragilité politique se répercute à l'échelle locale, où de manière générale les GDA ne sont pas complètement opérationnels : manque de ressources humaines, financières, techniques (MARHP, 2020 ; Marlet et Mnajja, 2017 ; Frija et al., 2014). **Pour un agriculteur, s'intégrer à un forage collectif public n'est pas attractif tant la fourniture du service est médiocre**. Il préfère donc creuser son propre forage.
- Nous l'avons déjà évoqué précédemment mais le poids de la bureaucratie et le refus d'attribuer de nouvelles autorisations pousse aussi à créer ce type de forage.
- **L'Etat a de plus perdu une grande part de son pouvoir régalien** suite à la révolution, laissant le développement des forages illicites sans juste contrôle et sanction (Closas et al., 2017). Il est ressorti de deux entretiens avec les administrations décentralisées que le remblayage de forage illicite est quasiment impossible de peur des troubles sociaux que cela occasionnerait. (CRDA 1, 2023 ; CRDA 2, 2023). Le CRDA donne donc seulement une amende, qui n'est pas systématiquement payée. De plus, la loi exige l'installation d'un compteur d'eau lors de la création du forage. Il est systématiquement enlevé par la suite, sans crainte de représailles (Entretien DGRE, 2023).

- **La corruption reste au cœur des sphères ministérielles** (Entretien DGRE, 2023). Elle est alimentée par de puissants agents économiques qui ont ainsi accès à la création de forage en toute impunité, quel que soit l'état de la nappe.
- **Le nouveau Code des Eaux peine à voir le jour**, verrouillant par la même occasion de nouvelles alternatives législatives pour gérer la ressource (Closas et al., 2017 ; entretien CRDA, 2023).

ii. Les conséquences

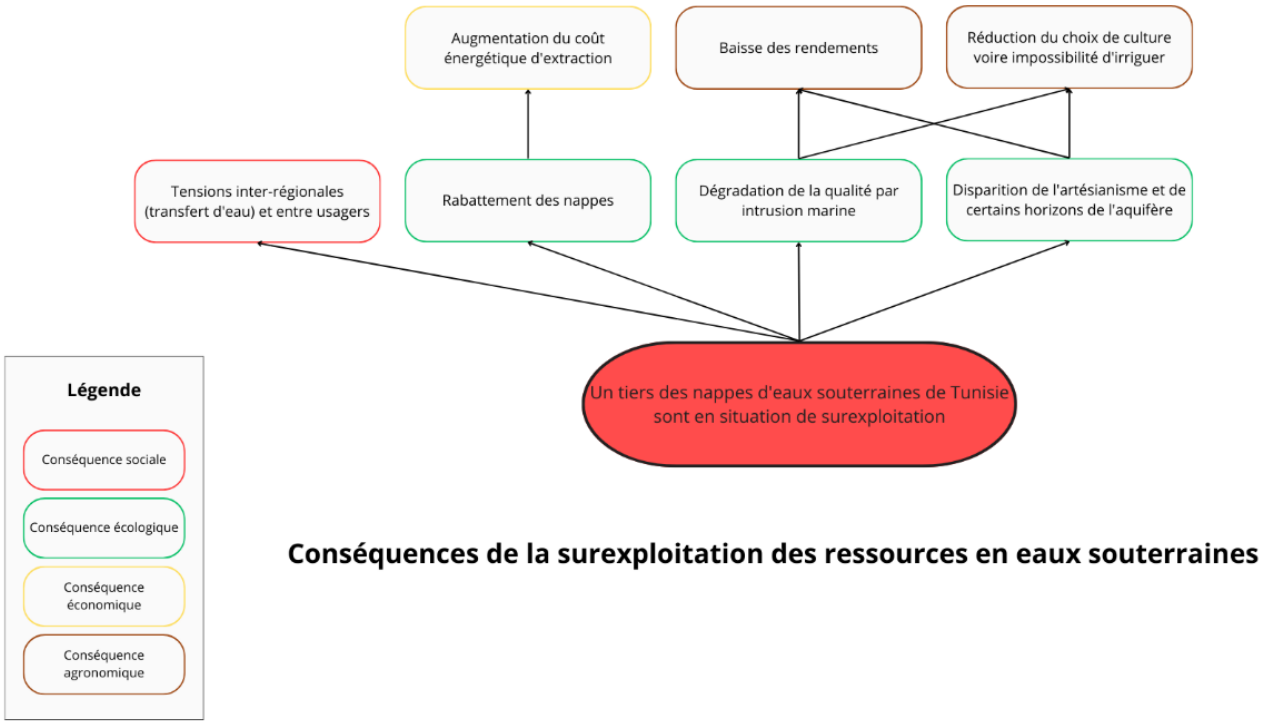


Figure 8 : Conséquences de la surexploitation des eaux souterraines (Auteur, 2023 ; d'après Montginoul et al., 2020 ; Elloumi, 2016)

2. Constat 2 : Le modèle actuel de gestion des eaux souterraines ne permet pas d'assurer la durabilité des ressources

Les causes politico-économiques présentées précédemment amènent à un second constat : **le modèle actuel de gestion des eaux souterraines, dans le contexte actuel tunisien, ne permet pas d'assurer la durabilité des ressources.**

« On part du postulat qu'une bonne gouvernance des eaux souterraines considère autant les structures techniques, qu'économiques, judiciaires, sociales, institutionnelles et administratives, et qu'un cadre politique adéquat garantissant l'utilisation et l'entretien des systèmes d'eaux souterraines et des services écosystémiques qui y sont liés est établit (traduit de Knuppe, 2010). »

i. Définition des termes

- Instrument et modèle de gestion

Tout d'abord, il est important de définir le cadre sémantique utilisé tout au long de l'étude concernant la politique de gestion des eaux souterraines. Ce qui est entendu par instrument de gestion (ou encore appelé par l'IGRAC, 2023 mesure, outil) est une mesure politique, qui peut être de différente nature (législative, judiciaire, économique et/ou technique), visant à réguler les usages d'une ressource pour une gestion en accord avec les objectifs de la politique nationale (basé sur Wijnen et al., 2012). La combinaison de plusieurs instruments pour gérer une ressource correspond à un modèle de gestion (ou dispositif institutionnel selon Kemper, 2007).

Les instruments de gestion peuvent se diviser en deux grandes familles : **offre** et **demande**. Les instruments de l'offre tendent à augmenter la quantité de ressource, ceux de la demande à réguler l'usage des ressources afin d'en réduire la consommation.

Les instruments de la demande peuvent se subdiviser en deux types : **incitation** et **régulation**. L'incitation tend à motiver les usagers à s'orienter vers la politique définie par les pouvoirs publics. Cette motivation passe par des aides financières et/ou techniques. Un exemple tiré du modèle actuel tunisien est la subvention sur l'investissement dans du matériel d'économie d'eau. La régulation tend, elle, à maîtriser les prélèvements des usagers par la mise en place de taxes, de sanctions, de zones d'interdiction ou autre règle dissuadant un prélèvement abusif de la ressource.

- Gouvernance

Une seconde notion suit le fil de l'étude : **la gouvernance**. Cette notion est centrale dans la gestion d'une ressource de bien commun, il est donc essentiel de la définir. La gouvernance est un concept large aux multiples définitions. Dans le cadre d'une gouvernance des eaux souterraines où une pluralité d'acteurs sont présents, la gouvernance peut se définir comme : « *l'ensemble des règles et des processus collectifs, formalisés ou non, par lequel les acteurs concernés participent à la décision et à la mise en œuvre des actions publiques. Ces règles et ces processus, comme les décisions qui en découlent, sont le résultat d'une négociation entre les multiples acteurs impliqués. Cette négociation, en plus d'orienter les décisions et les actions, facilite le partage de la responsabilité entre l'ensemble des acteurs impliqués, possédant chacun une certaine forme de pouvoir* » (Perspective Monde, 2023).

Le cadre sémantique étant posé, il convient d'inscrire les termes dans le contexte de l'étude.

ii. Les instruments de gestion actuels et leur opérationnalité

Pour rappel, différents instruments de gestion sont actuellement opérationnels en Tunisie. Il y a d'une part les instruments de gestion de la demande qui se divise en deux sections : les instruments de régulation :

- Autorisation nécessaire pour des puits dont la profondeur est supérieure à 50 mètres
- Périmètre de sauvegarde (création ou extension de forage autorisée seulement avec l'accord de l'administration)
- Périmètre d'interdiction (création ou extension de forage interdit et punit par la loi)

Leur fonctionnalité est relative du fait d'une **faible intervention de l'administration pour garantir la loi** (Faysse et al., 2011). Avant la révolution, la corruption permettait aux propriétaires de forages illégaux de maintenir leur infrastructure en place. Après la révolution, les capacités de l'administration à faire appliquer la loi se sont affaiblies. Mukherji & Shah, 2005 ont théorisé trois conditions pour avoir un climat favorable au bon respect de la loi : i. les parties prenantes doivent avoir une faible dépendance aux ressources en eaux souterraines ii. les usagers doivent être dans une bonne situation économique iii. la situation politique doit être stable. Ces trois conditions sont rarement réunies sur le territoire tunisien.

La deuxième section des instruments basée sur la demande est celle des instruments économiques :

- Tarification de l'eau
- Subvention pour l'investissement dans des technologies d'économie d'eau
- Redevance symbolique pour les prélèvements dans les nappes profondes

Concernant **la tarification de l'eau**, elle n'est réellement appliquée que sur les périmètres irrigués publics car le **contrôle des quantités d'eau exploitées sur les forages privés est très compliqué.** Ils sont aussi soumis à l'installation d'un compteur d'eau et du paiement d'une redevance mais très peu réalisent les démarches et paient leur facture. Une alternative pour estimer les quantités d'eau exploitées et leur potentielle tarification serait au travers de la tarification de l'électricité sur les pompes à eau mais cet instrument est absent du paysage législatif tunisien (CRDA 1, 2023). **Le cas du subventionnement pour l'investissement dans du matériel d'économie d'eau s'est révélé sur le long terme peu efficace** (Elloumi, 2016). En effet, les agriculteurs ont massivement investi dans ce type de matériel, avec des résultats positifs en termes de gain d'eau. Par conséquent, ils augmentèrent leurs superficies sans contrôle légal, ni sur les superficies, ni sur les prélèvements d'eau. La finalité fut donc la même, la consommation d'eau a continué de croître. De plus, certains agriculteurs se servent du matériel comme épandeur de fertilisant, réduisant ainsi le coût de la main d'œuvre mais ne l'utilise pas pour son objectif premier. L'utilisation d'eau est dans ce cas bien supérieur au besoin de la culture. L'aspect financier a aussi été source de controverse de cette politique de subventionnement. Beaucoup d'agriculteurs ont fraudé (surfacturation, emprunt du matériel au voisin, au fournisseur) en simulant l'investissement dans le matériel avec comme unique objectif de toucher les subventions. La redevance à payer par les exploitants privés pour l'eau des nappes profondes est quant à elle très peu perçue par l'organisme en charge de collecter la taxe (la DGRE) et est fixée à un montant de 0,002 dt/m3, prix fixe depuis 1980. Ce montant est trop faible pour s'avérer dissuasif.

Il y a aussi l'instrument dédié à l'action collective : le GDA. Pour autant, selon les gestionnaires locaux et régionaux, **l'approche participative n'est pas assez solide pour régler les problématiques locales liées à l'irrigation** (Frija et al., 2014). Cette approche n'est pas en adéquation avec les habitudes de gestion de l'irrigation des agriculteurs et des membres des GDA. Ils attendent plus d'intervention de l'administration. En plus de la norme sociale, d'autres

facteurs viennent ralentir sa bonne opérationnalisation : i. l'augmentation de l'intensification au niveau de l'exploitation et de la demande en eau qui l'accompagne ii. l'augmentation du nombre d'agriculteurs souhaitant rejoindre le périmètre irrigué iii. l'épuisement de la nappe rendant les accords entre agriculteurs bien plus difficiles à trouver.

D'autre part il y a les instruments liés à la gestion de l'offre (Elloumi, 2016) :

- Recharge des nappes (eaux de crues ou eaux traitées)
- Transferts d'eaux
- Dessalement d'eau de mer
- Barrages

Comme décrit dans le premier constat, cette politique a été exercée avec une vision de mobilisation maximale des ressources conduisant à sa raréfaction et la dégradation de sa qualité. **Les instruments de l'offre sont donc limités par la disponibilité et la qualité des ressources**. Ils sont pour autant présents dans tous les projets de développement agricole et rural (Elloumi, 2016).

La recharge par les eaux de surface conventionnelles est régulièrement prévue dans les politiques publiques, la dernière en date étant la stratégie eau 2030 (ITES, 2014). Même si la recharge de la nappe est considérée comme un instrument permettant de sauvegarder dans les sols des ressources excédentaires lors de précipitations importantes, cette stratégie se heurte à plusieurs freins. D'une part, il faut avoir des ressources excédentaires, ce qui n'est pas toujours le cas. De plus, il y a peu d'études sur le coût de la recharge. Enfin, la qualité de l'eau transférée dans les nappes n'est pas souvent acceptée par les agriculteurs qui refusent de laisser leur puits pour procéder à la recharge de la nappe (Bouri et Ben Dhia, 2010). La recharge de la nappe pose plus globalement la question de la concurrence entre une mobilisation immédiate de la ressource ou différée dans le temps et dans l'espace (Elloumi, 2016). Pour le cas des eaux de crues, elles ne sont pas suffisamment abondantes du fait de la rareté des évènements de crues pour garantir une rentabilité face à l'investissement dans les infrastructures permettant sa mobilisation et son transfert dans les nappes. Pour l'option des EUT, cela doit réunir plusieurs conditions. Une station de production des EUT doit être proche d'une zone à traiter, et les conditions naturelles du site doivent être favorable. Ce type de recharge reste pour l'instant au stade pilote.

En ce qui concerne les transferts d'eaux, le coût de mobilisation de l'eau augmente fortement avec les différents aménagements qui doivent être fait pour transférer puis injecter l'eau dans les sols. Il n'y a que peu d'études réalisées à ce sujet, sa rentabilité étant par conséquent remise en cause (Elloumi, 2016).

L'option de dessalement des eaux saumâtres ou de mer est de plus en plus utilisée dans la région du Sud-Ouest, zone côtière fortement touristique et industrielle. Les coûts d'installation d'un tel type de station ouvre la porte aux sociétés privés pour appuyer l'investissement.

La dernière option est celle de la construction de barrages. Deux visions de l'utilisation de l'eau de barrages s'opposent. Originellement les barrages assuraient la sécurité de la plaine contre les inondations et réguler les crues pour optimiser la recharge. Face à la pression imposée par le manque de la ressource, une deuxième vision avec une entrée court terme est apparue. Cette vision correspond à une utilisation directe de l'eau du barrage pour les parcelles des agriculteurs. Ces deux visions restent dans tous les cas contraintes par la présence d'un barrage opérationnel. Suite à une série d'entretiens réalisés dans la région de Zaghouan, les agriculteurs attendent la restauration d'un barrage fissuré depuis 1969 et voit en celui-ci la seule alternative pour lutter contre la raréfaction critique de la ressource (Agriculteur 2, 2023). Les plans de

construction du nouveau barrage ont été transmis à l'administration centrale mais rien n'est fait du côté des pouvoirs publics pour sa restauration. D'après Elloumi, 2016 les derniers barrages construits par l'Etat tunisien ont été réalisés dans le Nord du pays sur des versants d'oueds orienté vers l'Algérie en réponse à des constructions algériennes sur des versants d'oueds orienté vers la Tunisie.

iii. La gouvernance actuelle des eaux souterraines

Le constat précédent et le manque de fonctionnalité des instruments de gestion actuels apportent des éléments de compréhension pour expliquer en quoi le modèle de gestion actuel ne permet pas d'assurer la durabilité des ressources (Annexe 1). En effet, il a été identifié les principaux facteurs suivants : i. la politique de mobilisation maximale des ressources disponibles (Elloumi, 2016) ii. la mise à l'écart des usagers dans les orientations politiques et leur mise en œuvre (Elloumi, 2016) iii. l'instabilité de la situation politique actuelle (Ministère de l'Economie des Finances et de la Relance, 2021).

Le modèle de gestion est une notion s'inscrivant dans la notion plus large de gouvernance. En 2014, Frija et al., ont réalisé une évaluation critique de la gouvernance des ressources en eaux souterraines de Tunisie montrant par un changement d'échelle le dysfonctionnement du modèle de gestion tunisien.

Premièrement, il y a une **faible coordination horizontale dans la gestion des ressources en eaux souterraines**. D'une part, il y a beaucoup de réformes administratives mais aucun organisme exécutif pour l'application de la réglementation ne peut être réellement jugé efficace, même s'il y a le Code des Eaux. De plus, les forages illicites sont rarement reportés et punit pour les mêmes raisons que celles explicitées précédemment. D'autre part, il a été identifié qu'il manque un « conseil de l'eau » à l'échelle de l'aquifère (Faysse et al., 2011). Selon l'article, il faut oublier les frontières administratives et se référer à l'échelle de l'aquifère. L'organisme de réglementation des ressources en eau doit mettre en place « *une organisation de gestion des aquifères* » où tous les GDA et autres principales catégories d'intervenants sont représentées (usagers et administrations).

La deuxième faiblesse évaluée dans l'article est la **défaillance de l'interaction verticale entre les différentes parties prenantes**. Frija et al., examinent tout d'abord les différents éléments influençant la performance des GDA, organisme sur lequel repose beaucoup d'attente pour une gestion durable de la ressource. Pour autant divers facteurs tel que le niveau d'éducation du personnel, le capital social, la participation des agriculteurs, la gestion financière de la structure ne sont pas assez développé pour assurer un fonctionnement interne durable. Vient s'ajouter à cela un manque de coopération et de coordination entre le GDA et le CRDA, principalement dû à un flou législatif sur le partage des rôles et responsabilités, à un manque de personnel dans les CRDA (un ou deux responsables CRDA pour 45 GDA), et à une dépendance technique du GDA au CRDA pour les actions de maintenance des infrastructures.

Il a été retenu **deux points saillants d'amélioration pour le cas tunisien** : i. il doit y avoir une **amélioration des performances administratives** avec une coordination horizontale des ressources en eaux souterraines et ii. un **renforcement du capital social** pour soutenir les changements institutionnels (Frija et al., 2014), le capital social étant défini comme la capacité collective à travailler ensemble (Entretien Faysse, 2023).

II. Cadre théorique

L'étude porte sur l'utilisation d'instruments de gestion en vue de gérer les eaux souterraines tunisiennes. L'utilisation de ce type d'outil s'inscrit dans un cadre plus large d'attribution de rôle et de responsabilités aux différentes parties prenantes. Ce cadre est représenté par la notion de gouvernance. Ce chapitre tend donc à poser un cadre théorique sur ce que représente les instruments de gestion et la gouvernance de ces ressources.

A. Les instruments de gestion

Classification des instruments

Comme expliqué précédemment les instruments de gestion peuvent être divisés en deux familles : les **instruments de gestion de la demande et** les **instruments de gestion de l'offre** (Annexe 2). Ils sont donc de diverses natures et peuvent être classifiés de différentes façons. Dans cette étude, nous avons pris le parti de les classer en trois catégories intégrées dans différents champs d'action.

Les instruments de gestion de la demande

Les deux premières catégories correspondent aux instruments de gestion de la demande subdivisés en **incitation** et de **régulation**. Ainsi nous avons divisé ces deux catégories dans les champs d'actions suivant : gestion de l'énergie de pompage d'eau agricole ; gestion des forages ; gestion des surfaces agricoles ; gestion volumétrique de l'eau ; gestion des pratiques d'irrigation ; gestion de l'eau virtuelle ; réorientation professionnelle (Annexe 2).

Nous avons fait ce choix de classification du fait de la pluralité d'acteurs à laquelle nous nous adressons. Il est communément entendable de présenter des instruments qui sont soit de l'ordre de la motivation, soit de la sanction.

Les instruments de gestion de l'offre

Cette troisième catégorie se subdivise en trois sous-parties : i. utilisation des ressources alternatives, ii. gestion de la recharge des aquifères et iii. comptabilité de l'eau. Les ressources alternatives correspondent à la pluie, les eaux de surface, l'eau dessalée, l'eau usée traitée. La recharge de la nappe se fait à partir de ces mêmes ressources alternatives additionnée à la recharge à partir d'eau souterraine d'une autre nappe. La comptabilité de l'eau est une approche visant à établir des données de référence sur la disponibilité et l'utilisation de la ressource afin d'optimiser son allocation et développer des stratégies d'utilisation de l'eau (Molden et Sakthivadivel, 1999).

Pour autant, ils existent d'autres manières de présenter les instruments de gestion existants :

Molle et Closas ont classifiés les instruments de gestion (offre et demande) par le prisme du prélèvement : gérer l'offre ; contrôler l'expansion de forage ; contrôler les prélèvements par les forages existants (Figure 9)

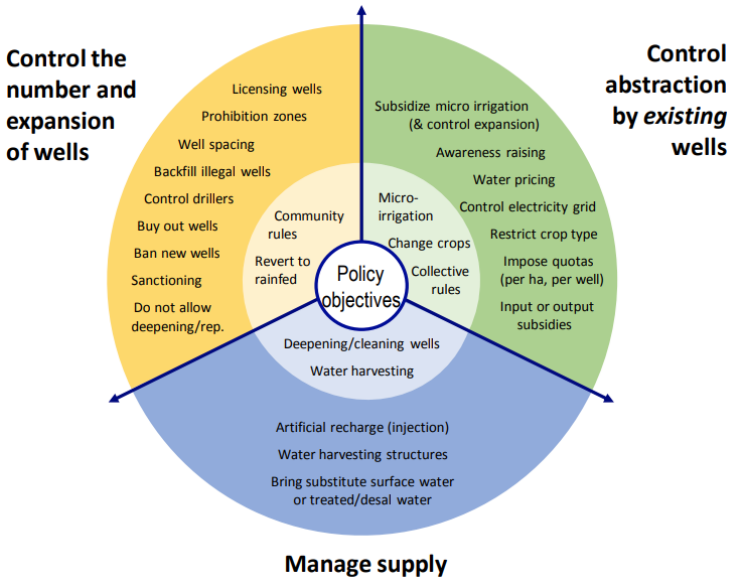


Figure 9 : Les instruments de gestion des eaux souterraines existants à travers le monde (Molle et Closas, 2016)

Par la suite ils ont détaillé la partie *contrôle des prélèvements via les forages existants*. Ils ont divisé la gestion des prélèvements via le prisme de **la ressource concernée par l'instrument** : **terre**, **énergie**, **eau** (Figure 10).

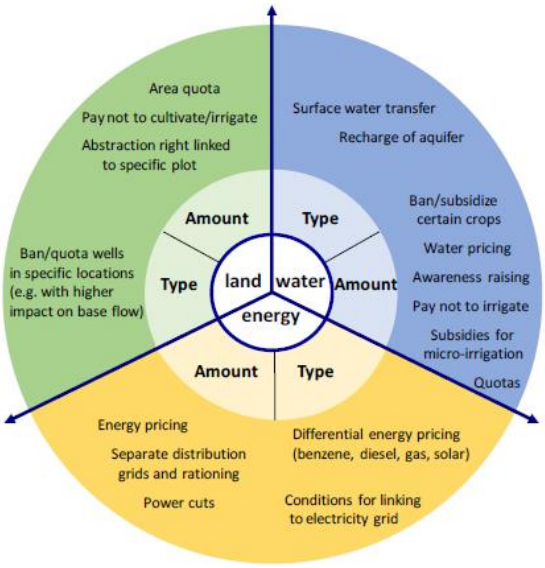


Figure 10 : Les instruments de gestion des eaux souterraines à partir du contrôle des prélèvements via les forages existants (Molle et Closas, 2016)

Dans son rapport sur la gouvernance des eaux souterraines en Tunisie de 2016, Elloumi les classe en trois catégories : technologique ; incitation/sanction ; sensibilité/renforcement des capacités (Figure 11).

Typologie d'instrument	Instruments de régulation	Outils utilises en Tunisie
Technologique	**Augmentation de l'offre**	Barrages Transferts d'eaux Recharge des nappes (avec eaux de crues ou eaux traitées) Dessalement d'eau de mer
	Amélioration de l'utilisation de l'eau a la parcelle	Amélioration de l'efficacité de l'infrastructure au niveau des périmètres (rénovation) Techniques d'irrigation à la parcelle Productivité des cultures
Incitation/Sanctions	**Contrôle des puits**	Permis pour les puits de plus de 50 mètres
	Contrôle des abstractions	Périmètres de sauvegarde Périmètres d'interdiction Contrôle de l'électrification des puits
	Instruments économiques	Tarification de l'eau d'irrigation
Sensibilité/renforcement des capacités	**Formation**	Diffusion de connaissances et encadrement d'irrigants
	Action collective	Nouveau modèle de gestion décentralisée et communautaire (GDA)

Figure 11 : Les instruments de gestion utilisés en Tunisie (Elloumi, 2016)

B. La gouvernance des eaux souterraines

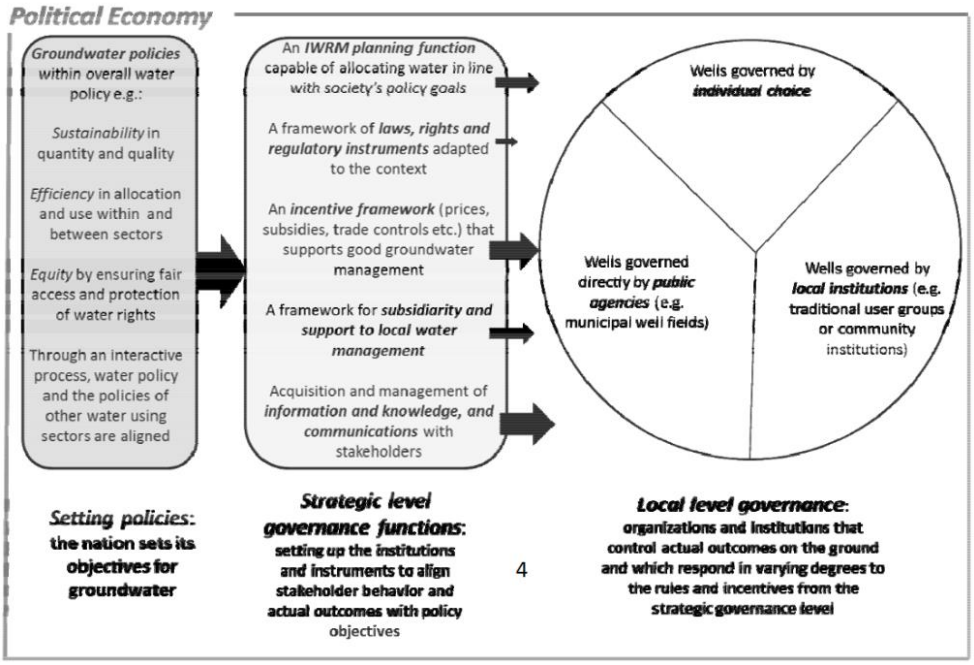


Figure 12 : Cadre théorique pour l'analyse et l'évaluation de la gouvernance des eaux souterraines (Wijnen et al., 2012)

Issu du rapport de la Banque Mondiale sur la compréhension et l'amélioration de la gouvernance des eaux souterraines, l'analyse et l'évaluation de la gouvernance des eaux souterraines peut se faire au travers du cadre analytique en figure 12 (Wijnen et al., 2012). Il est divisé en trois échelles : la politique nationale, le niveau stratégique et le niveau local de

gouvernance. Les objectifs sur les eaux souterraines sont définis par la politique nationale puis mis en œuvre au travers d'instruments et d'institutions au niveau stratégique, correspondant aux CRDA dans le cas tunisien. Leur rôle central dans l'application des instruments de gestion est présenté dans le deuxième constat. Le niveau local intègre les institutions et organisations qui influent directement sur les résultats apportés par l'application des règles, correspondant aux GDA et à la gestion de la ressource. Outre les institutions et organisations locales, la gouvernance peut s'exercer par l'individu propre, dans le cas tunisien l'agriculteur privé.

Ce cadre servant de socle théorique, une des conclusions de la revue bibliographique est que pour autant, le thème de **la difficulté à gérer les ressources en eaux souterraines est récurrent**. Frija et al., 2014 l'explique par trois facteurs principaux : i. l'hétérogénéité des usagers ii. la coordination et la collaboration avec des démarches descendantes iii. le contrôle et la conformité.

Selon Foster et al., 2010, **pour une gestion optimale des ressources en eaux souterraines, quatre principaux axes doivent être solidement établis** : i. des dispositions institutionnelles et juridiques ii. la participation de toutes les parties prenantes iii. une administration spécialisée dans les ressources en eaux souterraines iv. des critères d'évaluation comparatifs de la gouvernance des eaux souterraines. A cela vient s'ajouter des éléments supplémentaires à ne pas négliger tel que i. les traditions et modèles mentaux ii. définir clairement les responsabilités administratives iii. éviter les inerties bureaucratiques iv. fournir des mécanismes de résolution de conflits efficaces. Selon Foster et al., 2010 et Theesfeld, 2010, au sein des dispositions institutionnelles et juridiques, **il est essentiel de mettre en place trois catégories d'instruments de gestion institutionnel et organisationnel :**

- Les instruments réglementaires (commande et contrôle) : Code des Eaux (codes d'accès et d'utilisation des eaux souterraines, les droits d'utilisation des eaux souterraines et les redevances)
- Les instruments de politique économique : Sanction et incitations financières (tarification des eaux souterraines, transférabilité des droits sur l'eau, permis de pollution, subventions, taxe)
- Les instruments de participation communautaire (ou instruments de politique volontaire) : Instruments motivant des actions communautaires, changeant le comportement des usagers sans l'utilisation d'instruments financiers directs.

Selon Shah, 2005 et Foster et al., 2010 **il y a deux options pour renforcer la régulation de l'utilisation des ressources en eaux souterraines** : i. investir davantage dans la promotion de l'autoréglementation ou ii. investir dans le renforcement des capacités administratives régionales et locales.

Ainsi, la littérature a su poser les bases d'une gouvernance effective pour une gestion durable de la ressource avec la récurrence du thème de la participation horizontale de tous les acteurs pour sa gestion, propos se rapportant à la GIRE. Il a été montré précédemment que l'Etat tunisien n'a pas su œuvrer correctement à son implémentation dans la politique hydraulique. Ils existent pour autant une diversité de cas de gestion impliquant une gouvernance multi-échelle efficace.

C. Modèles « durables » de gestion

Même s'il y a eu un transfert de responsabilité de l'Etat vers les associations d'irrigants (GDA) pour la gestion des eaux souterraines, ni les règles, ni les institutions ne sont reconnues comme légitimes aux yeux des usagers. Lors d'un séminaire sur la gouvernance de l'eau en Tunisie, l'enseignant-chercheur tunisien Zitouna a soutenu que **l'Etat détient actuellement un quasi-monopole sur la chaine de valeur de la gestion de l'eau** (Zitouna, 2023). Ce quasi-monopole s'effectue au travers du poids de ses institutions et de sa constitution. De plus, l'action collective et la régulation des ressources par les usagers sont **déconnectées de la réalité des périmètres privés irrigués** (Frija et al., 2016).

Bsissi Oued El Akarit - Tunisie

Seul un cas de cogestion en Tunisie s'est avéré efficace face à la problématique de gestion des périmètres privés. Ce cas est le GDA de **Bsissi Oued El Akarit** dans le gouvernorat de Gabès au Sud-Est du pays. Il est instauré dès 2001 suite à des conflits entre CRDA et agriculteurs privés dû à l'augmentation du nombre de forages illicites sur une zone d'interdiction. Ce modèle est passé par le regroupement des agriculteurs privés de la zone en GDA. Le GDA a élaboré les clauses de son statut avec la participation des usagers et le document fut approuvé en assemblée générale selon un processus démocratique (Frija et al., 2016). Il fut donc perçu comme légitime aux yeux des usagers. L'intégration d'un usager dans l'association d'irrigants lui imposait de ne plus approfondir ou creuser un nouveau point d'eau et de voir son débit contrôlé par l'association. En contrepartie, une **régularisation du statut de son puit** s'opérait. Par la suite, l'agriculteur pouvait bénéficier des aides financières de l'Etat et de l'électrification du forage de par la nature légale de son point d'eau. Grâce à la création de cette association d'usagers, la piézométrie de la nappe s'est stabilisée, et ce jusqu'à aujourd'hui. Il n'était par contre pas possible pour de nouveaux agriculteurs de rejoindre le GDA jusqu'à aujourd'hui. Pour autant, la situation tend à changer avec un projet d'extension qui est en cours (Agriculteur 8, 2023).

D'autres modèles durables aux caractéristiques différentes existent à travers le monde.

Mancha Orientale - Espagne

En Espagne, le cas de **la Mancha Orientale** dans le bassin de la Jucar s'est aussi révélé très pertinent avec une stabilisation progressive de la piézométrie suite à la création d'une association d'irrigants par les usagers en 1994. Ces usagers réunis en une association gèrent l'accréditation des droits d'usages de l'eau à tous les autres usagers présents sur la zone depuis 1994 et l'association reçoit un soutien de l'Etat. Ainsi, chaque usager dispose d'un document qui lui octroie des droits d'usage de l'eau, avec une inscription dans le registre de contrôle, selon un **plan d'exploitation** établi par l'agriculteur et accepté par l'association. Ce plan d'exploitation correspond aux cultures que l'agriculteur a prévu de cultiver pour l'année. Il est libre de choisir ses cultures tant que le volume total d'eau nécessaire ne dépasse pas le quota individuel fixé par l'organisme. L'association a le pouvoir juridique pour imposer ses décisions et est appuyée par l'agence de bassin locale, équivalent de l'administration décentralisée de gestion de l'eau (Molle et Closas, 2019). Dorénavant, les niveaux d'eau de l'aquifère sont stables et en moyenne 99% des exploitants respectent leur plan d'exploitation.

Beauce - France

En France, le cas de **la nappe de la Beauce** située dans la région Centre a instauré un autre modèle basé sur la **gestion par les volumes**. Dans les années 90, suite à de faibles pluies et des prélèvements toujours croissants, les agriculteurs et les services de l'Etat se sont concertés pour mettre en place une « *Charte de la nappe de Beauce* ». Chaque 1er avril une mesure piézométrique du niveau de la nappe est entreprise. En conséquence, un volume global d'attribution et un coefficient de prélèvement à ne pas dépasser sont définis. A l'échelle de l'exploitation, un quota est fourni en fonction de la situation géographique de l'irrigant, du type de terrain qu'il occupe et du nombre d'hectare qu'il a à irriguer. L'exploitant se voit attribuer un compteur d'eau pour suivre ses prélèvements (Molle et Closas, 2019). La gestion des ressources se fait entre l'Etat, l'organisme unique de gestion collective (administration décentralisée) et le syndicat d'agriculteurs. Grâce aux règles mises en place et à la robustesse des institutions en charge de la cogestion, la nappe est retournée à son équilibre initial.

D'après Frija et al., 2016, les critères récurrents dans les cas de cogestion durable d'un aquifère sont les suivants :

- La cogestion doit émaner d'une initiative portée par les usagers.
- Tous les usagers, qui puisent dans la nappe sont regroupés au sein d'un syndicat, d'une association d'irrigants.
- Ils ont un règlement à respecter. C'est l'association d'irrigants elle-même qui se charge du contrôle, du bon prélèvement de la ressource.
- Il y a une entité administrative au-dessus de l'association en charge d'appuyer l'association d'usagers.

Loin d'être représentatif de la majorité des cas locaux de gestion des aquifères, Bsissi a su se démarquer par sa démarche collective et prouver son efficacité. Le terme de modèle « durable » reste circonscrit par des guillemets du fait que de nouvelles contraintes peuvent venir limiter sa durabilité. Le cas de Bsissi en est l'exemple et sera expliqué dans le chapitre VII. Le reste de la Tunisie est actuellement en manque d'alternatives de modèle de gestion et le contexte socio-politique est très tendu. Il est donc risqué d'implémenter sans phase préalable de nouveaux instruments de gestion car si l'effet voulu ne se produit pas, cela risque d'accentuer des tensions déjà établies. **Au vu de ce contexte, il est donc nécessaire de créer un outil permettant aux acteurs concernés de simuler la mise en place et les effets d'instruments alternatifs de gestion des eaux souterraines sans risquer d'alimenter les tensions existantes**. L'objectif du stage était donc de créer un tel outil, sous la forme d'un jeu sérieux. La revue de la littérature a mis en lumière la nécessité d'intégrer tous les acteurs dans la gestion des ressources en eaux souterraines, et particulièrement les usagers. Il a ainsi été choisi **d'intégrer une approche participative** dans l'utilisation de l'outil pour tester des instruments de gestion alternatifs et **discuter de leur acceptabilité entre les acteurs**. Le type d'usager visé par l'outil s'axe sur les agriculteur privés car leur cas est moins traité par la recherche, et les instruments qui tendent à réguler leurs prélèvements sont déconnectés de la réalité (Frija et al., 2016). De plus son exclusion dans l'élaboration du modèle de gestion a fortement contribué à l'actuelle situation de surexploitation des aquifères.

III. Méthodologie

Dans ce chapitre, nous aborderons dans un premier temps le cadre théorique dans lequel s'inscrit le jeu sérieux puis sera décrite la question de recherche émanant des trois premiers chapitres. Dans ce troisième temps, il sera expliqué le processus du construction de l'outil.

A. Du cadre théorique à la question de recherche

1. L'échelle de la participation dans l'élaboration d'une politique

Afin d'amorcer la méthodologie de la conception de cet outil, il est premièrement question de replacer l'orientation participative dans son cadre analytique. En effet, il y a une forte volonté d'intégrer les usagers dans cette simulation d'instruments alternatifs. De manière générale **il existe différents degrés d'intégration du citoyen dans l'élaboration d'une politique**. Ce gradient est qualifié par Sherry Arnstein en 1969 sous le nom d'« *échelle de la participation* » (Figure 13).

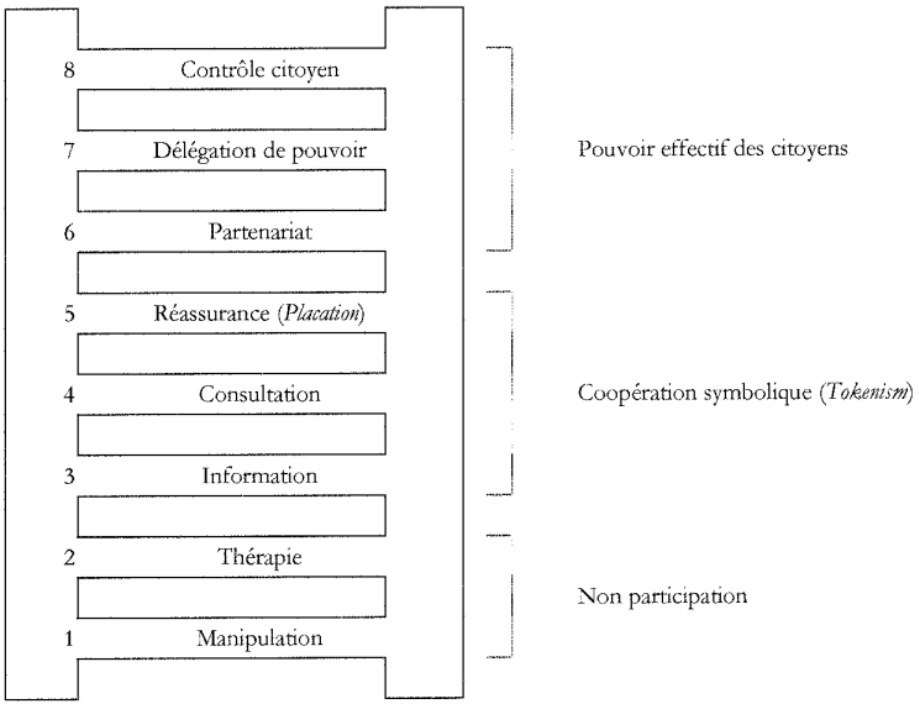


Figure 13 : Echelle de la participation (Arnstein, 1969)

Cette échelle représente huit niveaux de participation dont chaque barreau « *mesure le pouvoir du citoyen et sa propension à déterminer la production finale* » (Arnstein, 1969). Au sein de ces huit barreaux, trois principaux degrés se distinguent. Le degré le plus bas de participation, la non-participation, a comme objectif non pas d'inclure les citoyens dans l'élaboration d'une politique mais de contrôler les citoyens par ceux qui détiennent le pouvoir, à travers la manipulation et la thérapie (traitement annexe des problèmes rencontrés par les habitants, sans aborder les vrais enjeux). Le second degré, la coopération symbolique, engage la notion d'entendre (avoir accès à l'information), de se faire entendre (consultation) et de concilier en intégrant une part minime des citoyens dans les organes de décisions (réassurance). Pour autant, les citoyens ne sont pas assurés de la prise en compte de leur avis et la participation reste souvent sans consistance. Un exemple récent est celui du Grand Débat National en France (Courant, 2019). Le troisième et dernier degré est celui du pouvoir effectif du citoyen. A ce niveau de participation, le citoyen a la possibilité d'engager des partenariats avec les décideurs, voire

d'être au cœur des prises de décisions en siégeant en majorité dans les institutions traditionnelles détentrices de pouvoir (Arnstein, 1969).

Lisode, une société coopérative spécialisée dans l'ingénierie de la concertation, a en 2017 réadaptée l'échelle dans le cas de projet liée à la gestion de la ressource en eau (Figure 14).

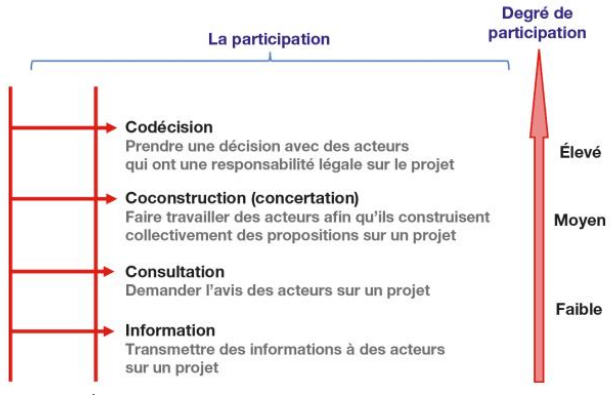


Figure 14 : Echelle de la participation (issu de Lisode, cité par Hassenforder et al., 2020)

Le degré de participation amené par l'outil se situe entre le niveau consultation et co-construction. En effet, l'avis des usagers est entendu et l'outil les amène à tester puis débattre d'instruments de gestion mais il ne permet pas de donner suite à l'échelle des décideurs. Ce point sera développé dans la partie VII. Discussion.

2. L'ingénierie de la participation et ses outils

Un pan de la science étudie les mécanismes de la participation et sa mise en œuvre effective. Il s'illustre au travers de l'ingénierie de la participation. Cette branche vise à définir les objectifs du dispositif participatif, ses étapes et les participants (Daniell et al., 2010).

Pour mener à bien un projet à visée participative, une palette large d'outils est possible au fil du dispositif (Annexe 3). Dans les étapes de la décision disponible en Annexe 3, l'outil s'inscrit dans le point 3 : Explorer des scénarios pour le futur. Pour permettre cela, une diversité d'outils existe :

- La simulation participative / jeux de rôles
- Théâtre participatif
- Planification participative
- Le focus group
- L'analyse multi critères

D'autres outils existent pour simuler les effets d'instruments de gestion alternatifs. En hydrogéologie par exemple, une étude récente s'est intéressée à la création d'un modèle informatique permettant de simuler les variations de l'aquifère en fonction des instruments mis en place et des prélèvements potentiels engendrés (Chekireb et al., 2023). Ce sont pour autant des outils qui font abstraction de la dimension sociale présente dans les instruments. Comme il a été justifié en fin de chapitre I, l'intégration de toutes les parties prenantes fait ressortir une dimension sociale forte qui ne peut être omise dans le cadre d'une réorientation politique d'un bien commun.

Même si l'approche participative comporte des limites (instrumentalisation possible de la démarche, manque potentiel de représentativité) (Hassenforder et al., 2020) elle reste la plus proche des valeurs inhérentes à la GIRE. Dans le cadre de l'étude, **il a été choisi de composer un jeu sérieux** comme outil de simulation car **il incorpore efficacement la dimension sociale**

de l'humain dans son socio-écosystème (Goodspeed et al., 2020). **Il met en exergue la dimension systémique d'un choix d'instruments et ses répercussions** (au niveau écologique mais aussi socio-économique et législatif) (Meinzen-Dick et al., 2018). Il permet de plus **d'améliorer le transfert de connaissances et l'apprentissage**, **d'explorer de nouvelles stratégies collectives** et de **promouvoir les relations entre les acteurs**. (Hassenforder et al., 2020). Enfin, il permet de construire un modèle sur des **terrains où très peu de données sont disponibles** du fait que le jeu peut être calibré à dires d'acteurs (Abrami et Becu, 2021).

3. Les jeux sérieux

i. Définition

Le jeu sérieux est un outil de représentation et de simulation du fonctionnement des socio-écosystèmes qui aident à franchir les frontières disciplinaires pour étudier les processus de coordination entre acteurs et de décision collective dans un cadre ludique (ComMod, 2023).

ii. Groupes de pensée

Son origine date des années 1960. Son développement au fil des décennies a fait naitre en France dans les années 1990 le courant de la « modélisation d'accompagnement » par le collectif Companion Modelling (ComMod). Cette approche se démarque par la volonté d'intégrer une démarche participative lors de la mise en place d'un processus d'accompagnement dans le domaine de la gestion des ressources renouvelables. Cette approche participative est exercée tout au long du processus, de l'analyse initiale du réseau d'acteurs à l'évaluation des effets du processus participatif (Abrami et Becu, 2021). Durant ce processus est intégré la modélisation et la simulation de jeux de rôle, servant de cadre de réflexion et de dialogue pour explorer collectivement des futurs et en débattre (Mathevet et Bousquet, 2014 ; Ostrom, 1990).

En 2008 une approche inspirée de ComMod nait au sein de l'unité mixte de recherche G-EAU (Gestion de l'eau, acteurs, usages) avec ce même objectif d'accompagner la participation de différents acteurs (citoyens, élus, gestionnaires, etc.) dans la prise de décisions relatives à leur environnement (Ferrand et al., 2021).

La différence est marquée au niveau de la conception et du déploiement de la modélisation d'accompagnement. Cette nouvelle approche nommée COOPLAGE (Coupler des Outils Ouverts et Participatifs pour Laisser les Acteurs s'adapter pour la Gestion de l'Environnement*)* met en avant l'autonomisation des acteurs dans le processus de construction du jeu et un déploiement large de la modélisation conçue (Figure 15). Sur base d'essai-erreur, l'approche vise à construire plus rapidement des prototypes de jeu et réaliser des tests successifs pour une démarche d'accompagnement sur un pas de temps plus court (Abrami et Becu, 2021).

Cette approche a donné naissance à la plateforme Wat-A-Game (WAG) qui est présentée dans la section suivante et qui nous a servi de cadre théorique pour la conception de notre jeu de rôle.

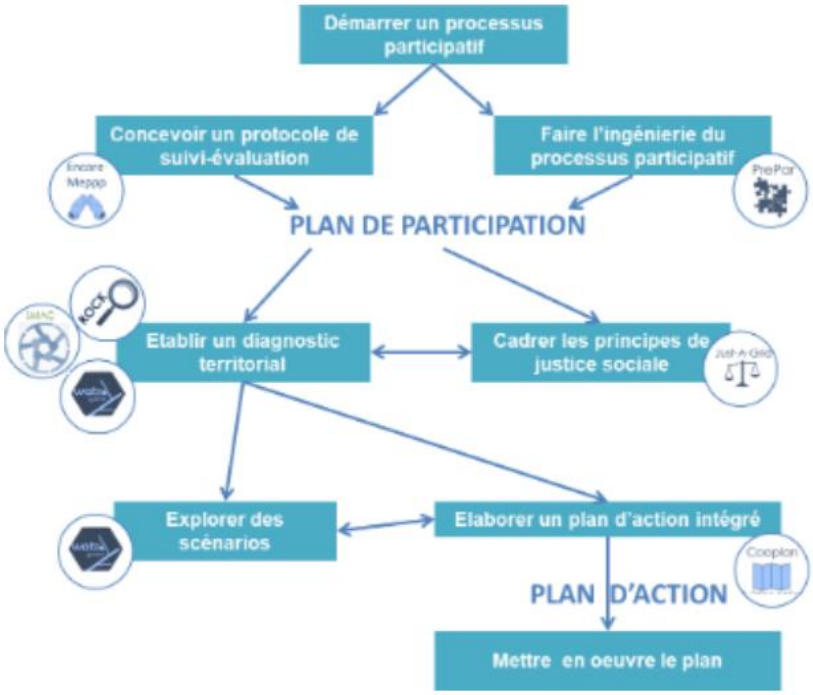


Figure 15 : Schéma de l'approche COOPLAGE (UMR G-EAU, 2017)

Sur la courte période du stage, il a donc été choisi de s'inscrire dans cette approche. De plus Emeline Hassenforder, encadrante de mon stage, est une des personnes qui développe l'approche. Pour autant, le jeu sérieux créé pour cette étude ne s'inscrit pas dans une démarche d'accompagnement sur tous les terrains où il a été déployé. Ce point sera discuté dans le chapitre VII.

iii. Construction et suivi-évaluation du jeu

Notre conception et suivi-évaluation du jeu sérieux s'inscrivent dans l'approche COOPLAGE.

Pour la conception, nous avons suivi le cadre posé par la plateforme méthodologique Wat A Game. Elle a été conçue par des chercheurs.ses de l'UMR G-EAU dans le but de permettre une totale autonomie des acteurs dans la conception d'un jeu de rôle dédiée à la gestion de l'eau. Au travers de quatre niveaux de mise en œuvre, la simulation aboutit à la conception par les joueurs d'un jeu sérieux mettant en relief les dynamiques et problématiques propres à leur contexte dans le cadre de l'aménagement d'un bassin versant. Le premier niveau se nomme Ini-WAG et est un jeu simple et rapide pour explorer l'usage et le partage de l'eau. Le deuxième, Mini-WAG est un temps de discussion et de réflexion autour d'un scénario donné de gestion d'un bassin versant. Le troisième niveau, Crea-WAG vise à ce que tous les participants construisent, explorent et gèrent le scénario donné avec le matériel fourni. Le dernier temps, Self-WAG est l'étape de construction d'un jeu adapté au contexte local en articulant acteurs, actions et évènement à l'aide du matériel fourni. Ce processus permet de comprendre et discuter de l'impact économique, social et environnemental des choix d'actions. Il permet de plus d'explorer et tester de nouvelles règles sociales et politiques de gestion d'un bassin versant (Ferrand et al., 2009).

J'ai eu l'opportunité de participer au processus complet lors du module GIRE organisé par l'équipe de l'UMR G-EAU en février 2023 au sein du master Eau & Société de la faculté des

Sciences de Montpellier. Le MOOC Terr'Eau conçu par l'UMR G-EAU permet de retracer les étapes de construction de Self-WAG.

En ce qui concerne le suivi-évaluation d'une session de jeu, le cadre théorique repose sur le manuel d'observation des jeux sérieux rédigé par une équipe de chercheurs du collectif ComMod et du CIRAD. Il apporte des éléments nécessaires au bon déroulement du suivi d'une session tel que les fiches de suivi des actions, les fiches d'observation verbales et non verbales des joueurs, les fiches d'évolution des indicateurs (Hassenforder et al., 2020). L'évaluation passe par la création d'une grille d'analyse permettant une lecture transversale des données collectés via les fiches, mais aussi d'entretiens avec les participants suite à la session pour déterminer les effets moyen terme du jeu.

iv. Travaux parallèles

La question de la gestion de l'eau (sous toutes ses formes) a été à maintes reprises abordée au prisme du jeu sérieux. Voici quelques exemples de ce qui a été fait jusqu'ici :

- *MyRiverKit* (Gest'eau, 2019) : Jeu développé par l'UMR G-EAU qui vise à sensibiliser aux concepts et problématiques de GIRE et à la notion de service écosystémique. Tour après tour, les joueurs aménagent leur commune située le long d'une rivière en intégrant les différents critères environnementaux que le développement urbain entraîne.

- *WaDiGa* (Trébuil et al., 2017) : Jeu développé par des membres de ComMod qui vise à simuler les interactions entre des modalités de gestion collective de l'eau et une transition agricole des systèmes de culture annuels. Il a été créé pour le cas d'agriculteurs situé dans un territoire subtropical montagnard d'Asie du Sud-Est.

- *Concert'eau* (Richard-Ferroudji et Barreteau, 2005) : Jeu développé par une équipe de chercheurs français avec comme objectif de simuler la mise en œuvre d'un temps de concertation entre différents acteurs en désaccord sur l'usage de la ressource en eau.

- *AquaFej* (Le Bars et al., 2011) : Jeu développé par une équipe de chercheurs franco-tunisiens à destination du cas de gestion des lâchers de barrage en Tunisie. Il met en situation des agriculteurs et un gestionnaire de lâcher de barrage (CRDA). Les agriculteurs commencent par choisir leur culture puis décident collectivement avec le gestionnaire de barrage du quota d'eau attribué à chacun pour l'année au vu de la surface agricole et de la quantité d'eau disponible. La mise en place de taxe est aussi possible au fil du jeu si la situation tend à la surexploitation. Le jeu a donc une visée d'apprentissage sur la construction d'une concertation multi acteurs. Pour autant lors de son application, le jeu n'a pas eu l'effet escompté. En effet les tensions entre CRDA et GDA étaient fortes lors de son exécution et les agents du CRDA ne se sont pas appropriés le jeu. Ils n'ont donc pas pu réunir les deux types d'acteurs dans une même session et les résultats furent peu concluants.

En ce qui concerne la relation du socio-écosystème humain - nappe d'eau souterraine et les enjeux qui lui sont propres, il existe toute une gamme de jeux. En voici quelques exemples :

- *The Groundwater Management Game* (Goodspeed et al., 2020) : Développé par une équipe de chercheurs californiens, le jeu vise à enseigner les conséquences collectives d'actions individuelles menées par les différentes parties prenantes concernés par la gestion des eaux souterraines. Le jeu intègre différents types d'agriculteurs, une famille rurale, une communauté d'usagers et un fournisseur d'eau en milieu urbain. Chacun doit subvenir à ses besoins en eau via son forage, peut acheter ou vendre de l'eau aux autres

joueurs et dans le même temps considérer comment compenser son intérêt individuel et l'intérêt collectif dans la gestion de cette ressource commune. Le jeu a en premier lieu une visée éducative en appuyant sur l'interdépendance entre les parties prenantes. Il a aussi comme objectif de tester des instruments de gestion tel que le *trading water credits,* outil s'inscrivant dans le marché de l'eau (achat/vente).

- *Collective action game for groundwater management* (Meinzen-Dick et al., 2018) : Dans la même lignée que le Groundwater Management Game, celui-ci fut conçu par une équipe de chercheurs indo-américaine avec lui aussi une visée éducative autour de la notion d'interdépendance. Les acteurs concernés sont dans ce cas les agriculteurs des campagnes de la région Andhra Pradesh en Inde. Le jeu souhaite aussi stimuler l'émergence d'une gouvernance collective des eaux souterraines. Pour cela, l'outil simule des choix de cultures et leur impact sur l'aquifère. Lors du debriefing, le jeu fait office de point d'entrée pour discuter d'interdépendance, de choix de culture, d'action collective et de changement d'attitude (modèle mental) face à l'utilisation de la ressource.

- *ARTICHOC* (Rougier et Dionnet, 2008) : Conçu par Lisode, ce jeu s'inscrit dans le contexte marocain en abordant la question de la difficulté à trouver des solutions concertées dans la gestion des ressources en eaux souterraines. Il met en scène des agriculteurs qui prélèvent de l'eau dans la nappe pour subvenir aux besoins de leur parcelle et une agence de l'eau qui octroie des autorisations d'extension de forage. Le jeu repose sur un modèle informatique Excel pour calculer l'évolution de la ressource en fonction de l'action des joueurs. Il met en avant le dilemme de gagner plus mais mettre la ressource en péril, ou avoir un comportement responsable mais d'être potentiellement pénalisé par le mauvais comportement des autres joueurs. C'est au cours du debriefing que la question d'une gestion alternative est abordée.

- *The Groundwater Game* (IGRAC, 2020) : Conçu par le Centre international d'évaluation des ressources en eaux souterraines, ce jeu informatisé tend à faire découvrir aux participants l'intérêt et les défis de l'action collective dans la gestion des eaux souterraines. Cet apprentissage se fait en influençant les politiques et pratiques de gestion dans le jeu au travers de l'exploration de trois scénarios différents de gestion. Le premier scénario (deux tours de jeu) est centré sur l'exploitation individuelle des ressources par les joueurs, étant agriculteurs. Le deuxième scénario (trois tours) amène la notion de collectif avec la création d'une association d'irrigants et de l'implémentation d'un instrument de gestion basé sur la fixation d'un plafond maximum d'extraction d'eau souterraine. Ce plafond est destiné aux joueurs adhérents de l'association et est communément établit par et pour tous les adhérents. Le troisième scénario (trois tours) intègre une administration décentralisée en charge de définir les règles d'extraction d'eau pour à la fois protéger les ressources et garantir le profit des agriculteurs. De nouveaux instruments économiques sont implémentés (plafond, taxe et partage des gains).

Parmi les cas présentés, il est intéressant de revenir sur l'exemple tunisien d'*AquaFej*. Il montre une des faiblesses que l'approche par le jeu sérieux peut avoir pour travailler collectivement sur un problème. C'est un outil amenant les participants dans un monde fictif, difficilement appréhendable pour certaines personnes, avec une calibration approximative. Pour autant, il présente divers avantages cités précédemment.

Dans le cadre du contexte actuel tunisien le jeu conçu dans cette étude vise a minima à tester différents instruments de gestion des eaux souterraines ; a maxima permettre de décider quelles options vont être mis en œuvre sur le territoire. C'est donc sur ce gradient que se base la question de recherche de l'étude :

Dans quelle mesure le jeu sérieux permet-il d'accompagner les acteurs à choisir un modèle de gestion des eaux souterraines en Tunisie ?

4. Question de recherche

i. Définition des termes

Il est entendu dans cette question de recherche que le choix, « *choisir* », n'est pas porté sur des modèles pré établis mais bien sur l'expérimentation d'une combinaison d'instruments et de la simulation de leur impact sur le territoire. Cette expérimentation a comme objectif optimal le choix et l'application réelle de la combinaison la plus pertinente vis-à-vis du contexte.

Le gradient d'accompagnement, entendu par la terminologie « *dans quelle mesure* » s'observe au prisme de différentes dimensions :

- L'appropriation du jeu par les joueurs, leur investissement en vue d'atteindre l'objectif ludique du jeu
- Les connaissances apprises sur les instruments de gestion
- La vision des acteurs sur la pertinence, l'acceptabilité et la faisabilité des instruments
- L'implémentation souhaitée dans la réalité de certains instruments et son processus de mise en œuvre

Dans le cadre de cette question de recherche, le terme « *acteur* » correspond aux acteurs locaux impliqués dans la gestion et l'utilisation des ressources en eaux souterraines. Sont donc compris les usagers (agriculteurs privés), les associations d'usagers (GDA) et l'administration décentralisée (CRDA).

ii. Les sous-questions

Afin de détailler la question de recherche, plusieurs sous-questions se posent :

1. Quelles combinaisons d'instruments ont été choisies ?
2. Quels effets ont-elles eu sur le jeu ?
3. Quelles sont les conditions pour qu'elles soient acceptables dans la réalité ?
4. Quelles sont les contraintes qui ne les rendent pas acceptables ?
5. Est-ce qu'elles ont été envisagées par la suite sur leur terrain ?

iii. Critères d'analyses

Basé sur le manuel d'observation des jeux sérieux (Hassenforder et al., 2020) et mon analyse personnelle au fil des sessions de jeu, j'ai décidé d'établir les critères d'analyse suivants :

<u>Sous-question n°1</u>

- Choix des instruments et combinaison testé par session

<u>Sous-question n°2</u>

- Evolution de la piézométrie de la nappe
- Evolution de la situation individuelle
- Démarche collective (phrase se rapportant à la création de collectif, échange de ressource, décision de règles de gestion…)

Sous-question n°3

- Nombre et récurrence d'instruments retenus comme réaliste pour son application concrète
- Temps passé à discuter du choix et des effets des instruments de gestion
- Echange constructif (prise de parole des différents participants, phrase porté sur la réflexion collective)

Sous-question n°4

- Mentions faites par les participants des freins à leur mise en place dans la réalité

Sous-question n°5

- Mentions faites par les participants de la mise en place d'un plan d'action

Afin d'avoir un suivi et une observation efficace des sessions de jeux (Hassenforder et al., 2020), un panel d'outils a été choisi et conçu :

- Fiche de présence (Annexe 4)
- Fiche d'observation d'une session de jeu (Annexe 5 et Annexe 6)
- Fiche de suivi des résultats (Annexe 7 et Annexe 8)
- Fiche debriefing (Annexe 9 et Annexe 10)
- Photos des sessions de jeux (Figure 17 à Figure 25)
- Enregistrement vidéo de la session complète
- Compte rendu écrit issu de l'enregistrement vidéo et des fiches de suivi (Annexe 11)

Tout le matériau brut collecté et organisé via ces outils a été retranscrit dans une grille d'analyse facilitant la lecture transversale des résultats des sessions de jeux (Annexe 12).

Pour collecter ces données, il a pour autant fallu d'abord concevoir le jeu de rôle.

B. Processus de construction de *Ground'Wag'Er*

Les deux premiers mois du stage ont été centré sur une revue de la littérature scientifique et grise concernant la situation actuelle de surexploitation des aquifères, ses causes, ses conséquences, le modèle actuel de gestion et de gouvernance des eaux souterraines (Annexe 1, Annexe 2 et Annexe 13). En parallèle nous avons réalisé la construction d'un jeu pouvant réunir cette dynamique en un seul outil. Cet outil se voulait générique pour être utilisé dans une pluralité de contexte. Il se voulait aussi sobre et réaliste pour que n'importe quel type d'acteur puisse se l'approprier.

La genèse de la construction de l'outil débute avec le MOOC TerrEau & Co conçu par des membres de l'UMR G-EAU. Ce MOOC retrace les étapes clés de construction d'un jeu Wat A Game concernant les enjeux liés à la gestion de l'eau. Durant ce premier temps de création, la zone d'étude de Limaoua, qui sera présenté en chapitre IV, m'a servi de socle contextuel. Il en résulta premièrement un modèle conceptuel composé d'un plateau (Annexe 14), d'un schéma enjeu – acteur – activité (Annexe 15) et d'un schéma Ressources – Activités – Acteurs (Annexe 16). Deuxièmement j'ai identifié les rôles, les ressources clés et le matériel pour les incorporer au modèle. Troisièmement, chaque rôle se vit attribué une fiche avec les caractéristiques qui lui sont propres. Dernièrement, j'ai rédigé une ébauche de scénario et le déroulé d'un tour pour créer une mécanique fonctionnelle. J'ai entrepris deux tests sans aucun participant pour composer une mécanique concrète et un calibrage approximatif des ressources de ce premier prototype. En ce début de stage Sarra travaillait sur une potentielle deuxième partie de jeu axée sur la gouvernance. Ce point sera développé dans le chapitre VII.

En parallèle, nous sommes allés visiter un premier terrain dans la zone d'El Haouaria au Nord-Est du pays pour rencontrer les acteurs de terrains : GDA et Cellule Territoriale de Vulgarisation (CTV). Nous avons aussi eu l'opportunité de faire un entretien avec un membre de Lisode. A l'issu de ces deux premiers mois, un premier test avec les membres du projet C4S se fit.

Une première véritable phase terrain s'ensuivit fin avril. Nous étions quatre pour ce premier terrain : Sarra Kekli ma binôme, Emeline Hassenforder notre encadrante de stage, Samia Chrii une membre de l'équipe du projet et moi-même. A l'aide d'une grille d'entretien (Annexe 17), nous avons réalisé une série d'entretiens semi-directifs avec agriculteurs, GDA et CRDA dans la région de Gabès, au Sud-Est du pays. Le but était de comprendre les règles de gestion en place sur leur territoire, le mode de gouvernance de la ressource mais aussi les alternatives de gestion et de gouvernance envisagées et envisageables. A la clef de ces journées d'entretiens, nous avons organisé un atelier d'échange sur l'avancement du jeu avec les membres du GDA récemment créé à Limaoua et accompagné par le projet C4S (Annexe 18).

L'implémentation du jeu a continué tout au long du mois de mai. Elle a été appuyée par des entretiens avec des hydrogéologues, des doctorantes construisant ou ayant construit un jeu sérieux, des chercheurs en ingénierie de la participation, et notre participation à deux sessions de jeux sérieux : à l'Institut National Agronomique de Tunisie (INAT) et dans un lycée français. Nous avons parallèlement réalisé trois autres sessions de terrain à travers la Tunisie avec les acteurs de la gestion de l'eau dans le même but de comprendre le contexte dans lequel ils évoluaient.

Trois autres tests de notre jeu avec des étudiants et enseignants-chercheurs ont été fait dans cette période pour améliorer et valider la mécanique, le calibrage et la forme du jeu. Fin mai, le jeu était prêt à l'emploi. Il est accompagné d'un Excel détaillant la mécanique et le calibrage (Annexe 19). Il reçut le nom de *Ground'Wag'Er* en référence à la plateforme méthodologique Wat A Game présentée précédemment.

Au total 23 entretiens semi-directifs, tout type d'acteur confondu, ont été cumulés :

- 7 Agriculteurs
- 4 GDA
- 4 CRDA
- 2 CTV
- 4 Chercheurs spécialisés sur l'eau (gouvernance, hydrologie)
- 2 Chercheurs spécialisés sur la conception de jeux sérieux et la participation

Durant les mois de juin et juillet, six sessions de jeux ont été réalisées sur trois terrains différents : i. Zone de Gabès au Sud-Est, ii. Zone d'El Haouaria au Nord-Est, iii. Zone de Zaghouan au Nord.

Tableau 1 : Récapitulatif des sessions de jeux

Numéro de la session	**Terrain**	**Date**	**Profil des participants**	**Catégorie socio-professionnelle**
n°1	Bsissi	14/06/2023	GDA d'agriculteurs privés	Agriculteur et membre du GDA
n°2	Limaoua 1	15/06/2023	GDA d'agriculteurs privés	Agriculteur et membre du GDA
n°3	Limaoua 2	22/06/2023	GDA d'agriculteurs privés	Agriculteur et membre du GDA
n°4	CRDA Gabès	22/06/2023	Administration	Membre de l'administration
n°5	Dar Chichou	26/06/2023	Mélange GDA public et GDA privé : GDA mix	Agriculteur et membre du GDA
n°6	El Fahs	14/07/2023	Agriculteurs privés indépendants	Agriculteur

Le chapitre suivant est dédié à la présentation détaillée de ces terrains.

IV. Présentation des zones d'étude

En juin et juillet 2023, nous avons mis en place six sessions de jeu sur quatre terrains : Bsissi, Limaoua, El Fahs, Dar Chichou ; situés dans trois zones (respectivement le gouvernorat de Gabès, la délégation de Zaghouan, la délégation d'El Haouaria) (Figure 16). Avant de présenter les résultats des sessions il convient donc de présenter les zones d'intervention.

Présentation générale des zones et terrains

Les choix se sont faits au travers des terrains où le projet C4S était ou souhaitait s'engager. Le partenariat scientifique qu'ont le projet C4S et l'INRGREF a aussi permis de tester le jeu sur un terrain supplémentaire. Trois zones d'intervention ont été possibles pour nous :

1. Gouvernorat de Gabès : Ce gouvernorat est situé au Sud-Est du pays et est une zone particulière pour le projet C4S car il accompagne la création d'un GDA d'agriculteurs privés depuis ses débuts. Ce GDA en cours de création se situe au niveau du village de Limaoua et ses alentours. Il est situé sur la nappe de Gabès Sud (Annexe 20). Une membre de l'équipe C4S l'appuie en continu : Samia Chrii. Elle a donc pu faciliter notre venue. L'intérêt du jeu fait sens vis-à-vis de la position actuelle de la future association d'irrigants dans son processus de construction. Depuis la volonté d'initier un GDA un an plus tôt, ils ont déjà constitué un conseil d'administration et sont actuellement en réflexion dans la manière dont ils souhaitent organiser la gestion de leur GDA. Nous avons premièrement réalisé une série de sept entretiens avec des agriculteurs, des membres de GDA public et des ingénieurs du CRDA. Par la suite deux sessions de jeux ont été organisées avec des membres du GDA naissant. Avant de réaliser les sessions avec ce GDA, nous avons eu l'opportunité d'organiser notre première session avec des membres du GDA de Bsissi, situé sur la nappe de Gabès Nord. Ce GDA a été présenté dans les modèles durables du chapitre II. Pour autant les résultats furent relatifs pour diverses raisons expliquées en chapitre VI. Ils ne seront considérés que dans une certaine mesure pour la suite de l'étude. Pour terminer cette phase terrain, nous avons réalisé une session avec des membres du CRDA de Gabès.

Figure 16 : Terrains de mise en œuvre

2. Délégation de Zaghouan : Cette zone est située au Nord du pays dans le gouvernorat de Zaghouan. Le projet entame tout juste une collaboration avec les acteurs de cette zone. Le premier contact s'est fait ce mois de mai durant une réunion à la municipalité de Zaghouan, capitale du gouvernorat, où toutes les échelles d'acteurs furent invitées. Il y avait tous les membres du projet C4S, des représentants du CRDA, des GDA, des Sociétés Mutuelles de Services Agricole (sorte de coopérative, nommé aussi SMSA) et des agriculteurs. Aucun accompagnement n'était donc déjà en place lors de notre venue pour une session de jeu. En amont nous avons réalisé une série de sept entretiens avec des ingénieurs du CRDA et des agriculteurs. Suite à cela, nous avons réalisé une session

avec des agriculteurs privés travaillant en indépendant, tous situés sur la nappe d'El Fahs (Annexe 21).

3. Délégation d'El Haouaria : Elle est située au Nord-Est du pays dans le gouvernorat de Nabeul. L'INRGREF travaille avec les acteurs de cette zone depuis de nombreuses années. Certains GDA ont reçu l'appui de l'Institut pour la mise en place de cartes parcellaires, de plans d'exploitation, de cartes abonnement (note de frais, numéro de la vanne utilisée). Dû à l'investissement sur les autres terrains, au manque de temps et à un besoin d'accompagnement moins important, peu d'entretiens en amont ont été réalisés sur ce terrain. Nous avons réalisé deux entretiens au début du stage avec le chef CTV de la région et le président du GDA d'Echraf. Nous avons aussi participé à une journée d'échange et de partage de savoirs entre GDA et agriculteurs de diverses régions de Tunisie organisé par un projet de développement nommé MASSIRE (https://massire.net/). Par la suite, nous avons eu l'opportunité d'organiser une session avec des membres du GDA Dar Chichou (DC) GDA ayant un PPI et des membres du GDA Abène (A), GDA créé par des agriculteurs privés. Ces deux GDA se situent sur le même système aquifère (Annexe 22).

Caractéristiques des terrains

Chaque terrain a un contexte avec des enjeux et problèmes qui lui sont propres. La plupart des données mentionnées ci-dessous sont issues d'entretiens avec les acteurs locaux, ou le cas échéant de la littérature : Frija et al., 2016 ; Ghazouani et Mekki, 2016 ; DGRE, 2021. Certaines informations sont approximatives ou incomplètes du fait du peu de données disponibles.

Tableau 2 : Caractéristiques des terrains de mise en œuvre du jeu

		GDA Limaoua	GDA Bsissi	GDA DC & A	El Fahs
Agriculture et agriculteurs	Activités agricoles	Principalement arboriculture : 1. Oliviers 2. Grenadiers 3. Amandiers	Principalement arboriculture : 1. Oliviers 2. Grenadiers 3. Amandiers	Principalement maraîchage : 1. Choux 2. Tomates 3. Piment	Par ordre d'importance : 1. Grandes cultures (Blé dur, blé tendre, fourrage, avoine) 2. Arboriculture fruitière 3. Maraîchage
	Superficie moyenne	Principalement de grands agriculteurs agriculteurs (>35 ha)	1660 hectares de superficie irriguée. La taille moyenne d'exploitation est de 16 ha	DC : 665 hectares de superficie irriguée A : 20 hectares de superficie irriguée	Non communiqué
	Nombre d'agriculteurs	Non communiqué Le GDA est en cours de création	Sur les 180 agriculteurs présents dans la zone, en 2016 80% faisait partie du GDA de Bsissi	Non communiqué	Non communiqué
L'eau et sa gestion	Caractéristiques hydrogéologique de l'aquifère	Situé sur la nappe de Gabes Sud. La nappe fait partie du système aquifère de la Jeffara. La nappe se loge dans des formations détritiques en date du quaternaire et du Miopliocène	Situé sur la nappe de Gabes Nord. La nappe fait partie du système aquifère de la Jeffara. La nappe se loge dans des formations détritiques en date du quaternaire et du Miopliocène	Située sur la plaine d'el Haouaria : - Nappe phréatique : couverture sédimentaire du quaternaire - Nappe profonde : est logée dans les dépôts du pliocène marin composés de sables jaunes et de molasses sur une épaisseur pouvant atteindre 350 m	Situé sur la plaine d'el Fahs : - Composée essentiellement de galets, des sables, des argiles, des graviers et des grés. Epaisseur inconnue. En 1993, épaisseur moyenne estimée à 65 mètres.
	Qualité de l'eau	Système aquifère de la Jeffara : Forte salinité, entre 3 et 10 g/L		Salinité très faible au niveau de Dar Chichou (<1 g/l)	Salinité entre 1,45 g/l et 3,57 g/l C'est une des principales préoccupations
	Les différents usages des nappes profondes au niveau du gouvernorat	Irrigation : 73,5% Eau potable : 23% Industrie : 3,5%		Irrigation : 87,3% Eau potable : 11,6% Industrie : 1,1%	Irrigation : 71,5% Eau potable : 25,5% Industrie : 3% Nappe d'El Fahs : 99% pour l'irrigation
	Exploitation des nappes profondes	85,8% de taux d'exploitation dans le gouvernorat de Gabes : - 82,7% prélevé légalement - 3,1% illégalement		387,1% de taux d'exploitation dans le gouvernorat de Nabeul : - 237,6% prélevé légalement - 149,5% prélevé illégalement	143% de taux d'exploitation dans le gouvernorat de Zaghouan : - 119% prélevé légalement - 24% illégalement prélevé Nappe d'El Fahs : taux d'exploitation s'élevant à 175% en 2021 avec 38 forages illicites

L'eau et sa gestion	**Problèmes principaux dans la gestion de l'eau**	- Contrôle et application des règles inopérationnel - Injonction contradictoire au sein du CRDA : des arrondissements prône le développement agricole, d'autres la préservation de la ressource - manque de vulgarisation et d'encadrement de la part du CRDA pour les pratiques agricoles des agriculteurs	- Le GDA repose actuellement sur une poignée de bénévoles. Leur retraite est proche et aucune passation n'est pour l'instant prévu car personne ne souhaite reprendre la tâche. De plus, le CRDA souhaite faire une extension du périmètre irrigué, rajoutant une contrainte supplémentaire. - Seul 10% des adhérents paient leur cotisation annuelle au GDA	- Manque de contrôle par l'Etat sur la création ou l'approfondissement illicite de forage (seulement 20% des agriculteurs au sein du PPI dépendent à 100% des eaux du GDA) - Fraude et dépassement clandestins des volumes pompés par rapport au volume supposément distribué - Fort endettement du GDA	- Forte inégalité dans la répartition des ressources : corruption et accaparement des ressources par une société privée - Salinité très élevée de l'eau la rendant inutilisable pour les cultures - Raréfection extrême de l'eau dans la nappe d'El Fahs, rendant la situation très tendue
L'eau et sa gestion	**Instrument de gestion actuel à l'échelle du terrain**	- Zone de sauvegarde - Subvention panneaux solaires - Subvention matériel d'économie d'eau - Redevance pour l'eau : 5 millimes/L pour les agriculteurs	- Zone de sauvegarde - Subvention panneaux solaires - Subvention matériel d'économie d'eau - Redevance pour l'eau : 5 millimes/L pour les agriculteurs	- Abene : Tours d'eau autorégulé par les agriculteurs - Dar Chichou : Tour d'eau autorégulé par les agriculteurs en fonction de la disponibilité de la ressource en période de pointe (juillet-aout) le reste de l'année, l'approvisionnement en eau se fait à la demande des agriculteurs. - Subvention matériel d'économie d'eau - Redevance pour l'eau : 5 millimes/L pour les agriculteurs	- Une partie de la nappe d'El Fahs est sur une zone de sauvegarde - Redevance pour l'eau : 5 millimes/L pour les agriculteurs - Utilisation des eaux usées traitées - Subvention matériel d'économie d'eau
L'eau et sa gestion	**Relation avec la dimension de collectif**	Selon un agriculteur interviewé : "*Trouver un terrain d'entente entre différents agriculteurs pour partager un forage collectif est très difficile, spécifiquement si leur forage individuel est légal et qu'ils n'ont pas spécialement de problème d'eau*". La notion de collectif apparaît en situation de crise, comme c'est actuellement le cas à Limaoua.	A l'origine, un engagement avant-gardiste très fort pour le collectif (création du GDA en 2001).	Selon une enquête réalisée en 2014, quasiment tous les exploitants enquêtés préfèrent une gestion individuelle de l'eau.	Il n'y a pas d'arènes de dialogue disponible pour les agriculteurs. Selon l'Omda, le représentant des autorités politiques au niveau local : "*la notion de collectif n'est pas prédominante dans la mentalité des agriculteurs*"
L'eau et sa gestion	**Spécificité**	En processus de construction d'un nouveau GDA émanant des usagers	Actuellement en situation instable du fait du projet d'extension et de la gestion du GDA qui n'a pas encore de passation de planifié.	Le taux d'exploitation dans la région est critique.	- Un projet de développement de la GIZ opère actuellement dans ce gouvernorat. - Il y a dans la zone une grosse société agricole qui entretient des relations au niveau de la sphère ministérielle lui permettant de prélever d'importantes quantités d'eau (23 forages sur l'exploitation) - Le niveau critique de disponibilité de l'eau a atteint un palier tel que l'irrigation est depuis début juillet interdite suite à un arrêté du gouvernorat.

C'est donc sur ces quatre terrains que le jeu fut mis en œuvre. Le prochain chapitre vise à expliquer comment se déroule une session complète du jeu *Ground'Wag'Er*.

V. Descriptif du jeu *Ground'Wag'Er*

Cette partie présente l'objectif global, le matériel composant le jeu Ground'Wag'Er ainsi que le déroulement d'une session de jeu. [1]

Présentation générale

L'outil est un jeu de rôle sur plateau pour 4 à 8 joueurs. Une session de jeu dure environ 2 heures. Elle se compose d'un temps de briefing, de cinq tours de jeu puis d'un temps de débriefing. Elle est animée par un ou une facilitatrice, idéalement appuyé.e par une personne supplémentaire pour faciliter la manipulation des ressources, et effectuer l'observation de la session. Pendant notre stage, Sarra menait la facilitation et je réalisais les tâches nécessaires au bon déroulement de la session.

L'objectif du jeu est que les joueurs découvrent, simulent et débattent collectivement des instruments de gestion alternatifs des eaux souterraines. Durant la partie, **les joueurs doivent subvenir aux besoins en eau de leurs parcelles tout en maintenant un niveau piézométrique stable de la nappe d'eau souterraine dans laquelle ils prélèvent**. Pour cela ils ont la possibilité au fil des tours de mettre en place des stratégies individuelles puis collectives. Chaque tour représente une année de culture.

Présentation du matériel

- Plateau

Le plateau représente un territoire fictif en climat semi-aride accueillant 4 exploitations agricoles. La zone est située sur un périmètre de sauvegarde, instrument de gestion actuellement en place sur certains territoires en Tunisie. Cet instrument vise à restreindre les prélèvements dans les aquifères via l'obligation d'obtenir une autorisation pour la création ou l'extension de forage inférieur à 50 mètres. Aucune autorisation n'est délivrée pour des forages supérieurs à 50 mètres.

Figure 17 : Plateau de jeu

[1] Une vidéo explicative du jeu est disponible sur la plateforme YouTube au lien suivant : https://www.youtube.com/watch?v=IaPt5wiCsHI

Chaque exploitation est caractérisée par son assolement, son système d'irrigation, son système énergétique pour le pompage, son forage (profondeur et nature licite/illicite) et sa somme d'argent. La situation initiale des exploitations est fixée en amont et reste constante à chaque session (cf. tableau 3 ci-dessous).

- Ressources

Deux ressources alimentent la dynamique du jeu : l'argent (flous) et l'eau. Elles sont toutes deux matérialisées par des billes en plastique : jaune pour l'argent, bleue pour l'eau. Une somme d'argent propre à chaque type de joueur est distribuée en début de partie et sert au fil du jeu à payer les coûts d'énergie, investir dans des cultures, du matériel agricole, acheter de l'eau au GDA. Le produit des cultures est la seule source de revenu. L'emprunt entre joueurs est aussi possible. En ce qui concerne l'eau, elle est puisée à la main par les joueurs dans une nappe matérialisée par une boîte en carton composée de cinq paliers. Les billes extraites de la boite visent à satisfaire le besoin en eau des cultures. Elle est annuellement rechargée par la.le facilitatrice.teur.

Figure 18 : Nappe et ressource eau

- Caractéristiques des exploitations

Les joueurs

Les quatre rôles à jouer correspondent à trois types d'exploitations que l'on retrouve dans la réalité :

i. le Grand Agriculteur (GA) privé qui se démarque par un assolement plus important, donc une plus grande capacité à investir ;
ii. Les deux Petits Agriculteurs (PA) privés qui détiennent moins de parcelles. L'un des deux a la spécificité d'être adhérent au GDA. Il n'est pas directement sur le périmètre irrigué du GDA mais bénéficie tout de même d'un avantage financier s'il souhaite utiliser le réseau d'irrigation public en cas de besoin ;
iii. Le GDA, qui a des parcelles sur son périmètre mais ne s'en occupe pas directement. Son rôle est de fournir de l'eau aux agriculteurs présents sur son périmètre irrigué public. Il peut aussi vendre de l'eau aux agriculteurs privés.

Les types de culture

Afin de rendre le jeu le plus générique possible, nous avons opté pour trois types de culture sans dénomination particulière. Chaque culture doit consommer une certaine quantité d'eau par tour (illustrée par une ou plusieurs gouttes d'eau) pour rapporter un certain montant d'argent (illustré par un ou plusieurs **$**). Nous avons placé des logos de fruits et légumes sur chaque type de carte qui correspondent à la perception, à l'imaginaire collectif, qu'ont les acteurs de la consommation en eau de chaque type de culture.

Figure 19 : Composition d'un assolement

Ainsi la carte Culture de Type 1 (CT1) est apposée d'un logo d'olive (carte à droite sur la Figure 19) Elle ne nécessite qu'une bille d'eau et rapporte 3 flous par tour. La carte Culture de Type 2 (CT2) représente l'arboriculture (cartes à gauche sur la Figure 19). Elle consomme deux billes d'eau et rapporte quatre flous. La carte Culture de Type 3 (CT3) représente le maraîchage, illustrée par des logos de tomates. Elle consomme trois billes d'eau et rapporte quatre flous.

Les cartes culture du GDA ont la particularité de ne pas avoir de logos **$** du fait qu'il ne récupère pas de revenu issu du produit des parcelles mais bien de par la vente de l'eau. Sa rémunération équivaut au nombre de billes d'eau que le joueur dépose sur les cartes cultures de son assolement.

Les types d'irrigation

Il existe trois types d'irrigation. Dû aux pratiques des agriculteurs qui ne sont pas économes en eau, chaque type gaspille une quantité d'eau. Si le joueur souhaite récolter les produits de ses cultures, il doit utiliser un type d'irrigation et déposer le nombre de bille(s) d'eau équivalent au nombre de goutte(s) d'eau dessinée(s) sur sa carte. Les trois types sont : i. la submersion (+4 billes) ; ii. le goutte-à-goutte (+1 bille - Figure 20) ; iii. le réseau public (+1 goutte) uniquement destiné au GDA.

Figure 20 : Mode d'irrigation goutte-à-goutte

Les types d'énergie

Deux types d'énergie sont possibles pour extraire l'eau de la nappe. Le forage peut fonctionner via une motopompe électrique (+2 billes) ou via des panneaux solaires (+4 billes). La quantité d'eau gaspillée est la représentation symbolique de l'utilisation excessive de ces types d'énergie causant en partie la surexploitation de la ressource.

Figure 21 : Mode d'énergie motopompe électrique et son coût d'utilisation

A chaque prélèvement d'eau, les joueurs doivent payer un coût financier lié à l'utilisation du système d'énergie. Le coût croît en fonction du palier maximum atteint pour subvenir entièrement à ses besoins en eau (Figure 21).

La particularité des panneaux solaires est qu'une fois l'investissement (coûteux) fait, le joueur n'a plus besoin de payer de coût d'énergie. Dans les entretiens réalisés auprès des acteurs de l'eau, l'énergie solaire est considérée comme « *l'énergie gratuite* » (GDA 1, 2023 ; CRDA 1, 2023)

Le forage

Chaque joueur démarre le jeu avec en sa possession un forage légal représenté par un disque de couleur et une punaise blanche. La couleur du disque indique le niveau de profondeur maximal auquel le forage peut descendre. Par exemple sur la figure 22 la couleur orange indique que le joueur peut pomper dans la nappe jusqu'au niveau 3. Ce code couleur se retrouve sur la fiche coût d'énergie, sur la boite - nappe et sur le graphique de suivi piézométrique de la nappe.

Figure 22 : Forage légal pouvant aller jusqu'au palier 3

Pour recevoir les revenus issus d'une ou plusieurs cartes cultures, les joueurs **doivent pomper suffisamment d'eau dans la nappe pour couvrir tous les logos goutte d'eau avec des billes bleues** présents sur leurs cartes irrigation, énergie et culture. Par exemple, si un joueur a une CT1 (1 bille bleue), qu'il irrigue en submersion (4 billes) avec de l'énergie solaire (4 billes), il devra pomper 9 billes bleues pour pouvoir percevoir ses revenus.

Ci-dessous un tableau récapitulatif de la situation initiale des joueurs.

Tableau 3 : Situation initiale des joueurs

	Grand Agriculteur	**Petit Agriculteur 1**	**Petit Agriculteur 2**	**GDA**
Assolement	2 CT2 & 1 CT 1	1 CT3 & 1 CT2	1 CT2 & 1 CT1	1 CT3 & 1 CT2 & 1 CT1
Irrigation	Submersion	Submersion	Submersion	Réseau public
Energie	Motopompe électrique	Motopompe électrique	Motopompe électrique	Motopompe électrique
Profondeur forage	Palier 3	Palier 2	Palier 2	Palier 4
Flous initial	5	6	6	4
Adhérent au GDA	Non	Oui	Non	

Les zones grisées signifient que ces caractéristiques sont immuables. En effet, le GDA n'a pas le droit d'obliger les agriculteurs présents sur son périmètre à changer leur type de culture. Le réseau d'irrigation ne tend pas non plus à changer.

Déroulé d'une session de jeu

Au début d'une session une courte introduction est faite pour nous présenter, pour expliquer pourquoi nous sommes là et comment vont se dérouler les deux prochaines heures. Vient ensuite la présentation du jeu, son objectif, le matériel qui le compose. Suite à cela la facilitatrice présente le déroulé d'un tour. Il se compose de 7 étapes :

1. Le tour commence par un point météo, correspondant à la recharge naturelle de la nappe par la pluie. La recharge est faible sur les deux premiers tours pour créer une situation de tension puis constante sur les trois derniers pour analyser l'impact des actions choisies.
2. Il y a ensuite un prélèvement extérieur fait par la facilitatrice à destination des autres secteurs principaux consommateurs d'eau souterraine : l'eau potable et l'industrie. Ce prélèvement est fixe et s'élève à 10 billes.
3. Mise à part au tour 1, la troisième étape offre la possibilité aux joueurs de réaliser une nouvelle action, individuelle ou collective. Le GDA, restreint sur certaines activités, reçoit pour compenser une carte évènement. Trois cartes peuvent être distribuées en fonction de sa situation : i. frais de maintenance (paie quatre flous) ; ii. soutien financier de l'administration (reçoit 3 flous) ; iii. politique restrictive sur la culture de type 3, il est désormais interdit d'approvisionner cette culture en eau (la carte doit être retournée).
4. La quatrième étape correspond au prélèvement de l'eau par les joueurs dans la nappe en vue de satisfaire le besoin en eau de leurs cultures.
5. S'ensuit le paiement des coûts liés à l'énergie utilisée pour prélever l'eau.
6. Les joueurs réceptionnent leurs revenus en sixième étape si ils ont disposés 100% des billes sur les logos goutte d'eau correspondant.

7. Le tour se termine par une assemblée générale organisée en trois parties : i. perception du joueur sur l'état de sa situation personnelle au travers d'un levé de pouce ; ii. mise à jour de l'état de la nappe via un graphique de suivi de piézométrie de la nappe (Figure 23) iii. question ouverte sur les actions possibles à faire afin d'améliorer la situation de la nappe.

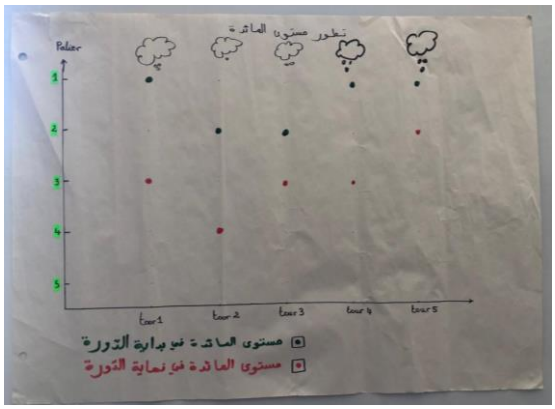


Figure 23 : Graphique de suivi de la piézométrie de la nappe

Concernant le graphique, l'ordonnée correspond aux paliers de la nappe et l'abscisse l'avancement des tours. Le point vert représente le palier où les joueurs vont débuter leur tour. Le point rouge représente le palier où les joueurs finissent leur tour.

Le déroulé des cinq tours est affiché à la vue de tous. Je me charge de faire le suivi en direct de l'avancement du jeu en apposant un post-it sur les étapes réalisées (Figure 24).

Figure 24 : Affiche du déroulé d'un tour

Tour 1

Le tour 1 sert d'introduction, d'appropriation du jeu par les joueurs. Les joueurs tirent un chiffre au hasard pour connaitre l'ordre de prélèvement dans la nappe. L'ordre reste fixe pendant les cinq tours. Aucun changement décidé par le joueur lui-même n'est accessible dans ce tour.

Tour 2 et 3

Durant les tours 2 et 3, de nouvelles actions vont être possibles en vue de modifier le système d'exploitation. Les joueurs sont invités à se lever et rejoindre la table des investissements. A cette table, le.la facilitateur.rice leur présente les différentes actions synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Actions possible à la table des investissements

Actions	Tour 2	Tour 3
Modifier son assolement		
Approfondir son forage		
Changer son type d'irrigation pour du goutte-à-goutte		
Changer son type d'énergie pour des panneaux solaires		

Modifier son assolement intègre trois options : i. Ajouter une nouvelle parcelle ; ii. Echanger une parcelle contre une autre ; iii. Ne pas irriguer une/plusieurs parcelle.s (en retournant la carte). Il est possible pour le joueur de faire plusieurs options à la fois.

Figure 25 : Table des investissements

Approfondir son forage engage à obtenir une punaise rouge au lieu d'une punaise blanche pour indiquer que son point d'eau devient illicite. En effet l'actuelle réalité reproduite dans le jeu implique que l'administration ne délivre que très peu d'autorisations pour des approfondissements de forage, d'autant moins sur une zone de sauvegarde.

En fonction de la nature du forage, le coût d'investissement ne sera pas le même. Dans la réalité, les forages légaux peuvent bénéficier de subventions pour investir dans du goutte-à-goutte ou du solaire. Dans le jeu, si le joueur a une punaise rouge sur son disque, le coût d'achat de panneaux solaires ou de goutte-à-goutte sera plus important.

Le changement de type d'énergie et d'irrigation n'est disponible qu'à partir du tour 3 afin d'amener graduellement des nouvelles activités et ne pas semer de confusion avec une gamme trop large de possibilités. La modification de l'assolement n'est disponible qu'au tour 2 pour garder une approche sensée de la conversion de culture arboricole qui, dans la réalité n'est pas modifiable chaque année. Cet impératif force ainsi les joueurs à réfléchir consciencieusement au choix qu'ils veulent faire. Par contre, l'approfondissement d'un forage est dans le jeu comme dans la réalité faisable à tout moment.

Tour 4 et 5

Ce sont les tours d'actions collectives. Durant ces tours, les trois agriculteurs privés reçoivent l'injonction de travailler dorénavant ensemble sous la forme d'une association d'irrigants. Au début du tour 4, les joueurs sont invités à se lever pour rejoindre la table des investissements. Mais cette fois ci sont disposées sur la table dix cartes d'instruments de gestion à destination de leur nouvelle association. Ce sont des instruments basés sur l'action collective et la gestion de la demande, via sa régulation. Au recto est indiqué le nom de l'instrument ; au verso une définition et une explication de son implémentation dans le jeu. Les joueurs ont plus ou moins dix minutes pour discuter entre eux de la combinaison de trois cartes à choisir. Une fois le choix fait, ils retournent s'asseoir autour du plateau de jeu et définissent les caractéristiques nécessaires à l'utilisation des instruments. Une fois les règles fixées, le jeu reprend son cours. Au tour 5, ils ont deux possibilités : i. réutiliser les mêmes instruments le temps d'un deuxième tour ; ii. changer d'instruments.

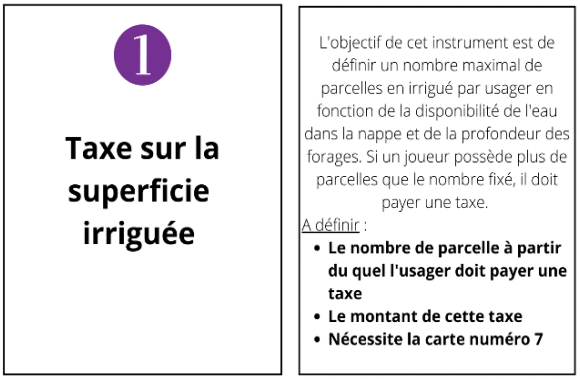


Figure 26 : Instrument de gestion

Ci-dessous un tableau synthétisant les dix instruments possibles :

Tableau 5 : Liste des dix instruments de gestion utilisable dans le jeu

Numéro instrument	Nom de l'instrument
1	Taxe sur la superficie irriguée
2	Communication sur l'état de la nappe
3	Allocation d'un quota d'eau fixe
4	Taxe sur la consommation d'eau
5	Création d'un forage collectif privé
6	Tarification de l'eau
7	Contrôle et sanction
8	Légalisation des forages illicites
9	Connecter le forage collectif à l'énergie solaire et à la STEG
10	Contrôle par l'énergie

Pour plus de précisions sur leur signification et leur implémentation dans le jeu, toutes les cartes recto/verso sont accessibles en Annexe 23.

Debriefing

Après avoir joué les cinq tours, une courte pause est faite avec boisson et nourriture. Elle permet de faire sortir progressivement les participants de leur rôle. Le premier temps du debriefing est centré sur leur perception du jeu (appréciation, appropriation des éléments). Le deuxième temps repose sur une prise de recul face au choix des instruments. Il est à ce moment question de débattre sur l'acceptabilité, la pertinence et la faisabilité des instruments choisis (mais ceux laissés de côté aussi) dans la réalité. Le dernier temps suit la continuité du deuxième en visant à discuter d'autres instruments possibles par rapport au contexte local. Il est alimenté par un graphique de tous les instruments de gestion existants dans la littérature.

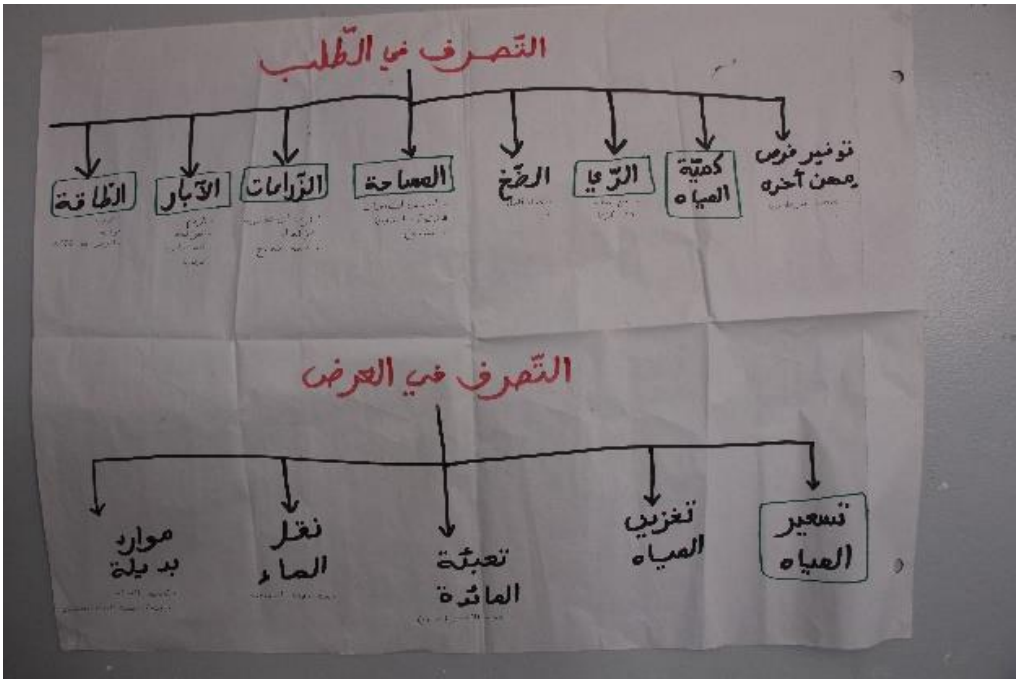


Figure 27 : Tableau des instruments de gestion existants dans la littérature

Matériel de suivi-évaluation

Durant la session, le.la deuxième facilitateur.rice est en charge de remplir les fiches destinées au suivi-évaluation de la session. Lorsque les participants arrivent, ils doivent s'inscrire sur une liste de présence (Annexe 4). Durant les tours de jeu, la fiche de suivi des résultats vise à suivre la progression de chaque joueur vis-à-vis de ses investissements, de sa situation financière, des quantités d'eau prélevées et des actions collectives menées (Annexe 7 et Annexe 8). En fin de session, la fiche debriefing permet de conduire la discussion sous la forme d'un entretien collectif (Annexe 9 et Annexe 10).

Suite à la retranscription des sessions, la fiche d'observation permet de rendre compte des dynamiques de groupe vis-à-vis de l'émergence de la notion de collectif, du transfert de connaissance et d'apprentissage et de l'expression des valeurs énoncées par les participants (Annexe 5 et Annexe 6).

VI. Résultats

Dans ce chapitre, les résultats sont divisés en trois parties : i. l'appropriation du jeu par les joueurs (aspect ludique et objectif ludique du jeu) ; ii. le choix des instruments de gestion et ses effets sur le jeu ; iii. le lien à la réalité (conditions d'acceptabilité, freins et implémentation dans la réalité)

Pour rappel, tous les résultats présentés ci-dessous sont issus de la collecte des données des sessions de jeux réalisés au travers de divers outils (enregistrement vidéo et retranscription écrite des sessions, fiche de suivi, d'observation, grille d'analyse pour la lecture transversale des données). Les sessions de jeu ont été possible grâce à notre **premier résultat** : **la création du jeu *Ground'Wag'Er***. La finalité des sessions était de fournir des éléments pour répondre à la question de recherche : Dans quelle mesure le jeu sérieux permet-il d'accompagner les acteurs à choisir un modèle de gestion des eaux souterraines en Tunisie ?

Pour rappel, le tableau 6 présente l'ordre des sessions de jeu pour les différents terrains, le profil des participants et leur catégorie socio-professionnelle.

Tableau 6 : Ordre des sessions

Numéro de la session	Terrain	Date	Profil des participants	Catégorie socio-professionnelle
n°1	Bsissi	14/06/2023	GDA d'agriculteurs privés	Agriculteur et membre du GDA
n°2	Limaoua 1	15/06/2023	GDA d'agriculteurs privés	Agriculteur et membre du GDA
n°3	Limaoua 2	22/06/2023	GDA d'agriculteurs privés	Agriculteur et membre du GDA
n°4	CRDA Gabès	22/06/2023	Administration	Membre de l'administration
n°5	Dar Chichou	26/06/2023	Mélange GDA public et GDA privé : GDA mix	Agriculteur et membre du GDA
n°6	El Fahs	14/07/2023	Agriculteurs privés indépendants	Agriculteur

A. L'appropriation du jeu par les joueurs

1. L'aspect ludique du jeu sérieux

Sur l'aspect ludique, le jeu a su conquérir les participants. **Sur six sessions, quatre furent réussies en termes de divertissement.** Les joueurs n'avaient pas besoin d'être sollicités pour réaliser les actions, prenaient plaisir à découvrir les nouvelles options, échangeaient sur les stratégies à adopter voire trichaient pour arriver à leur fin. L'ambiance était conviviale et une heure et demie de jeu ne semblait pas être ressenti comme long. Les deux sessions qui ont moins su divertir furent la première et troisième. La première du fait que la majorité des joueurs étaient très âgés. Il fallait du temps et de l'énergie pour qu'ils assimilent et jouent au jeu. Le joueur restant, plus jeune, était pressé par le temps et pressait donc les autres. C'était de plus notre première véritable session, avec en conséquence un temps d'adaptation nécessaire à un public autre qu'étudiant.e et enseignant.e-chercheur.e. En ce qui concerne la troisième session, ils ne se sont pris au jeu qu'à partir du 3ème tour lorsqu'un ingénieur du CRDA est venu observer la session. Du reste, la mécanique, le calibrage des ressources et la forme du jeu ont su convaincre les participants pour aboutir à un agréable moment.

De plus, **le jeu ne semble pas adressé à une catégorie socio-professionnelle spécifique** car des agriculteurs privés, grand comme petit, des membres de GDA public, des chefs arrondissement du CDRA ont tous autant apprécié participer à une session de jeu. La motivation des participants, agriculteurs et/ou agents de l'administration, tout au long du processus est un gage de succès (Imache et al., 2009 ; Bouarfa et al., 2011). Quelques citations pour appuyer le propos :

- *« J'aime l'idée de ce jeu car c'est comme ça que ça se passe dans la réalité. »* (Agriculteur 4, 2023)
- « *Malgré que ce n'est juste qu'un jeu, je me sens mieux et moins stressé.* » (Agriculteur 5, 2023)
- « *Vous nous avez donné de l'espoir en discutant des différentes options.* » (Agriculteur 6, 2023)
- « *La simulation a montré que le forage collectif fonctionne bien, c'était un bon exercice*. » (CRDA 2, 2023)

2. Les résultats sur l'objectif ludique

Suite à la perception de l'aspect divertissant du jeu par les participants, cette section met en avant les résultats de **l'objectif ludique du jeu** : **satisfaire ses besoins en eau tout en gardant un niveau piézométrique de la nappe stable.**

Dans cette partie, nous exclurons des résultats les deux premières sessions. Durant la première session, la dynamique du jeu s'est stoppée au début du 4ème tour avec l'arrivée de plusieurs visiteurs, le départ d'un joueur et du retrait des joueurs âgés. Nous n'avons que pu discuter de l'application dans la réalité des instruments présentés. Durant la deuxième session, les joueurs n'ont pas su s'entendre sur l'application dans le jeu des instruments choisis. Manquant d'expérience, nous n'avons pas su les maintenir dans leur rôle de joueur et la discussion a rapidement dérivé sur l'application des instruments dans la réalité. Ainsi ces deux sessions n'ont pas permis de voir l'impact des instruments sur la piézométrie de la nappe, qui est le but initial du jeu. En ce qui concerne les quatre autres sessions, elles ont quasiment pu se dérouler jusqu'au bout sans accroc. La seule difficulté fut les fortes chaleurs de début juillet, nous forçant à conclure la 6ème session plus rapidement, en éliminant au passage le 5ème tour. Des quatre

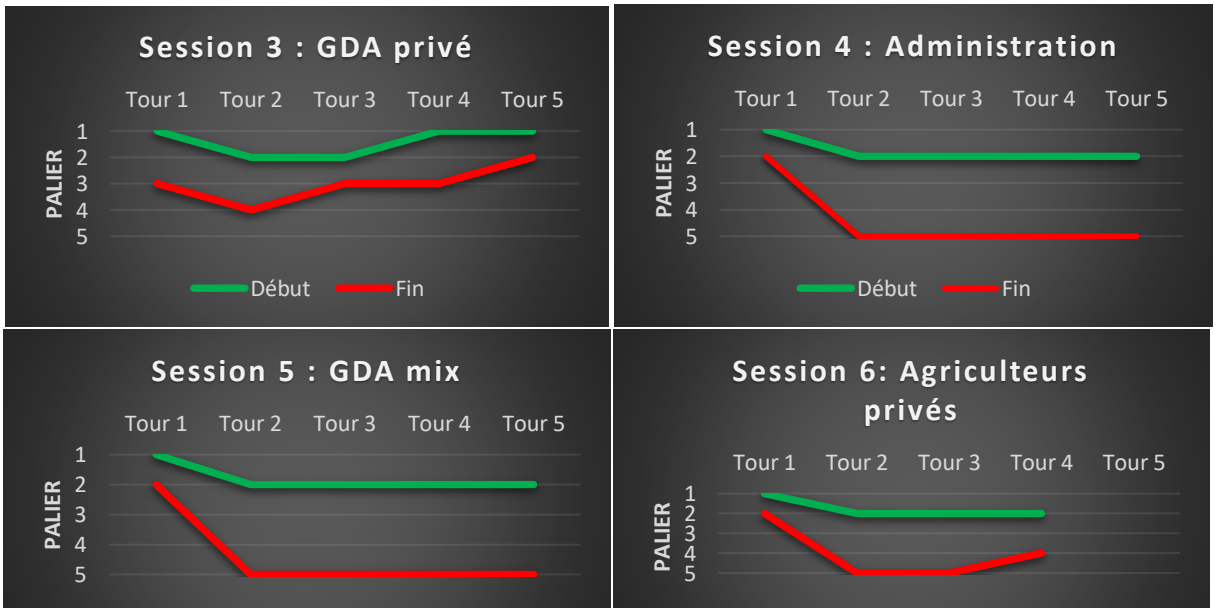


Figure 28 : Graphiques de l'évolution de la piézométrie en fonction du type d'acteur

sessions, voici les résultats de l'évolution de la piézométrie entre le début (courbe verte) et la fin (courbe rouge) d'un tour en fonction du type d'acteur :

En termes de but du jeu, il est largement atteint par les membres du GDA privé de Limaoua (n°3). Au contraire, l'administration affiche le plus faible résultat. Ce résultat ne peut être lu qu'en partie sur le graphique car durant cette session un joueur a été privé d'eau quasiment tout au long de la partie dû à la cupidité d'autres joueurs et la nappe était complètement à sec à chaque tour. Seul le tour 5 vit une légère amélioration avec quelques billes restantes en fin de tour. La session du GDA mix (n°5) détient des résultats légèrement plus positifs du fait que sous couvert d'efforts communs (une carte culture retournée par joueur), ils ont tous eu accès à la ressource eau au fil des tours.

En observant les différentes évolutions de la piézométrie synthétisées en figure 28, on remarque un déclin permanent sur les deux premiers tours. Suite au tour 1, les joueurs ont d'abord deux tours d'actions individuelles pour potentiellement réduire leur prélèvement et stabiliser cette piézométrie qui oscille entre prélèvement et recharge. Seule la session n°3 du GDA privé de Limaoua a su restabiliser ses prélèvements dès le tour 3, les autres sessions poursuivant leur déclin. A partir du tour 4, les joueurs ont accès aux actions collectives à travers le panel d'instruments présentés en chapitre V. En termes de palier, les instruments eurent un effet positif pour les sessions n°3 et n°6, visible par les courbes des graphiques se rapprochant au fil des tours. En termes d'accès à l'eau, les instruments eurent un effet positif à chaque session, parfois seulement à partir du tour 5 comme expliqué précédemment pour le cas de l'administration.

Ces premiers résultats décrivent les différents degrés d'engagement qu'ont pu avoir les participants avec le jeu et son but initial. **Le GDA privé et les agriculteurs privés ont fait des efforts communs pour arriver à contenter prélèvement individuel et sauvegarde de la ressource**. **L'administration et le GDA mix n'ont soit pas su trouver de consensus sur une pratique commune à adopter, soit ils ont misé dès le départ sur le profit individuel**. Dans les deux cas, la conséquence fut la négligence de la sauvegarde de la ressource.

Cet objectif ludique était donc atteignable à travers des pratiques individuelles raisonnées mais aussi et surtout au travers de l'utilisation d'instruments de gestion basés sur l'action collective et la régulation de la demande.

B. L'action collective et la régulation de la demande

Cette section tend à répondre à la première moitié de la question de recherche, décomposée par deux sous questions : i. Quelles combinaisons d'instruments ont été choisies ? ; ii. Quels effets ont-elles eu sur le jeu ?

1. Choix et mise en œuvre des instruments de gestion

En considérant que les joueurs ont l'option de changer d'instruments en tour 5, le comptage du choix d'instrument s'opère par tour. Sur les six sessions, trois n'ont pas réalisé de tour 5, le nombre total de tours est donc de 9. Par conséquent, **le nombre total de fois qu'un instrument a pu être choisi oscille entre 0 et 9.** A la différence de la partie A.2., celle-ci considère toutes les sessions du fait que même si les sessions n°1 et n°2 n'ont pas appliqué les cartes d'actions collectives choisies, elles ont tout de même réalisé un choix.

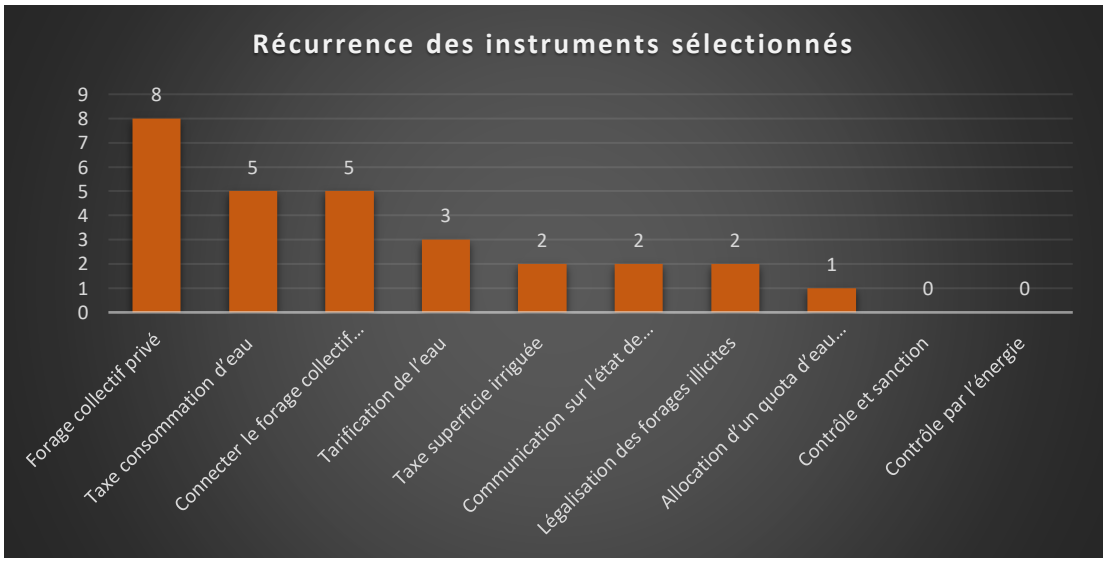


Figure 29 : Récurrence des instruments sélectionnés

L'instrument le plus sélectionné fut celui de la création d'un Forage Collectif Privé (FCP). Seuls les joueurs de la première session ne l'ont pas pris, sinon il a été appliqué à chaque fois durant les tours 4 et 5 de toutes les autres sessions de jeu. Cet instrument consiste en la création d'un forage collectif géré par un groupe d'agriculteurs autoorganisés en association d'irrigants. Tous les agriculteurs privés doivent fermer leur forage individuel, débattre des modalités d'investissement pour la construction de ce nouveau forage, définir l'organisation du tour d'eau et de la répartition équitable des coûts d'énergie. En synergie avec cet instrument, le troisième instrument le plus sélectionné est la connexion du FCP à l'énergie solaire et à la Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz (STEG). Cet instrument permet d'économiser des coûts d'énergie. Pour cela, les joueurs négocient un prix avec nous pour le coût d'énergie par tour à payer (dans la réalité, l'économie d'argent faite grâce à la vente du surplus d'énergie solaire est de l'ordre de 60%). Pour compléter cet instrument d'action collective, le choix d'instruments le plus récurrent fut la taxe sur la consommation d'eau.

Tableau 7 : Synthèse des combinaisons d'instruments sélectionnées

	Tour 4	Tour 5
Session 1	* Allocation d'un quota d'eau fixe * Légalisation des forages illicites * Communication sur l'état de la nappe	
Session 2	* Forage collectif privé * Légalisation des forages illicites * Communication sur l'état de la nappe	
Session 3	* Forage collectif privé * Energie solaire + connecté à la STEG * Tarification de l'eau	* Forage collectif privé * Energie solaire + connecté à la STEG * Taxe sur la consommation d'eau
Session 4	* Forage collectif privé * Energie solaire + connecté à la STEG * Taxe sur la consommation d'eau	* Forage collectif privé * Energie solaire + connecté à la STEG * Taxe sur la consommation d'eau * Taxe sur la superficie irriguée
Session 5	* Forage collectif privé * Taxe sur la consommation d'eau * Tarification de l'eau	* Forage collectif privé * Taxe sur la consommation d'eau * Tarification de l'eau
Session 6	* Forage collectif privé * Energie solaire + connecté à la STEG * Taxe sur la superficie irriguée	

La combinaison d'instruments récurrente, aussi appelé modèle de gestion, est la **création d'un forage collectif privé** accompagné **d'un ou deux instrument.s de régulation** (taxe et/ou tarification) **et/ou de la connexion du forage à l'énergie solaire et à la STEG.**

2. Leurs effets sur le jeu

Ce modèle de gestion a eu des effets différents sur la dynamique du jeu en fonction du type de joueur.

Session 2 : GDA privé de Limaoua – 1

Ils ont choisi une combinaison avec le forage collectif privé mais n'ont pas voulu le tester dans le jeu car c'était selon eux c'était impossible à mettre en place. **Ils souhaitaient en faire construire un mais ne l'utiliser qu'en second recours**. Pour autant ils sont très rapidement sortis du jeu, ne donnant aucun effet sur le tour 4.

Session 3 : GDA privé de Limaoua – 2

Les trois agriculteurs privés n'ont eu aucun mal à fermer leurs forages individuels et définir un tour d'eau. En économisant 60% des coûts d'énergie via la connexion du forage à l'énergie solaire et à la STEG, leur ressource financière s'est stabilisée après plusieurs tours d'emprunt. Ils ont testé la tarification de l'eau qu'ils ont défini à 2 flous/bille puis en tour 5 la taxe sur la consommation d'eau s'élevant à 1 flous/bille une fois 7 billes d'eau prélevée. En

tour 3 un joueur n'avait pas pu avoir d'eau. **Grâce au forage collectif, tout le monde a eu de l'eau et les ressources financières se sont stabilisées.**

Citation représentative des tours d'actions collective :

- PA 1 : « *Il y a des agriculteurs qui veulent travailler individuellement et d'autres qui veulent travailler en collectif. Nous on veut travailler collectivement pour que le développement touche toute la région. Notre région est pauvre et donc on a besoin d'être solidaires.* »
- PA 2 : « *L'union fait la force.* »

Session 4 : CRDA Gabès

La situation en fin de tour 3 était critique, le palier 5 étant atteint dès la fin du deuxième tour. **Les joueurs n'ont eu aucun mal à fermer leurs forages individuels**. Un bref débat a eu lieu sur la définition de l'investisseur pour le forage. Il en a résulté qu'aucun frais ne devait être sorti de leur part car **c'était le rôle de l'Etat de subventionner ce type d'aménagement**. Ils ont aussi défini une taxe sur la consommation d'eau s'élevant à 1 flous/bille au-dessus de 3 billes d'eau prélevée. Suite à la définition de ces différents éléments, le **tour 4 démarra**. En fin de tour le résultat fut que **les instruments n'avaient pas eu l'effet escompté,** un Petit Agriculteur (PA) n'ayant toujours pas eu d'accès à l'eau. En effet, le Grand Agriculteur (GA) détenait cinq parcelles contre deux ou trois pour les autres joueurs. Le profit qu'il avait accumulé au fil des tours lui permis de payer la taxe sans soucis. Pour le tour suivant, **le collectif décida d'ajouter une taxe sur la superficie irriguée** de 3 flous/parcelle au-delà de 3 parcelles sur l'assolement pour dissuader le GA de continuer sa quête de profit. **Cet instrument eut l'effet escompté car le GA retourna trois cartes parcelles, permettant au PA de subvenir pour la première fois depuis le premier tour à ses besoins en eau.**

Citation représentative des tours d'actions collective :

- GDA 1 : « *Si Yossef tu abuses ! Si Aziz normalement tu te révoltes !* » [2]
- PA 1 : « *Il faut doubler la taxe* ! »
- GDA : « *Non il faut baisser le plafond à 2 gouttes* ! »
- PA1 : « *C'est moi le président* ! »

Session 5 : GDA mix Dar Chichou / Abène

Cette session fut particulièrement compliquée vis-à-vis de la question du forage collectif privé. Avant le tour 4, le total des prélèvements était supérieur à la recharge et la ressource eau était épuisée à chaque fin de tour. Cet instrument fut choisi, additionné à la tarification de l'eau et à une taxe sur la consommation. Un consensus n'a pas été trouvé entre les joueurs avec comme résultat **que le GA n'a pas rejoint le forage collectif privé**. Finalement, l'association était uniquement composée des deux PA, qui payaient la tarification et la taxe. **Le GA, troisième à jouer, n'a pas eu d'eau car la nappe était à sec quand ce fut son tour de jouer**. Il pensait ne pas avoir de difficulté pour obtenir de l'eau du fait de son forage équipé d'une extension au palier 5, mais a pour autant pâti de sa stratégie. Au tour suivant, le GA n'a pas rejoint l'association d'irrigants mais un consensus a été trouvé pour que tout le monde bénéficie de la ressource eau. Tout le monde a retourné une carte culture, permettant à tous d'accéder à l'eau.

[2] Les noms des personnes en citations ont été changé dans le cadre de l'étude.

Citations représentatives des tours d'action collective :

- PA 1 : « *Il nous faut un forage collectif privé pour que tout le monde gagne !* »
- GDA : « *Faisons comme à Abène et on crée un forage collectif privé mais avec l'énergie solaire !* »
- GA « *J'ai déjà investi dans un forage profond privé, j'ai l'énergie solaire, pourquoi je vais rejoindre votre collectif ?* »

Session 6 : Agriculteurs indépendants El Fahs

Pour cette session**, le consensus autour des conditions du FCP s'est facilement fait**. La situation était critique avec le palier 5 atteint en fin de tour 3. Une taxe sur la superficie irriguée a été mise en place, poussant le GA à retourner une carte culture. **Tout le monde put avoir accès à l'eau et le partage des coûts d'énergie permit de rembourser les dettes** des joueurs et ainsi trouver une nouvelle stabilité financière. **Les instruments permirent une diminution des prélèvements symbolisée par une remontée au palier 4 à la fin du tour 4**.

De par les descriptions faites des effets des instruments sur la dynamique du jeu, trois éléments caractérisant la réussite ou l'échec du modèle de gestion ressortent : i. facilité à trouver un consensus vis-à-vis des conditions de mise en place du FCP ; ii. effets escomptés des instruments sur la baisse des prélèvement ; iii. émergence de l'esprit collectif. Ces trois aspects appliqués aux différentes sessions sont synthétisés dans le tableau 7. La session n°2 n'est pas considérée comme résultat assez probant pour venir alimenter le propos.

Tableau 8 : Eléments caractérisant la réussite du modèle de gestion

	n°2	**n°3**	**n°4**	**n°5**	**n°6**	**Total**
Facilité d'un consensus pour le forage collectif privé	Non	Oui	Oui	Non	Oui	**3/4**
Effets escomptés des instruments	?	Oui	Oui (en T5)	Non	Oui	**3/4**
Emergence de l'esprit collectif	Non	Oui	Non	Non	Oui	**2/4**

3. Discussion sur le choix des instruments et leurs effets

Le choix des instruments fut consensuel, sans prédominance sur un type d'acteur ou une catégorie socio-professionnelle particulière. Agriculteur en PPI, en indépendant, en GDA privé ou membre de l'administration, tous ont opté pour le forage collectif privé accompagné d'un instrument de régulation. L'allocation d'un quota d'eau fixe (utilisé dans les cas de la Mancha et Bsissi), la légalisation des forages illicites (utilisé dans le cas de Bsissi) ou le contrôle par l'énergie n'ont pas semblé intéresser les joueurs. **Un constat peut donc être fait : il y a une volonté de tester le travail en collectif au prisme du forage collectif.**

En partant du postulat basé sur la littérature (Ostrom, 1990 ; Montginoul et al., 2020 ; Frija et al., 2016) que l'action collective générée principalement par une communauté locale avec son propre système de règle permet jusqu'à un certain seuil d'instabilité de résoudre le problème de gestion d'une ressource commune, **les résultats du jeu sont nuancés**. Les résultats apportés par les agriculteurs privés indépendants (n°6) et le GDA privé de Limaoua (n°3) convergent vers ce postulat. Concernant les résultats apportés par les sessions n°4 et n°5, ils mettent en exergue un manque de motivation à travailler en collectif et un manque d'intérêt pour la sauvegarde de la ressource. Une hypothèse peut être émise sur base des caractéristiques des terrains. Les terrains n°3 et n°6 sont représentés par des individus qui font quotidiennement

face à la raréfaction des ressources en eaux souterraines. A contrario, les terrains n°4 et n°5 ne sont soit pas en contact direct avec le manque d'eau, soit ne le vivent pas de manière extrême. L'hypothèse est donc que plus les joueurs sont concernés et impactés par le problème de l'eau dans la réalité, plus ils sont enclins à être vigilants sur leur prélèvement et motivés à travailler en collectif dans le jeu. Un autre élément remarquable est que les acteurs dits privés (n°3 & n°6) ont convergé vers le postulat des effets de l'action collective ; les acteurs publics n'ont, eux, pas trouvé un équilibre avec l'utilisation de ce type d'instrument.

L'hypothèse formulée ci-dessus est appliquée dans le cas du jeu, mais qu'en est-il dans la réalité ?

C. Lien avec la réalité

Cette section tend à répondre à la deuxième moitié de la question de recherche au travers de trois sous-questions : i. quelles sont les conditions pour que les combinaisons soient acceptables dans la réalité ? ; ii. quelles sont les contraintes qui ne les rendent pas acceptables ? iii. est-ce qu'elles ont été envisagées par la suite sur leur terrain ?

1. Conditions d'acceptabilité

Suite aux cinq tours de jeu et un temps de pause vient le debriefing. Il commence par une séquence émotion sur l'appréciation et l'appropriation du jeu par les joueurs. Par la suite, nous discutons des instruments de gestion présentés lors de la session (utilisés ou non) suivant trois critères : i. leur pertinence ; ii. leur acceptabilité ; iii. leur faisabilité. Il en est ressorti les éléments suivants :

<u>Forage collectif privé</u>

Pour tous, cet instrument d'action collective est pertinent mais uniquement dans un nombre limité de cas et sous certaines conditions. Selon les agriculteurs (n°3, n°5, n°6), dans le contexte tunisien ce type de forage est faisable lorsque plusieurs agriculteurs voisins prévoient de construire chacun le leur ou que leur forage privé, de nature illicite, n'est plus fonctionnel. Il doit être d'une profondeur importante pour satisfaire les besoins de tous les usagers et chaque usager doit avoir ses parcelles proches du forage collectif. De plus, toujours selon les agriculteurs (n°6), il ne peut être réalisé que s'il y a un problème d'accès à l'eau pour que l'administration accepte de donner une autorisation pour sa construction. L'aspect contrôle sera autorégulé par les usagers et le coût d'investissement ne peut être payé que par les usagers eux-mêmes avec une contribution individuelle à hauteur de son besoin en eau. L'opinion sur l'acteur déboursant les frais de construction est différent pour l'administration. Selon elle, c'est à l'Etat de payer les frais de construction. Toujours selon l'administration, il est légalement possible de construire ce type de forage si les agriculteurs sont réunis sous forme de coopérative. Ils ont de plus mentionné la nécessité d'un organisme qui organise et suive ce type de collectif pour qu'il fonctionne sur le long terme. La création d'un FCP facilite le contrôle des prélèvements pour l'administration.

<u>Sa connexion à la STEG et à l'énergie solaire</u>

Pour que cette extension à la construction du FCP soit pertinente et acceptée par la STEG, il faut que le débit d'énergie soit élevé (débit > à 25 kW) afin que cela soit rentable pour la STEG comme pour les agriculteurs.

<u>Tarification et taxe</u>

Ce point ne fut pas abordé comme instrument possible. En effet, il sera développé dans la partie 2. que ce type d'instrument de régulation n'est pas acceptable pour les usagers. Selon les agriculteurs privés d'El Fahs, il est accepté et respecté uniquement dans le cas où les

agriculteurs ont un problème d'accès à l'eau et qu'une taxe (superficie ou consommation d'eau) est mise en place en échange de la fourniture d'eau. Le CRDA a évoqué son utilisation comme instrument facile à implémenter lorsque les agriculteurs sont réunis au sein d'un même forage partagé. Dans le cas de la tarification de l'eau, le CRDA a aussi évoqué que le contrôle doit être fait par le président du collectif.

Légalisation des forages illicites

Cet instrument est déjà en place dans le cas de Bsissi. D'après le président du GDA (n°1), les forages doivent être légalisés uniquement sous conditions : les propriétaires doivent rejoindre le GDA, payer la cotisation annuelle au GDA, recevoir un quota d'eau fixe et ne pas réaliser d'extension de leur forage. Les membres du GDA de Limaoua l'ont aussi évoqué comme un instrument pertinent pour leur cas car c'est ce que les agriculteurs de leur zone recherchent. C'est un bon moyen d'incitation pour que le GDA impose des règles en vue d'assurer la durabilité de la ressource. Selon les agriculteurs d'El Fahs, la légalisation des forages illicites est pertinente seulement si un moyen de contrôle post-légalisation est mis en place par l'administration. L'administration est du même avis. Ils ont soutenu que cet instrument serait d'une très grande utilité si suite à la légalisation, les forages sont équipés d'un compteur d'eau et d'une pompe de débit fixe. Pour autant, l'administration centrale n'accepte la légalisation des forages qu'uniquement dans des cas où la situation est très alarmante, tel que Bsissi et le fort risque d'intrusion marine qui menaçait la zone.

Contrôle et sanction

D'après les membres du GDA de Limaoua, tout ce qui se réfère au contrôle et aux sanctions est vu comme devant être orchestré par l'Etat. Un GDA selon eux ne peut en aucun cas faire ça. A contrario, comme mentionné précédemment, le CRDA considère que le contrôle de la tarification de l'eau au sein d'un collectif d'irrigants doit être contrôlé par le président du collectif.

2. Freins pour leur mise en place

Forage collectif privé

Cet instrument est pertinent mais pour certains (n°2 et n°5) impossible à mettre en place si les agriculteurs de la zone possèdent un forage légal fonctionnel, n'y trouvant du coup aucun intérêt. De plus, il a été évoqué sur deux terrains différents (Limaoua et Zaghouan) que ce n'est pas dans la nature des agriculteurs tunisiens que de partager un forage :

« *C'est la nature des gens qui fait que le collectif ne marche pas.* » (Agriculteur 2, 2023)

« *Les forages publics sont déjà problématiques, imaginez à quel point un forage privé le serait. En plus, il est difficile de réunir des agriculteurs qui ont des pratiques et des exploitations différentes sur un même forage […] Personnellement, je ne partagerais jamais un forage avec mon voisin. A la limite, je peux lui dépanner de l'eau si besoin*. » (Agriculteur 7, 2023)

Pour reprendre la deuxième phrase de la deuxième citation, un autre frein à la mise en place de ce type de forage est l'écart de richesse, de besoin en eau, de superficie entre agriculteur : « […] *Mais peut-être que ça (les FCP) ne fonctionne pas bien quand il y a une différence significative dans les consommations et les besoins en eau, ce qui peut créer des conflits.* » (Session de jeu Dar Chichou, 2023).

Les agriculteurs d'El Fahs qui avaient évoqué que les coûts d'investissement ne pouvaient être faits que par les usagers ont aussi évoqué que ces mêmes coûts étaient très élevés et donc peu

accessible. Ils ont aussi mentionné que les coûts de pompage dans un forage profond sont bien plus élevé que dans un puits de surface.

Tarification de l'eau

Les agriculteurs privés n'acceptent pas d'équiper leurs forages d'un compteur d'eau. Il est donc très difficile de connaître la quantité prélevée, et donc de facturer le juste volume pompé.

Taxe sur la consommation d'eau / sur la superficie

Il est ressorti des quatre sessions réalisées dans le gouvernorat de Gabès (n°1, 2, 3, 4) que quelconque forme de taxe n'est pas acceptée par les agriculteurs à moins qu'elle ne soit imposée par l'Etat. D'après l'expérience du GDA de Bsissi, le président a témoigné qu'il lui était déjà compliqué de collecter la cotisation annuelle des membres. La collecte d'une taxe semble donc difficile à appliquer. Cet instrument n'a pas été abordé dans le debriefing des autres terrains. Pour autant lors d'une journée d'entretien à Zaghouan, le CRDA nous a expliqué que tous les agriculteurs ont une redevance symbolique à payer pour le prélèvement des eaux souterraines. Dans un second temps, nous avons questionné les agriculteurs sur cette redevance. Il est ressorti consensuellement que personne ne la payait, voire n'en n'avait jamais entendu parler.

Allocation d'un quota d'eau fixe

Cet instrument fait sens pour les membres du GDA de Limaoua mais est très difficile à mettre en place pour des agriculteurs privés. Il faut selon ces membres changer les mentalités des agriculteurs ou l'imposer par l'Etat. Tout comme la tarification de l'eau, cet instrument nécessite que les agriculteurs privés soient équipés d'un compteur d'eau, ce qui n'est pas le cas dans la majeure partie de la région. Cet instrument n'est possible que dans le cas où l'eau est distribuée par le GDA (tel que les PPI).

3. Implémentation dans la réalité

Avant de répondre à la dernière sous-question, il est important de rappeler la situation des terrains de mise en œuvre du jeu. Le GDA de Bsissi (n°1) est déjà bien établi, avec ses instruments à l'œuvre. Il en est de même pour les GDA de Dar Chichou et Abène (n°5). Les agriculteurs indépendants d'El Fahs (n°6) n'ont pour le moment pas de collectif établi. Le GDA de Limaoua est en phase de construction, définissant actuellement ses futures règles de gestion. Le CRDA de Gabès est l'administration décentralisée du MARHP.

Ainsi, il est ressorti ''à chaud'' de la session de jeu n°3 que le GDA naissant de Limaoua comptait déjà appliquer une taxe à l'entrée de 50 dt et qu'ils espéraient dans un futur proche pouvoir appliquer l'allocation d'un quota d'eau fixe. Pour autant ils n'ont pas utilisé cet instrument dans le jeu. On peut donc supposer qu'ils avaient déjà cette idée avant la session de jeu. La discussion de la session n°2 a permis de souligner la volonté du GDA naissant d'être à l'écoute de ses agriculteurs, tel qu'en légalisant les forages illicites. Dans la continuité, les membres du CRDA de Gabès (n°4) se sont prononcés sur la pertinence de la légalisation des forages illicites mais ont aussi énoncé les conditions très restrictives à son implémentation dans la réalité. Au vu des contextes des terrains n°1 et n°5 et de leur gestion déjà bien établie, il est compréhensible qu'aucun nouvel instrument ne soit envisagé dans un futur proche**.** La session n°6 a quant à elle fait émerger une prise de conscience sur l'intérêt du forage collectif privé. En effet, les agriculteurs présents durant la session ont tous des forages non fonctionnels, n'envisagent pas de réaliser des travaux de manière illicite et voient donc dans le forage collectif privé une alternative intéressante. De par le manque de tissu social et d'accompagnement de l'administration, cela n'est pour l'instant qu'au stade de prise de conscience. La réalisation d'entretiens post-jeu aurait apporté plus d'informations sur l'avancement de cette prise de

conscience. Un accompagnement par le projet C4S apporterait aussi un soutien pour mettre en place les démarches nécessaires.

Pour conclure sur les résultats en reprenant la question de recherche initiale : Dans quelle mesure le jeu sérieux permet-il d'accompagner les acteurs à choisir un modèle de gestion des eaux souterraines en Tunisie ? Le jeu est facilement appropriable par les participants et se révèle ludique. Ses deux aspects facilitent la découverte, la hiérarchisation et la manipulation d'instruments de gestion pertinents pour le contexte dans lequel évoluent les acteurs locaux. Il met en lumière des convergences et divergences sur la pertinence, l'acceptabilité et la faisabilité de différents instruments. Il ne donne pour autant pas de suite concrète sur l'implémentation d'un modèle de gestion si l'accompagnement ne s'inscrit pas dans une démarche plus global reprenant les étapes du processus participatif de l'approche COOPLAGE (Figure 15). Sans cet accompagnement, la législation en vigueur, le manque d'intégration de l'administration centrale, la fragile capacité des acteurs locaux à maintenir seul la mise en place d'une action collective n'émanant pas d'eux sont une partie des freins qui empêche la concrétisation d'un nouveau modèle de gestion.

Le jeu dans sa réalisation, dans ses résultats et dans sa projection future est sujet à discussion. Nous aborderons donc ces éléments dans le prochain chapitre.

VII. Discussion

Dans ce chapitre, quatre points sont discutés : i. les orientations du jeu qui furent envisagées ; ii. la confrontation de la littérature sur les jeux sérieux avec nos résultats ; iii. les limites de l'étude vis-à-vis de l'implémentation du modèle dans la réalité ; iv. la suite pour le jeu.

A. Alternatives et orientation du jeu

Dans cette première partie sont explicitées les différentes orientations que le jeu aurait pu prendre et les raisons de celle retenue.

Tout d'abord le jeu s'est dès le début voulu générique. Il était à contrario possible de concevoir un jeu se basant sur les données d'un terrain en particulier. Il aurait dans ce cas apporté des éléments plus précis concernant l'impact des instruments sur les ressources, sur les orientations culturales propres à la zone. Pour autant, le choix fut de garder une dimension générique afin de permettre le déploiement du jeu dans une pluralité de zones et de contextes. Certaines cartes de jeu employées n'ont donc pas de dénomination précise (cartes cultures, carte évènement GDA), ni de quota propre à un contexte (+ 4 billes d'eau pour l'utilisation de panneaux solaires quel que soit la région), les couches de la nappe ne suivent pas un système métrique particulier.

D'autre part, différentes approches étaient possible pour soulever la problématique de surexploitation des eaux souterraines via le jeu sérieux. Le travail aurait pu s'orienter sur l'aspect gouvernance des ressources comme sur la totalité des instruments de gestion. Ce ne fut pour autant pas le cas.

En début de stage, l'ambition était de pouvoir travailler autant sur la redéfinition du modèle de gestion que sur la redéfinition des rôles et responsabilités (notions rattachées à la gouvernance) des différents acteurs vis-à-vis de la gestion des eaux souterraines. En effet, les tâches à réaliser (techniques, de contrôle) pour assurer la durabilité des ressources ne sont pas attribués de manière consensuelle entre tous les acteurs (spécifiquement entre GDA et CRDA). Il est actuellement nécessaire que les acteurs puissent aborder la question de manière horizontale et l'outil du jeu sérieux est en capacité de répondre à cette attente (Abrami et Becu, 2021 ; Goodspeed et al., 2020). Il était initialement prévu que Sarra s'occupe de cette partie, s'imbriquant en second temps après la partie centrée sur le modèle de gestion (*Ground'Wag'Er*). Cependant le facteur temps a contraint la réalisation de ce travail. Cela n'était pas faisable dans un délai de six mois de réaliser un jeu avec deux parties équitablement abouties. Cette partie était de plus la plus utile dans la zone principale accompagnée par le projet. Il y avait également une volonté de déployer l'aspect gestion au Maroc. Nous avons donc choisi de nous concentrer sur la partie exploration de modèles de gestion alternatifs.

Suite à cette décision nous nous sommes totalement investis sur cet aspect. Il y avait aussi dans ce travail différentes manières de l'aborder. Comme défini en chapitre I le modèle de gestion correspond à une combinaison d'instruments. Ces instruments sont de nature à augmenter la quantité de ressources (offre) ou à en limiter l'usage (demande). De par le contexte sociopolitique difficile, nous avons décidé de mettre en exergue la capacité d'action des usagers (agriculteurs privés) au travers de l'unique simulation d'instruments de régulation de la demande et d'action collective. En effet, il est actuellement difficile pour l'Etat d'appuyer les associations d'irrigants au niveau local, de contrôler les prélèvements réalisés par les agriculteurs privés, de renforcer la coopération entre les acteurs, d'attribuer les subventions en vigueur. Ce manque de pouvoir régalien se transfère à l'échelle décentralisée où les CRDA n'arrivent pas à endiguer l'expansion des forages illicites (DGRE, 2023) et renforcer les capacités des GDA (Frija et al., 2014). Il y a de plus de fortes tensions entre toutes les échelles d'acteurs (Agriculteur 1, 2023 ; Agriculteur 5, 2023 ; Agriculteur 6, 2023 ; GDA 1, 2023). Nous avons donc décidé d'éliminer la possibilité de manipuler deux types d'instruments : instruments

de l'offre et d'incitation de la demande (aide financière et/ou technique). Ces types d'instruments engagent une forte responsabilité de l'Etat qui n'est pas réaliste au vu de la situation actuelle. Nous voulions concevoir un jeu centré sur des instruments de gestion sur lesquels les acteurs locaux avaient une marge de décision et d'action. L'objectif était donc d'aboutir à un modèle réaliste en fin de session.

Il était aussi possible de travailler sur les PPI, représentant environ 50% des superficies irrigués du pays (Elloumi, 2016). Du fait que cet aspect est plus investi par la recherche, nous l'avons très peu considéré pour notre étude. Par exemple, en 2017 le projet PAP-AGIR a abouti à la conception d'un guide pour permettre l'autonomie progressive des associations d'irrigants en accord avec la stratégie nationale (Marlet et Mnajja, 2017). Le cas des agriculteurs privés et des forages illicites est tout aussi problématique, mais moins régulé par l'Etat et avec moins de solutions concrètes proposées par la recherche. De plus le cas des PPI est en lui-même un objet complexe difficilement étudiable en synergie avec la thématique des agriculteurs privés dans un même outil qu'est notre jeu de rôle. En effet la thématique est différente, les GDA présents sur les PPI pompent une quantité d'eau relativement stable. La question de leur performance et la question de la gestion de la nappe n'est pas forcément couplable.

Le jeu s'est ainsi orienté sur la composition d'un modèle de gestion créé pour des agriculteurs privés détenant une marge de manœuvre pour son application dans la réalité. Cependant, dans le jeu la marge de manœuvre des cartes d'action collective est discutable du fait de leur aspect normatif défini selon notre convenance. En effet les instruments joués n'étaient initialement régis par aucune norme et c'était aux joueurs d'en définir les paramètres afin de laisser exprimer leur vision de l'application des instruments. Les résultats furent peu concluants. Il était difficile pour les joueurs de s'approprier en très peu de temps le thème de la gestion d'une nappe et d'en modéliser les paramètres. C'était pour la plupart des participants un thème flou, voire inconnu. Nous avons suite à cela pris le parti d'imposer des règles de base dans l'application des instruments. Les joueurs peuvent pour autant en modifier les paramètres. Ils ont donc une marge de manœuvre relative se situant entre libre expression des paramètres d'application et directivité complète.

Le chemin parcouru dans la création du jeu a permis d'aboutir à un outil innovant.

B. Confrontation avec la littérature sur les jeux sérieux

La littérature exprime le fait que le jeu sérieux met en exergue la dimension systémique d'un choix d'instruments et ses répercussions (au niveau écologique mais aussi socio-économique et législatif) (Meinzen-Dick et al., 2018). De plus, le jeu peut permettre d'améliorer le transfert de connaissances et l'apprentissage, d'explorer de nouvelles stratégies collectives et de promouvoir les relations entre les acteurs (Hassenforder et al., 2020). L'aspect systémique du choix d'un instrument et ses répercussions sont effectivement mis en avant par le jeu *Ground'Wag'Er*. Cet aspect est visible dans les différents aboutissements des sessions de jeu vis-à-vis des ressources (eau et argent). En effet avec une même combinaison d'instruments de gestion choisie, la finalité de chaque session fut différente, tendant parfois vers une stabilité des prélèvements, parfois vers le creusement des inégalités financières et hydriques. Certaines citations des parties A.1. et B.2. du chapitre VI mettent en avant les capacités du jeu à explorer des stratégies collectives et promouvoir les relations entre acteurs : *« La simulation a montré que le forage collectif fonctionne bien, c'était un bon exercice*. » (CRDA 2, 2023) ; *« Il y a des agriculteurs qui veulent travailler individuellement et d'autres qui veulent travailler en collectif. Nous on veut travailler collectivement pour que le développement touche toute la région. Notre région est pauvre et donc on a besoin d'être solidaires.* » (PA 1, 2023).

En ce qui concerne le transfert de connaissances et l'apprentissage, le manque d'évaluation post-session ne permet pas de conclure sur ce point.

En confrontant les résultats du jeu à la littérature existante, l'outil s'est montré innovant dans sa capacité à permettre aux acteurs locaux de choisir et simuler des instruments de gestion pertinents pour une action collective locale. Le jeu se rapprochant le plus du nôtre est *The Groundwater Game*. C'est un jeu informatisé composé d'agriculteurs qui doivent subvenir à des besoins en eau pour leurs cultures tout en essayant de sauvegarder la ressource. Le déroulé se compose de trois scénarios (plus ou moins trois tours par scénario) avec à chaque nouveau scénario la possibilité de mettre en place des instruments de gestion et d'en tester leurs effets sur la ressource. La différence repose sur le fait que l'implémentation de nouveaux instruments est injonctive. *Ground'Wag'Er* laisse le choix aux participants de sélectionner le type d'instruments d'action collective ou de régulation qu'ils souhaitent expérimenter.

Ground'Wag'Er aboutit donc à la conception d'un modèle de gestion conçu pour les agriculteurs privés mais est-il applicable suite à la session ? Les résultats émettent l'hypothèse que non. Nous allons donc examiner les éléments freinant cette concrétisation.

C. Simulation et réalité : les limites de l'étude

Les sessions de jeu ont montré que les participants ont globalement validé un modèle de gestion basé sur le forage collectif privé appuyé par des instruments de régulation économique. Ce modèle est selon eux applicable uniquement dans des cas bien précis : problème d'accès à l'eau ; proximité et volonté individuelle d'agriculteurs privés d'avoir un FCP ; profondeur importante du forage ; création d'une coopérative ; subventionnement par l'Etat. Dans cette deuxième partie seront discutés les éléments entravant la suite du processus pour l'application du modèle dans la réalité et les limites de notre travail.

Dans le cadre circonscrit de la session de jeu, le frein majeur est de ne pas avoir réalisé d'enquête post-session pour évaluer si le modèle testé a été concrètement envisagé sur le terrain, spécifiquement pour le cas de la session n°6. Cette évaluation n'a pas été possible pour ma part dû à la barrière de la langue qui ne me permet pas de réaliser d'entretien seul. Ma binôme Sarra était pour sa part bien plus contrainte par le temps vis-à-vis de la rédaction de l'étude. L'impact post-session présenté ici repose donc essentiellement sur des suppositions. Un second frein fut d'omettre la mise en place d'un suivi des apprentissages pré et post session.

Comme présenté dans le chapitre III, pour permettre aux résultats des sessions de jeux de devenir concrets sur le terrain, il faudrait que ces sessions s'inscrivent dans un processus participatif plus large, ce qui n'a pas été le cas ici, hormis à Limaoua. Ce processus peut suivre l'approche COOPLAGE. Dans ce cas, sur nos terrains, différentes options combinables auraient été possibles. En amont des sessions nous aurions réalisé ces différents ateliers (Ferrand et al., 2017) :

- Elaboration d'un plan de participation (qui participera, à quelles étapes de décision et comment) afin que tous les participants connaissent dès le départ leur rôle et leur condition de collaboration en s'engageant dans le processus.
- Organisation de formation à la participation puis réalisation d'un diagnostic participatif afin de partager les connaissances sur le terrain et de trouver un consensus sur la vision à adopter du problème.
- Co-construction du jeu à travers des ateliers de modélisation participative pour construire une représentation commune du problème. Nous avons seulement eu l'occasion de réaliser un atelier de co-construction du jeu (Annexe 18) avec les acteurs du terrain de Limaoua.

- Atelier de définition des principes de justice sociale et d'équité territoriale par toutes les parties prenantes pour définir conjointement la signification d'un partage équitable des ressources entre les différentes échelles d'acteurs.

En aval, il était possible de mettre en place (Ferrand et al., 2017) :

- Des ateliers de planification participative afin de discuter de la mise en œuvre concrète des instruments de gestion dans le terrain d'étude.
- D'établir un dialogue sur la gouvernance nécessaire à la mise en œuvre des instruments de gestion sélectionnés.

De par la collecte des avis au niveau local sur les orientations souhaitées pour la suite de la gestion des eaux souterraines, il aurait été pertinent de partager ces informations avec les pouvoirs publics à l'échelle nationale. Le souhait était d'inviter des membres du gouvernement à participer à une session de jeu puis de présenter les résultats issus des quatre terrains investis. Cela aurait été une potentielle amorce pour donner suite aux interventions des acteurs locaux. Il est effectivement nécessaire d'avoir l'intégration des décideurs dans l'élaboration d'une politique publique. Cet échange n'a pu avoir lieu dû au manque de temps et d'opportunité.

Globalement les deux principales limites de l'étude sont donc : i. le manque de suivi-évaluation pour montrer la portée et l'utilité de l'initiative (Monfort et al., 2020) et ii. l'étude ne s'inscrit pas dans le processus complet de l'approche COOPLAGE (Ferrand et al., 2017).

D. Quelle suite pour le jeu ?

Le stage se terminant, le jeu reste lui toujours opérationnel. Plusieurs aspects sont envisagés pour lui donner suite.

Tout d'abord, il est primordial de concevoir un dispositif de suivi-évaluation basé sur le manuel d'observation des jeux sérieux (Hassenforder et al., 2020) pour une future utilisation.

D'autre part, le projet C4S a comme ambition d'utiliser le jeu au Maroc, dans un terrain aux enjeux similaires. Ce terrain est pour autant divergeant sur le fait que l'Etat marocain est bien plus investi dans la gestion des eaux souterraines que l'Etat tunisien. Il est présent dans les structures culturelles, sociales, économiques et politiques et joue un rôle non négligeable dans le remaniement des règles informelles créés par les acteurs locaux à propos de la gouvernance des eaux souterraines (Fofack et al., 2015). Selon Fofack et al., 2015 , « *L'Etat intervient pour organiser cette régulation, et la diversité de ses axes d'intervention est un facteur qui présente aussi de grands défis en termes de coordination* ». Ce défi vis-à-vis de la coordination semble pouvoir être étudié par le prisme de la partie abrogée du jeu, simulant la définition d'une gouvernance consensuellement adoptée par toutes les échelles d'acteurs. La notion d'action collective étant implantée à l'échelle locale (Fofack et al., 2015), cela semble pertinent d'orchestrer les deux parties de jeu pour simuler l'implémentation d'instruments d'action collective formels puis de discuter la répartition des rôles et responsabilités entre les acteurs. La question de concevoir cette deuxième partie se soulève donc. Pour ce qui est de l'implémentation de la première partie sur le terrain marocain, certains points de modification ont été évoqués lors de la présentation de notre travail à la réunion du comité scientifique du projet. Il faut modifier le nom du joueur « GDA » par « Association d'irrigants ». Il faut de plus être vigilant sur le choix des joueurs et des instruments à manipuler lors des premières sessions du fait qu'au Maroc, il y a de fortes tensions entre petits et grands agriculteurs et la simulation de cette situation peut s'avérer problématique. Il est donc potentiellement nécessaire de retirer les instruments : taxe sur la superficie irriguée et contrôle par l'énergie qui sont actuellement sujets à controverse, et d'organiser les premières sessions avec des acteurs aux caractéristiques

similaires. De plus, en vue de la mise en place concrète d'une session de jeu, il est prévu suite à la fin du stage que Sarra et moi rédigions un manuel d'utilisation du jeu et de sa facilitation.

Le redéploiement du jeu est tout aussi pertinent en Tunisie, avec la potentielle implémentation de cette seconde partie qui s'avérerait très utile dans des contextes tel que celui de Bsissi. En effet, le GDA a d'ores et déjà des instruments bien établis mais aux dires du président, la répartition des tâches techniques, de contrôle, et de sanctions n'est pas consensuellement adoptée entre les membres, les adhérents et l'administration. De plus, dans le contexte tunisien il y a la nécessité d'engager une démarche plus approfondie sur l'intégration du rôle de l'Etat dans la gestion des ressources en eaux souterraines. Pour cela, il serait possible d'organiser une deuxième rencontre avec les mêmes participants mais avec un objectif différent. Cette fois ci, la discussion aborderait le sujet de la cogestion entre administration, associations d'irrigants et agriculteurs. Il serait évoqué des aspects moins réalistes et moins opérationnels à court terme mais devant être discutés pour permettre l'émergence de réflexion quant à l'avenir des ressources. Il serait donc question de discuter du potentiel arrêt de certaines subventions et de la mise en place d'autres, d'une nouvelle gestion des forages illicites, de faciliter la mise en œuvre de recharge artificielle et autre gestion de l'offre pertinente pour la zone. A contrario de la première session centrée sur les usagers et l'opérationnalisation à court terme d'un modèle de gestion , cette deuxième rencontre aurait comme objectif de changer d'échelle en intégrant l'administration. Via l'implémentation d'instruments de gestion pouvant être mis en œuvre à d'autres échelles (régionale, nationale), la session viserait à remettre en question le rôle et les responsabilités de l'administration, les élément défaillants qui doivent être revus, les nouvelles possibilités qui s'offrent pour une gestion plus intégrée. Le résultat serait non plus sur l'implémentation dans la réalité d'instruments alternatifs mais plutôt sur les points importants devant être abordés dans l'avenir de la gestion des eaux souterraines : les subventions ; les instruments actuellement utilisés par l'administration ; les alternatives possibles où elle peut jouer un nouveau rôle ; donner la possibilité aux associations d'irrigants de diversifier ses activités ; éliminer certains flous législatifs.

Une deuxième session de jeu organisée avec les mêmes participants et les mêmes instruments seraient aussi un point intéressant à explorer. Ce second temps permettrait d'avancer plus loin dans la discussion du fait d'une exécution plus rapide du jeu et d'une connaissance avancée des différents instruments manipulables. La question de la pertinence, de l'acceptabilité et de la faisabilité de la combinaison d'instruments de gestion est un point crucial qui serait mis en avant. Il a en effet été abordé durant les premières sessions le choix d'instruments mais il a peu été approfondi les combinaisons efficaces à faire pour être en accord avec les critères d'acceptabilité et de faisabilité.

VIII. Conclusion

La Tunisie est un pays ayant actuellement un tiers de ses ressources en eaux souterraines en situation de surexploitation. Cette situation s'explique par des facteurs climatiques, démographiques, techniques, économiques et politiques. Au sein de ces facteurs, un aspect majeur de la surexploitation des ressources est le modèle de gestion actuel qui comporte des limites ne permettant pas d'assurer la durabilité de ces ressources. Il est donc nécessaire pour les acteurs de la gestion des eaux souterraines de mettre en place un nouveau modèle de gestion. La situation hydrique étant alarmante et les relations interacteurs compliquées, l'utilisation d'un jeu sérieux comme outil de simulation n'est à priori préjudiciable pour aucune des parties prenantes. En plus de construire cet outil de simulation, l'objectif de cette étude était de questionner le degré d'accompagnement induit par l'utilisation du jeu sérieux dans le choix d'un nouveau modèle de gestion. Le jeu a comme objectif ludique de satisfaire en parallèle besoin en eau pour les cultures et stabilité de la piézométrie de la nappe. L'objectif principal est de choisir, simuler et débattre d'instruments alternatifs de gestion des eaux souterraines. Suite à six sessions de jeu réalisés sur quatre terrains différents à travers la Tunisie, il en résulta que l'appropriation de l'outil par les joueurs était accessible, ludique et concluante. Les acteurs du domaine privé (GDA privé et agriculteurs indépendants) ont affiché des résultats positifs quant à l'objectif ludique. A contrario les acteurs du domaine public (GDA en PPI et CRDA) n'ont pas su trouver l'équilibre entre prélèvement et stabilité de la piézométrie. Le modèle de gestion choisi par plus de 80% des participants est une combinaison d'instruments comprenant le forage collectif privé (parfois équipé à l'énergie solaire et connecté à la STEG) et une taxe sur la consommation d'eau ou la tarification de l'eau. Les instruments testés dans le jeu, basés sur l'action collective et la régulation de la demande, ont eu des résultats probants spécifiquement pour les acteurs du domaine privé. Lors du temps de débriefing, les participants ont exprimé la pertinence du forage collectif privé et ses conditions de faisabilité dans la réalité : problème d'accès à l'eau ; proximité et volonté individuelle d'agriculteurs privés d'avoir un forage collectif privé ; profondeur importante du forage ; création d'une coopérative ; subventionnement par l'Etat. Ils se sont par contre positionnés en défaveur de l'utilisation d'instruments de régulation économique, ne les considérant pas faisable dans le contexte tunisien. Outre le modèle choisi dans le jeu, la légalisation des forages illicites sous conditions est un souhait exprimé par plus de 60% des participants. Pour cela, l'Etat doit jouer un rôle prédominant dans le contrôle et les sanctions. Ainsi, le jeu a permis de manipuler et de conclure sur les instruments de gestion d'action collective et de régulation de la demande pertinents, acceptables et réalisables pour les acteurs locaux. Pour autant, il n'est à lui tout seul pas suffisant pour accompagner les acteurs à appliquer le nouveau modèle de gestion. Pour cela, il nécessite d'être inscrit dans un processus plus complet théorisé par l'approche COOPLAGE et d'être accompagné par une réflexion à l'échelle régionale et nationale.

IX. Bibliographie

- Abrami G., Becu N. (2021). Concevoir et utiliser des jeux de rôle pour la gestion de l'eau et des territoires. *Sciences Eaux & Territoires*, vol. 35. p. 46-53.
- Arnstein S. (1969). A ladder of citizen participation. *AIP Journal*. July 1969. https://www.historyofsocialwork.org/1969_ENG_Ladderofparticipation/1969,%20Arnstein,%20ladder%20of%20participation,%20original%20text%20OCR%20C.pdf
- Bchir M.A., Bachta M.S., Willinger M. (2006). *Pour une utilisation durable des nappes d'eau souterraine : une approche par les incitations*. Economies d'eau en Systèmes Irrigués au Maghreb. Deuxième atelier régional du projet Sirma.
- Besbes M., Chahed J., Hamdane A. (2014). Sécurité hydrique de la Tunisie : gérer l'eau en conditions de pénurie. *Histoire et Perspectives Méditerranéennes.*
- Bouarfa S., Brunel L., Granier J., Mailhol JC., Morardet S., Ruelle P. (2011). Évaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France). *Cah Agric*. doi: 10.1684/agr.2010.0461
- Bouri S., Ben Dhia H. (2010). Une expérience trentenaire de recharge artificielle d'une nappe côtière en zone aride : le système aquifère de Teboulba (Sahel Tunisien). *Comptes Rendus Géoscience*.
- Chekireb A., Gonçalvès J., Stahn H, Tomini A. (2023). Private Exploitation of the NorthWestern Sahara Aquifer System. *Environmental Modeling & Assessment*. 28 (2), p. 273-287.
- Chrigui R. (2020). *Contribution sous une plateforme SIG des facteurs hydrologiques du bassin versant Kebir-Meliane et caractérisation hydrochimique des eaux de la nappe phréatique d'El Fahs (Zaghouan).* Mastère de Recherche en Sciences de la Terre : Université de Tunis el Manar - Faculté des Sciences, Tunis (Tunisie). 148 p.
- Closas A., Imache A., Mekki I. (2017). Groundwater Governance in Tunisia, A Policy White Paper. IWMI. *Groundwater governance in the Arab World.* M., Chahed J., Shayeb H., Hamdane A. (2013). L'eau en Tunisie. 19 p.
- ComMod. [Consulté en avril 2023]. https://www.commod.org/en
- Courant D. (2019). Petit bilan du Grand Débat National. *AOC média*. Avril 2019.
- Daniell K.A., White I.M., Ferrand N., Ribarova I., Coad P., Rougier J.E., Burn S., (2010). Co-engineering participatory water management processes: theory and insights from Australian and Bulgarian interventions. *Ecology and society*, 15(4). https://www.ecologyandsociety.org/vol15/ iss4/art11/
- DGRE. (2023). Annuaire exploitation des nappes phréatiques 2020.
- DGRE. (2023). Annuaire exploitation des nappes profondes 2021.
- DGRE. (2023). Annuaire piézométrique 2020.
- Elloumi M. (2013). Les terres domaniales en Tunisie, histoire d'une appropriation par les pouvoirs publics. *Etudes rurales*.
- Elloumi M. (2016). La gouvernance des eaux souterraines en Tunisie. IWMI. *Groundwater governance in the Arab World.*
- Faysse N., Hartani T., Frija A., Marlet S., Tazekrit I., Zairi C., Challouf A. (2011). *Usage agricole des eaux souterraines et initiatives de gestion au Maghreb : Défis et opportunités pour un usage durable des aquifères*. Note Economique de la Banque Africaine de Développement. Tunis (Tunisie) : AFDB. 24 p.
- Ferrand N., Abrami G., Hassenforder E., Noury B., Ducrot R., Farolfi S., Garin P., Bonté B., Morardet S., L'Aot D. (2017). Coupling for Coping CoOPLAaGE: an integrative strategy and toolbox fostering multi-level hydrosocial. UMR G-EAU.
- Ferrand N., Farolfi N., Abrami G., Du Toit D. (2009). *WAT-A-GAME : sharing water and policies in your own basin*. ISAGA conference. Singapour : SSAGSG.

- Ferrand N., Hassenforder E., Aquae Gaudi W. (2021). L'approche COOPLAGE – Quand les acteurs modélisent ensemble leur situation, principes ou plans pour décider et changer durablement, en autonomie. *Sciences Eaux & Territoires*, vol. 35. p.14-23.
- Fofack R., Kuper M., Petit O. (2015). Hybridation des règles d'accès à l'eau souterraine dans le Saiss (Maroc) : entre anarchie et Léviathan ? *Études rurales*. p. 127-150. http://journals.openedition.org/etudesrurales/10427
- Foster S., Garduño H., Tuinhof A., Tovey C. (2010). Groundwater Governance, Conceptual Framework for Assessment of Provision and Needs. *Strategic Overview Series*, vol. 1.
- Frija A., Chebil A., Speelman S., Faysse N. (2014). A critical assessment of groundwater governance in Tunisia. *Water Policy*. p. 358-373. doi: 10.2166/wp.2013.038
- Frija I., Frija A., Marlet S., Leghrissi H., Faysse N. (2016). Gestion de l'usage d'une nappe par un groupement d'agriculteurs : l'expérience de Bsissi Oued El Akarit en Tunisie. *Alternatives rurales*, Octobre 2016.
- Gest'eau. (2019). *My River Kit, un jeu de rôle pour sensibiliser à la gestion intégrée des ressources en eau.* [Consulté en avril 2023]. https://www.gesteau.fr/actualite/my-river-kit-un-jeu-de-role-pour-sensibiliser-la-gestion-integree-des-ressources-en-eau
- Ghazouani W., Mekki I. (2016). Les ressources en eaux souterraines de la plaine de Haouaria, Tunisie : Etat fragile, acteurs multiples et nécessité d'un changement intégré. IWMI. *Groundwater governance in the Arab World.*
- Goodspeed R., Babbitt C., Garcia Briones A-L., Pfleiderer E., Lizundia C., Seifert C-M. (2020). Learning to Manage Common Resources: Stakeholders Playing a Serious Game See Increased Interdependence in Groundwater Basin Management. *Water*. doi:10.3390/w12071966
- Hassenforder E., Barreteau O., Barataud F., Souchère V., Ferrand N., Garin P. (2020). Enjeux et pluralité de la participation dans la gestion intégrée des ressources en eau.
- Hassenforder E., Dray A., Daré W. (2020). Manuel d'observation des jeux sérieux. Montpellier (France) : CIRAD. 68 p. https://doi.org/10.19182/agritrop/00113
- IGRAC. (2020). *The Groundwater Game*. [Consulté en avril 2023]. https://www.un-igrac.org/special-project/groundwater-game
- IGRAC. (2023). *Measures*. [Consulté en avril 2023]. https://www.groundwatercatalogue.org/measures
- Imache A., Dionnet M., Bouarfa S., Jamin JY., Hartani T., Kuper M., Le Goulven P. (2009). Scénariologie participative : une démarche d'apprentissage social pour appréhender l'avenir de l'agriculture irriguée dans la Mitidja (Algérie). *Cah Agric*. doi: 10.1684/agr.2009.0324.
- ITES. (2014). *Etude stratégique : Système hydraulique de la Tunisie à l'horizon 2030*. 222 p.
- Karambiri H. (2007). *Introduction à la GIRE : Définition et principes. Ouagadougou* (Burkina Faso). 20 p. Session de formation « Expertise hydrologique et gestion intégrée de l'eau aux échelles nationale et régionale ».
- Kemper K. E. (2007). Instruments and Institutions for Groundwater Management. In : Giordano M., Villholth K.G. *The Agricultural Groundwater Revolution : Opportunities and Threats to Development.* Washington (Etats-Unis) : Banque Mondiale. P. 153 – 172.
- Knüppe K. (2010). The challenges facing sustainable and adaptive groundwater management in South Africa. *Water SA*. p. 67–73.
- Le Bars M., Albouchi L., Le Grusse P., Poussin J-C. (2011). Un jeu de simulation pour préparer une gouvernance de l'eau : une expérience en Tunisie centrale. *Cah Agric*, janvier-avril 2011, vol.20. doi : 10.1684/agr.2010.0463

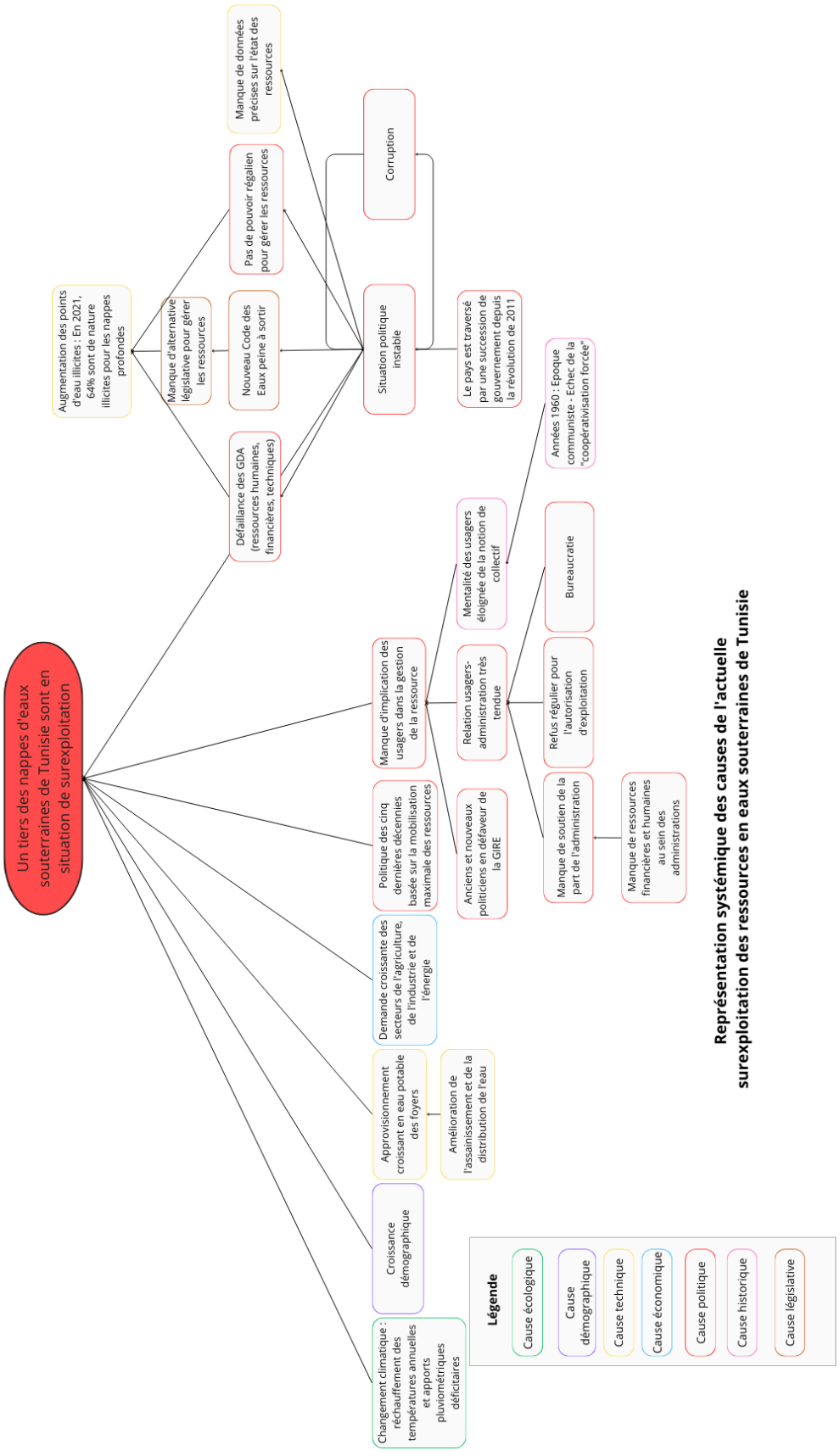
- Mabhaudhi T., Mpandeli S., Madhlopa A., Modi A. T., Backeberg G., Nhamo L. (2016). Southern Africa's Water-Energy Nexus : Towards regional integration and developement. *Water 2016*, vol. 8. doi:10.3390/w8060235
- MARHP. (2020). *Rapport national du secteur de l'eau année 2020.* Tunis (Tunisie). 282 p.
- Marlet S., Mnajja A. (2017). Transfert de la gestion des périmètres publics irrigués aux associations d'irrigants en Tunisie : Tome 1. Mise en œuvre et adaptation de la stratégie nationale : retour d'expérience du projet PAP-AGIR pour l'autonomie progressive des associations. 79 p.
- Mathevet R., Bousquet F. (2014). Résilience & Environnement, Penser Les Changements Socio-Écologiques. 176 p.
- Meinzen-Dick R., Janssen, M-A., Kandikuppa S., Chaturvedi R., Rao K., Theis S. (2018). Playing games to save water: Collective action games for groundwater management in Andhra Pradesh, India. *World development*. p. 40-53.
- Ministère de l'Economie des Finances et de la Relance. (2021). *Tunisie : 10 ans après la Révolution, les Tunisiens désenchantés par le bilan socio-économique*. Tunis (Tunisie) : Ambassade de France en Tunisie. 7 p.
- Ministère du transport et de l'équipement. (2011). Atlas du gouvernorat de Gabes. Tunis (Tunisie). 124 p. http://www.mehat.gov.tn/fileadmin/user_upload/Amenagement_Territoire/AtlasGabesFr.pdf
- Molden D., Sakthivadivel R. (1999). Water Accounting to Assess Use and Productivity of Water. *International Journal of Water Resources Development*, 15:1-2, p. 55-71. DOI: 10.1080/07900629948934
- Molle F., Closas A. (2016). Groundwater governance : A synthesis. IWMI. *Groundwater governance in the Arab World.*
- Molle F., Closas A. (2019). Comanagement of groundwater : A review. *Wires Water*. https://doi.org/10.1002/wat2.1394
- Monfort A., Amalric M., Becu N. (2020). *Approche et méthode d'évaluation de la participation dans un dispositif de simulation participative : le cas de LittoSIM*. La Rochelle (France). Sixièmes journées doctorales sur la participation et la démocratie participative.
- Montginoul M., Loubier S., Maurel F., Rojat D. (2020). La gestion des ressources en eau souterraine : six situations du bassin méditerranéen analysées sous l'angle de l'économie néo-institutionnelle et de la théorie des contrats. *Papiers de recherche,* Novembre 2020, vol 152.
- Mukherji A., Shah T. (2005). Groundwater socio-ecology and governance: a review of institutions and policies in selected countries. *Hydrogeology Journal,* 13, p. 328–345.
- Nations Unies. (2017). *Perspectives territoriales mondiales, première édition*. Bonn (Allemagne). 340 p.
- ONAS. (2010). *Rapport Annuel 2010.* Tunis (Tunisie). 26 p. http://www.onas.nat.tn/Ar/upload/telechargement/telechargement99.pdf
- Ostrom E. (1990). *Governing the commons - The evolution of institutions for collective action*. Cambridge (Royaume-Uni) : Press syndicate of the University of Cambridge. 295 p.
- Perspective Monde. (2023). Gouvernance. [Consulté en mai 2023]. https://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMDictionnaire/1706
- Petit O. (2004). La surexploitation des eaux souterraines : enjeux et gouvernance. *Natures Sciences Sociétés,* 2004/2, vol. 12, p. 146-156.

- République tunisienne. (2017). *Code des eaux et ses textes d'application*. Tunis (Tunisie) : Imprimerie officielle de la République Tunisienne. 101 p. https://www.droit-afrique.com/uploads/Tunisie-Code-2017-eaux.pdf
- Richard-Ferroudji A., Barreteau O. (2005). *Composing different pieces of knowledge for a participative water management : a study based on a game*. Conférence Environment, Knowledge and Democracy. Marseille.
- Rougier J-E., Dionnet M. (2008). ARTICHOC : Un jeu de rôles pédagogique sur la gestion des nappes. Lisode.
- Shah T. (2005). Groundwater and human development: challenges and opportunities in livelihoods and environment. *Water Policy*, 51 vol.8.
- Theesfeld I. (2010). Institutional challenges for national groundwater governance: policies and issues. *Groundwater* 48, vol.1, p. 131–142.
- Trébuil G., Le Page C., Garcia C. (2017). *Présentation du jeu de rôle WaDiGa & de son modèle conceptuel sous-jacent*.
- Tuinhof A., Dumars C., Foster S., Kemper K., Garduno H., Nanni M. (2010). *Sustainable Resource Management: and Introduction to its Scope and Practice.* World Bank Group.
- UMR G-EAU. (2017). *L'approche COOPLAGE*. [Consulté en avril 2023]. https://www.g-eau.fr/index.php/fr/productions/methodes-et-outils/item/888-l-approche-cooplage
- Wijnen M., Augeard B., Hiller B., Ward C., Huntjens P. (2012). *MANAGING THE INVISIBLE Understanding and Improving Groundwater Governance*. 174 p.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). (2015). *Water for a Sustainable World*. Paris (France) : UNESCO. 139 p.
- Zitouna H. (2023). *La gouvernance de l'eau : un enjeu (surtout) démocratique.* Séminaire MASE – L'eau : enjeux et gouvernance. Tunis (Tunisie).

X. Table des annexes

Annexe 1 : Représentation systémique des causes de l'actuelle surexploitation des ressources en eaux souterraines de Tunisie ---------- 75
Annexe 2 : Tableau récapitulatif des instruments de gestion de l'offre et de la demande existants (Equipe C4S, 2023)---------- 76
Annexe 3 : Exemples de méthodes permettant de coconstruire ou de codécider à chacune des huit étapes de la décision (Hassenforder et al., 2020) ---------- 78
Annexe 4 : Liste de présence ---------- 79
Annexe 5 : Modèle de fiche d'observation de session de jeu ---------- 80
Annexe 6 : Fiche d'observation de la 5ème session de jeu ---------- 82
Annexe 7 : Modèle de la fiche de suivi des actions des joueurs ---------- 85
Annexe 8 : Fiche de suivi des actions des joueurs de la 3ème session---------- 87
Annexe 9 : Modèle de la fiche debriefing---------- 90
Annexe 10 : Fiche debriefing de la 2ème session ---------- 92
Annexe 11 : Compte rendu de la 4ème session---------- 95
Annexe 12 : Grille d'analyse---------- 100
Annexe 13 : Cartographie des acteurs impliqués dans la gouvernance des eaux souterraines de Tunisie ---------- 101
Annexe 14 : Plateau préliminaire ---------- 102
Annexe 15 : Schéma enjeu - acteur - activité ---------- 102
Annexe 16 : Schéma ressources - activités - acteurs---------- 103
Annexe 17 : Grille d'entretien ---------- 104
Annexe 18 : Compte rendu de l'atelier de co-construction du jeu sérieux---------- 107
Annexe 19 : Tableur de calibrage des ressources (Tour 1)---------- 117
Annexe 20 : Carte des ressources en eaux souterraines du gouvernorat de Gabès (Ministère du transport et de l'équipement, 2011)---------- 118
Annexe 21 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant Kebir-Meliane (Chrigui, 2020) ---------- 118
Annexe 22 : Carte du réseau hydrographique de la plaine d'El Haouaria (Ghazouani et Mekki, 2016) ---------- 118
Annexe 23 : Cartes d'action collective ---------- 118

Annexe 1 : Représentation systémique des causes de l'actuelle surexploitation des ressources en eaux souterraines de Tunisie

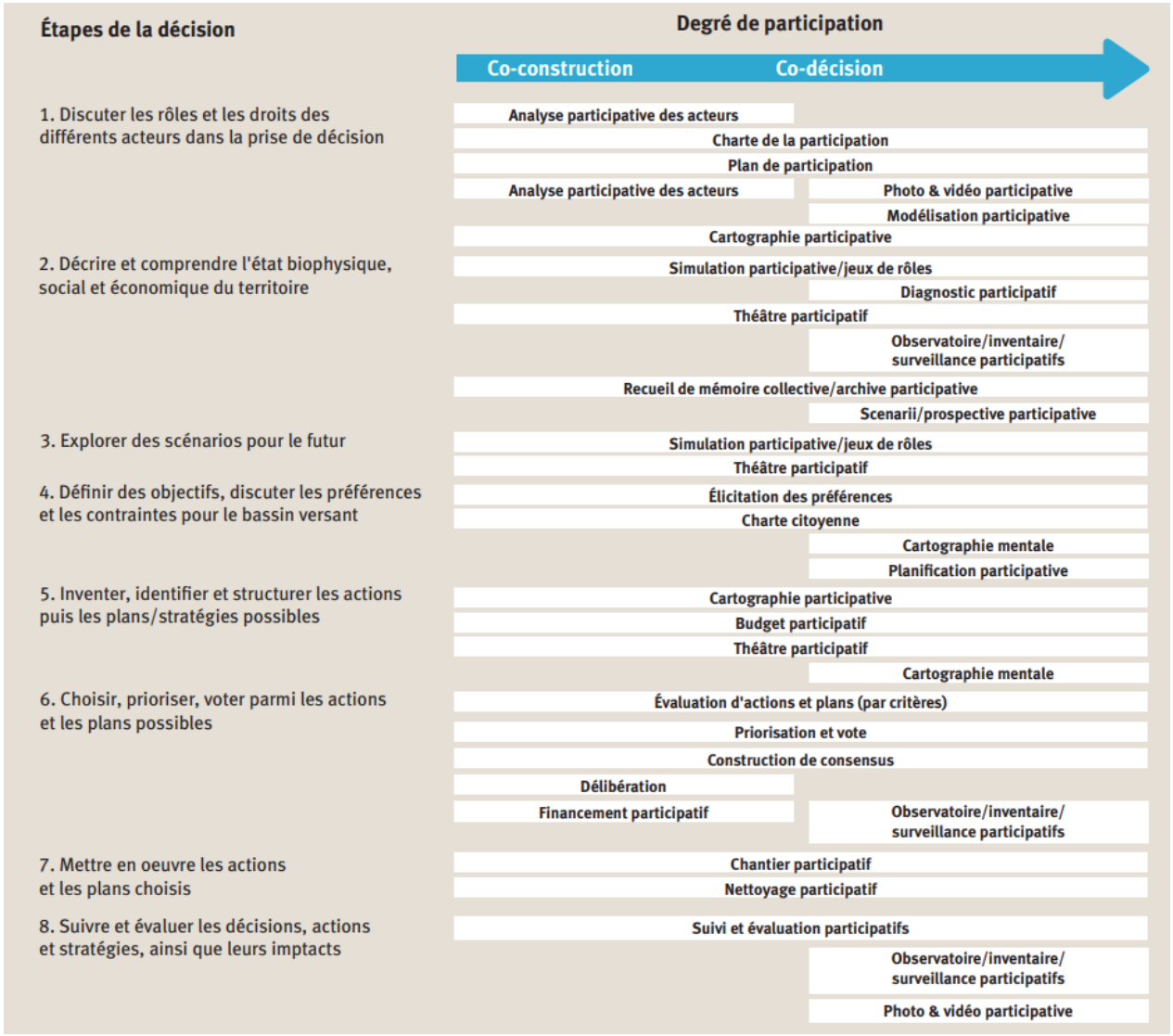


Annexe 2 : Tableau récapitulatif des instruments de gestion de l'offre et de la demande existants (Equipe C4S, 2023)

Point de vue de gestion			Instrument de gestion	Définition de l'instrument	Références/cas d'étude
Gestion de l'énergie de pompage d'eau agricole	La gestion de l'énergie de pompage se réfère à l'optimisation de l'efficacité énergétique des systèmes de pompage d'eau agricole. Il s'agit de réduire la consommation d'énergie et les coûts associés à l'irrigation et à d'autres processus de pompage tout en assurant un approvisionnement adéquat en eau. La réduction des subventions pour l'énergie électrique, le gazoil et le butane sont parmi les instruments de régulation associées à ce type de gestion. Le financement des installlations d'énergie renouvelables (example l'énergie solaire) accompagné d'un appui technique pour le dimensionnement de telles installations sont parmi les instruments d'incitation qui permettent d'améliorer l'efficience énergétique sans contribuer à l'augmentation des volumes pompés à partir des nappes.	Incitation	*Subventionner l'utilisation de l'énergie solaire pour le pompage de l'eau agricole	Il s'agit de financer les installations solaires PV afin de les rendre plus abordables pour les exploitations agricoles en répartissant le coût en capital dans le temps. Les subventions ciblées constituent un autre moyen d'aider les petits producteurs à surmonter les coûts d'investissement initiaux élevés liés à l'investissement dans la production d'électricité hors réseau.	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360148140080003?via%3Dihub
		Régulation	*Appui technique de la conception des systèmes d'énergie solaire	Limiter les subventions aux agriculteurs qui ont eu recours à des installateurs agrées pour éviter les surdimensionnements des stations de panneaux photovoltaiques	
			*Comptage de l'énergie	Après l'investissement dans le coût de construction d'un forage, l'énergie est le 2ème coût le plus important. De plus, si la quantité d'eau prélevée n'est pas connu de l'organisme de gestion de la nappe, la tarification de l'énergie est une alternative. Pour influencer les tendances en matière de pompage, la tarification de l'énergie peut être un outil utile. Deux types de tarification : - les tarifs forfaitaires (unique) , où les paiements sont fixés en fonction de la puissance de la pompe à eau souterraine de l'agriculteur. Charges mensuelles fixe basées sur la puissance de leur pompe - les tarifs au compteur, sur la base de la quantité d'énergie consommée.	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/reducing-pumping-energy-subsidiesincreasing-energy-tariffs
			*Réduction subvention	Réduire les subventions pour l'utilisation du butane ou de l'électricité	https://agritrop.cirad.fr/581952/7/PdfNumero4Complet-1.pdf
			*Augmenter la tarification de l'énergie	Augmenter le prix de vente de l'énergie	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/reducing-pumping-energy-subsidiesincreasing-energy-tariffs
Gestion des forages	La gestion du nombre de forages consiste à la mise en place de mesures de suivi et de gestion des forages existants et des anciens forages. Le recensement du nombre et des caracétristiques des puits existants (localisation, profondeur, accès à l'énergie...), le contrôle et l'instauration d'un système d'autorisation pour les nouveaux puits ou pour l'approfondissement des anciens puits sont parmi les instruments qui permettent de limiter la surexploitation de la nappe.	Incitation	*Prime retrait d'un puits	Gratification immédiate et unique pour le retrait d'un puits	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand
		Régulation	*Surveillance du nombre par les utilisateurs	Autorégulation par les usagers pour réduire les coûts de contrôle, augmenter la sensibilisation des parties prenantes et leur intégration dans la participation à la gestion des eaux souterraines	
			*Redevances	Payer des redevances selon le nombre de puits d'un agriculteur si les volumes d'eau ne sont pas connus.	
			*Contrôle et Sanction	Sanction en cas de violation de la règlementation	
			*Autorisations de prélevement	Les nouveaux prélèvements et l'approfondissement des prélèvements existants doivent passer par des autorisations de l'administration	https://doi.org/10.1007/s10040-012-0853-3
			*Permis de captage	Délivrer un permis d'utilisation de l'eau. Permis comprenant des conditions pour la mise en oeuvre d'activités susceptible d'affecter la qualité/quantité des réserves d'eau souterraine. * Redevance sur l'eau en payant un taux forfaitaire (fixe) ou taux basé sur * Permis de rejet des eaux usées : conditions sur le mode de rejet, niveau de traitement requis, pollueur-payeur (redevance liée à la charge * Sanctions graduelles pour non respect des conditions d'exploitation de * Contrôle des activités de construction d'un forage (forage de qualité, fait sur une zone aux conditions hydrogéologiques propices, réalisé en toute * Plan des ressources en eau = disponibilité, prélèvement, recharge, usages & usagers, impact actuel sur l'environnement. Il sert de base * Permis pour l'utilisation conjointe de l'eau de surface et eau souterraine * Zonage des surfaces (zone de contrôle spéciale) : interdiction de nouveaux forage, seuil max fixé pour la quantité d'eau souterraine * Participation de toutes les parties prenantes pour une intégration et gestion efficace : association d'usagers + association gestionnaire de la nappe. AGN : discute la mise en oeuvre de mesures transectorielles et	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/abstraction-permitslicensing
			*Recensement forage	Recensement complet des forages existants dans la zone	https://doi.org/10.1007/s10040-012-0853-3
			La gestion collective des forages	Remplacer la gestion de plusieurs forages privés par une gestion collective d'un nombre limité de forages. Cette gestion peut être assurée par des associations des irrigants comme en Espagne ou par des groupes d'agriculteurs comme dans le cas de Bssisi	https://alternatives-rurales.org/wp-content/uploads/Numero4/AltRur4ExpBssisiGestionAquifereTunisieLecifEor.pdf
Gestion des assolements de cultures	Accompagner une conversion vers des cultures qui valorisent mieux l'eau, ou vers des cultures moins consommatrices en eau	Incitation	*Politique de changement de culture	Accompagner une conversion vers des cultures qui valorisent mieux l'eau	https://www.un-igrac.org/sites/default/files/resources/files/GWMATE%20briefing%20notes%20-%20Economic%20Instruments.pdf
			*Génétique/sélection variétale	Utilisation de semence moins nécessiteuse en eau	
			*Subvention/don de plantes	Subvention/don sur ce type de semences	

		Incitation	*Gratification pour la réduction de consommation d'eau	Subvention graduelle en fonction de la consommation totale d'eau	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/subsidies-water-savings
		Régulation	*Compteur d'eau	Compteur volumétrique sert à connaître précisement sa consommation d'eau pour n'utiliser que le nécessaire. Il permet de détecter les fuites et autre pertes. De plus, il permet d'économiser de l'argent en ne payant que l'énergie nécessaire pour pomper ce dont il a besoin	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/water-and-energy-metering
			*Redevance	Laredevance est pour inciter à une régulation du prélèvement et au financement de l'organisation de gestion de la nappe. Fixation du prix de la taxe par une institution (Etat/administration décentralisée) et contrôle du règlement par une organisation/institution.	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/taxes-groundwater-usenumber-wells
			*Tarification	Généralement, le prélèvement d'eau souterraine se fait sur des terrains privées, avec des équipements privées. Il y a donc deux options : fixer un prix pour la ressource elle-même ou pour les autres intrants nécessaires au pompage des eaux souterraines, tels que la pompe, le trou de forage et l'énergie. La fixation d'un prix pour l'eau sert à la maintenance des équipements de fourniture d'eau, du salaire des membres de l'organisation gestionnaire de nappe/ association d'irrigants mais aussi à réguler le prélèvement.	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/water-pricing
			*Sanction	Sanction en cas de violation de la règlementation	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/penalties-violation-regulation
Gestion volumétrique de l'eau	C'est la gestion et le contrôle des prélèvements d'eau et des débits pompés à partir des forages ((y compris les nouveaux prélèvements et l'approfondissement des prélèvements) . L'installation des compteurs d'eau, l'utilisation de limiteurs de débits, l'octroi de permis de comptage qui précisent le type de pompe et les débits autorisées sont parmi les instruments de régulation associés à ce type de gestion.		*Permis de captage	Délivrer un permis d'utilisation de l'eau. Permis comprenant des conditions pour la mise en oeuvre d'activités susceptible d'affecter la qualité/quantité des réserves d'eau souterraine. Conditions : * Redevance sur l'eau en payant un taux forfaitaire (fixe) ou taux basé sur le volume d'eau prélevée (variable) * Permis de rejet des eaux usées : conditions sur le mode de rejet, niveau de traitement requis, pollueur-payeur (redevance liée à la charge polluante rejetée dans le sol) * Sanctions graduelles pour non respect des conditions d'exploitation de la ressource * Contrôle des activités de construction d'un forage (forage de qualité, fait sur une zone aux conditions hydrogéologiques propices, réalisé en toute légalité). Assuré par l'entreprise de construction * Plan des ressources en eau = disponibilité, prélèvement, recharge, usages & usagers, impact actuel sur l'environnement. Il sert de base pour l'évaluation des demandes individuelles d'utilisation de l'eau. * Permis pour l'utilisation conjointe de l'eau de surface et eau souterraine * Zonage des surfaces (zone de contrôle spéciale) : interdiction de nouveaux forage, seuil max fixé pour la quantité d'eau souterraine prélevée * Participation de toutes les parties prenantes pour une intégration et gestion efficace : association d'usagers + association gestionnaire de la nappe. AGN : discute la mise en oeuvre de mesures transectorielles et entre association d'usagers, priorise les actions, appui le CRDA département RE. AGN doit avoir un statut légal * Contrôle de l'état de la nappe par CRDA, AGN et usagers eux-même : tout le monde.	https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2013-2-page-78.htm https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/abstraction-permitslicensing
			*Marché de l'eau	Un marché des eaux souterraines est un arrangement dans lequel les détenteurs de droits sur les eaux souterraines les échangent avec des parties extérieures.Ce marché est régit par plusieurs caractéristiques. Il dépend: - du régime hydrologique en vigueur - de l'historique des échanges informels et/ou des droits - des types et du nombre de détenteurs et d'utilisateurs de droits sur les eaux souterraines - des dispositions matérielles prises pour acheminer l'eau entre les utilisateurs	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/water-marketswater-rights-trading
Gestion des surfaces irriguées		Incitation	*Etablir un plan d'assolement	Un quota d'eau est attribué pour chaque exploitation en fonction de la superficie	https://doi.org/10.1007/s10040-012-0853-3
		Régulation	*Redevances	Pour inciter à diminuer l'irrigation, il est possible de payer des redevances en fonction de la taille des surfaces irriguées.	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/taxes-groundwater-usenumber-wells
Gestion par les pratiques d'irrigation	Appuyer les bonnes pratiques d'irrigation qui permettent l'économie d'eau au niveau de la parcelle ainsi que le système irrigué et le territoire (subventions pour la reconversion au goutte à goutte, contrôle des fuites d'eau au niveau du réseau, ...)	Incitation	*Subvention méthode d'irrigation économe en eau	* Subvention matériel goutte-à-goutte	https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8783.pdf
			*Optimisation de l'irrigation par la formation	* Réalisé par une administration, association, organisation...	https://www.groundwatercatalogue.org/measures/demand/water-efficient-irrigation-practices
		Régulation	*Contrôle des fuites	* Mesurer le débit d'alimentation en tête (en amont) et la somme des débits prélevés (en aval) qui doivent être en équilibre pour vérifier s'il y a des fuites	
Gestion de l'eau virtuelle	La gestion virtuelle de l'eau vise à évaluer et à prendre en compte la quantité d'eau utilisée indirectement tout au long de la chaîne d'approvisionnement d'un produit ou d'un service. Cela inclut l'eau utilisée dans la production, la transformation, le transport et la consommation des biens et services.	Incitation	*Quantification de l'eau virtuelle des productions agricoles	Estimation des produits à fort coût en eau virtuelle afin de limiter leur exportation	http://www.onagri.nat.tn/uploads/Etudes/EVRA098_JChahed.pdf
Changement d'activité professionnelle		Incitation	*Emploi hors agricole	* Mécanisme d'assurance, prime à la reconversion vers un autre secteur d'activité. La proportion de personnes exerçant une activité agricole diminue au travers d'une multitude de facteurs tel que l'augmentation de la durée d'année d'étude, le développement et l'accessibilité à des infrastructures routières.	http://dspace.ensa.dz:8080/xmlui/handle/123456789/2180

Annexe 3 : Exemples de méthodes permettant de coconstruire ou de codécider à chacune des huit étapes de la décision (Hassenforder et al., 2020)



Annexe 4 : Liste de présence

Liste de présence

Lieu	
Date	
Nom du jeu	Ground'Wag'Er

Prénom	Nom	Sexe (H/F)	Organisation	Profession / Fonction	Lieu de résidence	Signature

Annexe 5 : Modèle de fiche d'observation de session de jeu

Fiche d'observation de session de jeu

Lieu		Nombre total de participants	Hommes		Femmes	
Date		Nom du jeu	Ground'Wag'Er			

Briefing

Heure de début		Heure de fin	
Commentaires			

Temps de jeu

Heure de début		Heure de fin	
Nombre de tours de jeu			
Rôle	**Nom du joueur**		
Petit agriculteur 1			
Petit agriculteur 2			
Grand agriculteur			
GDA			

Stimuler l'émergence de nouvelles organisations		
Eléments non verbaux	**Eléments verbaux**	**Indicateurs**
Arrangements licites ou illicites (gestes, attitudes, regroupement, sortie d'un membre)	*Phrases création collectif* *Phrases sur les décisions des règles de gestion, plans de gestion, sanction, nouvelles lois…* *Phrase sur l'interaction au sein du collectif* *Echange de ressource (prêt d'argent, d'eau)*	*Nombre de ressources échangés* *Joueur élu représentant* *Nombre de sanctions* *Autres*

Favoriser le transfert de connaissances et l'apprentissage	
Eléments non verbaux	**Eléments verbaux**
Utilisation d'objets pour sa compréhension (prise de notes sur une feuille)	*Phrases sur l'apprentissage (j'ai compris, je ne pensais pas que…)*
Changement d'action effectué suite à la compréhension du jeu	*Question de compréhension sur la dynamique du jeu*

Nombre de questions posées	
Décompte des éléments qualitatifs exprimés (nombre de fois où le verbe comprendre/savoir est dit par exemple)	

Faire exprimer les valeurs		
Eléments non verbaux	**Eléments verbaux**	**Indicateurs**
Signes physiques d'approbation / désapprobation	*Phrases jugement de valeurs (c'est juste / injuste, tu n'as pas le droit…)*	*Nombre de joueurs enfreignant les règles / tour*
Action interdite, d'entraide, d'exclusion d'un joueur		

Debriefing

Heure de début		Heure de fin	
La session a-t-elle	Duré plus longtemps	Démarré en retard	
Combien de personnes sont arrivés ou partis en cours de session ?			
Des personnes sont-elles restées en retrait ?	Oui, combien ?		Non

Autres commentaires

Annexe 6 : Fiche d'observation de la 5ème session de jeu

Fiche d'observation de session de jeu

Lieu	Dar Chichou	Nombre total de participants = 8	Hommes	7	Femmes	1
Date	26/05/2023	Nom du jeu	Ground'Wag'Er			

Briefing

Heure de début	10h00	Heure de fin	10h20
Commentaires Sarra: "Vous êtes un petit agriculteur" PA1-2 : "Nous sommes tous petits"			

Temps de jeu

Heure de début	10h20	Heure de fin	11h45
Nombre de tours de jeu	5 tours		
Rôle	**Nom du joueur**		
Petit agriculteur 1	Mohamed Ben Hameda Nacer Abbay		
Petit agriculteur 2	Saif Ben Rabii Hedi Brahimi		
Grand agriculteur	Marwan Ben Mabrouk Sayed Ben Brahim		
GDA	Boubia Ben Rabii Radhouane Aouini		

Stimuler l'émergence de nouvelles organisations		
Éléments non verbaux	**Éléments verbaux**	**Indicateurs**
Arrangements licites ou illicites (gestes, attitudes, regroupement, sortie d'un membre) - Le GA et le GDA refuse de rejoindre le collectif car ils ont un forage profond et pas de problèmes d'eau	*Phrases création collectif* PA1-2: "Il nous faut un FCP pour que tout le monde gagne" GDA 2: "Vas y on fait comme à Abène et on crée un FCP mais avec l'énergie solaire" GA 1: "J'ai déjà investi dans un forage profond privé, j'ai l'énergie solaire, pourquoi je vais rejoindre votre collectif?" *Phrases sur les décisions des règles de gestion, plans de gestion, sanction, nouvelles lois…* PA1-2: "Il nous faut le contrôle et sanction pour tout le monde" PA2-1 : "Que pensez-vous de cette idée; chaque tour, un seul agriculteur a le droit de planter des tomates?" GDA 2 : " Vas y on lit la carte contrôle et sanction, c'est écrit que ça peut aller jusqu'au prison" PA1-2 : " On choisi la carte FCP et Tarification" GDA 2: "C'est vous (PA1 et PA2) qui s'occupent du FCP, nous ça nous concerne pas" *Sur la tarification* PA1-2 : "1 Flous pour 1 eau" PA2-2 : "Non c'est trop! une flous pour 2 eau)	*Nombre de ressources échangés= 1* *Joueur élu représentant =0* *Nombre de sanctions=0*

	Sur la taxe PA2-2 : "Une flous par eau" PA1-2 : "A partir de 5 billes d'eau" *Phrase sur l'interaction au sein du collectif* PA2-2 fait bien attention si le PA1 à payer le montant exacte pour la taxe et la tarification *Échange de ressource (prêt d'argent, d'eau)* - 3 joueurs étaient endettés à la STEG pendant le jeu	

Favoriser le transfert de connaissances et l'apprentissage	
Éléments non verbaux	**Éléments verbaux**
Utilisation d'objets pour sa compréhension (prise de notes sur une feuille) Prise de notes pour faire le compte des dettes (3 joueurs) *Changement d'action effectué suite à la compréhension du jeu* *Le PA2-2 a crue qu'il est obligé à ajouter une parcelle, quand il a compris que c'est un choix et pas une obligation il a retiré la carte*	*Phrases sur l'apprentissage (J'ai compris, je ne pensais pas que…)* *PA 1-1 : "Je n'ai pas compris"* PA 1-2 : "On joue ensemble et moi j'ai compris, tu vas aussi comprendre en jouant" *Question de compréhension sur la dynamique du jeu* **après le briefing** - *Qu'est ce qu'on fait si on n'a plus d'argent pour pomper l'eau?* - *Qu'est ce qui se passe si on ne paye pas les coûts d'énergie?* - *Pourquoi le GDA n'a pas des dollars sur ces cartes?* **Pendant tour 1*** - *PA 2-2: Est ce qu'on doit mettre des billes bleues partout?* - *PA 2-1 : Si le forage du GDA va jusqu'au palier 3, pourquoi il paye l'énergie pour le palier 2 seulement?* *Pendant le tour 2* - PA 2-1 : Est ce qu'on peut vendre des parcelles? - PA 2-2 : Quels sont les prix d'achat de l'eau du GDA? **Pendant le tour 3*** - PA 2-2 : "J'ai une question, pourquoi au début de chaque tour le PA1 a toujours l'eau même quand le tour d'avant on a atteint le palier 5" PA 2-2 n'a pas capté au début qu'on fait la recharge à la fin de chaque tour. *Pendant le tour 5* - GDA 1 : Est ce qu'on peut ne pas irriguer l'olivier?

Nombre de questions posées	9

Décompte des éléments qualitatifs exprimés (nombre de fois où le verbe comprendre/savoir est dit par exemple)	3

Faire exprimer les valeurs		
Éléments non verbaux	**Éléments verbaux**	**Indicateurs**
Signes physiques d'approbation / désapprobation *Action interdite, d'entraide, d'exclusion d'un joueur* - PA 2-1 a caché des billes bleus dans sa poche	*Phrases jugement de valeurs (c'est juste / injuste, tu n'as pas le droit…)* GA 2 : "Tu vas perdre car il y aura plus d'eau au palier 3" GA 2: "C'était une grande faute"	*Nombre de joueurs enfreignant les règles / tour = 2*

Debriefing

Heure de début		Heure de fin	
La session a-t-elle	Duré plus longtemps :	Démarré en retard :	
Combien de personnes sont arrivés ou partis en cours de session ?			
Des personnes sont-elles restées en retrait ?	Oui, combien ?		Non

Autres commentaires

Annexe 7 : Modèle de la fiche de suivi des actions des joueurs

Fiche de suivi des actions des joueurs

		BRIEF		TEMPS DE JEU		DEBRIEF	
Lieu Nbr participants		Heure de début		Heure de début		Heure de début	
Date		Heure de fin		Heure de fin		Heure de fin	

	Heure de début	Heure de fin
Tour 1		
Tour 2		
Tour 3		
Tour 4		
Tour 5		

Actions individuelles

	GDA – Joue en				
	Approfondissement de forage	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2					
Tour 3					

	Grand Agriculteur – Joue en				
	Approfondissement de forage	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2					
Tour 3					

	Petit Agriculteur 1 – Joue en				
	Approfondissement de forage	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2					

Tour 3					

	Petit Agriculteur 2 – Joue en				
	Approfondissement de forage	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2					
Tour 3					

Action collective

	Actions choisies	Freins et leviers	Effets sur le jeu
Tour 4			
Tour 5			

Actions imprévues	
Tour 1 à 5	

Quantité d'eau prélevée individuellement					Situation financière en fin de tour			
	GDA	GA	PA 1	PA 2	GDA	GA	PA 1	PA 2
Tour 1								
Tour 2								
Tour 3								
Tour 4								
Tour 5								

Annexe 8 : Fiche de suivi des actions des joueurs de la 3ème session

Fiche de suivi des actions des joueurs

		BRIEF		TEMPS DE JEU		DEBRIEF	
Lieu Nbr participants	CRDA Gabès 4	Heure de début	9h40	Heure de début	9h58	Heure de début	11h20
Date	22/06	Heure de fin	9h58	Heure de fin	11h20	Heure de fin	11h34

	Heure de début
Tour 1	**9h59**
Tour 2	**10h10**
Tour 3	**10h25**
Tour 4	**10h45**
Tour 5	**11h07**

Actions individuelles

	GDA – Joue en 2					
	Approfondissement de forage	Évènement	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2	Non	Frais de maintenance				
Tour 3	Non	Subvention			Oui	

	Grand Agriculteur – Joue en 3				
	Approfondissement de forage	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2	Non	1 CT2 pour avoir 1 CT1			
Tour 3	Non	A retourné une carte irrigation (pas d'irrigation)	Non	Oui	

	Petit Agriculteur 1 – Joue en 4				
	Approfondissement de forage	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2	Non	+ 1 CT1			
Tour 3	Non		Oui	Oui	N'a pas pu irrigué car pas approfondi du coup début T4 au palier 1

	Petit Agriculteur 2 – Joue en 1				
	Approfondissement de forage	Changement de culture	Changement d'irrigation	Changement d'énergie	Commentaires
Tour 2	Non	+ 1 CT1			
Tour 3	Non	N'en a pas irrigué une	Oui	Non	

Action collective

	Actions choisies	Freins et leviers	Effets sur le jeu
Tour 4	- Tarification de l'eau - Forage privé collectif - Connecté à la STEG		- 2 flous / eau contrôlé par le président du GDA - Tous les forages individuels sont fermés - 1 flous / pers / énergie (=4 flous) car 60% gagné en étant connecté à la STEG. Normalement ils paient + ou - 16 flous Tous content "l'union fait la force"
Tour 5	- Forage privé collectif - Connecté à la STEG - Taxe sur l'eau	-	- même règle pour l'énergie - + que 7 EAU : payer 1 flous par 1 EAU - Finissent au palier 2 et tous riche

Actions imprévues	
Tour 1 à 5	- Au début pas impliqué mais avec la présence de Si Sofien et Samia c'est aller mieux

A prélevé l'eau	A acheté l'eau du GDA	N'a pas réuci à prélever l'eau

CNI = Culture Non Irrigué

Quantité d'eau prélevée individuellement					Situation financière en fin de tour			
	GDA	GA	PA 1	PA 2	GDA	GA	PA 1	PA 2
Tour 1					Bien	Bien	Bien	Bien
Tour 2		1 CNI			3	Bien	Bof	Ok
Tour 3	1 CNI	1 CNI		1 CNI	Bof	Très bien	Pas bien	Bien
Tour 4					Bof	Très bien	bof (4) 3 F emprunté au PA 2	bien
Tour 5			1 CNI		6	Très bien	bien	bien

Annexe 9 : Modèle de la fiche debriefing

Débriefing

1. Emotions

Tour de table sur : Est-ce que vous avez passé un bon moment ? Comment vous êtes-vous senti ?

2. Évènement

Décodage collectif du choix des actions. Retracer ensemble le déroulé du jeu puis expliciter ensemble pourquoi cela s'est passé ainsi. Se baser sur l'évolution du graphique piézométrique pour suivre le déroulé.

AG tour 4

AG tour 5

3. Lien à la réalité

Est-ce que le jeu reflète bien la situation réelle ?

4. Discussion sur les actions collectives

Action	Pertinente ou non	Pourquoi ?	A quelles conditions ?
Taxe sur la superficie irriguée			
Communication sur l'état de la nappe			
Allocation d'un quota d'eau fixe			
Taxe sur la consommation d'eau			
Création d'un forage collectif			
Tarification de l'eau			
Contrôle et sanction			
Légalisation de forages illicites			
Connecter le forage collectif à l'énergie solaire à la STEG			
Contrôle par l'énergie			

Annexe 10 : Fiche debriefing de la 2ème session

Débriefing

1. Emotions

Tour de table sur : Est-ce que vous avez passé un bon moment ? Comment vous êtes-vous senti ?
"J'étais riche pendant tous les tours donc je suis heureux" "Moi, pas d'eau, pas de flou. J'aime l'idée de ce jeu car c'est comme ça que ça se passe dans la réalité. Des gens riches et d'autres qui galèrent".

2. Évènement

Décodage collectif du choix des actions. Retracer ensemble le déroulé du jeu puis expliciter ensemble pourquoi cela s'est passé ainsi. Se baser sur l'évolution du graphique piézométrique pour suivre le déroulé.
tentative de négociation avec la table des investissements

AG tour 4
Cartes choisies : Cartes finalement choisies : • Forage collectif privé • Légalisation des forages • Communication sur l'état de la nappe

AG tour 5

3. Lien à la réalité

Est-ce que le jeu reflète bien la situation réelle ?
Ils n'ont pas voulu tester la règle car impossible dans le jeu. Chacun voulait garder son forage individuel et utiliser le collectif (qui est très profond) en seconde main. Mais n'ont même pas discuté du prix de ce nouveau forage. Pour eux, le nouveau GDA doit être la voix entre les agriculteurs et l'administration. De plus, il faut plus de contrôle des forages illicites, il faut changer de culture avec du caroubier donc accompagné de vulgarisation auprès des agriculteurs (intérêt économique et valorisation des sous-produits). Il faut aussi faire un bassin de collecte. "Les actions collectives sont intéressantes mais pas trop réalistes à court terme surtout en tenant compte des moyens du futur GDA. " (Agriculteur) Création de cartes parcellaires comme à El Haouaria : "Haouaria c'est un GDA public qui fournit de l'eau et donc peut imposer des règles et à le soutien de l'administration. " (Agriculteur) TH : Ca peut être possible dans le long terme mais pas dans la stratégie qu'on essaye de créer maintenant (agriculteur)

4. Discussion sur les actions collectives

Action	Pertinente ou non	Pourquoi ?	A quelles conditions ?
Taxe sur la superficie irriguée	Non	Cette taxe n'est pas possible, les agriculteurs n'acceptent pas ce genre de règle sauf si elle est imposée par l'Etat.	
Communication sur l'état de la nappe			
Allocation d'un quota d'eau fixe	C'est bien mais pas pour le cas de Limaoua	Selon RT (agriculteur), il faut changer l'esprit des agriculteurs (ce qui est difficile soit impossible) ou ça doit être imposé par la loi. A Limaoua, c'est des agriculteurs privés et le contrôle des forages privés n'est pas possible. Déjà ces agriculteurs n'ont pas besoin d'un GDA, ils ont leur forage et ils pompent sans problème. Qu'est-ce qui va les convaincre à rejoindre un collectif qui contrôle leur consommation	Il faut un responsable et connaisseur pour calculer les besoins et définir les quotas Dans le cas de programme agricole fixés en amont avec des quantités d'eau fixe par an par agri, c'est possible mais la limite de cet instrument est que ça marche que pour des GDA qui distribuent l'eau et peuvent contrôler les quantités
Taxe sur la consommation d'eau		RB : Il existe pour la STEG mais pas pour l'irrigation.	
Création d'un forage collectif	Oui mais		c'est possible s'il y a des agriculteurs privés voisins et veulent chacun créer un forage. La limite de cet instrument est si par exemple il y a 4 agriculteurs dont 3 habitent à côté mais un écarté un peu donc ça ne

			l'intéresse pas de partager un forage avec les autres car ils sont loin de ces parcelles. Ca permet de diminuer le nombre de forages individuels mais il doit être assez profond pour satisfaire les besoins de tous ces usagers
Tarification de l'eau			
Contrôle et sanction			
Légalisation de forages illicites	Oui, dans le cas de Limaoua c'est un intérêt qu'ont les agriculteurs (non pas comme allocation d'un quota d'eau fixe)	L'idée de légaliser les forages illicites est bonne car c'est une bonne incitation qu'à partir de laquelle il est possible d'imposer des conditions et donc des règles.	
Connecter le forage collectif à l'énergie solaire à la STEG			
Contrôle par l'énergie			

Résultat pour eux : retour de réflexion sur leur stratégie pour leur GDA. Jeu réaliste. Création de lien social. Mise au clair de quels outils font sens vis-à-vis de leur contexte. Clarté sur la ligne directrice qu'ils veulent prendre : être à l'écoute des besoins des agriculteurs (choix carte légalisation des forage)

Pour nous : jeu réaliste et certains instruments ne sont efficaces que sous certaines conditions. Tout ce qui se réfère au contrôle est vu comme devant être orchestré par l'État. Un GDA selon eux ne peut en aucun cas faire ça. (Cas de la Mancha : c'est le GDA+administration)

Annexe 11 : Compte rendu de la 4ème session

22/06/2023 4ème session - CRDA de Gabès

- GA : Layed Jallali (3ème)
- PA 1 : Rejab Mohammed (4ème)
- PA 2 : Mohamed Hedi Tehnoudi (1er)
- GDA : Sofien Ayadi & Ammar Hammadi (2ème)

I. Explication du matériel et du déroulé

Sarra : Le PA 1 est aussi abonné au GDA et son forage va jusqu'au palier 2
PA 2 : Si tu es abonné au GDA, automatiquement ton forage est illégal
PA 1 : Et si j'ai des connections avec le CRDA
Sarra : Par exemple ici à Limaoua Mr Hedi Ben Mahmoud un grand agriculteur qui a la fois une exploitation privé + un forage privé licite et de plus il a une parcelle dans un PPI et donc il est abonné aussi dans UN GDA
PA 1 : Voilà, elle t'a donné un contre exemple

GDA : J'ai de l'expérience donc je vais gagner
Sarra : On va voir lol

Point météo
Sarra : Cette année est pluvieuse
GDA : De combien est la précipitation ?
Sarra : Pas important

Tour 1

GDA : Si notre forage va jusqu'au palier 4 et qu'il y a encore de l'eau dans palier 2 et 3, est-ce que je peux prendre les billes du palier 4?
Sarra : Ton forage te permet d'aller jusqu'au palier 4 mais si il y a encore de l'eau dans le palier 2 ou 3, tu prends les billes du palier 2 ou 3

GDA : Le PA 2 est en train de prendre de l'eau du palier 3 (autocontrôle)

AG

Lever de pouce : les 4 : ++
GDA : Année agricole réussie

Sarra : Si vous pouvez changer une caractéristique dans votre rôle, qu'est ce que vous changez ?
PA1 : Je veux changer la carte submersion
GDA : Mais comme ça tu perds de l'argent
PA 1 : En contre partie je vais pomper moins d'eau et donc je payerais moins pour l'énergie
GA : La submersion ne me sert plus

Tour 2

Martin donne la carte au GDA - Ammar
Sofien - GDA : Ammar paye les réparations dans la réalité et dans le jeu hahaha
GA : Je veux ajouter une parcelle d'olivier
GDA : Si Layed t'as pas d'eau et maintenant t'as plus d'argent

Martin : Ah Si Sofien il fait ce qu'il veut !
GA achète une parcelle d'olivier et une pomme
Martin : Nchalah Mabrouk

Sarra prend les coûts d'énergie
Sarra : Si Sofien vous êtes dans quel palier ?
Sofien - GDA : 2ème (side eyes)
Ammar - GDA : Non 3ème
(tentative de triche)

Tour du PA 2 : pas d'eau
PA 2 au GA : Je peux t'en emprunter ?
GA : "..." (pas de réponse)
Tour 1 GA a gagné 18 flous de revenu
Sofien - GDA : Et ton voisin est pauvre
Ammar - GDA : Tu as laissé tout le monde assoiffé. Tu es comme ça (pouce levé++)
GA donne finalement 3 EAU au PA2

AG :
GDA : ++
PA 1 : ++
PA 2 : –
GA : ++

Sarra : On a atteint le palier 5
GDA : Normalement le GA peut aller jusqu'au palier 3, comment il a pris de l'eau au palier 5 ?
Sarra : J'ai pas fais attention
Sofien - GDA : Normalement il achète de l'eau du GDA, vasy donne nous de l'argent
Sarra : Saviez vous que c'est la première session qu'on arrive au palier 5 au tour 2 ?
Tout le monde rigole
PA 1 : Et nous sommes des responsables sur l'eau

Tour 3
Table des investissements
Martin : Aslema Aslema !
Sarra au PA 1 : T'as dis au début que tu voulais changer la carte submersion.
PA 1 : Plus maintenant, vu qu'il y a suffisamment d'eau et je joue le 1er

Tout le monde change l'énergie

PA 1 joue le premier et il n'a pas suffisamment d'eau (lol)
PA 1 achète de l'eau au GDA
Sofien-GDA : Si on lui vend de l'eau, on va peut-être passer au palier 4 et l'énergie coûte cher.
GA joue le 3ème et n'a pas d'eau
GA : Combien coûte l'eau au GDA ?
Sarra : Beaucoup d'argent

GA : Je vais approfondir mon forage alors
Sarra : C'est une zone de sauvegarde donc l'extension sera illicite
Sofien - GDA : On ne va pas te donner une autorisation (Sofien met sa casquette administration)
Sofien - GDA au GA : Tu étais dans une situation licite mais vu que tu étais cupide t'as augmenté la superficie et maintenant tu galères

AG

Sarra : Tout le monde a prélevé de l'eau sauf Si Mohamed
Sofien-GDA : Mohamed t'as fais remonter la nappe

Lever de pouce :
GDA : +-
PA 1 : +-
PA2 : - -
GA : ++
Sofien GDA : Espérons l'année prochaine sera pluvieuse

Tour 4 : Action collective

Sofien - GDA : Y'a t'il une carte changement de culture ?
Sarra : Vous pouvez faire ça sans carte
Sofien - GDA : Il nous faut le contrôle et la sanction

Cartes choisies :

- Forage collectif
- Energie solaire + connecté à la STEG
- Taxe sur l'eau

Sarra : Qui va créer/construire le forage ?
GA : L'Etat
Sofien - GDA : Non c'est pas la responsabilité de l'Etat
Ammar - GDA : Les agriculteurs font un collectif et le construisent ensemble
Sarra : A El Haouaria il existe un GDA privé appelé Abène qui ont construit un forage privé collectif mais subventionné par l'état
GA : On utilise tous le forage du GDA qui est déjà profond.

Sarra : De combien est la taxe ?
Sofien- GDA : Pour chaque unité d'eau, un flous
Sarra : ça c'est une tarification, la taxe est payée quand on dépasse un quota
Ammar - GDA : On double le prix à partir d'un certain nombre de billes
Sofien - GDA : On choisit un plafond de 3 billes, et 1 flous par eau après 3'

Sarra : Qui sera le président du collectif ?
PA 1 : Moi !

Sofien - GDA au GA : Si Zayed tu gardes tout ?
GA : Oui
GDA : Tu payes alors

PA 2 n'a pas d'eau
Martin : Les résultats sont terribles les gars

AG : Pourquoi ça n'a pas fonctionné ?
Sofien - GDA : Si Zayed tu abuses ! Si Mohamed normalement tu te révoltes !
PA 1 : Il faut doubler la taxe
Sofien-GDA : Non il faut baisser le plafond à 2 gouttes
PA1 : C'est moi le président
Ammar - GDA : Il nous faut une tarification + taxe

Martin donne les revenus

Tour 5
PA 1 et Sofien GDA chuchotent : On fixe un quota et c'est nous qui distribuons l'eau, comme ça il (le GA) ne peut pas prélever plus.
PA1 : Ce n'est pas équitable, des personnes sont riches et d'autres ne travaillent pas.
Sofien-GDA : Il faut doubler ou tripler la taxe
GA *ironique* : On doit diminuer les superficies

Tout le monde décide d'ajouter la carte taxe sur la superficie.

Sarra : Est-ce que vous gardez la taxe sur l'eau ?
Sofien-GDA : Oui !
Tout le monde est d'accord
Sofien et PA 1 ont fixé la taxe à 3 flous à partir de 3 parcelles
GA : Ça veut dire que je paierais 6 flous ?
Tout le monde : Oui hahaha
Sarra à GA : Et aussi 9 flous pour la taxe de l'eau, ça fait 15 flous
GA au PA 2 : Donne moi l'argent que je t'ai prêté

PA 1 : Je crois que je vais pas irriguer tout

Martin : D'accord quelles sont toutes les règles ?
- taxe sur l'eau : 1 flous/eau à partir de 3 eau
- taxe sur la superficie : 3 flous/parcelle à partir de 3 parcelles

PA 1 n'irrigue qu'une seule parcelle
Sofien-GDA: On a que 2 parcelles donc on ne paye pas la taxe sur la superficie mais pour l'eau on va payer 5 flous

PA 1 propose des solutions au GA pour qu'il évite de payer les taxes
GA décide de ne pas irriguer 3 parcelles
Sofien-GDA au PA2 : Mohamed il te reste de l'eau

Après le tour 5, il reste de l'eau dans le palier 5

AG :

Sofien-GDA : La simulation a montré que le forage collectif fonctionne bien

GA : C'était un bon exercice

Discussion sur le FCP

Martin : Est-ce que les règles que vous avez choisies font sens dans la réalité et pour le cas de Gabès ?

Sarra : Est-ce qu'elles sont possibles et à quelles conditions ?

GA : Les forages collectifs sont déjà présents dans les PPI mais les FCP n'existent pas à Gabès. C'est possible pour les coopératives de créer des FCP.

Sofien : Les FCP ne diminuent pas nécessairement les prélèvements, il faut aussi un contrôle.

Discussion sur les taxes & contrôle

Martin : Comment contrôler les taxes et les paiements dans la réalité ?

Sofien : S'il y a une taxe, il est plus facile de faire le contrôle si les agriculteurs sont regroupés en collectif. Pour la tarification c'est le président du collectif qui s'occupe de ça.

Sofien : Les forages CP permettent aussi l'organisation entre les agriculteurs pour bien partager l'eau. Par exemple, cette année, je cultive des tomates, l'année prochaine c'est ton tour de cultiver des tomates.

GA : Pour que ça fonctionne, il faut un organisme qui organise ces collectifs.

Discussion sur légalisation des forages

AH : Comme le cas de Bsissi

Sofien : C'est possible de le faire à condition d'équiper le forage nouvellement légalisé par une pompe de débit fixe et un compteur

MHT : Ce n'est pas possible pour toutes les régions. Le ministre accepte ces légalisations sauf pour les régions où il y a des problèmes sérieux comme le cas de Bsissi qui ont un risque élevé d'intrusion marine.

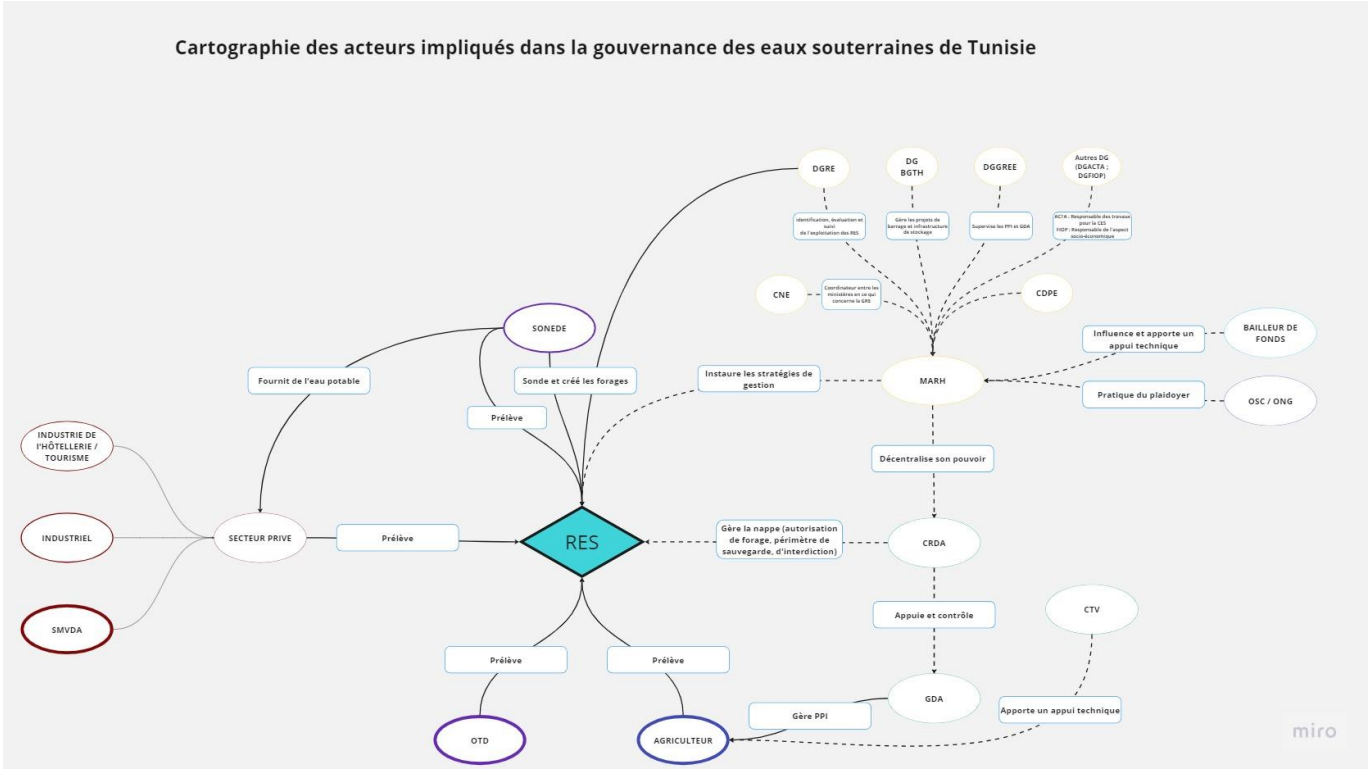
Annexe 12 : Grille d'analyse

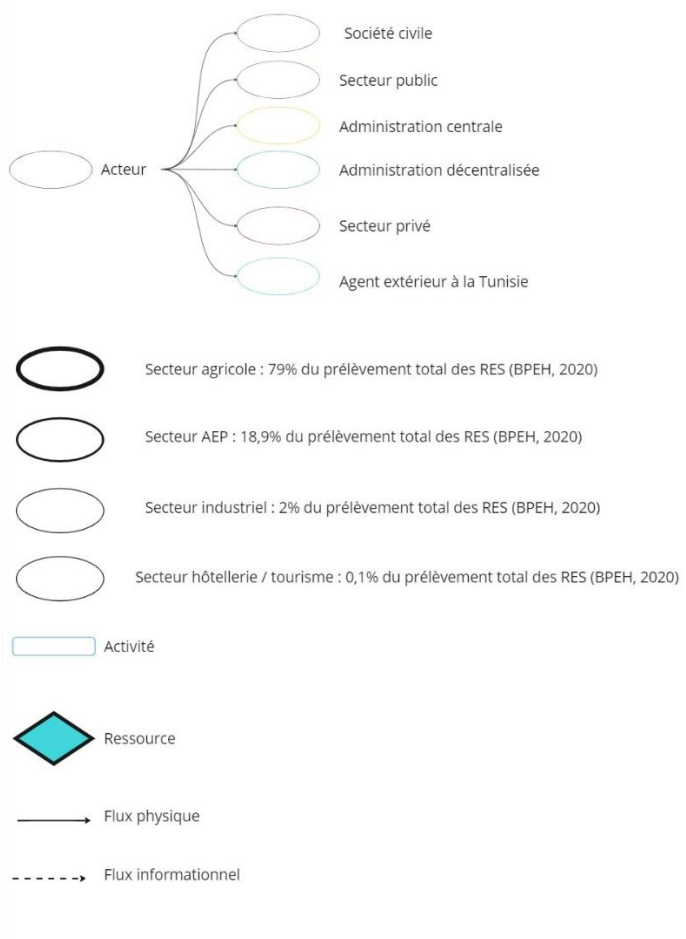
Session de jeu	Caractéristiques générale de la session					Ordre de jeu	Caractéristiques des 3 premiers tours : Actions individuelles									
	Date	Durée totale de la session	Nombre de participants	Genre (H/F)	Type d'acteur (faire la liste complète)		Investissement types de culture	Ajout d'extention illicite	Investissement irrigation (goutte-à-goutte)	Investissement l'énergie (panneaux solaires)	Evolution individuelle de la quantité d'eau prélevée (T1 à	Evolution collective de la quantité d'eau prélevée (T1 à T3)	Evolution individuelle des ressources financières	Evolution de la piézométrie sur les 3 premiers tours	Niveau d'équité (flous & eau) entre les joueurs	Citations / Eléments remarquables
Session 2 : Limaoua 1	15 juin	1h50	4	4 hommes	Tous agriculteurs mais en parallèle, trois exercent d'autres métiers : directeur de société; ingénieur agronome; PDG	Premier : PA 2 Deuxième : GA Troisième : PA 1 Quatrième : GDA	PA1: CT3 changée par CT1 PA 2: CT 2 changée par CT1 GA n'a rien changé	Personne n'a ajouté des extentions	PA 2 (1er) ; GA (2ème) ; PA 1 (3ème) = tous	le GA (2ème) ; GDA (4ème)	GDA n'a quasiment pas changé GA : 11 puis 11 puis 8 PA 1 : 11 puis rien puis rien PA 2 : 8 puis 8 puis 5	Décroissance de la quantité collective prélevée (40 T1, 27 au T2 et 21 au T3) mais surtout du fait que PA 2 n'a pas satisfait 2 fois ses besoins en eau (T2 et T3)	Au tour 3 GDA : 7 GA : très riche PA 1 : 3 mais a du emprunter PA 2 : 8	tour 1: 1-3 tour 2: 2-5 tour 3: 2-5	GDA et PA 1 endetté au tour 2 PA 1 et GDA endetté au tour 3 PA 1 n'a pas eu d'eau au T2 et T3	"Pour diminuer les prélèvements, une des solutions est de diminuer la superficie irriguée" (agriculteur et ingé agronome)
Session 3 : Limaoua 2	22 juin	1h56	4	4 hommes	Agriculteurs membre d'un GDA public	Premier : PA 2 Deuxième : GDA Troisième : GA Quatrième : PA 1	GA (3ème) : Echange 1 CT2 -> 1 CT1 PA 1 (4ème) : Achète 1 CT1 PA 2 (1er) : Achète 1 CT1	Personne n'a ajouté des extentions	PA 2 (1er) ; PA 1 (4ème)	Le GDA (2ème) ; le GA (3ème) ; PA 1 (4ème)	Tour 1 : tous ok Tour 2 : 1 CNI pour GA (3ème) Tour 3 : 1 CNI pour GDA (2ème) ; 1 CNI pour PA 2 (1er) ; pas d'eau pour PA1	Tour 3 : GDA ; GA et PA 2 doivent retourner une carte. PA 1 n'a pas d'eau Tour 2 pas d'infos	GDA (2ème) : bof tout du long GA (3ème) : Très bien tout du long PA 1 (4ème): Pas bien puis doit emprunter pour revenir ok	tour 1: 1-3 tour 2: 2-4 tour 3: 2-3	En flous, tous bien sauf PA 1 En EAU, difficile pour tous (doivent retourner des cultures) mais particulièrement pour PA1 qui n'a pas pu irriguer au T3	Ils n'ont pas beaucoup épuisé la nappe car ils n'ont pas fait d'extension de forage et ont du en contre partie retourner des cartes
Session 4 : CRDA administration Gabes	22 juin	1h37	5	5 hommes	*Un chef arrondissement de PPI (GA) *Un chargé du service maintenance et équipement des forages (PA1) *Un chef de service CRDA (GDA) (ingénieur hydrogéologue) *Un chef de service (GDA) *Un ingénieur agronome (PA2)	Premier : PA 1 Deuxième : GDA Troisième : GA Quatrième : PA 2	GA (3ème) : Achète 1 CT1 & 1 CT 2 PA 1 (1er) : rien PA 2 (4ème) : échange 1 CT2 -> 1 CT1	GA en tour 3: palier 4	PA 2(4ème) ;	Les 4 joueurs ont investis	Tour 1 : Tous ok Tour 2 : Tous ok sauf PA 2 pas d'eau Tour 3 : GDA ok ; GA forage palier 5 pour être ok ; PA 1 achat au GDA ; PA 2 pas d'eau	GA très cupide (5 parcelles) bloquant complètement PA 2 qui n'a pas eu d'eau au T2,3,4	Ecarts très fort. GDA riche, GA très riche, PA 1 ça va, PA 2 très pauvre	tour 1: 1-2 tour 2: 2-5 tour 3: 2-5	Ecarts très très prononcés entre grand domaine avec des forages profonds, vente d'eau... (GA et GDA) et les petits. Autant sur le gain d'argent que sur l'accès à l'eau	GA est très cupide, au point de ne même pas prêter 3 F au PA 2 en grosse difficulté dès le Tour 2. Sarra : Saviez vous que c'est la première session qu'on arrive au palier 5 au tour 2 ? *Tout le monde rigole* PA 1 : Et nous sommes des responsables sur l'eau Le PA1 voulait au début changer de système d'irrigation mais lors du t3 il n'a au final rien changé car je cite : "PA 1 : Plus maintenant, vu qu'il y a suffisamment d'eau et je joue le 1er" = reflet d'une mentalité orientée sur une stratégie individuelle Tension fin du tour 4 après les innombrables échecs pour remonter piézométrie. Injonction de "C'est moi le président" - PA 1 pour énoncer quelle règle sera mise en place. Débat/plusieurs propositions sur quelle règle pour solutionner l'apprauvissement constant de la nappe
Session 5 : Dar Chichou	26 juin	2h30	8	1 femme 7 hommes	GDA public: un distributeur d'eau, une directrice et deux agriculteurs GDA privé: des agriculteurs	Premier: PA 1 Deuxième: GDA Troisième: GA Quatrième: PA 2	PA1 (1er) a échangé CT3 par CT1 GA (2ème) ajoute une CT2 PA 2 (4ème) ajoute une CT3	GA en tour 2: palier 4 puis 5 PA 2 en tour 3: palier 3	PA 1 (1er) investi dans le gàg PA2 investi dans g-à-g	Le GA (3ème) et le PA 2 (4ème)	Tour 1 : Tous ok Tour 2 : Tous pas ok sauf PA 1 Tour 3 : GA ok ; GA et PA 1 moyen; PA 2 pas d'eau	Tour1: tous ont prélevé Tour 2: tous sauf PA2 Tour 3: PA1 et GDA seulement	3 joueurs ont été endetté pendant le jeu (sauf le PA1). PA2 n'a pas réglé ses comptes à la fin	tour 1: 1-2 tour 2: 2-5 tour 3: 2-5	écart entre le PA1 qui joue en premier et le PA2 qui est le 4éme écart entre le PA2 (4éme) et le GDA (3éme) qui les deux ont des difficultés pour satisfaire ses besoins en eau mais le GA s'en sorte bien car il a plus d'argent et donc capable d'approfondir son forage	
Session 6 : El Fahs	14 juillet	1h40	8	2 femmes + 6 hommes	Agriculteurs privés + agricultrice technicienne supérieure de production animale + Responsable de la CTV d'El Fahs	Premier : PA 2 Deuxième: GDA Troisième: PA 1 Quatrième: GA	PA 2: change CT2 par CT1 PA 1: ajoute une CT1	GA en tour 2: palier 5 PA1 en tou 2: palier 4 PA2 en tour 3: palier 4	Tous	GDA	Tour 1: GA, PDA, PA1: ok / PA2: moyen Tour 2: Tous: moyen Tour 3: Tous: pas ok	Tour 1: tous ont prélevé Tour 2: tous ont prélevé (2 ont prélevé en illicite) Tour 3: tous sauf PA2	tour 1: tous ok tour 2: GDA, GA et PA1 endettés tour 3: GA endetté	tour 1: 1-2 tour 2: 2-5 tour 3: 2-5	écart entre PA 2 (joue en premier mais trouve des problèmes dans la satisfaction de ses besoins en eau) et le GA (quatrième joue le dernier mais il a assez d'argent pour trouver des solutions)	"Notre problème c'est qu'on a ça (montre les billes jaunes= argent), mais qu'on n'a pas ça (montre les billes bleues=eau)" GA: "J'ai gagné dans le jeu mais pas dans la réalité"

	Quelle combinaison d'instruments T4	Quels effets sur le jeu T4	Quelle combinaison d'instruments T5	Quels effets sur le jeu T5
Session 1 : Bsissi	* Allocation d'un quota d'eau fixe * Communication sur l'état de la nappe * Légalisation des forages illicites	Contrainte de temps. Quasiment tout le monde est parti pendant ce tour. Ils n'ont pas pu tester les effets.		
Session 2 : Limaoua 1	* Forage collectif privé * Légalisation des forages illicites * Communication sur l'état de la nappe	Pas d'effets car ils n'ont pas voulu le tester dans le jeu car impossible dans le jeu selon eux. Ils n'avaient pas de forage illicite Chacun voulait garder son forage individuel et utiliser le collectif (qui est très profond) en seconde main.		
Session 3 : Limaoua 2	* Tarification de l'eau * Forage privé collectif * Connecté à la STEG	1 joueur n'a pas eu d'eau au T3 et tous ont du retourner des cartes. Au T4 ils ont tous eu de l'eau grâce au FPC et ont économisé de l'argent avec le connecté à la STEG. Piézo T4 : 1-3	* FCP * Connecté à la STEG * Taxe sur l'eau	Piézo : 1-2 Tous ont eu 100% eau (PA1 a retourné une carte) Situation financière très bien pour tous
Session 4 : CRDA Gabes	* Taxe sur l'eau * Forage privé collectif * Connecté à la STEG	Pas d'effets positifs, PA 2 n'a toujours pas accès à l'eau depuis le T2. Piézo : 2-5	* Taxe sur l'eau * Forage privé collectif * Connecté à la STEG * Taxe sur la superficie	Pour la première fois depuis le 1er tour, PA 2 a pu prélevé de l'eau, et il restait de l'eau au fond du palier 5 à la fin du tour (Piézo : 2-5)
Session 5 : Dar Chichou	1- Forage collectif privé 2- Tarification de l'eau 3- Taxe sur la consommation d'eau	- Le GA et le GDA refusent de rejoindre le nouveau collectif -Taxe = 1 bille jaune pour chaque unité d'eau à partir de la 6ème bille bleu - Tarification= 1 bille jaune pour chaque deux billes bleues - PA1 et PA2: ont payé la taxe et la tarification -PA1 n'a pas irrigué une parcelle d'olivier - Le GA n'a pas satisfait ces besoins en eau	1- Forage collectif privé 2- Tarification de l'eau 3- Taxe sur la consommation d'eau	-Tous le monde a satisfait ces besoins en eau -Diminution des prélèvements d'eau
Session 6 : El Fahs	1- Forage collectif privé 2- Taxe sur la superficie irriguée 3- Energie solaire connectée à la STEG	- La fixation d'une taxe à payer si le nombre de parcelle est supérieure à 2 - Le GA décide de diminuer le nombre de parcelles (de 3 à 2) - Tous les joueurs ont prélevé l'eau et satisfait leurs besoin d'eau - Les joueurs ont règlé leurs dettes car les coûts ont diminué vu qu'il ne payent plus les coûts de pompage - Diminution des prélèvements en eau		

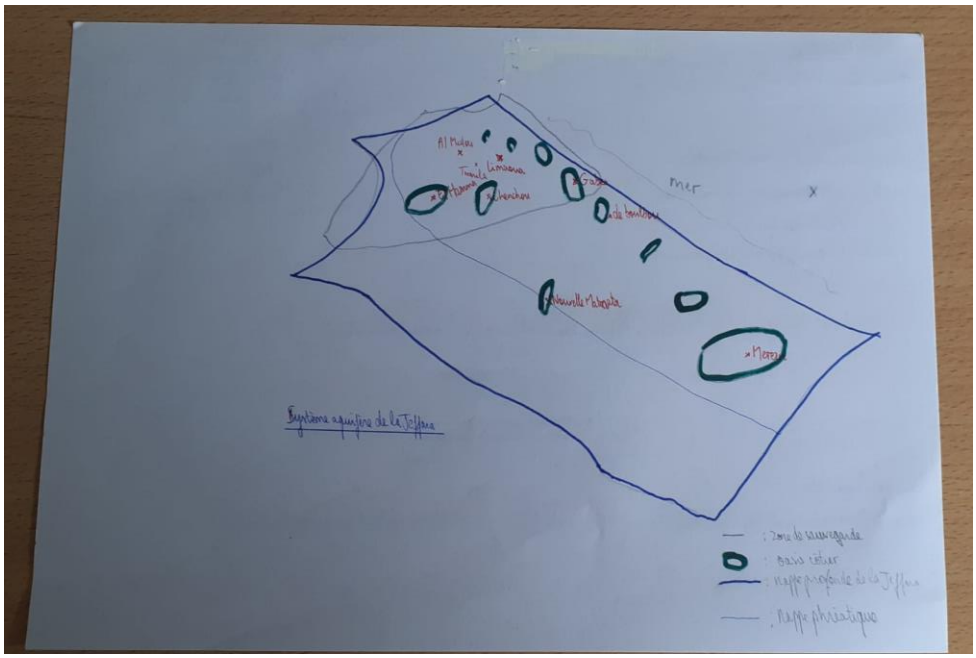
	Conditions pour être acceptable dans la réalité	Contraintes freinant leur acceptabilité	Autre instrument discuté	Envisageable sur le terrain ?	Citations / Elements remarquables
Session 1 : Bsissi	**Quota d'eau fixe** : *Déjà appliqué à Bsissi (45K m3 à 50K m3/agriculteur)* **Légalisation des forages illicites** *sur conditions : i. faire parti du GDA ii. pas d'extension possible*		La proposition de Gharsallah pour Limaoua est de contrôler en amont des autorisations de prélèvement. **Forage collectif privé** : *Pas possible à Bsissi car il doit être profond et Bsissi ils ne peuvent faire ce genre de profondeur sauf si c'est l'Etat qui le fait.* **Taxe pour l'eau / Contrôle et sanction** : *Ce n'est pas possible pour le GDA de Bsissi d'imposer taxe ou contrôle. Sur les 500 agriculteurs dans la zone, seulement 40 sont dans le GDA et sur ces mêmes 40, il y en a qui ne paient pas la cotisation annuelle donc encore moins une taxe.*		Ils étaient tous soit très vieux, soit très pressé par le temps et pressaient donc les autres joueurs. Cette 1ère session servi de 1ère application du jeu, mais ne fut pas une session avec des résultats concrets.
Session 2 : Limaoua 1	1 - **Forage collectif privé** : *C'est possible s'il y a des agriculteurs privés voisins et veulent chacun créer un forage. De plus, cela permet de diminuer le nombre de forages individuels mais il doit être assez profond pour satisfaire les besoins de tous ces usagers* 2 - **Légalisation des forages illicites** : *Oui, dans le cas de Limaoua c'est un intérêt qu'ont les agriculteurs* **(non pas comme allocation d'un quota d'eau fixe).** *L'idée de légaliser les forages illicites est bonne car c'est une bonne incitation qu'à partir de laquelle il est possible d'imposer des conditions et donc des règles. Par exemple, par la légalisation des forages qui existent déjà et interdire les nouveaux forages. Pour ce faire, le nouveau GDA doit être le lien entre les agriculteurs et l'administration et chaque agriculteur sur Limaoua doit faire partie du GDA avant même de demander de faire un nouveau forage.*	*1 : La limite de cet instrument est si par exemple il y a 4 agriculteurs dont 3 habitent à côté mais un écarté un peu donc ça ne l'intéresse pas de partager un forage avec les autres car ils sont loin de ces parcelles.*	**Taxe sur la superficie** : *Cette taxe n'est pas possible, les agriculteurs n'acceptent pas ce genre de règle sauf si elle est imposée par l'Etat.* **Allocation d'un quota d'eau fixe** : *Selon RT (agriculteur), il faut changer l'esprit des agriculteurs (ce qui est difficile soit impossible) ou ça doit être imposé par la loi.* *Selon RB, A Limaoua, c'est des agriculteurs privés et le contrôle des forages privés n'est pas possible.* *Déjà ces agriculteurs n'ont pas besoin d'un GDA, ils ont leur forage et ils pompent sans problème.* *Qu'est-ce qui va les convaincre à rejoindre un collectif qui contrôle leur consommation ? Dans le cas de programme agricole fixés en amont avec des quantités d'eau fixe par an par agri, c'est possible mais la limite de cet instrument est que ça marche que pour des GDA qui distribuent l'eau et peuvent contrôler les quantités.De plus, il faut un responsable et connaisseur pour calculer les besoins et définir les quotas.* **Contrôle et sanction** : *Tout ce qui se réfère au contrôle et sanction est vu comme devant être orchestré par l'etat.* *Un GDA selon eux ne peut en aucun cas faire ça. "les agriculteurs n'acceptent pas ce genre de règle sauf si elle est imposée par l'Etat"*		C'était la 1ere fois que l'on mettait vraiment en place le tour 4, nous n'avons pas assez insisté pour qu'ils gardent la casquette de joueur jusqu'à la fin du tour Tout ce qui se réfère au contrôle et sanction est vu comme devant être orchestré par l'etat. Un GDA selon eux ne peut en aucun cas faire ça. "les agriculteurs n'acceptent pas ce genre de règle sauf si elle est imposée par l'Etat" « Nous sommes heureux que les jeunes de notre pays s'intéressent aux problèmes de l'eau et de l'environnement » Hedi ben mahmoud PA2
Session 3 : Limaoua 2	**Connecter l'énergie solaire à la STEG**: *Il faut que le débit d'énergie soit élevée afin que ça soit rentable pour les agriculteurs et la STEG*		**Taxe sur la superficie** : *Dans leur cas non. Au sein du GDA public et dans la région tenu par Issa, le max d'hectares autorisés est de 2 ha en irrigué. Dans le nouveau GDA, ce sera juste une taxe à l'entrée dans le GDA de 50 dt, quelque soit la superficie.* **Allocation d'un quota d'eau fixe** : *Ils espèrent que dans le futur, le nouveau collectif de Limaoua pourra implémenter cette mesure*	*Allocation d'un quota d'eau fixe -Forage collectif privé*	Meilleure session en terme d'objectif jeu de stabiliser les prélèvements. Ne se sont pas amusé jusqu'au 3ème tour. Ils n'ont pas été motivé pour sortir du jeu et faire un debriefing complet. « on espère bien que dans la réalité on peut faire ça (de créer un forage collectif) tous nos problèmes vont être résolus » PA1
Session 4 : CRDA Gabes	**Taxe sur la superficie irriguée** : *Plus facile à contrôler si les agriculteurs sont regroupés en collectif (Si Rida)* **Taxe sur la consommation d'eau** : *Même remarque (Si Rida)* **Forage collectif privé** : **Plus simple à contrôler pour le CRDA (Si Sofien)* **C'est possible de créer des FCP si les agriculteurs sont réunis sous forme de coopérative* *Il faut un organisme qui organise ces collectifs pour que ça fonctionne* **100% subventionné par l'Etat*		**Tarification de l'eau** : *C'est le président du collectif qui s'occupe du contrôle* **Légalisation des forages illicites** : *Instrument pertinent (Sofien) C'est possible de le faire à condition d'équiper le forage nouvellement légalisé par une pompe de débit fixe et un compteur (MHT) Ce n'est pas possible pour toutes les régions. Le ministre accepte ces légalisations sauf pour les régions où il y a des problèmes sérieux comme le cas de Bsissi qui ont un risque élevé d'intrusion marine.*		Ils se sont très bien appropriés le jeu mais il n'est pas ressorti grand chose du debriefing. Pire session en terme d'ojectif jeu de stabiliser les prélèvements
Session 5 : Dar Chichou	**Forage collectif privé:** *Acceptables par les usagers qui n'ont pas un forage privé fonctionnel* -L'organisation des tours d'eau: Dans le cas du GDA de abène, chaque année une liste de tour d'eau est créée. Le premier qui s'inscrit sera le premier à prélever l.eau durant la semaine et ainsi de suite.	*-Les agriculteurs ayant un forage privé fonctionnel n'ont pas d'intérêt dans les règles de gestion collective* *"Mais peut-être que ça ne fonctionne pas bien quand il y a une différence significative dans les consommations et les besoins en eau, ce qui peut créer des conflits; ou bien un des usagers ne veut pas payer l'électricité. "*		**Forage collectif privé:** diminue les coûts d'énergie et permet aux usagers de faire des stratégies ensemble (ex. Qui cultive quoi)	Un membre du GDA Dar Chichou: "Dans la réalité, ces instruments ne sont pas réalistes pour notre cas. Il n'y a pas des grands agriculteurs privés dans la zone de dar Chichou. Tous les agriculteurs sont petits et généralement membres d'un GDA public" « on a choisi les instruments qui nous semblent pertinents pour nos problèmes dans le jeu mais dans la réalité c'est plus compliqué et il faut prendre d'autres facteurs en question comme la loi, les autorisations de l'administration et les capacités des agriculteurs » Responsable du GDA Dar Chichou: "ce n'est pas possible d'empêcher les agriculteurs à cultiver par exemple des pommes de terre si le prix de pommes de terre est élevé sur le marché cette année"
Session 6 : El Fahs	**Forage collectif privé:** *-pour créer un forage collectif il faut que les usagers partage les couts de construction et qu'il y a un problème d'accès à l'eau afin de convaincre l'administration à donner une autorisation.* *-Il faut que les contribution financières des usagers soient en fonction de leurs besoins en eau.* *-le contrôle est fait par les usagers entre eux* **Taxe sur la superficie irriguée:** *-Que les agriculteurs qui ont des problèmes d'accès à l'eau vont accepter une taxe contre la fourniture de l'eau*	*1: les forages collectifs sont profonds et les couts de pompage sont élevés* *1: les coûts de constructions sont élevés*	**Légalisation des forages illicites:** *-la légalisation ou l'électrification des forages illicites doivent être conditionnés pour que le but de préservé la ressource soit atteind* **Contrôle et sanction** *-le contrôle des forages illicites n'est pas possible, il faut que l'administration prélève l'eau potable à travers les forages illicites pour limiter leurs consommations.*	- Les forages colectifs: permet de résoudre les problème des agriculteurs qui ont des forages non fonctionnels, ps: les agriculteurs qui ont venu pendant la session on beaucoup de forage non fonctionnel et d'après ce qu'ils disent, il n'envisagent pas faire un forage illicite, Je ne sais pas si c'eat par prinincipe ou par manque de moyens ou par peur de la	Il n'y a aucune mentalité de collectif dans cette zone, ni aucun accompagnement. Le jeu est porté sur le collectif. L'écart est important entre ce qui est représenté dans le jeu et la réalité du terrain où ils sont seuls et sans accompagnement. Il n'est pas possible d'envisager de nouvelles mesures de gestion juste comme cela. Pour autant ils sont ressortis avec le sourire et plus confiant qu'à l'arrivée. GA: " Malgré que c'est juste un jeu, je me sens mieux et moins stressé" GDA: "Vous nous avez donné de l'espoir en discutant des différentes options" GA : "Dans la zone d'El Fahs, il n'y a pas une équité entre les usagers, Il existe des usagers qui abusent l'exploitation de l'eau souteraine" GA : "on a choisi les instruments pertinants pour notre zone"

Annexe 13 : Cartographie des acteurs impliqués dans la gouvernance des eaux souterraines de Tunisie

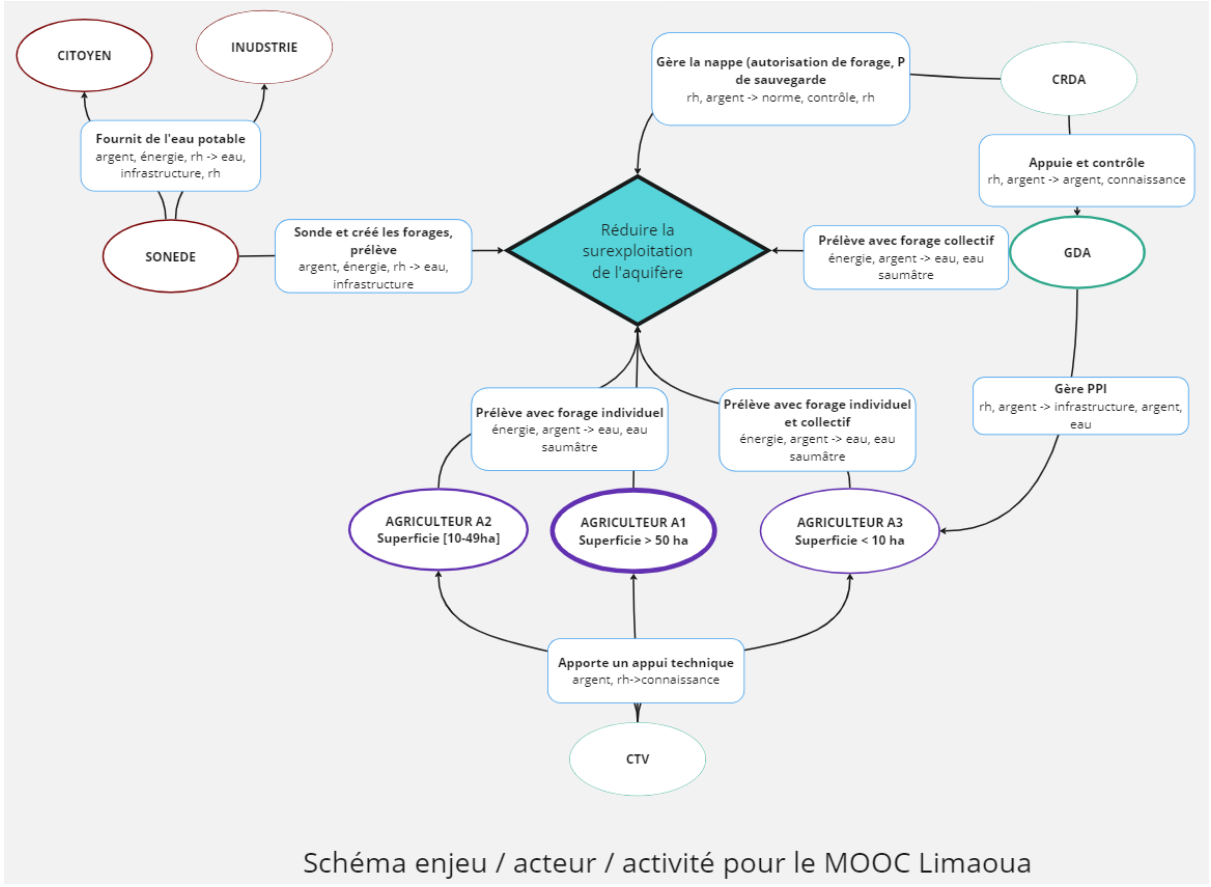




Annexe 14 : Plateau préliminaire



Annexe 15 : Schéma enjeu - acteur - activité



Annexe 16 : Schéma ressources - activités - acteurs

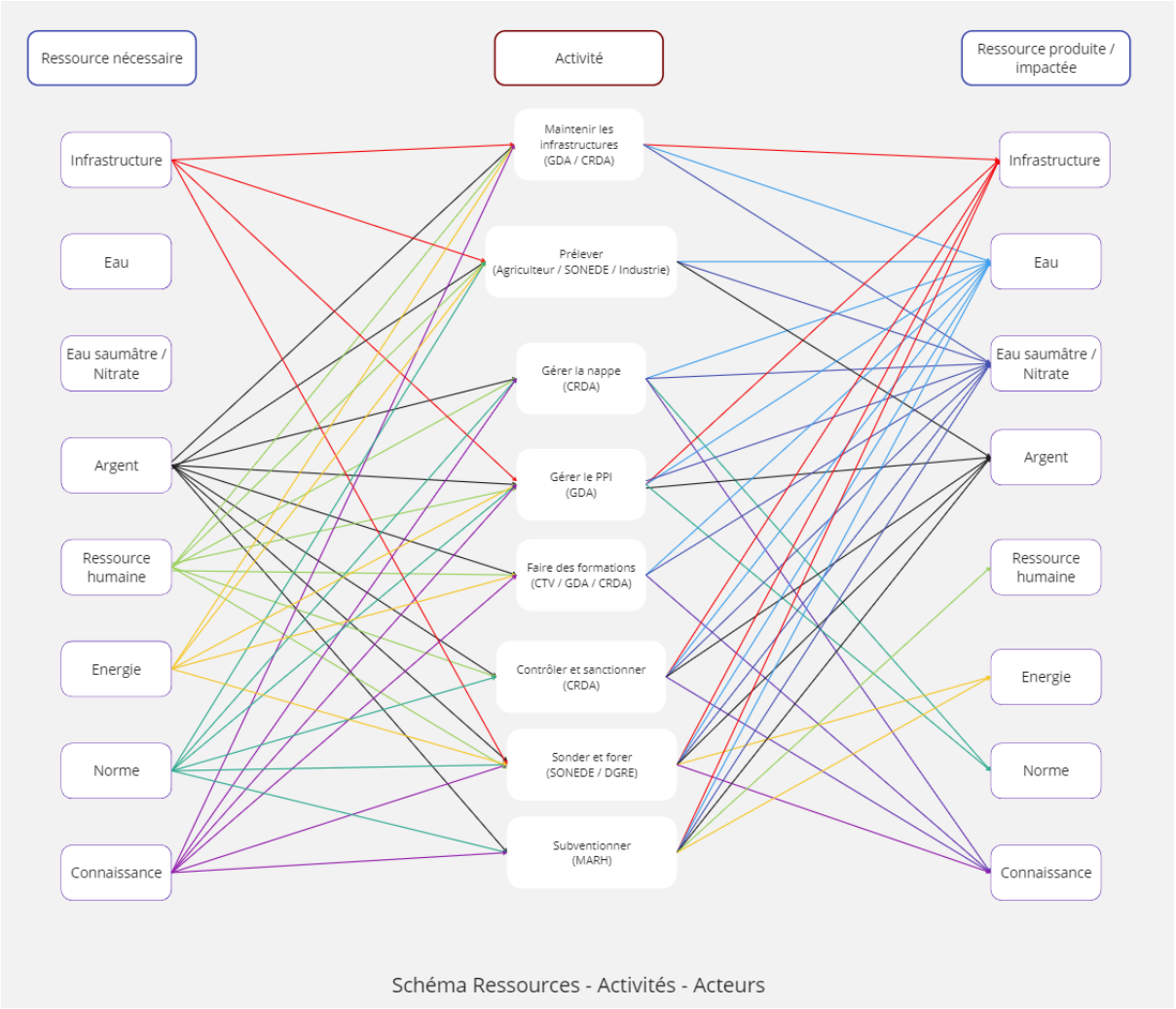


Schéma Ressources - Activités - Acteurs

Annexe 17 : Grille d'entretien

NOM INTERVIEWÉ :
POSTE :
DATE :

Partie 1 : Caractéristiques agricoles **(Agriculteur seulement)**

Type de culture, surface (ha),% surface irriguée, type d'accès à l'eau, profondeur du forage, type d'énergie pour le pompage, présence compteur volumétrique

Partie 2 : Les règles de gestion actuelle des eaux souterraines

Quelles sont les règles actuelles mises en place à l'échelle de la nappe ? Est-ce qu'elles sont efficaces ? Quelles sont leurs limites ?

Autorisation pour extension/nouveau forage sur la zone de sauvegarde : sous quelles conditions l'administration accepte ?

Partie 3 : Les rôles et responsabilités actuelles

Actuellement quel est votre rôle dans la gestion de la ressource ?

Vous avez mentionné "....." comme règle de gestion de la nappe: Que pensez-vous l'application de ces règles ? Quel rôle pourriez-vous jouer ?

Quel est le rôle des autres acteurs (GDA, CRDA) vis-à-vis de ces règles ? Qu'est ce qui devrait changer pour une meilleure application de ces règles ?

Partie 4 : Les règles de gestion alternatives futures

➔ **Présenter le tableau des instruments de gestion offre & demande (incitation / régulation)**

Quelles règles, quel dispositif de gestion pourrait s'avérer pertinent pour le cas de Limaoua ? Et comment faire en sorte de le rendre opérationnel avec le réalisme et les difficultés du terrain ? (Efficacité et limites)

Partie 5 : Les rôles et responsabilités de règles alternatives futures

Vous avez mentionné que "....." pourrait être une nouvelle règle de gestion pertinente pour le cas de limaoua. Quel sera votre rôle dans l'application de cette règle?

Annexe 18 : Compte rendu de l'atelier de co-construction du jeu sérieux

Atelier test prototype d'un outil de simulation

Mr A - Agriculteur et membre du comité exécutif -

Mr B - Agriculteur -

Mr C - Agriculteur et chef GDA Bsissi -

Mr D - Chef service CRDA -

26/04/2023 1h45 (10h - 11h45)

Présents: Sarra KEKLI - Martin BOULAY - Emeline HASSENFORDER - Samia CHRII

1. **Présentation de notre projet**

- Cadre institutionnel
- Ecole
- Le projet en 2 mots : problème des eaux souterraines ; règles alternatives de gestion de la nappe

2. **Tour de table**

Mr A - Membre du nouveau GDA et président du conseil administratif "géothermie"

Mr B - Agriculteur à Limaoua

Mr C - Agriculteur et président GDA Bsissi

Mr D – Chef service CRDA arrondissement des ressources en eau

3. **Présenter objectifs de la réunion**

- On est entrain de travailler sur un outil de simulation qui permet de tester des instruments de gestion par les acteurs impliqués dans la gestion de la nappe
- Suite aux entretiens qu'on a fait ici à Gabès, on a recueillis des suggestion sur différents instruments de gestion de l'eau souterraine
- Aujourd'hui on vise à recueillir vos commentaires sur ce qui a déjà été fait de l'outil (choix des rôles, des activités, des ressources choisies, de l'organisation générale) et à co-construire ensemble des scénarios alternatifs pertinents

4. Test de l'outil

Phase 1 : Explication de notre outil

Pourquoi cet outil?

- Outil de simulation pour tester de nouvelles règles sans conséquences, avant de le mettre réellement en place sur le terrain
- Se veut générique, utilisable dans des conditions différentes : that's why it's simplified !
- Possible de faire la même chose en ligne, mais seule une personne peut le manipuler et les autres juste voient les résultats : forme compliquée. L'intégration de tous les acteurs est par contre plus importante via la manipulation de matériel.
- L'outil peut être utilisé dans d'autres cas (pas que le cas de Limaoua)
- Montrer une photo exemple d'outil finalisé

Mr C: " Il est difficile de convaincre des agriculteurs d'une chose que n'a pas été testé ou qu'ils n'ont jamais vue pratiquée ailleurs. Ça sera intéressant si votre outil permettra les agriculteurs de tester de nouveaux instruments de gestion sans qu'ils auront besoin de les tester réellement"

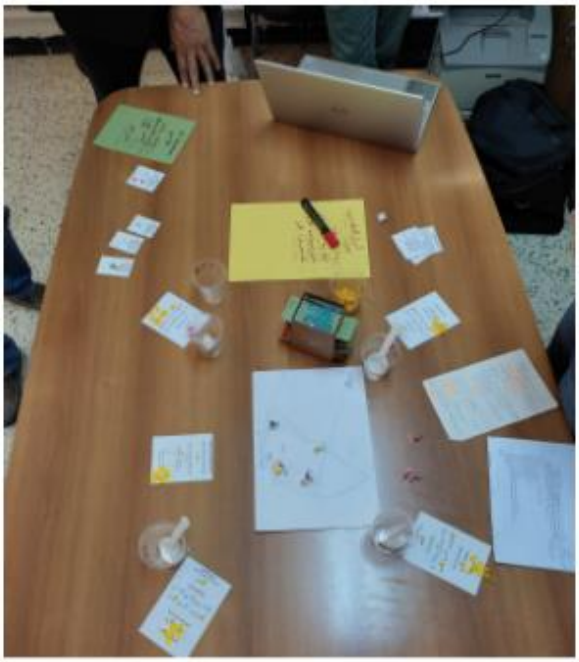
Emeline : "Justement leur outil permet de faire ça"

C: "En 2001 à Bsissi, on a suggéré de mettre des compteurs dans les vannes et de donner 70 milles m3 d'eau pour chaque agriculteur mais les agriculteurs n'étaient pas d'accord. Le GDA a alors suggéré de proposer des abonnements annuels de 50 dt et depuis la consommation d'eau

d'irrigation a diminué de 30%. Les agriculteurs à Bsissi ont aussi diminué d'exploiter les cultures maraîchères. Moi personnellement je mets la pompe en marche une seule fois par semaine" ... "Avant en 2000, les agriculteurs n'étaient pas pour la création des GDA et que les GDA imposent des règles. Mais après ils étaient tous impressionnés par les réalisations des GDA comme le pavage des routes, le pompage par l'électricité.. Les agriculteurs n'entends pas si tu les impose des règles sans contrepartie"

Phase 2 : Test d'un tour du scénario de base

- Présenter les différents rôles et activités



Explication de la boite représentant la nappe

> **Mr C**: "En 2008 le niveau de la nappe dans mon forage été -12m, j'ai placé la pompe à -17m et jusqu'à aujourd'hui je pompe l'eau sans problème et la salinité est à 3g et qlq"

Explication des rôles

- Pour les pertes en eau en fin de tour :

  Mr D: " une cuillère sur deux (30%) c trop"

  Mr B : "10% ça va"

  Mr D : "Les rôles sont bien présentés mais les activités ne sont pas bien représentées. Par exemple pour les grands agriculteurs il faut bien présenter les cultures qui cultivent en générale (dans le cas de Limaoua, ils cultivent généralement des oliviers, grenadiers, pêcher), il faut mentionner s'ils y a des agriculteurs qui exploitent plus d'eau que leurs besoins. Faut ajouter d'autres caractéristiques qui font la différence entre grand et petit agriculteur pour montrer en fonction de quoi on fait la différence entre les deux: comme le type de culture. Les grands agriculteurs cultivent souvent de l'arbo et les petits agriculteurs cultivent du maraîchage car ils ont besoin de l'argent le plus tôt possible. La superficie n'indique pas si l'agriculteur est petit ou grand. Parfois un agriculteur a 10 ha et s'identifie comme petit agriculteur. C'est plus une question de capacité pour l'investissement. De plus, le fait que c'est un grand agriculteur ne peut pas dire qu'il consomme plus d'eau. Les grands agriculteurs généralement ont des cultures qui consomment moins d'eau que les petits agriculteurs et en plus ils investissent dans des pratiques économiques en eau. Aussi les nappes sont différentes et ont des caractéristiques différentes, le fait de dire qu'on a atteint 200 m donc il faut creuser encore 50m, n'est pas faisable pour toutes les nappes donc il faut prendre en considération la question de la qualité et la disponibilité de l'eau. Si tu dois atteindre 200 m pour trouver l'eau, ça veut dire que ta construction n'est pas correcte dès le début. Aussi la nappe n'est pas continue, tu ne peux pas être sûre que tu trouvera l'eau en creusant, parfois la nappe s'arrête à 200 m mais il y a une autre nappe à 350 m"

  Il ajoute "Il y a des agriculteurs qui ont des forages très ancien de 20 m et quand il n'arrive plus à pomper l'eau et demande au CRDA une autorisation pour créer un autre forage, le CRDA ne peut lui autoriser que un forage de 50m hors dans sa zone il n'y a plus de nappe phréatique. Dans ce cas il n'a pas le droit de remplacer son forage"

Mr B: "les petits agriculteurs peuvent consommer plus d'eau que les grands agriculteurs car ils utilisent parfois l'irrigation de submersion alors que le grand agriculteur a une installation du goutte à goutte"

Mr D : "En conclusion, tous ceux qui pratique le maraîchage et les cultures de fourrages sont des petits agriculteurs parce qu'ils ont toujour besoin d'un fond de roulement et les grands ont toujours des cultures d'olivier de 50/60 ha et donc n'est pas très dépendant de l'irrigation"

Sarra :" Quels rôles doit le CRDA jouer dans l'outil?"

Mr D " freiner les autorisations, contrôler la situation, faire des bilans"

*Explication du matériel"

- Le dé pour la décision de CRDA (autorisation de forage)

Mr D " Dans les zones de sauvegarde et d'interdiction, la question des autorisations n'est pas au hasard. Il existe des lois dans cette affaire"

Sarra "Le hasard ne représente pas le point de vue du CRDA mais le point de vue de l'agriculteur. Un agriculteur après qu'il a déposé sa demande au CRDA, ne sait pas si la réponse sera positive ou non. Pour représenter ça on a choisi le dé"

Mr B " Je vous conseille d'éliminer cette idée parce que y n'a pas des autorisations dans ce moment "

Mr A "Pour la création de nouveau forage c'est interdit par la loi. Après c'est la décision de l'agriculteur de faire un forage illicite ou non"

"les agriculteurs qui ont un forage illicite travaillent en cachette. Ils ne demandent ni des subventions ni l'aide de l'Etat afin que le CRDA ne soit pas au courant de son forage"

" les agriculteurs qui ont une autorisation pour un forage phréatique et qui ont ensuite créé un forage de plus de 50m, ne prennent pas de subvention (et ne demande pas la subvention car pour bénéficier d'une il faut que l'APIA vient sur terrain et fait le contrôle sur la profondeur)"

Mr D " Quand quelqu'un fait une demande de forage dans la zone d'interdiction, la réponse sera négative et envoyée automatiquement et dans les zones de sauvegarde les autorisations sont positives que pour les forages phréatiques. Mais à l'exception de la zone de sauvegarde de Gabès on refuse même les demandes de forage phréatique car il n'y a pas de nappe phréatique. En contrepartie, les agriculteurs vont faire des forages illicites parce que à 1000% la demande sera refusée. MAIS on crée une marge (de flexibilité quand ils suivent la loi) pour permettre à qlq agriculteurs de créer des forages. Dans les zones ou il n'y a pas de GDA cette marge sera plus large car il n' y aura pas d'autocontrôle comme dans le cas des GDA. Dans le cas du GDA Bsissi, il y a un autocontrôle, quand un agriculteur pense à créer un forage illicite les autres agriculteurs vont passer l'information au CRDA" "Les agriculteurs parfois demandent au CRDA une autorisation de forage phréatique (qui est généralement donnée par le ministre mais dans le cas de Gabès c'est le CRDA qui la donne) par l'argument que c'est leur droit (de créer des forages phréatiques dans une zone de sauvegarde) par la loi. C'est vrai qu'il existe qlq nappes phréatiques dans les zones de Mdou, Limaoua et Tmoula et nous (CRDA) acceptons leurs demandes mais on a rendu compte qu'ils vont après dépasser les 50m, et vont jusqu'à 150m. Le CRDA ici se trouve dans une situation critique, d'un côté, il ne peut pas refuser la demande car dans ce cas l'agriculteur peut

envoyer une plainte au ministre et de l'autre côté il ont un souci que l'agriculteur va faire un dépassement. Là le rôle des GDA -comme GDA Bsissi- apparaît (rôle d'autocontrôle) "

Mr C " J'ai une question (pour Mr Sofien) : < un agriculteur qui cultive du maraîchage et un jour son forage arrête de pomper l'eau, il fait quoi?> "

Mr D " si son forage est légal il peut faire une demande d'un forage complémentaire"

Mr C "Cette procédure peut prendre de 2 à 6 mois"

Mr D "La procédure n'est pas automatique, on demande de l'agriculteur de faire un rapport technique et de filmer par caméra le forage à part l'enquête qu'on fait nous même afin de décider finalement si ce forage doit être remplacé ou non, parce que parfois ce n'est pas une question de la disponibilité de l'eau mais un dysfonctionnement de la pompe ou un besoin de débouchage (colmatage), ces problèmes peuvent être réparés. Une fois que la diagnostique montre que évidemment le forage doit être remplacé, on donne une compensation. Jusqu'à ce temps l'agriculteur doit chercher une autre solution pour dépanner. C'est pas au CRDA ici de trouver une solution "

Martin : "Qu'est ce que vous pensez de la pâte à fixe pour présenter les parcelles et des punaises pour les forages"

Mr D : "En réalité le nombre de forage est énorme, là je vois que quelques uns"

Martin : "Il faut faire plus simple, on ne peut pas mettre des forages partout. Pour cet outil il y a 4 acteurs et on représente que les forages de ces acteurs"

Faire un déroulé de l'outil :

Martin et Sarra font un tour du jeu et explique comment se fait l'extraction de l'eau, la recharge de la nappe et les rôles de chaque acteur.

À un certain moment dans le jeu la nappe atteint 200m et c'est le tour du deuxième petit agriculteur de jouer. Mais cet agriculteur a un forage qui lui permet de pomper jusqu'à 150m. Ici Martin propose d'ajouter une extension de forage (punaise rouge).

Sarra "Pendant le premier tour, on joue la situation telle qu'elle est. Vous dans ce cas vous allez réagir comment?"

Mr B "J'aimerais adopter une méthode d'irrigation qui permet d'éviter que je me trouve dans cette situation" "y a t'il un moyen dans l'outil (jeu) pour que je diminue ma consommation d'eau?"

Mr D "Pour dépenser moins il faut d'abord changer de culture"

Mr A "La solution est d'économiser l'eau, le deuxième forage *pointe vers la punaise rouge* n'est pas la solution"

5. Courte restitution des points importants des entretiens par rapport aux nouveaux instruments

Présentation de l'idée de forage collectif privé avec panneaux solaires

Mr D :" En réalité les forages collectifs privés existent mais ce sont des forages familiaux, une famille de 5/6 frères qui partagent un forage mais l'idée d'un forage collectif pour des agriculteurs qui n'ont aucun intérêt commun ne marche pas. Sauf s'ils créent ensemble une société privé"

Mr A :"Les forages collectifs privés peuvent économiser l'eau. Au lieu que chaque agriculteur crée un forage et consomme l'eau à tort et à travers, les agriculteurs peuvent créer un seul forage ensemble"

Mr D :" Un forage collectif ne veut pas dire qu'il y aura moins de consommation, il peut diminuer le coût mais pas nécessairement la consommation d'eau. Le fait de partager un forage peut même augmenter la consommation par exemple si on a 3 agriculteurs partagent un forage privé qui ont besoin de 3L + 5L + 5L d'eau. Celui qui devrait consommer que 3, va consommer 5 juste car les autres consomment 5 "

Mr C :" Pour économiser l'eau il faut d'abord autoriser l'installation de l'énergie solaire que pour les forages légaux"

Mr D : "En ce qui concerne l'énergie solaire, il existe deux types d'autorisations données par deux organismes l'APIA et L'ANME et les deux ne donnent pas d'autorisations ou de subventions pour les forages illicites. Les agriculteurs qui installent des panneaux solaires et ont un forage illicite sont en train de le faire sans passer par l'APIA ou l'ANME mais de directement aller aux sociétés d'installation. Dans ce cas il faut voir avec la politique du ministère de l'industrie, des mines et de l'énergie"

6. Points retenus

Martin :"Je vous invite à lire la liste des instruments de gestions retenu et proposer d'autres instruments"

Mr D propose le cas du Mancha : Faire des plans d'exploitations, fixer les quotas et contrôler si les agriculteurs sont en train de suivre leurs plans

7. Mise en situation des points retenus

Sarra : " D'après vous comment peut-on simuler le cas de l'Espagne dans l'outil?"

Quelle forme cela prend dans l'outil ?

Mr D :

- Éliminer des forages ; Faire un grand bassin ; Alimenter le bassin et puis distribuer l'eau pour les agriculteurs ; Chaque agriculteur propose un plan d'exploitation ; En fonction du plan d'exploitation on calcule le quota d'eau

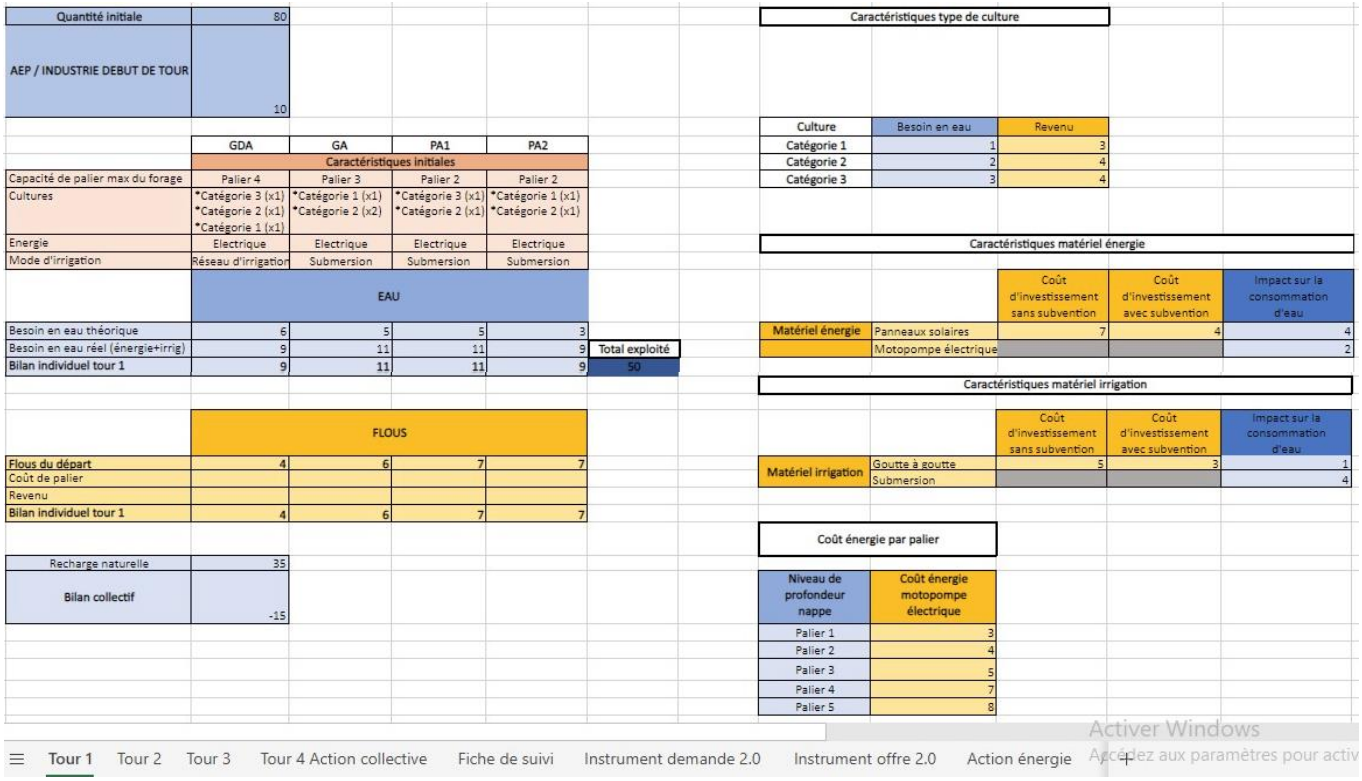
8. Conclusion

9. Remerciements

On revient dans 3 semaines avec amélioration du prototype suite à vos commentaires, si cela vous tente de ré-essayer ?

Tous les invités ont accepté de se réunir une deuxième fois pour essayer l'outil finalisé.

Annexe 19 : Tableur de calibrage des ressources (Tour 1)



Quantité initiale	80
AEP / INDUSTRIE DEBUT DE TOUR	10

	GDA	GA	PA1	PA2
	Caractéristiques initiales			
Capacité de palier max du forage	Palier 4	Palier 3	Palier 2	Palier 2
Cultures	*Catégorie 3 (x1) *Catégorie 2 (x1) *Catégorie 1 (x1)	*Catégorie 1 (x1) *Catégorie 2 (x2)	*Catégorie 3 (x1) *Catégorie 2 (x1)	*Catégorie 1 (x1) *Catégorie 2 (x1)
Energie	Electrique	Electrique	Electrique	Electrique
Mode d'irrigation	Réseau d'irrigation	Submersion	Submersion	Submersion
	EAU			
Besoin en eau théorique	6	5	5	3
Besoin en eau réel (énergie+irrig)	9	11	11	9
Bilan individuel tour 1	9	11	11	9

Total exploité
50

	FLOUS			
Flous du départ	4	6	7	7
Coût de palier				
Revenu				
Bilan individuel tour 1	4	6	7	7

Recharge naturelle	35
Bilan collectif	-15

Caractéristiques type de culture		
Culture	Besoin en eau	Revenu
Catégorie 1	1	3
Catégorie 2	2	4
Catégorie 3	3	4

Caractéristiques matériel énergie				
		Coût d'investissement sans subvention	Coût d'investissement avec subvention	Impact sur la consommation d'eau
Matériel énergie	Panneaux solaires	7	4	4
	Motopompe électrique			2

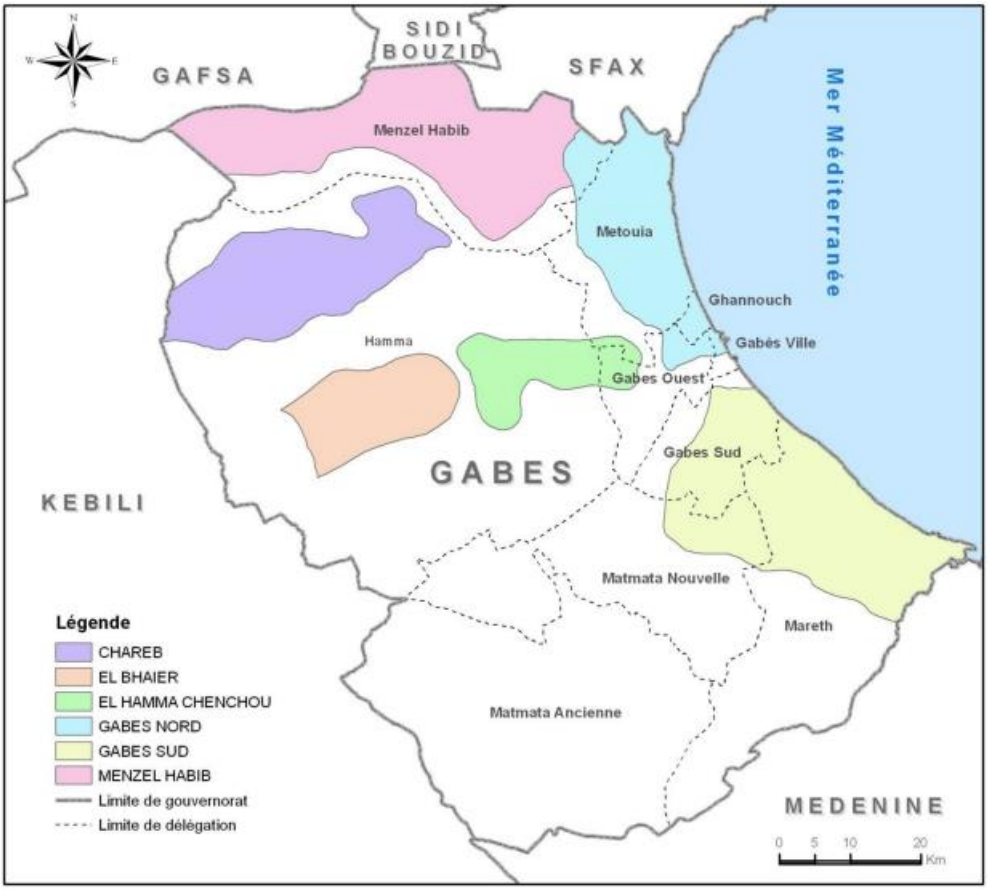
Caractéristiques matériel irrigation				
		Coût d'investissement sans subvention	Coût d'investissement avec subvention	Impact sur la consommation d'eau
Matériel irrigation	Goutte à goutte	5	3	1
	Submersion			4

Coût énergie par palier	
Niveau de profondeur nappe	Coût énergie motopompe électrique
Palier 1	3
Palier 2	4
Palier 3	5
Palier 4	7
Palier 5	8

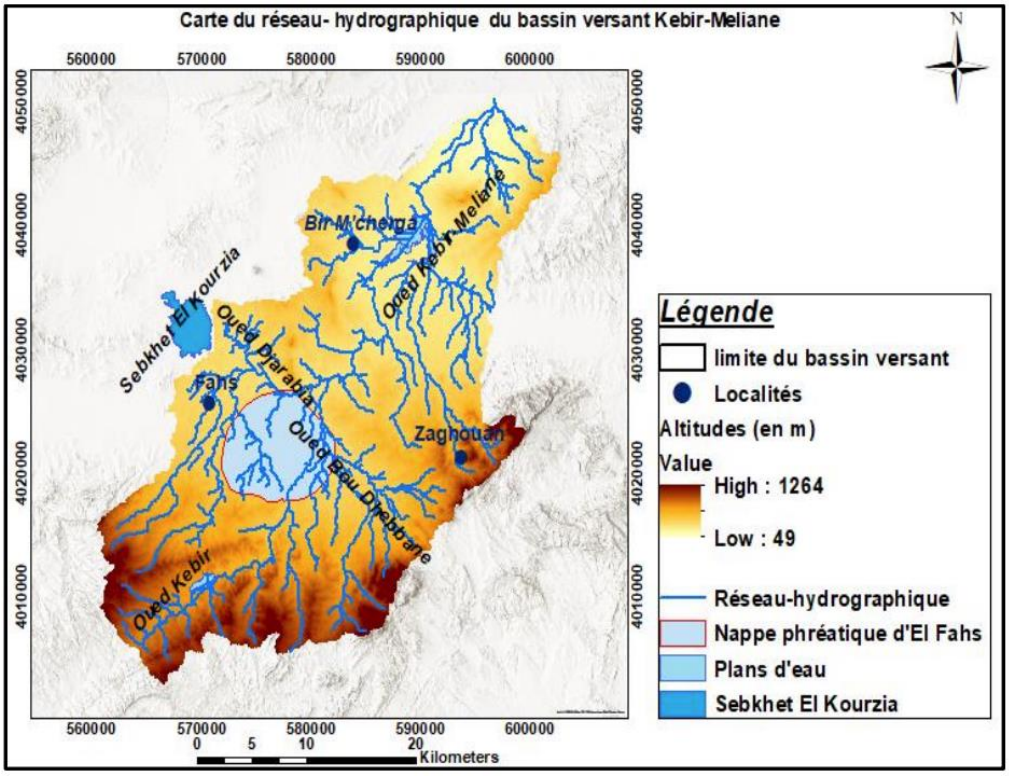
Tour 1 | Tour 2 | Tour 3 | Tour 4 Action collective | Fiche de suivi | Instrument demande 2.0 | Instrument offre 2.0 | Action énergie

Activer Windows
Accédez aux paramètres pour activ

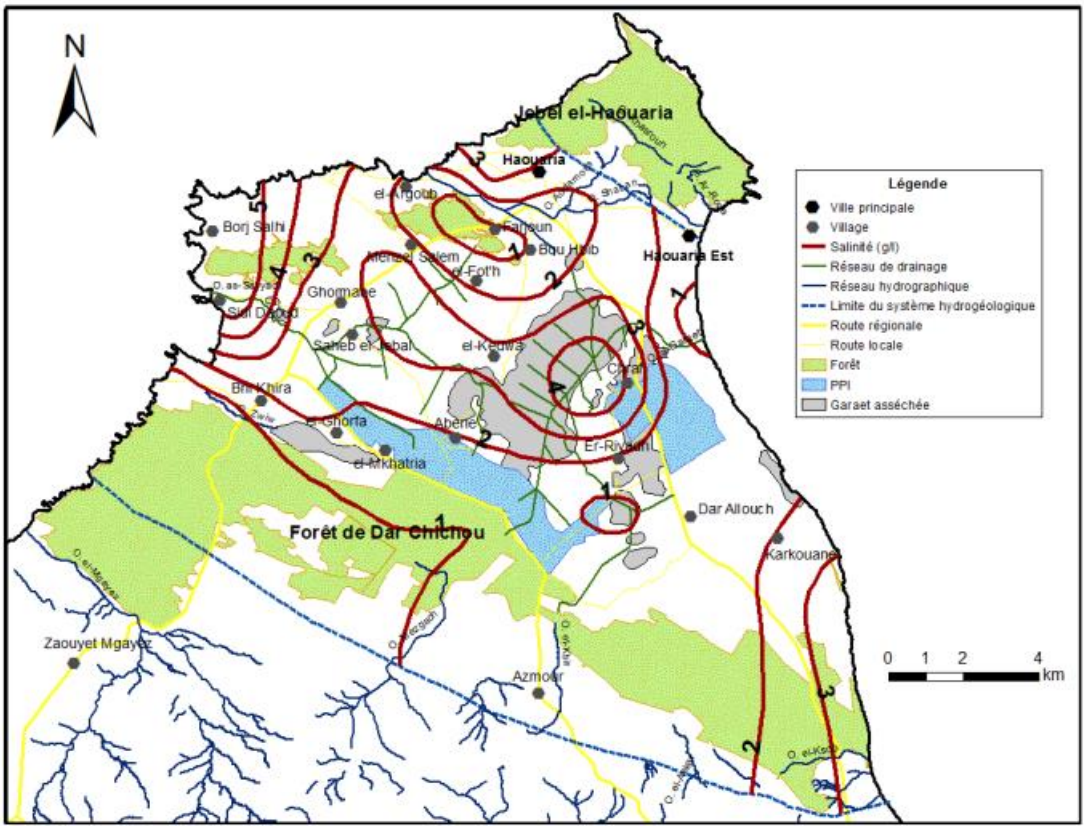
Annexe 20 : Carte des ressources en eaux souterraines du gouvernorat de Gabès (Ministère du transport et de l'équipement, 2011)



Annexe 21 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant Kebir-Meliane (Chrigui, 2020)



Annexe 22 : Carte du réseau hydrographique de la plaine d'El Haouaria (Ghazouani et Mekki, 2016)



Annexe 23 : Cartes d'action collective

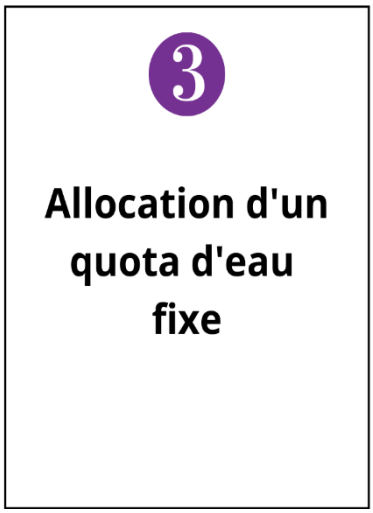
L'objectif de cet instrument est de définir un nombre maximal de parcelles en irrigué par usager en fonction de la disponibilité de l'eau dans la nappe et de la profondeur des forages. Si un joueur possède plus de parcelles que le nombre fixé, il doit payer une taxe.

A définir :

- **Le nombre de parcelle à partir du quel l'usager doit payer une taxe**
- **Le montant de cette taxe**
- **Nécessite la carte numéro 7**

Cet instrument consiste à informer sur les caractéristiques hydrologiques de la nappe : **eau disponible par palier** et l'**estimation de la recharge de l'année prochaine** pour appuyer les usagers dans leur définition de nouvelles règles de gestion.

Exemple : définir un quota d'eau par usager au vu des données connues



Tous les agriculteurs disposent d'une autorisation de prélèvement qui spécifie le volume d'eau souterraine (quota) pouvant être pompé annuellement.

Caractéristiques :

- **Nécessite la carte numéro 2**
- **Quota (modifiable) à 7 EAU maximal/usager/tour**
- **Nécessite la carte numéro 7**

4

Taxe sur la consommation d'eau

Cet instrument consiste en la mise en œuvre d'une taxe sur les prélèvements, définie en fonction du risque de surexploitation de la nappe et des besoins des usagers.

A définir:

- **Taxe (nombre de flous) à payer lorsque : prélèvement d'eau est > à une quantité d'eau prédéfinie**
- **Compatible avec la carte numéro 3**
- **Nécessite la carte numéro 7**

5

Création d'un forage collectif

Cet instrument consiste en la création d'un forage collectif géré par un groupe d'agriculteurs autoorganisés en association d'irrigant.

1. Mise en contexte : tous les forages deviennent illicites (punaise rouge)
2. Fermer tous ces forages et un emplacement est désigné pour héberger le forage collectif
3. Discuter les conditions d'investissements
4. Définir le tour d'eau
5. Répartir équitablement les coûts d'énergie

6

Tarification de l'eau

Cet instrument consiste en la **définition d'un montant de flous par unité d'eau prélevée.**

Caractéristiques:

- **Nécessite la carte numéro 7**
- Ex : 1 flous par 1 EAU

7

Contrôle et sanction

Cet instrument consiste en la définition d'un système de contrôle et de sanction. Il peut être opéré par un acteur extérieur (administration, police de l'eau) ou intérieur (membres de l'association d'irrigants, autocontrôle entre agriculteurs). Des outils peuvent venir appuyer le contrôle tel que l'installation de compteur d'eau, la télédétection, les visites à l'improviste chez les agriculteurs.

En cas de non respect des règles de gestion prédéfinies, l'usager sera sujet à des sanctions (amendes graduelles, travaux de maintenance, prison)

A définir :

- Type de contrôle et acteur pour sa mise en œuvre
- Type de sanction et acteur pour son application

8

Légalisation de forages illicites

Cet instrument vise à résoudre le problème des forages illicites. Pour cela :

1. Signer l'accord conditionnel avec l'administration
2. Punaise rouge devient blanche
3. Obligation de :

- rejoindre le groupement d'agriculteurs
- respecter le quota d'eau **fixé en amont = 7 EAU/usager/tour**
- interdiction d'extension de forage

Appliquer les caractéristiques des cartes 2 & 3

9

Connecter le forage collectif à l'énergie solaire à la STEG

Carte extension à la n°5
Dans le cas d'un forage collectif fonctionnant à l'énergie solaire, le connecter à la STEG permet d'économiser les coûts d'énergie lié à l'extraction de l'eau souterraine.

Pour cela : négocier un montant d'achat & vente avec la STEG

10

Contrôle par l'énergie

Cet instrument vise à réduire les quantités d'eau prélevées en exerçant un contrôle sur l'énergie servant pour extraire l'eau des sous-sols.

1. Mise en contexte : uniquement des motopompes électriques
2. Le collectif d'agriculteurs fixe un nombre de chevaux maximum sur chaque pompe. Débit limité à 7 EAU par tour par agriculteur