



**ROYAUME DU MAROC**

**Académie Hassan II des Sciences et Techniques**

**Sécurité & souveraineté alimentaires au Maroc :  
Rôle de la science et de l'innovation**

**ACTES DE LA SESSION PLÉNIÈRE SOLENNELLE  
Année 2023**

**Rabat, 21 - 23 février 2023**





**Sa Majesté le Roi Mohammed VI, que Dieu Le garde,  
Protecteur de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques**









**ROYAUME DU MAROC**  
**Académie Hassan II des Sciences et Techniques**

**Sécurité & souveraineté alimentaires au Maroc :**  
**Rôle de la science et de l'innovation**

**ACTES DE LA SESSION PLÉNIÈRE SOLENNELLE**  
**Année 2023**

**Rabat, 21-23 février 2023**

© Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Rabat  
Km 4, Avenue Mohammed VI (ex Route des Zaers)  
Rabat, Royaume du Maroc

Dépôt Légal :  
ISBN :

Réalisation : **AGRI-BYS S.A.R.L.**

Achevé d'imprimer : octobre 2024  
Imprimerie ELP PRINT : Rdc et 1er étage Hay Rahma Secteur D  
Rue Bouregrag lit N°1288 - Salé



# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ALLOCUTION D'OUVERTURE.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>7</b>   |
| <b>«Sécurité &amp; souveraineté alimentaires au Maroc : Rôle de la science et de l'innovation»,</b> Pr Omar FASSI-FEHRI, Secrétaire perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques .....                                                                             | <b>7</b>   |
| <b>CONFÉRENCE INAUGURALE.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>13</b>  |
| <b>«Consolidation de la sécurité et de la souveraineté alimentaires au Maroc»,</b> Mohamed SADIKI, Ministre de l'Agriculture, de la pêche maritime, du développement rural et des eaux et forêts .....                                                                             | <b>15</b>  |
| <b>COMMUNICATIONS.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>49</b>  |
| <b>«Cereal crops in Morocco: state of knowledge, challenges and opportunities towards food sovereignty»,</b> Faouzi Bekkaoui, Moha Ferrahi, Rachid Moussadek, Imane Thami Alami, National Institute of Agronomic Research.....                                                     | <b>51</b>  |
| <b>“Elevating Food Security in the Digital Age: INRA &amp; Innovative Solutions Contributions”,</b> Benabdelouahab Tarik, Hayat Lionboui, Elaissaoui Abdellah, National Institute of Agricultural Research, Rabat, Morocco. ....                                                   | <b>61</b>  |
| <b>«Arganiculture : réponse au stress hydrique et contribution à la souveraineté alimentaire et à l'amélioration des conditions socioéconomiques locales»,</b> Brahim HAFIDI, Directeur Général, Agence Nationale pour le Développement des zones Oasiennes et de l'Arganier ..... | <b>73</b>  |
| <b>«Recherche et innovation sur la fertilisation des sols arables au Maroc et en Afrique»,</b> Daniel Bernard Nahon, Professeur émérite, Aix-Marseille Université .....                                                                                                            | <b>81</b>  |
| <b>RESUMES.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>101</b> |
| <b>«Rôle de la science et de la technologie dans la transformation des systèmes alimentaires»,</b> Shenggen FAN, Doyen, Académie d'économie et de politique alimentaires globales, Chaire Université d'Agriculture de Chine .....                                                  | <b>103</b> |
| <b>« Selection and adaptation to climate change : the case of cereals »,</b> Faouzi Bekkaoui, Institut National de la Recherche Agronomique.....                                                                                                                                   | <b>104</b> |
| <b>«Applications de l'agriculture de précision aux progrès de la recherche agronomique marocaine»,</b> Tarik Ben Abdelouahab, Institut National de la Recherche Agronomique Agronomique .....                                                                                      | <b>105</b> |

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| « <b>Water resources in the Maghreb region</b> », TTaha B.M.J. Ouarda, Canada Research<br>Chair in Statistical Hydro-Climatology ..... | 106 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| « <b>Apport de l'amélioration génétique et de la biotechnologie dans le développement<br/>du secteur phoenicicole au Maroc</b> », Réda MEZIANI, Institut National de la<br>Recherche Agronomique ..... | 107 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| « <b>Stratégie et offres de la recherche (agronomique) en amélioration génétique pour<br/>une souveraineté alimentaire de la filière oléagineuse</b> », Abdelghani Naboulsi, Institut<br>National de la Recherche Agronomique ..... | 108 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| « <b>Cartes de vocation des terres agricoles : outil d'adaptation au changement<br/>climatique au Maroc</b> », Rachid Moussadek, Institut National de la Recherche<br>Agronomique ..... | 109 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>SYNTHESES</b> ..... | 111 |
|------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Synthèse du Panel «Perspectives de la consolidation de la souveraineté alimentaire<br/>du Maroc</b> », Mohamed AIT KADI, membre résident de l'Académie Hassan II des<br>Sciences et Techniques..... | 113 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Synthèse générale</b> , Albert SASSON, membre résident de l'Académie Hassan II des<br>Sciences et Techniques..... | 115 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## «Sécurité & souveraineté alimentaires au Maroc : Rôle de la science et de l'innovation»

***Pr. Omar FASSI-FEHRI***

***Secrétaire Perpétuel de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques***



**Messieurs les Conseillers de Sa Majesté,  
Messieurs les Ministres,  
Excellences, Distingués invités,  
Honorables Académiciens,  
Mesdames et Messieurs, chers amis,**

La session plénière solennelle annuelle dont nous inaugurons les travaux aujourd'hui est un moment privilégié de la vie de notre Institution, tel que prévu par le Dahir portant Loi l'instituant, qui voit la participation de tous les membres de l'Académie résidents, associés et correspondants, et au cours duquel est traité un thème scientifique général, avec pour objectif d'apporter un éclairage sur le progrès continu des sciences dans le domaine du thème adopté, et de débattre des voies appropriées leur permettant de contribuer au développement de notre pays.

**Mesdames, Messieurs,**

Aujourd'hui, nous avons un motif de joie toute particulière en tenant cette session, celui de nous retrouver de nouveau, entre membres résidents, associés et correspondants, après plus de deux ans pendant lesquels la pandémie Covid-19 nous a empêchés de tenir nos sessions plénières, sans pour autant, Dieu merci, nous empêcher de continuer, à distance et souvent en présentiel, nos activités et nos engagements à tous les niveaux, au niveau des six collèges scientifiques, au niveau du Conseil d'Académie et de la Commission des Travaux, de nos publications et leur parution continue, des conférences scientifiques publiques,...notamment en tenant deux belles sessions anniversaires de l'installation de l'Académie en présence des académiciens vivant au Maroc, l'une en Mai 2021 sur «le Nouveau Modèle de Développement», l'autre en Mai 2022 sur «la recherche biomédicale et l'innovation technologique au service de la lutte contre les pandémies», ou en organisant le 23<sup>ème</sup> Congrès de l'Académie des Sciences du Monde Islamique.



Avec la Haute Bénédiction de Son Protecteur, Sa Majesté Le Roi Mohammed VI -que Dieu Le garde-, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques tient cette session plénière sur le thème scientifique général **«Sécurité et souveraineté alimentaires au Maroc : rôle de la science et de l'innovation»**; nous renouvelons à cette occasion notre profonde gratitude et nos remerciements déferents à Sa Majesté Le Roi pour Sa bienveillante Sollicitude, Ses précieux Encouragements et Sa Protection Tutélaire dont s'enorgueillit l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

La tenue de la session plénière solennelle de cette année est marquée aussi par un événement heureux, celui de l'agrément donné par Sa Majesté pour la nomination de trois nouveaux membres au sein de notre Académie, Pr. Mahouton Norbert Hounkounnou, mathématicien, Pr. Daniel Nahon, sciences de la terre, Pr. Bouchta Sahraoui, physicien, à nos trois nouveaux collègues, l'Académie présente ses chaleureuses félicitations pour la Confiance Royale et pour leur admission au sein de notre Compagnie.

Ceci étant, demain en début de séance, M. le Chancelier Pr. Bousmina, procédera à la présentation et à l'accueil de ces nouveaux membres qui pourront également saluer leurs collègues académiciens.

**Excellences,**  
**Chères consœurs, chers confrères,**  
**Mesdames, Messieurs,**

Le 08 octobre 2021, dans Son Discours prononcé à l'occasion de l'ouverture de l'année législative, Sa Majesté Le Roi Mohammed VI, que Dieu L'assiste, a appelé à consolider la souveraineté nationale sur des produits stratégiques et à créer un mécanisme y afférent, en ces termes ***«la crise pandémique a révélé le retour en force du thème de la Souveraineté. Qu'elle soit sanitaire, énergétique, industrielle, alimentaire ou autre, sa préservation est devenue l'enjeu d'une véritable compétition ...»***. Au cours de cette session, nous traiterons la question de souveraineté et de sécurité alimentaires.

Avec l'envolée des prix mondiaux des denrées alimentaires déclenchée par la déstructuration des circuits d'approvisionnement, due à la pandémie de Covid-19 et amplifiée par l'impact de la guerre russo-ukrainienne sur les marchés, les concepts de sécurité alimentaire et de souveraineté alimentaire se trouvent au cœur des interrogations que l'Humanité se pose partout sur la planète.

Confronté à différents aléas, notamment la dégradation des ressources en terre et en eau, l'impact du changement climatique, notre pays se doit de les anticiper et d'agir sans attendre. Il lui faut une stratégie qui a pour point de départ l'identification raisonnée des options et des opportunités d'action. La question agricole suscite aujourd'hui un regain nourri par des préoccupations variées au centre desquelles s'affichent la sécurité et la souveraineté alimentaires, l'adaptation au changement climatique et la préservation des ressources naturelles.

**Excellences,  
Mesdames, Messieurs,**

Vu sa spécificité et les missions de notre Académie, qui est une académie des sciences et techniques, nous aborderons les concepts de souveraineté et de sécurité alimentaires en faisant appel à la science et aux évolutions technologiques pour pouvoir contribuer à atteindre les objectifs de souveraineté et de sécurité.

**Honorables invités,**

Dans le domaine de la sécurité et de la souveraineté alimentaires, les progrès scientifiques, les innovations techniques et l'application des technologies numériques peuvent contribuer à une transformation structurelle à grande échelle. Sous la pression des mutations démographiques et alimentaires et du changement climatique, la science, la technologie et l'innovation peuvent jouer un rôle important pour répondre aux préoccupations liées à la disponibilité et la stabilité alimentaires et à l'accessibilité et l'utilisation de l'alimentation.

À cet égard, la science joue en plus un autre rôle important, celui de produire des données scientifiques fiables pour éclairer les décideurs, les entrepreneurs et les consommateurs.

D'importants progrès scientifiques, comme le Séquençage Complet du Génome (SCG), laissent penser qu'on pourra non seulement mieux cerner, caractériser, déterminer et contrer les risques potentiels mais aussi prévenir et réduire les aléas qui pèsent sur la chaîne alimentaire.

Des technologies nouvelles et existantes, pour lutter contre les stress biotiques et abiotiques, élever la productivité des cultures et du bétail, améliorer la fertilité des sols, et assurer l'approvisionnement en eau, sont susceptibles d'accroître la quantité et la qualité des aliments produits.

Parallèlement, des innovations telles que les nouvelles méthodes d'analyse, les biotechnologies de correction de séquence génomique et les nouveaux moyens de produire des aliments, peuvent faciliter la mise en place de systèmes alimentaires plus efficaces et plus résilients.

Des innovations aussi dans les domaines du stockage, de la réfrigération, des transports et de la transformation des produits agricoles, sont utiles pour agir sur la composante de l'accès à l'alimentation. L'utilisation de la science pour produire des cultures de base à teneur élevée en nutriments peut répondre à la malnutrition et améliorer l'utilisation de l'alimentation.

Les Sciences et Technologies de l'Information (STI) appliquées à l'atténuation des changements climatiques et à l'adaptation à ces changements – l'agriculture de précision, l'assurance indiciaire et les mécanismes d'alerte rapide, notamment – peuvent répondre à l'instabilité alimentaire.

Enfin, la révolution numérique, aujourd'hui à l'œuvre dans tous les domaines, est également susceptible d'apporter de réels services à l'agriculture via l'exploitation de données toujours plus nombreuses et variées par le biais du développement de l'intelligence artificielle, permettant d'optimiser les intrants agricoles et assurant la sécurité alimentaire.

C'est donc dans le rapport à la science et à l'innovation, non seulement technologique, mais aussi économique et sociale, que s'esquissent les «lignes de sortie» des crises alimentaires qui secouent le monde et affectent notre pays.

**Excellences,**

**Chères consœurs, chers confrères,**

**Mesdames, Messieurs,**

Nous sommes, aujourd'hui, particulièrement honorés de la présence parmi nous à cette cérémonie d'ouverture, de toutes les personnalités qui ont bien voulu répondre à notre invitation. Je les remercie vivement et leur souhaite la bienvenue.

A cette session plénière solennelle participent plusieurs éminentes personnalités scientifiques venant du Maroc et de l'étranger (France, Italie, Canada, Chine, Sénégal) et qui ont bien voulu accepter de donner des conférences ou présenter des communications au cours de cette session, permettant ainsi d'animer la discussion et le débat sur la thématique adoptée, je les remercie tous très sincèrement.

Je voudrais notamment remercier M. Mohamed Sadiki, Ministre de l'Agriculture qui, absent du Maroc pour une mission officielle, s'est fait représenter par M. Redouane Arrach, Secrétaire Général du Ministère l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts pour présenter la conférence inaugurale, comme je remercie et salue nos invités M. Shenggen Fan et M. Maximo Torero Cullen qui présenteront demain des conférences introductives sur le thème de la session.

Nous adressons nos sincères salutations aux représentants du corps diplomatique, aux Présidents des Universités marocaines, aux Doyens et Directeurs des établissements d'enseignement supérieur et de recherche, à toutes les autorités qui nous honorent aujourd'hui par leur présence; je les remercie chaleureusement pour avoir bien voulu répondre à notre invitation.

Nous sommes particulièrement heureux de retrouver à cette occasions nos collègues associés présents avec nous et qui contribuent de manière active et riche à nos activités; merci chers collègues.

Au cours de cette session, trois séances et un panel de présentation d'exposés, de discussion et de débat qui seront focalisés notamment sur l'augmentation et amélioration de la production agro-alimentaire, sur l'innovation au service de la lutte contre le stress hydrique et l'accroissement de la production agro-industrielle, sur la fertilisation des sols et sur les perspectives de la consolidation de la souveraineté alimentaire au Maroc.

Je voudrais à la fin de cette allocution remercier tout particulièrement mon ami le Professeur Abdeljalil Lahjomri, Secrétaire Perpétuel de l'Académie du Royaume du Maroc et l'ensemble de son personnel pour l'aide qu'ils nous apportent, comme d'habitude, dans l'organisation matérielle de notre session plénière.

Mes remerciements vont également aux membres du Conseil d'Académie, de la Commission des Travaux, des Collèges scientifiques, à tous les membres de l'Académie associés, résidents et correspondants, et à son équipe administrative pour leur contribution à la préparation de cette session.

Puissent nos actions être couronnées de succès afin d'être à la hauteur de l'objectif qui nous a été fixé par Sa Majesté Le Roi Mohammed VI -que Dieu perpétue Ses Bienfaits-, **«Servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale».**

**Je vous remercie pour votre attention.**





## **CONFÉRENCE INAUGURALE**



## Consolidation de la sécurité et de la souveraineté alimentaires au Maroc

**Mohamed SADIKI**<sup>1</sup>

*Ministre de l'Agriculture, de la pêche maritime,  
du développement rural et des eaux et forêts*



**Monsieur le Secrétaire perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques,  
Monsieur le Directeur des séances,  
Monsieur le Président du Conseil Supérieur de l'Education,  
Excellences,  
Honorables académiciens, Honorables invités**

Je suis particulièrement honoré et ravi de parler d'un sujet de préoccupation majeure aujourd'hui dans le monde entier et au Maroc et, sincèrement, c'est un sujet qui a toujours été une préoccupation pour toute l'humanité depuis son existence. La nourriture est toujours dans le top des priorités de l'être humain.

A partir des lectures dans la littérature économique et historique, liées au thème choisi par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques «Sécurité et souveraineté alimentaires: rôle de la science et de l'innovation», j'ai appris que jusqu'à 1850, l'Europe, citée ici comme exemple, vivait des crises alimentaires successives, répétitives jusqu'à ce que la science et la recherche commencent à contribuer à transformer une situation de pénurie et de crise en de nouvelles opportunités de production alimentaire. Tous les économistes qui ont traité la question ont parlé beaucoup plus du progrès technique comme étant une solution pour sortir des crises et perturber l'ordre établi afin d'atteindre des objectifs ou transformer l'agriculture et l'alimentation. En général, on ne parlait pas beaucoup à cette époque d'innovation- qui avait une connotation positive - mais, avec la recherche et avec l'avancée de la science, l'innovation a pris de l'ampleur pour être le moteur de la transformation des systèmes alimentaires en général et des systèmes de production.

---

<sup>1</sup> Conférence retranscrite à partir de l'enregistrement vidéo.

L'innovation est aussi un processus : c'est l'accumulation de la connaissance, et l'accumulation de la science qui conduit au changement. On ne peut pas opérer des changements subitement, mais c'est l'accumulation des connaissances de l'humanité qui conduit à ces changements.

Aujourd'hui, je vais beaucoup plus me focaliser sur la sécurité alimentaire et la question du système alimentaire et de la souveraineté alimentaire par rapport à deux stratégies phares du Maroc : le Plan Maroc Vert (PMV) et la Stratégie Nationale (Génération Green) dans les contextes national et international.

Dans le sommaire que je partage avec vous, il y a quatre axes majeurs que je vais développer :

1. Réalisations et acquis de la stratégie de développement agricole PMV. On va parler ici de cette stratégie phare, de ses réalisations et de ses acquis.
2. Performances en matière de sécurité alimentaire par rapport à cette stratégie, sachant que la sécurité alimentaire est aussi un processus cumulatif.
3. Principaux leviers de transformation du secteur pour consolider la sécurité alimentaire. Là, on parle de consolidation car beaucoup de stratégies successives, de politiques agricoles ont contribué à la réalisation de la sécurité alimentaire et à la situation actuelle au Maroc.
4. Du PMV à la Stratégie Génération Green : consolider la sécurité alimentaire et la souveraineté alimentaire. Dans cette approche, il s'agit de présenter les acquis, mais aussi comment on les obtient ? Ce sont des leçons de mise en œuvre de la stratégie, qui peuvent être traitées comme des orientations générales et des bonnes pratiques pour d'autres pays amis ou pour la littérature en général. Comment peut-on parvenir à la sécurité alimentaire ou à la souveraineté alimentaire en se basant sur une leçon tirée de l'histoire ? Comment consolider la sécurité alimentaire et la souveraineté alimentaire par la transition opérée entre les deux stratégies : la stratégie Plan Maroc Vert et la Stratégie Génération Green ?

Le secteur agricole marocain est porteur d'enjeux socio-économiques importants et d'enjeux de développement durable : les principaux enjeux sont ceux de la stabilité dans le monde rural, ceux de la sécurité alimentaire, ceux de la lutte contre la pauvreté (3/4 des pauvres sont ruraux) et ceux du développement durable.

Le secteur agricole a beaucoup d'importance dans l'économie nationale puisqu'il représente pratiquement 13 à 14% de la richesse nationale créée<sup>2</sup>, 13 % dans les exportations totales<sup>3</sup>. Il emploie 33% de la main d'œuvre (On va voir comment on est passé d'un niveau de 44-45% à 33%, ce qui est un indicateur important de la transformation structurelle du secteur agricole) et 70% de la population qui vit en milieu rural tirent leur revenu du secteur agricole ou sont en lien direct avec le secteur agricole.

<sup>2</sup> Part du PIBA dans le PIB total.

<sup>3</sup> Dans les exportations par groupe de produit, les produits d'origine agricole regroupent la catégorie «Alimentation, Boissons et Tabacs» et la catégorie «Produits Bruts d'origine animale ou végétale».

Source : HCP, Office des changes

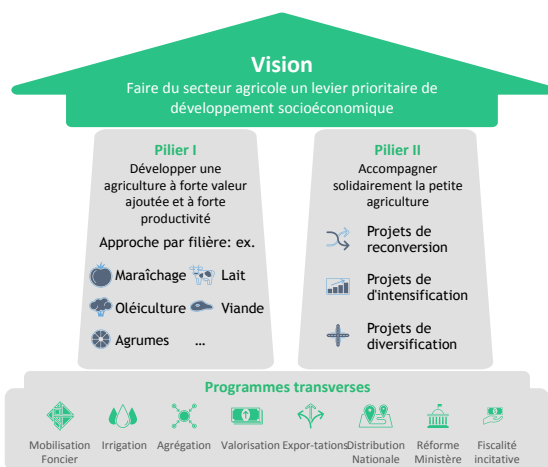


## 1.- Réalisations et acquis de la stratégie de développement agricole Plan Maroc Vert.

En 2008, Sa Majesté le Roi -que Dieu L'assiste- a donné ses orientations pour mettre en œuvre la stratégie Plan Maroc Vert, qui est fondée sur une vision consistant à faire du secteur agricole un levier prioritaire du développement socio-économique du Maroc. Il est structuré en 2 piliers :

- un pilier pour accompagner la petite agriculture, ce qu'on appelle « agriculture solidaire » en général,
- et un pilier lié au développement d'une agriculture à forte valeur ajoutée et à forte productivité.

Le Plan Maroc Vert, lancé en 2008, est une stratégie différenciée autour de deux piliers avec des objectifs définis à l'horizon 2020 et un bloc de réformes au service de la durabilité et de l'investissement



C'est donc une politique avec 2 cibles différentes et des instruments dédiés spécifiques pour une agriculture moderne, compétitive, à haute productivité et des instruments spécifiques pour la petite agriculture pour les raisons que nous connaissons tous, liées au tissu du secteur, liées aussi à la capacité du petit exploitant à absorber les problèmes techniques, à se financer et à investir. C'est une approche différente soutenue par une série de politiques transversales liées au foncier, à l'eau, à la valorisation des produits, à la politique commerciale, à la réforme de la gouvernance et à la fiscalité incitative en général.

En résumé, la stratégie Plan Maroc Vert a déclenché véritablement une dynamique de progrès et une dynamique d'inclusion pour la transformation du secteur agricole, qu'on peut présenter selon trois dimensions :

- la dimension économique : le PIBA a augmenté de 70%, les exportations ont été multipliées par 3 et les investissements privés, générés par l'environnement économique dans le secteur agricole, ont atteint un stock de capital pratiquement de 80 milliards de dirhams en 10 ans ;

- les impacts sociaux liés à la création des journées de travail (on va revenir à cette question de création d'emplois dans le secteur agricole), au contenu en travail des emplois créés et à la couverture des besoins pour les principaux produits de base dont le Maroc a besoin ;
- et puis il y a les impacts environnementaux liés surtout à la mise en œuvre de la stratégie d'adaptation aux changements climatiques où l'irrigation occupe une place importante et à la stratégie d'atténuation à travers l'extension des plantations pour la séquestration du carbone en plus de l'extension de l'irrigation à travers la multiplication par 4 des superficies équipées en irrigation goutte-à-goutte.

## 1 Impacts macro-économiques



## 2 Impacts sociaux



## 3 Impacts environnementaux

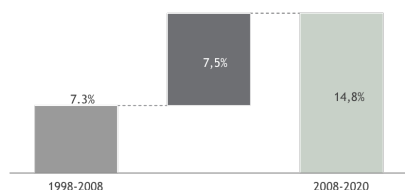


### Le secteur agricole a plus que doublé sa contribution aux points de la croissance économique durant la décennie 2008-2020

Si nous examinons les résultats économiques, nous remarquons par exemple que le secteur agricole est passé d'un PIB de 60-70 milliards de dirhams à un niveau qui dépasse les 120 milliards de dirhams.

 7,5% de contribution additionnelle aux points de la croissance grâce au PMV

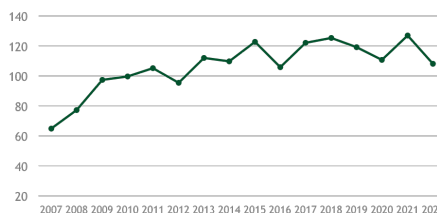
Contribution à la croissance (%)



Source : HCP

 Une évolution du PIB agricole

Evolution PIB Agricole (Milliard Dh)



En même temps, la contribution du secteur en termes de points de croissance, entre 1998 et 2008 et durant la décennie 2008-2020 est passée de 7% à 15%. Plusieurs fois au cours de cette décennie, le secteur agricole a joué un rôle important dans les points de croissance du PIBN enregistrés.

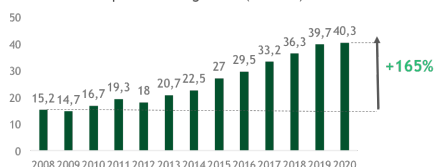
## Les exportations agricoles en valeur ont augmenté et ont été diversifiées malgré une conjoncture mondiale difficile

Pour les exportations, nous étions à 15 milliards de dirhams en 2008 pour atteindre 40 milliards de dirhams vers 2020 (ici on parle des exploitations agricoles hors pêche).

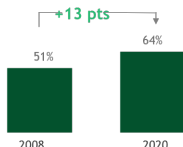


La valeur exportée a plus que doublé sur la décennie

Evolution des exportations agricoles (Mrdh dh)

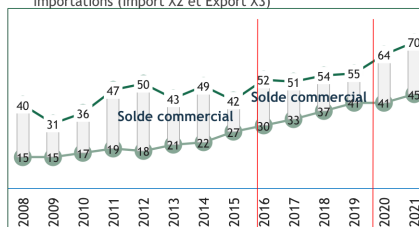


Meilleure couverture des importations par les exportations



Réduction de 31% du déficit de la balance commerciale

La croissance des exportations était plus rapide que les importations (import X2 et Export X3)

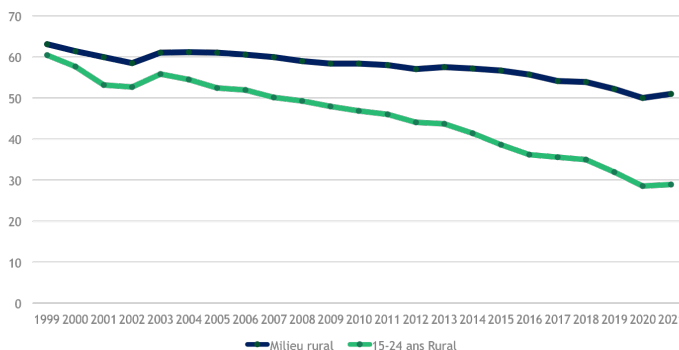


En même temps, la balance commerciale agricole s'est nettement améliorée comme le montre le graphique correspondant ; nous remarquons aussi que l'écart entre les exportations et les importations a pu être diminué progressivement. Malheureusement, à partir de 2019, la crise COVID a limité cette performance. En termes de croissance, les importations ont doublé en 10 ans alors que les exportations ont triplé. Il y avait donc une dynamique qui a été créée avec le Plan Maroc Vert.

## Emploi: la transformation structurelle du secteur agricole s'est traduite par une perte du mauvais emploi au profit de l'emploi rémunéré et productif (32,5 % vs 42 % avant PMV)



évolution du taux d'activité par structure d'âge en milieu rural (%)



Maintenant, en termes d'emploi, on remarque qu'il y a une baisse du taux d'activité en milieu rural. Le milieu rural au Maroc se développe et c'est normal qu'il y ait une baisse du taux d'activité. La particularité est que si les jeunes entre 15 et 24 ans représentaient autrefois 60% du taux d'activité grâce au programme d'éducation, ils ne sont plus que 28 % aujourd'hui.

Cette baisse drastique est un indicateur clé de la transformation du secteur agricole. C'est pour cela que dans l'emploi, avant le Plan Maroc Vert, nous étions à un niveau de 42% de participation de l'emploi agricole par rapport à l'emploi total. Nous sommes aujourd'hui à 32%, voire moins, et c'est un bon indicateur qui montre que le secteur a subi une transformation.

Alors quelles sont les conséquences de cette transformation ?

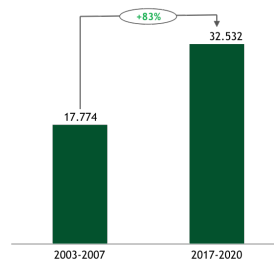
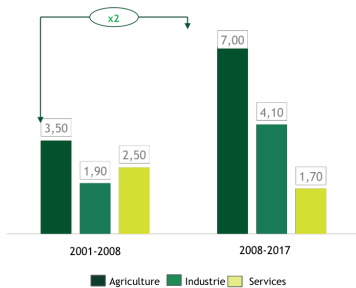
### La productivité du travail a augmenté et a fortement contribué à la création de la richesse



Taux de croissance de la productivité du travail dans le secteur agricole a doublé par rapport aux autres secteurs économiques (%) \*



En parallèle à ceci, une progression de la productivité du travail par emploi de + de 83% pour atteindre 32532 DH



C'est la productivité du travail qui a augmenté. Le secteur avait relativement une faible valeur ajoutée (plus de travailleurs, plus de monde qui vit de l'agriculture donc c'est normal que la productivité soit faible). L'étude réalisée par le Haut Commissariat au Plan montre le changement du taux de croissance de la productivité du travail dans le secteur agricole a doublé par rapport aux autres secteurs de l'économie ce qui est un indicateur montrant que la productivité du travail augmente conséquemment à la baisse de l'emploi au sens des définitions du Haut Commissariat au Plan, contribuant à créer de la richesse dans le secteur agricole.

### Couplée à une hausse du SMAG de 45% , ces efforts ont contribué à fournir une première réponse à la précarité agricole, visible par une baisse de la pauvreté extrême de 5 points.

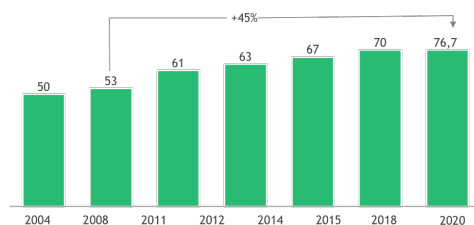


Une augmentation du SMAG de 45% depuis 2008

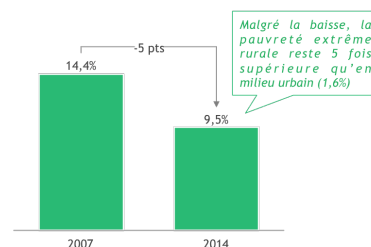


Une baisse de la pauvreté extrême en milieu rural

SMAG (Dh/jour)



Taux de pauvreté extrême en %



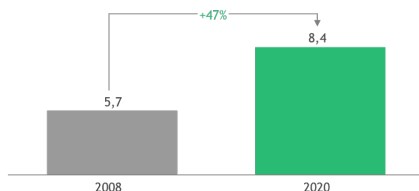
Source : HCP

## Le revenu agricole apparent en milieu rural a quasiment doublé



Le PIBA par tête en milieu rural a augmenté de +47% en 10 ans

PIB Agricole/habitant rural (Mille Dh)



Par rapport à un indicateur que j'appelle le revenu apparent, ce n'est pas le revenu touché directement par le ménage mais le revenu apparent en termes de valeur ajoutée agricole par rapport à la population rurale (et non pas la population agricole), il y a une augmentation de 47% et donc l'observateur avisé peut remarquer que lorsque la richesse moyenne augmente, il y a une amélioration en milieu rural qu'on ne peut pas nier, il y a un développement, il y a un revenu qui augmente et ça, ce sont des facteurs importants et déterminants.

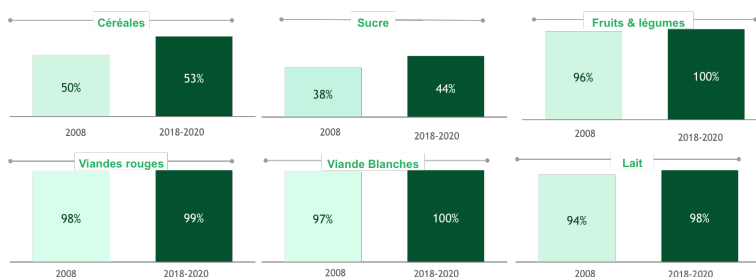
## 2.- Performances en matière de sécurité alimentaire

### Des taux de couvertures des principaux produits agricoles parmi les plus élevés dans la région MENA...

En termes de sécurité alimentaire, nous présentons quelques indicateurs qui représentent juste des éléments par rapport au taux de couverture. Nous constatons que durant cette période, les taux de couverture de la plupart des filières de production ont augmenté :



Taux de couverture en %.



- les céréales : bien que faibles, on est toujours à 53%, la moitié, voire moins en fonction des campagnes agricoles,
- le sucre : un effort colossal a été fait dans la filière sucrière. On a atteint même, en certaines années, 47% et nous ambitionnons d'aller plus loin,
- les fruits et légumes pratiquement 100%,
- les viandes rouges presque 100%,
- les viandes blanches, le lait, etc.

Donc, toutes ces performances sont obtenues grâce à d'énormes efforts entrepris durant le Plan Maroc Vert.

### ...Et une amélioration significative de la consommation apparente moyenne par individu

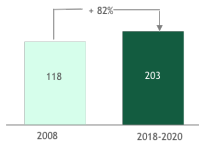
La même chose en termes de disponibilité alimentaire : on remarque qu'il y a une amélioration significative de la disponibilité par personne et c'est aussi un indicateur important pour la sécurité alimentaire des individus et des ménages.



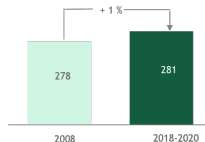
#### Disponibilité par habitant

En Kg/habitant/An

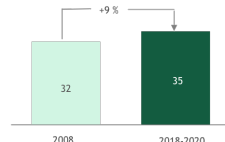
##### Céréales



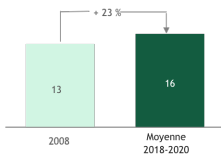
##### Fruits et Légumes



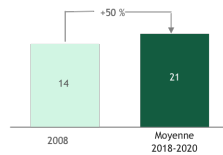
##### Sucre



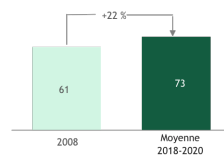
##### Viandes Rouges



##### Viandes Blanches



##### Lait

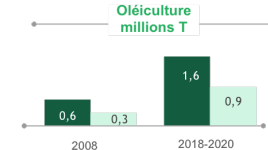
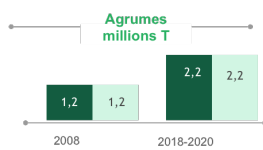
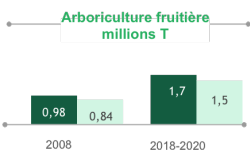
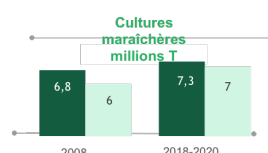
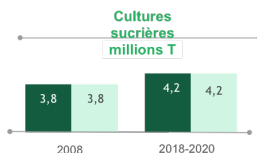
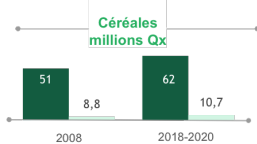


### ...Grace à une amélioration des productions des principales filières agricoles

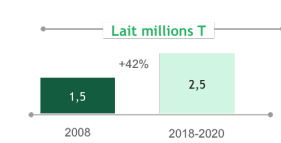
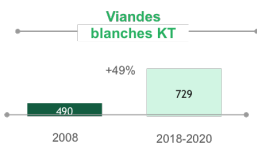
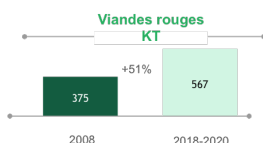
En termes de production végétale, nous remarquons que les productions ont augmenté ; toutes les filières de production ont performé et on assiste à une augmentation dans les cultures sucrières grâce, soit à l'extension de superficies, soit à l'amélioration de la productivité, soit les deux, en fonction des filières.



#### Production végétale



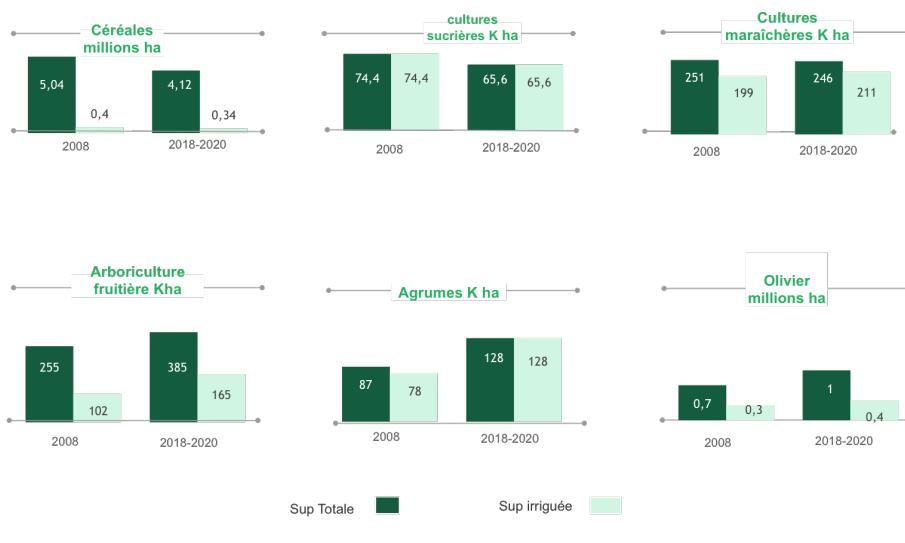
#### Production animale



Sup totale ■ Sup Irriguée ■

L'essentiel, c'est que la question de la disponibilité alimentaire est importante et aujourd'hui, vue la crise que vit le monde, on se rend compte encore plus de l'importance de la disponibilité, bien que les stratégies d'augmentation de production soient quelquefois critiquées et on parle beaucoup plus de stratégie de production ou d'exportation, ce qui est important pour assurer la disponibilité alimentaire et en temps de crise, comme j'ai dit, on peut se rendre compte de l'importance de cette amélioration de la disponibilité ; la même chose pour les viandes rouges qui ont pratiquement doublé, les viandes blanches, le lait, etc. Donc il y a du travail qui a été fait pour améliorer la disponibilité alimentaire au Maroc, à travers aussi les superficies des principales filières agricoles qui ont augmenté.

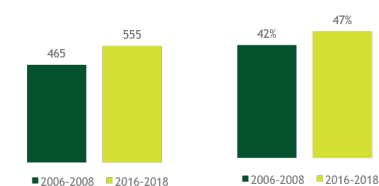
### Superficies semées des principales filières agricoles



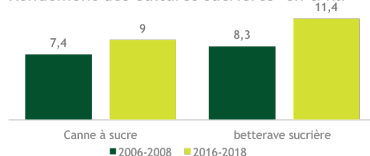
Maintenant, prenons des cas en guise d'illustration : ce sont des cas que j'ai ajoutés à la fin pour illustrer certaines performances et voir comment on peut améliorer les disponibilités des productions alimentaires.

### a) Sucre : Important gain en productivité suite à la sophistication de la filière et une production qui assure plus que la moitié du besoin national

Production du sucre 000't      Taux de couverture (%)



Rendement des cultures sucrières en t/ha



100% Taux d'utilisation de semence monogame :

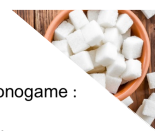
100% Taux de mécanisation de la récolte :

100% Des producteurs et des sucreries sont agréés

100% Taux de digitalisation de l'amont agricole,  
Tous les centres de réception sont automatisés et informatisés

150 Sociétés des prestations de services ont été créées

2013 Plan de relance de la filière





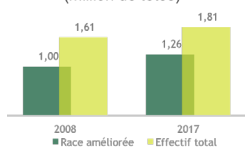
Si je prends la filière sucrière par exemple, qui est parmi les réalisations importantes, nous remarquons que :

- nous atteignons 100% de taux d'utilisation de semence monogame durant le Plan Maroc Vert, ce qui est important pour la productivité ; et c'est grâce à cette semence monogame que les rendements ont augmenté,
- nous atteignons un taux de mécanisation de la récolte de 100%,
- 100% des producteurs et des sucreries sont agrégés et donc ils sont tous organisés,
- 100% de taux de digitalisation de l'amont agricole : les travaux, les sociétés de service autour, tout l'écosystème est digitalisé, les agriculteurs se sont inscrits dans cette transformation digitale dans le secteur sucrier,
- beaucoup de sociétés de prestations de service ont été créées : l'agriculteur peut appeler n'importe quelle société de service juste avec sa carte puce et demander à faire tous les travaux, et donc ils sont chargés sur sa carte puce, et après, avec le régulateur, on peut retrancher ou bien prendre tous les frais qu'il a engagés et donc c'est très important et c'est un exemple éloquent de digitalisation d'une filière agricole,
- les rendements aussi ont été beaucoup améliorés : on a atteint des taux de sucre, certaines années, qui sont équivalents, voire supérieurs à ceux du Bassin Parisien grâce à la technologie et grâce à l'introduction du progrès technique dans ces cultures.

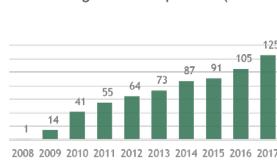
#### b) Lait : Une hausse remarquable de la production laitière grâce aux efforts de l'amélioration génétique, l'insémination artificielle et l'organisation de filière

Les filières animales, comme le lait par exemple : le développement de la filière animale est basé sur le progrès génétique, l'insémination artificielle, l'amélioration génétique du troupeau et aussi sur l'organisation et sur le contrôle sanitaire. Ceci a permis de passer de 1,5 milliards de litres à 2,5 milliards de litres pendant la période du Plan Maroc Vert. C'est vrai qu'aujourd'hui, la filière vit des difficultés mais ces performances ont été obtenues entre 2008 et 2020, voire 2021.

Cheptel de vaches laitières (million de têtes)



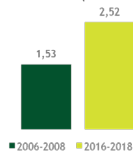
Cumul des génisses importées (000'têtes)



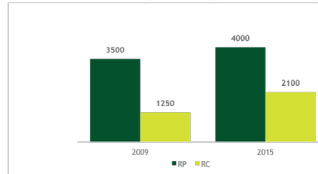
Subventions FDA en MDH

| Total                                        | 1053,1 |
|----------------------------------------------|--------|
| Acquisition des génisses importées           | 378,8  |
| Production de reproducteurs bovins           | 253    |
| Construction de bâtiments d'élevage          | 284,9  |
| Centres de collecte de lait                  | 7,6    |
| Unités de valorisation des produits laitiers | 18,3   |
| Acquisition de matériel d'élevage            | 110,5  |

Production laitière (Milliards de litre)

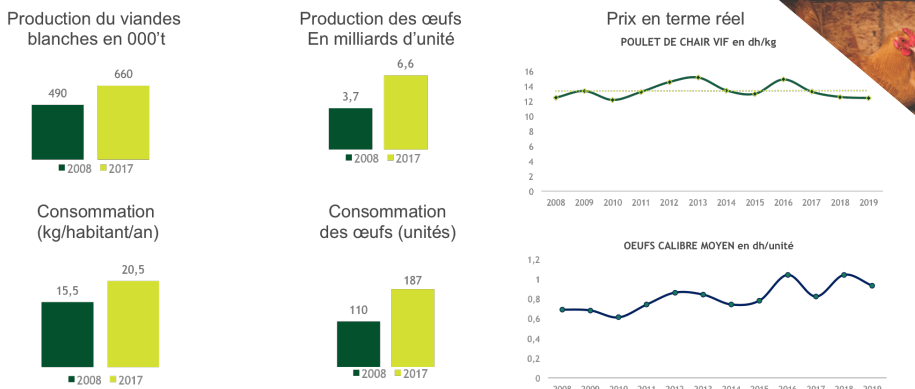


Production laitière par race (litre/vache/an)



### c) Aviculture: un progrès considérable sur l'ensemble des indicateurs

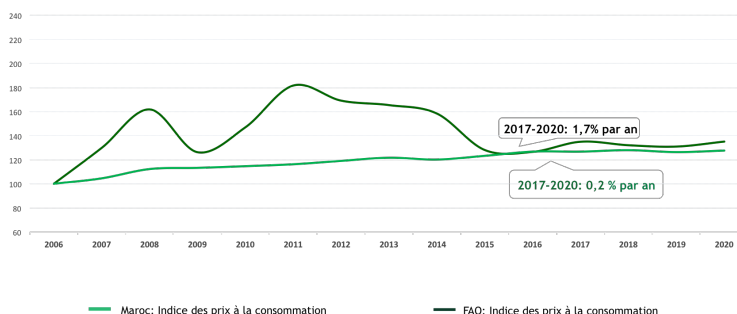
L'aviculture : pour moi le meilleur indicateur que je retiens, ce sont les prix en termes réels de vente du poulet de chair durant la période, suite au projet d'investissement et au développement du secteur. Les prix, en termes réels n'ont pas augmenté, ce qui témoigne d'un progrès technique entraînant une augmentation de la productivité. C'est un indicateur important : si vous revenez à l'histoire des prix, les Marocains ont acheté toujours le poulet durant les 12 dernières années, avant la crise, à 12-13 dirhams/kg. Ceci n'a pas changé. Ça veut dire que le producteur est derrière, qu'il y a un effort et un progrès technique, de la technologie qui est injectée dans le secteur.



### Des prix des denrées alimentaires relativement stables au Maroc, malgré l'augmentation des prix sur le marché mondial, et ce grâce à l'amélioration des productions agricoles et à la politique commerciale adoptée

C'est le dernier indicateur en termes de performance : lors de la crise 2008 (qui s'est prolongée 2 ou 3 ans après), on compare l'indice des prix alimentaires au niveau mondial (FAO) et l'indice alimentaire au Maroc. L'IPC au Maroc est resté stable malgré les crises et les difficultés qu'a connues l'économie mondiale. Dans le commerce mondial par contre, les prix, on l'a vu, ont beaucoup augmenté dans beaucoup d'autres régions du monde. Et donc ça aussi, c'est un indicateur de la sécurité alimentaire qui est important parce que la stabilité des prix est un élément clé pour assurer la sécurité alimentaire.

Indice des prix des denrées alimentaires à la consommation (%)



### 3.- Principaux leviers de transformation du secteur pour consolider la sécurité alimentaire.

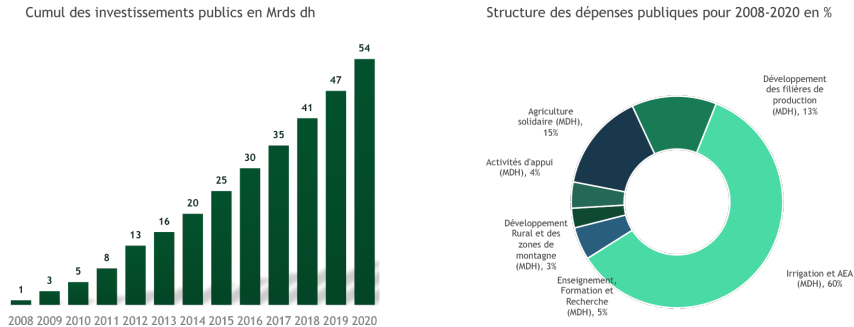
Maintenant, je reviens, parce que comme j'ai dit dans mon approche, c'est comme si je fais du « back-stopping » : je dis voilà où en est notre situation, voilà ce que nous avons réalisé et c'est ce que j'appelle les leviers de transformation qui ont permis d'atteindre ces résultats.

#### 3.1) L'investissement public agricole est essentiel pour créer une dynamique économique agricole et rurale

Premièrement, l'investissement est un élément important pour la sécurité alimentaire. L'investissement public agricole est essentiel pour créer une dynamique économique et agricole dans le monde rural et c'est ce qui a été fait. L'investissement comporte quatre composantes :

- il y a tout ce qui est investissement stratégique : c'est important pour un pays, pour assurer sa sécurité alimentaire,
- les investissements publics qui sont nécessaires pour développer l'infrastructure (le secteur privé ne peut pas investir dans l'infrastructure),
- il y a l'investissement privé,
- et le financement.

Investir dans l'infrastructure productive notamment l'infrastructure d'irrigation et d'aménagement hydro-agricole, l'agriculture solidaire et le développement des filières de production



Quatre composantes donc pour l'investissement public dans le secteur agricole, dans le cadre du Plan Maroc Vert. Tout l'investissement, tout l'effort qui a été fait s'est concentré sur l'infrastructure productive et c'est là où il y a tous les efforts de la modernisation de l'irrigation, de la réhabilitation, du changement comme le remplacement des grands canaux de transport de l'eau en mode de conduite et des investissements colossaux dans les aménagements de périmètres irrigués, dans le domaine de l'entretien, etc.

Et principalement- comme vous le voyez dans la part des investissements (figure)-, c'est l'irrigation qui a pris la grande part parce que la contrainte climatique au Maroc exige à ce que l'eau soit gérée et maîtrisée pour assurer la sécurité alimentaire ; et c'est pour cela qu'il y a beaucoup d'investissements qui sont allés vers l'eau et l'eau va rester toujours l'élément important et prioritaire dans la politique de sécurité alimentaire au Maroc.

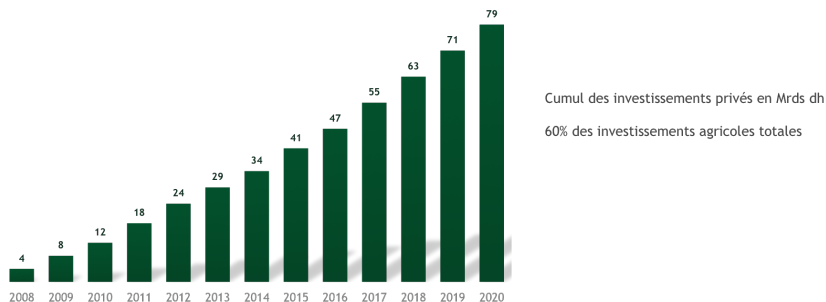
Ensuite, il y a l'investissement privé qui représente la deuxième composante. L'investissement privé agricole permet de moderniser les exploitations : si l'État peut investir dans l'infrastructure, au niveau de l'exploitation, il faut créer les conditions pour que l'individu investisse dans son exploitation et la modernise. En d'autres termes, qu'il adopte le progrès technique, qu'il adopte la technologie et ça, c'est la clé de l'amélioration de la productivité.

### 3.2) L'investissement privé agricole permet de moderniser les exploitations, adopter la technologie et améliorer la productivité

Je donne l'exemple du goutte à goutte, ou de la récolte mécanique, ou autre technique qui permette d'améliorer la productivité. C'est à l'agriculteur donc d'améliorer la productivité et au secteur public de créer un environnement favorable et un cadre incitatif qui lui permette d'intégrer la technologie et de développer son exploitation.

Par ailleurs, le mix entre investissement public et privé est dominé par le privé et ça aussi c'est un avantage et c'est un point très positif pour le PMV parce que les investissements publics en général sont lourds et leur rentabilité ne se fait qu'à très long terme. Le rendement du capital, lorsqu'on parle d'investissement public, est toujours faible

Un volume important mobilisé grâce à la refonte du cadre incitatif, la mise à niveau de l'outil FDA et l'attractivité du secteur



Par contre, lorsque le mix est dominé par le privé, le rendement du capital est beaucoup plus important, plus performant, plus durable. C'est pour cela que dans le Plan Maroc Vert, nous avons atteint 60% des investissements privés et ça aussi c'est important pour la sécurité alimentaire.

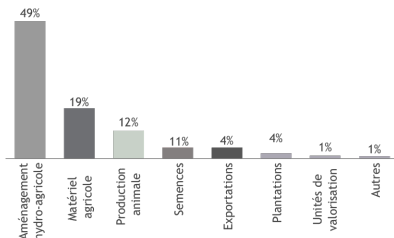
### 3.3) Financement et incitations

L'autre élément, c'est le financement et les incitations. Il est vrai que le financement pose toujours des problèmes pour le secteur agricole, surtout dans les pays en développement, parce qu'il y a des facteurs bloquants, des facteurs et des contraintes liées à la nature de la structure agraire, nature des exploitations, l'émiettement, la petite taille, les statuts fonciers, le risque climatique, la plupart des exploitations sont « bour » (en agriculture pluvial),... Donc il y a des risques qui font que le financement soit toujours difficile, mais avec le Plan Maroc Vert, nous avons mobilisé beaucoup de financements pour les

exploitations, et ce grâce à un cadre incitatif approprié qui est le Fond de Développement Agricole (FDA). A ce propos, il est important de mentionner qu'avant 2008, le Fond de Développement Agricole avait un budget de 500-600 millions de dirhams, pas plus. Avec le Plan Maroc Vert, on a atteint 4 milliards de dirhams, donc on a ramené de nouveaux moyens au secteur pour aider les exploitations à investir. Mais l'argent n'est pas suffisant, on peut avoir des incitations mais ce qui est important, c'est l'environnement favorable à l'investissement, le service et la gouvernance.

un Fonds dédié pour mobiliser et encourager l'investissement privé

Structure des aides octroyées dans le cadre du FDA(%)



L'amélioration du service offert aux investisseurs est au cœur de la procédure du FDA

- 58 guichets uniques (9 ORMVA et 49 DPA)
- Mise en place d'un Système de Management Qualité (32 GU certifiés ISO-9001)
- Institution d'une nouvelle procédure relative aux modalités de traitement des dossiers de demande de l'aide de l'Etat
- 426 724 bénéficiaires

Le système est organisé autour de guichets uniques : nous avons 58 guichets uniques et avec un système universel, tout exploitant qui veut investir peut s'adresser à un guichet unique et déposer son dossier, faire son investissement et recevoir les incitations dues pour son investissement. Il y a un système de management de la qualité dans les guichets uniques : au moins 32 guichets uniques certifiées, donc la procédure est certifiée et c'est très important aussi pour qu'il y ait une confiance de l'investisseur privé dans l'environnement..

Il y a aussi les procédures qui doivent être claires et simples. Il y a un système d'information performant qui est adossé à ce système du FDA et est combiné aussi à celui de la banque pour digitaliser tout le processus d'obtention et de dépôt du dossier de subvention.

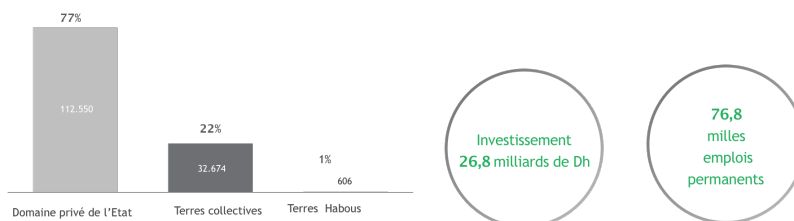
Ce point est important. L'investisseur privé, l'exploitant, ne doit pas trouver de blocages. C'est un élément important, un petit détail peut être pour les politiques mais c'est important. Lorsqu'un investisseur se présente, il doit trouver quelqu'un avec qui parler, quelqu'un qui l'encadre, qui le reçoit, qui suit son dossier, qui lui explique, qui soit chez lui pour constater... Et ça c'est important.

### 3.4) Le partenariat public privé

Maintenant, il y a un volet important en termes de leçons apprises : il s'agit du partenariat public-privé. Nous pensons, suite à l'expérience du Plan Maroc Vert, à l'expérience aussi des politiques agricoles marocaines (parce que comme j'ai dit, c'est un processus cumulatif : stratégie après stratégie, politique après politique, c'est une accumulation de la connaissance, du savoir et de l'expérience) que le partenariat public-privé est un élément clé de réussite et de drainage des investissements. Nous l'avons fait autour des terres SODEA et SOGETA qui étaient autrefois gérées par l'Etat et comme ce dernier ne sait pas faire des affaires, (il ne doit pas être un Etat marchand), ces terres étaient pratiquement gérées dans le cadre de sociétés d'Etat et on peut dire qu'elles étaient stériles en terme de potentiel.

(PPP) a constitué un facteur clé de succès et un levier de développement des investissements

• 1 710 projets ont été lancés à fin 2020, avec une superficie conventionnée estimée à 149 000 hectares dont 77 % appartenant à l'État.



Aujourd'hui, ces terres ont été cédées au secteur privé, louées au secteur privé avec beaucoup d'investissements. Environ 26.8 milliards ont été injectés dans les terres qui ont été louées dans le cadre de ce partenariat public-privé. Il y a d'autres partenariats autour de l'irrigation, l'expérience de dessalement. Le partenariat est important parce qu'il apporte trois choses : le financement, le savoir-faire et la technologie et c'est très important pour la sécurité alimentaire.

Je pense que l'investissement et la question du financement peuvent déboucher sur des financements innovants et parmi les modes de financements, le partenariat public-privé doit être développé. On a besoin de les développer surtout lorsque l'Etat ne peut pas tout financer, ne peut pas tout faire et ça c'est un élément acquis grâce aux leçons apprises

### 3.5) Les contrats-programmes

Après l'investissement et le partenariat public-privé, il y a le contrat-programme. On parle de 19 contrats-programme filières : on a mis en place des plans de développement filières, c'est-à-dire que chaque filière a un plan de développement selon une approche de chaînes de valeurs depuis la semence jusqu'à la commercialisation ; et ces contrats-programmes sont conclus avec des interprofessions, ces dernières représentant les associations sur tous les segments de la filière : les producteurs de semences, les pépiniéristes, les transformateurs, les exportateurs, etc.

Vu que le gouvernement ne peut pas tout faire et que dans le cadre des contrats-programme il doit y avoir un interlocuteur crédible (les associations des interprofessions), on doit obligatoirement engager un dialogue au sein des filières, dans toutes les filières. Tout le monde a besoin de dialoguer parce qu'il y a des intérêts divergents, il y a des intérêts publics, des intérêts privés et des intérêts divergents entre les différents intervenants au sein d'une filière. C'est pour cela que les contrats-programme ont joué un rôle clé dans l'augmentation des productions et disponibilités que nous avons vu au début, et donc c'est un instrument important qu'il faudrait développer.

CP autour de plan de développement filière selon une approche contractuelle entre l'Etat et les interprofessions, avec des objectifs chiffrés, des engagements contractuels et un système de suivi-évaluation des performances

## 19 CP filières

### Axes de développement

- Incitation à l'investissement privé;
- Promotion de programmes de Recherche et Développement et de transfert de technologie aux producteurs;
- Amélioration de l'environnement professionnel et des conditions cadre des filières;
- Amélioration de la production et les conditions de sa valorisation;
- Amélioration des conditions commercialisation et promotion des exportations.

### 3.6) Un contrat programme agro-alimentaire

En plus des contrats-programme filières, nous avons développé dans la deuxième moitié du Plan Maroc Vert des contrats-programme autour des industries agro-alimentaires. Les industries agro-alimentaires, en terme, disons d'ancrage institutionnel, relèvent du ministère du commerce et de l'industrie. Mais il y a une convergence qui a été permise grâce au travail collaboratif entre le ministère de l'agriculture et le ministère de l'industrie pour mettre en place un système d'incitations commun pour encourager les industries agro-alimentaires autour d'un contrat-programme, avec des filières à développer, des impacts, etc.



**Coût global : 12 milliards de DH**

- Etat : 4 milliards de DH repartie entre le MAPMDREF (2,8 milliards de DH) et le MIICEN (1,2 milliards de DH);
- Professionnels : 8 milliards de DH ;

---

**Impacts attendus**

- 38 457 emplois permanents additionnels;
- 41,74 milliards de dirhams de Chiffre d'Affaires annuel additionnel dont 12,52 milliards de dirhams à l'Export;
- 13,1 milliards de dirhams de Valeur Ajoutée annuelle additionnelle.

---

**Filières concernées**

- Agrumes, F&L frais, F&L transformés, Huile d'olive, Lait, Viandes, Biscuiterie -chocolaterie-confiserie, Pâtes alimentaires et couscous

---

**Etat d'avancement (Jusqu'à fin 2020)**

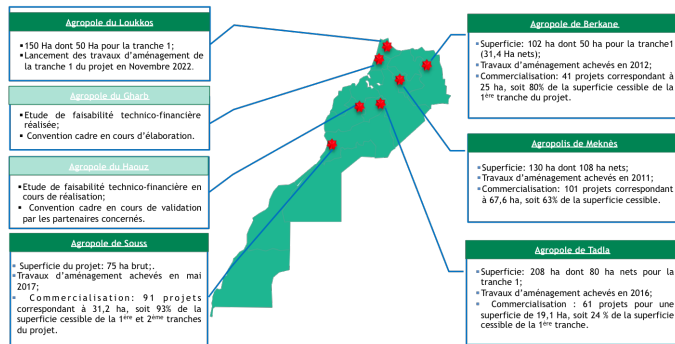
- 271 projets d'investissement réalisés
- Investissement mobilisé de 7,46 Mds de DH ( FDA: 3,56 Mds DH et FDI: 3,9 Mds DH)

### 3.7) Les plateformes agro-alimentaires pour valoriser la production agricole et l'intégration des filières

Le quatrième élément, pour ce qui est des leçons apprises de la mise en œuvre de la Stratégie pour assurer la sécurité alimentaire, concerne les plates-formes agro-alimentaires de commercialisation des produits. Lorsque les investisseurs viennent, ils veulent valoriser

le produit, le développer, mais ils ont un problème de foncier. Tout le monde sait que ce point est parmi les goulots d'étranglement et les difficultés qu'ils affrontent. Grâce au développement des agropoles, nous avons mis à leur disposition des terrains pour investir et implanter leurs unités de valorisation et de transformation à des prix convenables, abordables, et c'est un élément d'attractivité. Nous avons deux agropoles, dans le Gharb et dans le Haouz, qui sont en phase d'étude, et les autres sont fonctionnels et en phase de commercialisation. Il faut étendre davantage les zones agro-industrielles à mettre à la disposition des investisseurs pour développer et valoriser la production agricole car c'est un facteur déterminant pour parvenir à la sécurité alimentaire.

**L'objectif de ces projets structurants étant de renforcer la compétitivité des entreprises du secteur agro-alimentaire et d'accroître l'investissement dans le secteur.**



### 3.8) Le commerce international est essentiel à la sécurité alimentaire

Le commerce aussi est important, le développement par le commerce. J'ai eu cette discussion il y a très longtemps avec le professeur AIT-KADI lors de la négociation avec les américains sur l'accord de libre-échange Maroc-Etats-Unis et le thème clé était le développement par le commerce.

**Il est bien évident que les chaînes d'approvisionnement mondiales sont devenues très interdépendantes les unes des autres. Ainsi, le rôle du commerce international et son bon fonctionnement sans barrières est vital pour la sécurité alimentaire**

- la libéralisation des échanges accroît la croissance économique : Emploi, Revenu, inclusion des femmes
- Les secteurs ouverts sur la concurrence internationale sont plus compétitifs et investissent dans la technologie et créent plus de valeur (au Maroc : fruits et légumes, olives de table, dattes, aviculture... etc)
- La pandémie de COVID-19 a mis en évidence la nécessité de préserver les acquis en matière de commerce international.
- Le bon fonctionnement des marchés mondiaux loin de la spéculation contribue fortement à atténuer la volatilité des prix des produits et des intrants.

Effectivement, il ne faut pas perdre de vue le commerce car il est important dans la sécurité alimentaire parce que, aujourd'hui, toutes les chaînes de valeurs sont devenues interdépendantes quelque soit le secteur, y compris celui de l'agriculture, et donc les



chaînes d'approvisionnement sont devenues interdépendantes les unes aux autres. Donc le rôle du commerce international et son bon fonctionnement, sans barrières, est vital dans la sécurité alimentaire parce que, aujourd'hui, personne ne peut assurer sa sécurité alimentaire sans un commerce fluide, une logistique et une transparence sur le marché. La libéralisation des échanges accroît donc la croissance économique, l'emploi, le revenu, l'inclusion des femmes,...Et là, ce sont des leçons apprises.

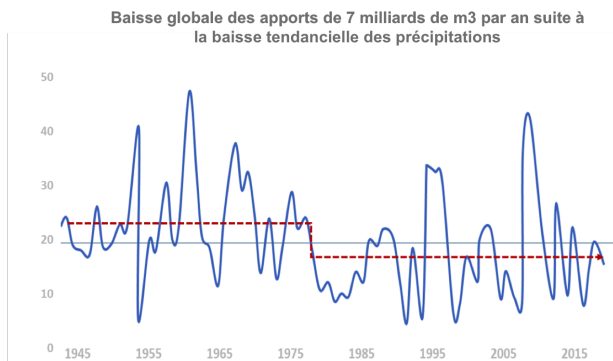
Pour ce qui est des secteurs ouverts à la concurrence, nous avons réalisé, lors du recensement de 2016, une étude sommaire comparative entre les secteurs protégés et les secteurs ouverts à la compétition. Plus tu es ouvert, plus le secteur est compétitif et améliore sa technologie, améliore sa productivité, gagne en compétitivité. Je prends l'exemple des fruits et des légumes, les olives de table, les dattes, l'aviculture,... Ceci concerne le secteur agricole mais également le secteur alimentaire et le secteur industriel en général.

La pandémie Covid-19 a mis en évidence la nécessité de préserver les acquis en matière de commerce international. On ne peut pas assurer une sécurité alimentaire par pays, une sécurité alimentaire régionale puis mondiale ; il faut qu'il y ait du commerce et il doit fonctionner correctement, loin de la spéculation.

### 3.9) Stratégies d'adaptation aux changements climatiques

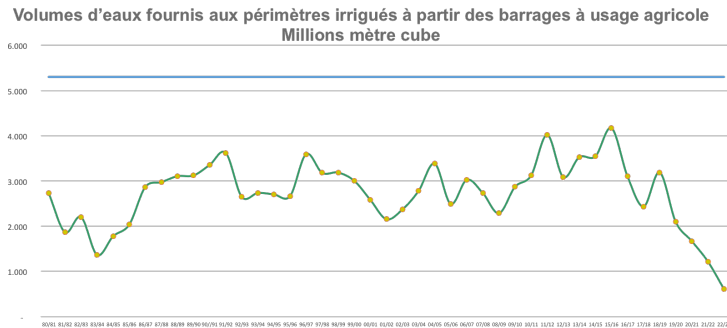
Une autre leçon tirée pour assurer la sécurité alimentaire, autre levier de transformation : il s'agit des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Le Maroc se situe dans une zone qui est exposée aux changements climatiques ; nous sommes un pays où il y a un déclin des précipitations. L'étude de la Banque Mondiale sur une très longue période montre ici que, entre 1945 et la période 75-78, nous étions à un niveau de précipitations, aujourd'hui nous sommes à un niveau inférieur et nous avons perdu en moyenne 7 milliards de mètres cube par an suite à la baisse tendancielle des précipitations. Donc, il s'agit d'une donnée importante qui menace la sécurité alimentaire et le développement à long terme.

La baisse des apports en eau menace la sécurité alimentaire et le développement à long terme



En conséquence, je présente les volumes d'eaux fournis au périmètre irrigué à partir des barrages agricoles en milliers de mètres cube. Regardez les cinq dernières années : nous sommes dans une pente, baisse des eaux fournies par les barrages à usages agricoles au périmètre irrigué. Voilà une menace sérieuse à tout ce qu'on a construit en matière de sécurité alimentaire.

La baisse des apports en eau menace la sécurité alimentaire et le développement à long terme



Donc l'eau est un élément important ; la maîtrise de sa gestion est importante ; la ligne en bleu, c'est normalement les besoins exprimés ; c'est dans le Plan et on ne l'a jamais atteint. Et toutes les réalisations qu'on a faites étaient en-dessous des besoins nécessaires pour que nos périmètres fonctionnent de manière normale. Mais durant ces cinq dernières années, on remarque une baisse des dotations en eaux ; aujourd'hui, au moins deux périmètres ne reçoivent plus de dotations en eau d'irrigation, ce qui oblige les agriculteurs à aller vers les eaux souterraines. Il s'agit des données concrètes qui montrent l'importance de la stratégie d'adaptation aux changements climatiques face à la sécurité alimentaire. Donc pour cela, et parmi les réponses, il faut une maîtrise de la gestion de l'eau d'irrigation ou bien la gestion de l'eau en général.

Quelle est la réponse? La réponse par rapport à la baisse tendancielle des précipitations (donc des disponibilités en eau), ou par rapport à la baisse des dotations des périmètres irrigués : l'Etat investit dans les grandes infrastructures d'irrigation, les barrages etc. Les grandes infrastructures sont importantes pour collecter l'eau et la gérer. Aujourd'hui, on a investi dans le cadre du Plan Maroc Vert surtout dans l'efficacité de l'irrigation ; c'est à travers concrètement la généralisation pratiquement de l'irrigation goutte-à-goutte et donc ça, c'est un effort en matière d'efficacité.

Aujourd'hui, de nouvelles contraintes apparaissent : il faut aller encore plus loin, aller vers la demande, la gestion de la nappe, les contrats de nappe, donc c'est un débat qui est très passionnant par rapport à la question de l'eau et je pense qu'il y aura des débats lors de ces journées par rapport à la question de l'eau car c'est un sujet important, la stratégie de l'adaptation est importante.

### Maitrise de la gestion de l'eau d'irrigation

- Amélioration de l'efficacité et de la valorisation de l'eau en agriculture, 635 000 ha équipés en goutte à goutte à fin 2020 dans le cadre du Programme National d'Economie de l'Eau d'Irrigation soit 41% de la superficie irriguée national

DURABILITE ET  
RECONVERSION  
SECTORIELLE

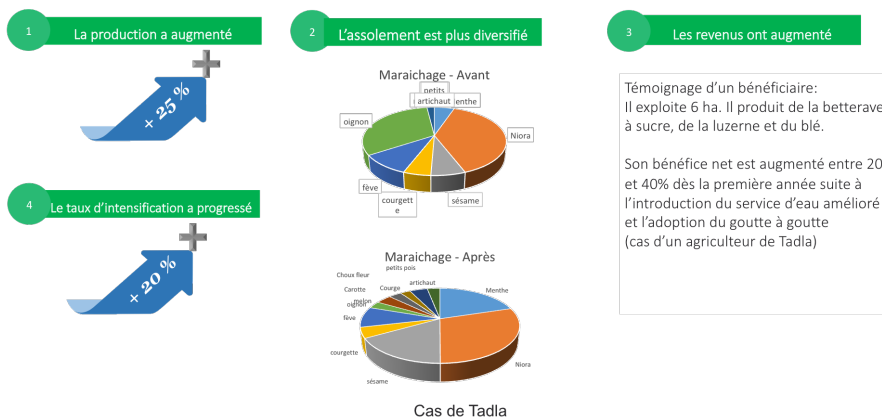
- Extension de l'irrigation dans le cadre du Programme d'Extension de l'Irrigation sur 82 300 Ha à fin 2020

- Réaménagement de 193.682 ha de PMH

- Mobilisation et exploitation en cours des eaux de surface et des eaux non conventionnelles notamment par dessalement de l'eau de mer pour pallier aux risques climatiques et préserver la nappe

Un exemple d'illustration, un projet dans la zone de Tadla qui a été conduit, en terme de reconversion collective, de l'irrigation gravitaire vers l'irrigation goutte-à-goutte, qui a donné ces résultats suite à une évaluation faite par la Banque Mondiale : une augmentation de la production de 25%, un taux d'intensification de 20%, une diversification de la production et donc l'investissement, l'innovation et l'adoption de la technologie de goutte-à-goutte a permis d'améliorer le revenu, de baisser la pression sur la nappe dans cette zone (je parle de cette zone dont nous avons fait l'évaluation) et en même temps augmenter la productivité, la diversification et donc augmenter les revenus. Il s'agit d'un exemple où l'innovation joue un rôle important pour améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle parce qu'il y a une diversification de la production qui est importante pour la nutrition.

L'évaluation des impacts dans le cas du projet PROMER a montré une amélioration significative de la productivité, de l'intensification et des revenus (1/2)



En termes de stratégies d'adaptation aussi, il faut qu'il y ait des programmes spécifiques. Il y a tout ce qui est stratégie de développement des zones oasiennes, de l'arganier, qui est mise en œuvre par l'agence des oasis (ANDZOA). Il s'agit de programmes spécifiques à ces zones, qui sont des zones fragiles et auxquelles il faut des instruments de financement et des approches spécifiques.

#### Programmes spécifiques aux zones fragiles



- **la Stratégie de Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier** qui cible le développement de ces zones fragiles sur les dimensions économique, sociale et environnementale avec des programmes ambitieux de développement du palmier dattier et de l'arganier.



- **Le Programme National de Développement des Parcours et de Régulation des flux de transhumants** qui vise la gestion durable des ressources pastorales, la création de réserves pastorales et la plantation d'arbustes fourragers sur plus de 650.000 ha ainsi que le développement de l'hydraulique au niveau de ces zones.

#### Programmes de plantation



- Plantation de près de **590 000 ha** entre **2008 et 2020** dans le cadre des contrats programmes filières oléicole, agrumicole, phoéniciicole, arboricole

#### Couverture des risques climatiques



- **Couverture d'1 million d'ha** annuellement de **céréales, légumineuses et oléagineux** contre la sécheresse, l'excès d'eau, la grêle, le gel, les vents forts et les vents de sable
- Lancement de la **couverture de 50 000 ha d'arboriculture** annuellement

Dans la politique marocaine de changements climatiques, il y a deux piliers : l'adaptation et l'atténuation. Parmi les leçons apprises de la mise en œuvre de la Stratégie, il y a les programmes de plantations qui sont inscrits dans l'atténuation et le ministère de l'agriculture a choisi le volet «eau » comme facteur d'adaptation. Mais les deux se complètent.

Et puis il y a la couverture des risques climatiques. Parce qu'on est dans une zone à risques, et pour que les agriculteurs puissent investir et continuer à le faire, il faut absolument qu'ils aient une couverture contre les risques climatiques. L'expérience de 1 million d'hectares, qui est gérée actuellement par un assureur privé, est importante. Au sein aussi de cette expérience, il y a des leçons à apprendre, il y a beaucoup de choses à apprendre et à améliorer et c'est ça en fait les politiques agricoles. Ce n'est pas une science exacte ; on teste, on apprend, on corrige notre feuille de route et on avance. Il y a beaucoup d'enseignements à tirer de ces expériences.

### 3.10) Le secteur s'est doté d'une gouvernance et d'un cadre institutionnel rénovés

Un autre levier important à mon avis, c'est la gouvernance, qui est importante pour la sécurité. Même si vous avez l'argent, vous avez tous les moyens, si vous n'avez pas une bonne gouvernance, la sécurité alimentaire ne va jamais être atteinte et on a vu dans l'histoire récente de nombreux pays qui avaient beaucoup de ressources de terres, d'eaux, d'animaux et qui recevaient de l'aide alimentaire pour leurs populations.

Pourquoi ? Parce qu'il y a un problème de politique et de gouvernance. Donc, sur le plan de la gouvernance, il y a de grandes réformes institutionnelles, il faut des agences spécifiques et c'est un choix du Plan Maroc Vert : après l'ONSSA pour la sécurité sanitaire et des aliments, l'ANDZOA pour les zones oasiennes, la charte du développement agricole pour attirer, développer et encadrer des investissements privés, l'Office National du Conseil, etc.



### De grandes réformes institutionnelles et de nouvelles agences et entités créées

- Réorganisation du Ministère de l'Agriculture au niveau central ;
- Mise en place de 16 Directions Régionales de l'Agriculture et 16 Chambres d'Agriculture (réduites à 12 en 2016);
- Création de nouvelles agences



- **Lois** de création de ONCA; Interprofessions agricoles; Agrégation agricole ; Production biologique des produits agricoles; Organisation de la profession de conseiller agricole privé; Immatriculation foncière; Statut des chambres; Transhumance pastorale, à l'aménagement et à la gestion des espaces pastoraux et sylvo pastoraux, etc.



### Une structuration importante du secteur privé pour accompagner la mise en œuvre du PMV

- Promulgation de la loi 03-12 portant sur les interprofessions et création et renforcement de 19 fédérations interprofessionnelles dont 14 interprofessions reconnues.



- Contrats programmes
- Représentativité
- Accompagnement
  - Plantation
  - Valorisation

### Etablissement de contrat-programmes

- Contrats programmes signés avec les **représentants des filières** de production;
- Mise en œuvre en cours d'un contrat programme de développement des industries agroalimentaires, ratifié en 2017

....Ceci a permis une **amélioration de l'environnement des affaires.**

Donc il s'agit d'un réajustement, un redéploiement institutionnel. Pour que l'action du Plan Maroc Vert soit efficace, nous avons réalisé une restructuration importante du secteur privé dans le cadre du Plan Maroc Vert à travers la loi 03-12 qui institutionnalise l'interprofession.

On a créé le cadre légal pour que les interprofessions puissent s'organiser et puissent se constituer. Il y avait des associations mais pour créer ces interprofessions, pour qu'elles aient un statut légal et qu'elles soient l'interlocuteur et en même temps leur donner les moyens de se financer à travers notamment des accords interprofessionnels, sous forme de prélèvements, il fallait agir sur ce cadre légal.

Puis il y a l'établissement des contrats-programme, changement des textes de lois... tout ça doit accompagner, parce que pour avancer, il faut absolument des réformes réglementaires et institutionnelles et je pense que ce volet est aussi important que celui de l'adaptation et celui de l'investissement pour assurer la sécurité alimentaire.

Et dans le cadre des deux stratégies qu'on est en train de mettre en œuvre, on a fait beaucoup de création, de production réglementaire et légale des textes. Ce qui a été fait sur 40 ans, a été fait dans le Plan Maroc Vert en 10 ans. Il y avait une dynamique, une course pour, comme disait Monsieur le ministre à l'époque, déboulonner les goulots d'étranglement et libérer le potentiel à l'investissement et à la création de richesses.

### 3.11) Il faut créer une vraie dynamique d'inclusion pour ne laisser personne derrière.

Et puis un autre levier de transformation essentiel aussi- ils sont tous importants- est qu'il faut créer une dynamique d'inclusion pour ne laisser personne derrière. Parfois, les investissements ou les politiques peuvent avoir des externalités négatives mais, attention, c'est pour cela que le Plan Maroc Vert est une expérience réussie, parce que, comme j'ai dit, dans le domaine de la politique agricole, la petite agriculture avait des instruments d'équipe et il apparaît à travers le Fond de Développement Agricole.



Il faut créer une discrimination positive vis-à-vis de la petite exploitation. Il est nécessaire donc, si le petit exploitant ne veut pas acheter un tracteur, de trouver comment il peut bénéficier de ce progrès technique (qui est le tracteur) ou comment il doit bénéficier de la technologie numérique, de transformation, à travers tout instrument intermédiaire (coopératives, agrégation,...).

Il faut en trouver, il ne faut laisser personne derrière les petits exploitants, parce qu'ils n'ont pas cette capacité de financement ; ils n'ont pas les capacités d'investir et dans certaines régions fragiles comme les zones des oasis, l'investissement privé, l'initiative privée est défaillante et l'Etat doit être présent dans ces régions. C'est une responsabilité.

Il y a une autre analyse que nous avons effectuée dans la structure de l'investissement public durant la période de la stratégie du Plan Maroc Vert. On a remarqué que plus il y a de potentiel agricole, de dynamique économique dans les régions, plus le secteur privé s'investit plus que l'Etat ; et plus on va dans les zones fragiles où il y a beaucoup de petites exploitations, moins il y a d'initiatives privées. L'Etat investit plus et le privé moins, et donc c'est cet équilibre qui est important pour avoir cette équité entre les territoires.

Le rôle du territoire est important et l'agriculture solidaire a beaucoup fait en terme de ciblage des territoires à travers les programmes des palmiers-dattiers pour les oasis, l'arganier pour la biosphère de l'arganier, à travers la santé animale, les vaccins, la prévention, la protection du patrimoine animale etc.

Donc c'est aussi un élément important l'inclusion ; on doit avoir des instruments concrets pour faire bénéficier les petites exploitations du progrès.

### 3.12) Sécurité sanitaire des aliments

Enfin, la transformation de la sécurité sanitaire est essentielle pour la sécurité alimentaire et dans ce cadre, l'idée est de changer de système. Le reste, le financement, l'organisation, c'est du détail. Il faut changer de système, donc avant, nous avons un type de contrôle éparpillé qui a montré ses limites, notamment, par exemple un contrôle orienté vers la recherche d'infractions, la répression des fraudes.

### Avec l'adoption de la loi 28-07, le contrôle des produits alimentaires a connu un changement radicale dans l'approche .....

AVANT : Un système de contrôle éparpillé qui a montré ses limites et insuffisances

- plusieurs textes réglementaires généraux ou spécifiques mais qui restent disparates et ne couvrent pas tous les secteurs et filières de production;
- des responsabilités non claires entre producteurs et vendeurs en ce qui concerne les produits mis sur le marché;
- Un contrôle orienté vers la recherche des infractions par sondage des produits finis.

APRÈS : Un système de contrôle intégré, raisonné et normalisé basé sur l'analyse des risques à travers

- la responsabilisation des professionnels de ne mettre sur le marché que des produits sains et salubres;
- la participation active des partenaires (professionnels et consommateurs) dans le système de sécurité sanitaire des produits alimentaires.

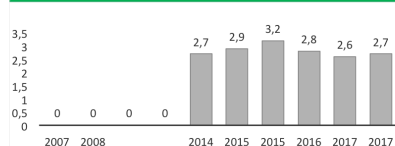
Après, nous avons adopté un système d'accompagnement, de participation, pour que les établissements, les équipes de production prennent leur responsabilité. C'est quelque chose qui fait la différence sur le marché, le positionnement par la qualité. Il faut qu'ils soient responsabilisés : on est donc passé à un système de responsabilisation des professionnels. D'où la question d'agrément, de certification. Si une unité est agréée, certifiée, autorisée, ce n'est pas la peine de la contrôler à chaque fois, mais on peut la contrôler d'une manière intermittente ; par contre, dans l'ancien système, on cherche l'infraction, ce qui est contreproductif et ça c'est un élément aussi important lorsqu'on veut changer de minds et pour approcher la sécurité alimentaire, il faut que les gens deviennent responsables, participent dans la prise décision.

### Le contrôle et la surveillance des maladies animales a pris une nouvelle dimension avec le PMV conformément aux directives de l'OIE

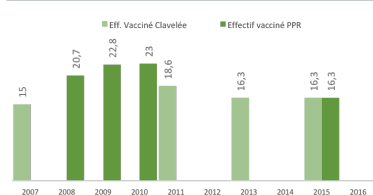
Charbon bactérien : Maladie surveillée avec 244.000 têtes vaccinées/an



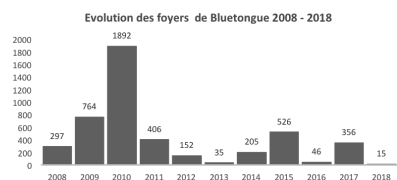
Fievre aphteuse: Maladie maîtrisée avec surveillance 90% du cheptel bovin vacciné (2,8 millions de têtes)



Surveillance et lutte contre la clavelée et la PPR  
16 à 23 millions de têtes vaccinées par an



Bluetongue : maladie sous contrôle, 300.000 têtes vaccinées/an entre 2009-2017



Un détail : comment, grâce au changement de ce système, augmenter les tonnages de viandes, de poissons, ... ? On a contrôlé plus de résidus et on a, grâce aussi à ce système de contrôle, beaucoup fait de travail dans la protection du patrimoine animale et végétal ; c'est un élément clé de la sécurité alimentaire parce que, si vous avez une maladie épidémique,

(regardez sur le cactus, le mal a disparu), c'est des menaces sérieuses qu'il faut prendre en considération dans la stratégie de sécurité alimentaire lorsqu'on veut la mettre en œuvre

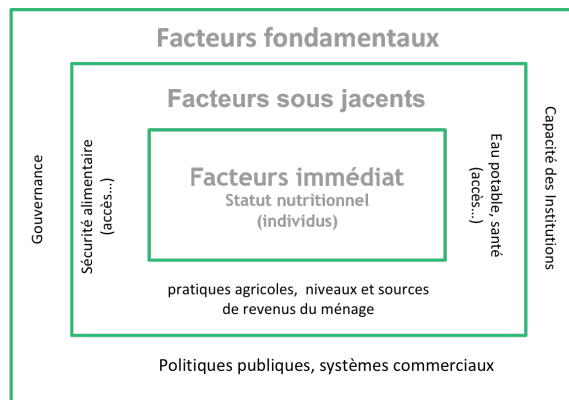
#### 4.- Du PMV à la Stratégie Génération Green : consolider la sécurité et la souveraineté alimentaires

Il s'agit d'une transition, de passer d'une stratégie à une autre. Mais pourquoi ? Comme je l'ai dit au début, pour consolider, parce que le processus est lancé. Depuis l'indépendance, les politiques se succèdent et donc il faut à chaque fois consolider pour maintenir, préserver notre sécurité alimentaire et notre souveraineté alimentaire.

Comment consolider sa sécurité alimentaire ? C'est dans le cadre de la transformation du système alimentaire. Ce n'est pas technique. C'est politique. C'est des politiques et des stratégies. La notion du système alimentaire est importante parce qu'elle sert à comprendre le rapport entre sécurité alimentaire et nutrition, entre production et consommation; et avec l'eau, tout ça constitue notre système alimentaire.

Généralement, lorsqu'on parle de sécurité alimentaire, on parle de quatre dimensions. Je pense qu'il faut aller beaucoup plus loin, il faut être beaucoup plus intégré dans cette réflexion sur la sécurité alimentaire et donc, on doit l'aborder selon une approche globale.

....il faut par conséquent aborder la sécurité alimentaire selon une approche globale



Quand on parle d'insécurité, on parle de cause; ou de sécurité, et on parle de facteurs; et le facteur immédiat, c'est le statut nutritionnel de la population.

Il y a cet élément qu'on doit prendre en compte et qui doit être en relation avec tout ce qu'on fait dans la sécurité alimentaire. Cet élément central, c'est l'individu, c'est l'être humain, c'est le citoyen; et le facteur immédiat, c'est son statut nutritionnel, son rapport avec la nutrition, avec l'alimentation (Comment il fait ses choix ? Est-ce qu'il est bien allaité ? Est-ce qu'il utilise le lait maternel ?) Il y a beaucoup de détails mais ça, c'est pour les spécialistes.



Puis le deuxième niveau, c'est les facteurs sous-jacents qui sont :

- la sécurité alimentaire elle-même : tout ce qui est disponibilité, tout ce qui est accès, tout ce qui est stabilité des prix, tout ce qui est sécurité sanitaire,
- les pratiques agricoles, les revenus des ménages... tout ça, c'est des facteurs sous-jacents,
- l'eau, la santé, ...

Il y a les facteurs fondamentaux que sont la gouvernance et la capacité des institutions. On doit avoir des institutions, qu'elles soient publiques ou privées, qui fonctionnent bien pour consolider notre sécurité alimentaire et notre souveraineté alimentaire. Et tout ce qui est politiques publiques, sécurité, protection sociale, politique de l'éducation, de formation, des systèmes commerciaux. C'est selon cette approche que, pour consolider notre sécurité alimentaire, on doit la penser d'une manière globale, plus large que les quatre dimensions de la sécurité alimentaire.

Le deuxième facteur, c'est la succession des crises. Nous avons vu la crise sanitaire qui s'est transformée en crise budgétaire puis en crise économique. Dans le monde, mais aussi au Maroc, il y a eu perturbation des chaînes de valeur : il y avait un choc dans la demande et un choc dans l'offre en même temps (Il n'y avait plus de restaurants, etc). Les filières ont réagi négativement à cette situation, ce qui est normal. Economiquement, lorsqu'il n'y a pas de demande, il n'y a pas d'offre en face et donc ça a créé une perturbation dans les chaînes.

### La succession des crises a révélé la nécessité d'une transformation de notre système alimentaire et d'investir davantage dans la résilience



Crise Sanitaire, crise budgétaire, récession économique, perturbation des chaînes d'approvisionnement (choc de demande et d'offre)



Sécheresse, baisse des ressources fourragères, baisse des ressources en eau, baisse des rendements, baisse des revenus



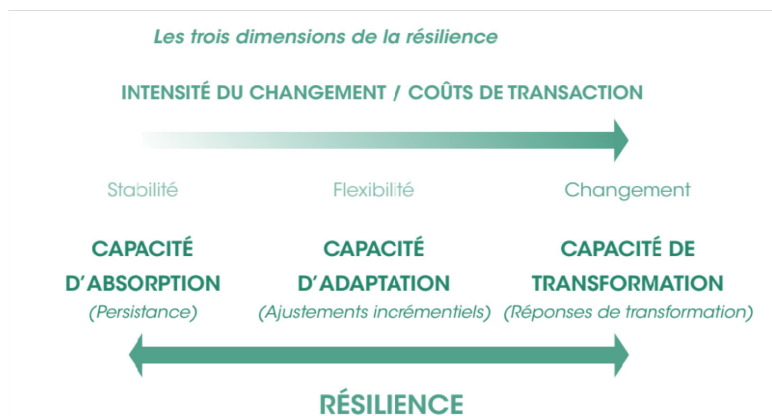
Guerre Ukraine : crise d'inflation (augmentation des coûts de production, augmentation des prix alimentaires, baisse du pouvoir d'achat des ménages...)

Tout le travail qui a été fait a été menacé sérieusement et beaucoup parlent de menaces pour le capital humain, comme pour la crise sanitaire, parce qu'il touche les individus. Les gens attrapent le virus donc on déplore des pertes humaines et en même temps, beaucoup de filières ont souffert de la pandémie. Puis après, nous avons les sécheresses successives depuis 2019 jusqu'en 2022, ce qui a conduit à une baisse des rendements, une baisse des revenus en milieu rural et c'est une crise qui vient s'ajouter aux effets de la crise due à la pandémie et à la guerre en Ukraine.

Il y a la guerre et, sans rentrer dans les détails, l'expression de la crise est l'inflation. Tout a augmenté et donc, quelles sont les conséquences pour la sécurité alimentaire de l'augmentation des coûts de production. Toutes les filières, qu'elles soient agricoles, agroalimentaires (même en dehors de l'agriculture les cours ont explosé) ont vu une augmentation des prix des produits alimentaires (on n'a jamais vu le blé à 700 dirhams dans le monde). A l'échelle mondiale, le pouvoir d'achat des ménages a baissé, ce qui constitue une menace pour la sécurité alimentaire. Il y a un contexte qui est réel et qui implique qu'on doit investir dans la résilience.

On va emprunter ce joli graphique de la FAO et de l'OCDE pour présenter les dimensions de la résilience.

Pour consolider la sécurité alimentaire, il faut investir dans la résilience du système alimentaire



Les résiliences, c'est nécessaire. Dans les politiques en lien avec la sécurité alimentaire, la résilience est importante avec ses trois dimensions : la capacité d'absorption, la capacité d'adaptation et la capacité de transformation. Et ça dépend où on s'arrête ? Si on s'arrête à l'absorption ou on s'arrête à l'adaptation ? Et c'est pour ça qu'on parle d'intensité : si on absorbe et on reste là, ou bien on absorbe et on s'adapte, ou on absorbe, on s'adapte et on transforme. Et c'est ce qu'il se passe dans l'expérience au Maroc par rapport à la question de sécurité alimentaire. On a développé notre capacité à absorber, à s'adapter et, aujourd'hui, à se transformer. La transformation prend du temps, c'est un processus long qui a commencé et c'est pour cela qu'on parle aussi de transformation du système alimentaire parce que la capacité d'adaptation, une fois épuisée, nécessite de passer un nouveau palier, à transformer le système pour qu'il soit durable.

Alors, le discours Royal a été rappelé par Monsieur Secrétaire perpétuel de l'Académie qui a évoqué le thème de la souveraineté et c'est un thème qui gagne du terrain aujourd'hui dans les débats, dans les discussions. Ce qui est demandé, c'est de trouver les instruments et avoir la capacité de le transformer en action réelle sur le terrain pour, justement, le concrétiser dans les domaines énoncés par Sa Majesté le Roi que Dieu L'assiste.

Pour le secteur agricole, nous pensons qu'il y a des éléments importants que je voulais évoquer ici comme la question de la souveraineté semencière. La souveraineté alimentaire est réalisable si des politiques adéquates sont mises en œuvre d'une manière responsable et participative.

Aujourd'hui, la semence devient un enjeu majeur dans la sécurité alimentaire et donc, dans le cadre de la transformation, on doit penser à notre souveraineté semencière, non pas uniquement dans le cas des céréales mais aussi dans toutes les filières importantes pour notre économie et notre avenir.

La souveraineté des intrants : aujourd'hui, nous produisons des engrais phosphatés et beaucoup d'investissements en cours permettront d'aller plus loin, de produire l'azote, de produire la potasse, etc.

On doit assurer notre sécurité hydrique : l'eau est essentielle pour la production et pour l'économie agricole et l'économie nationale.

Ce sont là trois éléments essentiels pour assurer notre sécurité alimentaire.

### La Souveraineté alimentaire repose sur des politiques adéquates et mises en œuvre de manière responsable, participative et inclusive

- La Souveraineté semencière par le renforcement du système semencier national et l'investissement dans la recherche et l'innovation
- La souveraineté des intrants notamment les engrais grâce à l'investissement et le développement de partenariats
- La sécurité hydrique
- La sécurité énergétique

la réalisation d'importants investissements dans la formation, la recherche et l'innovation qui sont le moteur de la transformation des systèmes alimentaires

Par rapport au contexte actuel dans le monde, par rapport à l'approche intégrée qui combine l'alimentation, la nutrition, la sécurité alimentaire, les facteurs fondamentaux, par rapport à cette vision intégrée, il faut emprunter, pour assurer la souveraineté alimentaire, les voies de la transformation de notre système alimentaire.

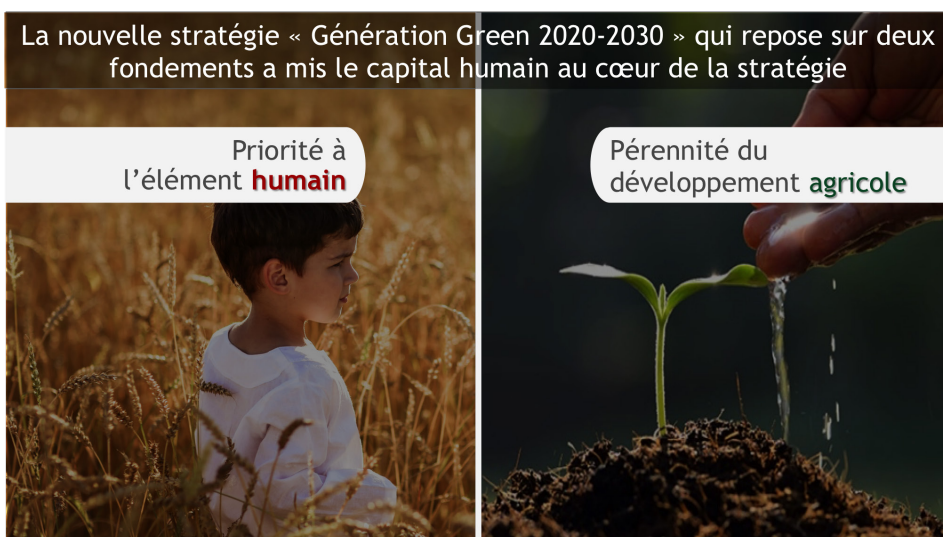
Il y a 6 voies de transformation connues qu'on doit emprunter et au cœur de ces voies, on trouve **la Stratégie Génération Green**. Pourquoi ? Parce que le débat autour de la Stratégie Génération Green, autour des voies de la transformation, a été antérieur à l'avènement de ce débat international sur le système alimentaire avec l'intensité que nous avons aujourd'hui.

Donc, il y a six voix qu'on peut citer rapidement :

- Investir dans le capital humain du secteur agricole grâce à la protection sociale et à la formation;
- S'adapter continuellement aux effets des changements climatiques;

- Réduire le coût des aliments en améliorant la productivité et en modernisant les circuits de commercialisation;
- Améliorer les revenus agricoles en créant des opportunités d'emploi, en particulier pour les jeunes, et l'autonomisation économique des femmes rurales ;
- Réduire l'impact sur l'environnement et la santé;
- Réduire le gaspillage alimentaire et impulser une consommation durable.

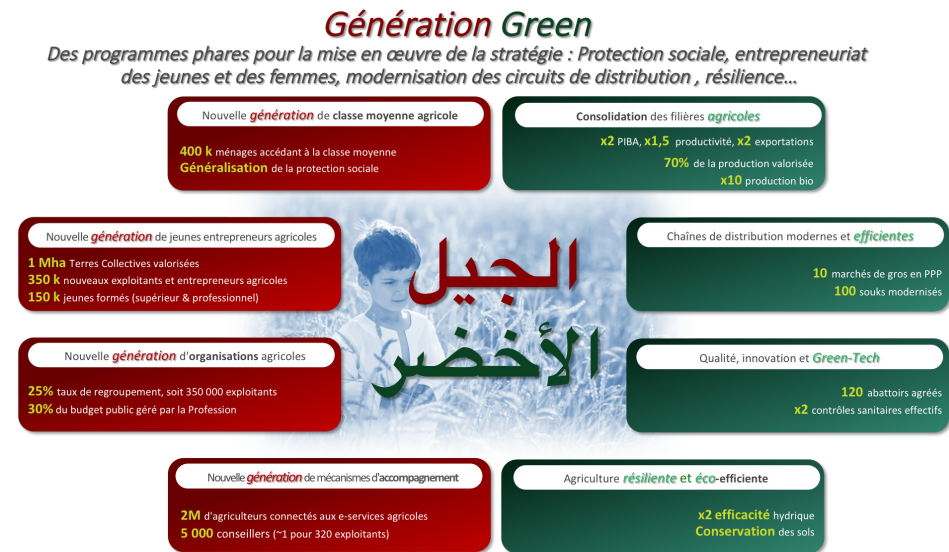
Là vient la stratégie de transformation lancée par Sa Majesté en 2020, avec deux fondements : **la priorité à l'élément humain** et la **pérennité du développement agricole**.



Pourquoi la pérennité ? Parce qu'on doit s'inscrire dans la continuité, dans la consolidation par rapport au Plan Maroc Vert, par rapport aussi aux politiques antérieures et en même temps, changer de paradigme : *« Passer d'une stratégie où l'investissement était au cœur de l'équation à une autre dans laquelle c'est l'homme qui est au cœur de l'équation »*. Parmi les raisons qui ont accéléré ce processus, il fallait donner un intérêt à l'individu et le mettre en avant dans les récits de la stratégie de la politique.

C'est justement la pandémie 2019 qui a menacé le capital humain avec quatre axes pour chaque fondement :

a) Le fondement 1, qui est la priorité à l'élément humain avec (1) **une nouvelle génération de classe moyenne agricole** dans la généralisation de la production sociale. C'est un projet phare, qui est porté à haut niveau par Sa Majesté le Roi, pour que tous les Marocains bénéficient d'une protection sociale, d'une couverture maladie, d'une couverture retraite et des allocations familiales. C'est un projet de règne, un projet de changement social, un projet où tous les secteurs sont en train de s'inscrire et parmi lesquels la stratégie nationale qui prévoit une couverture générale pour tous les agriculteurs et les travailleurs agricoles.



Aujourd'hui, nous avons recensé pratiquement un million 400 000 exploitations agricoles établis à cette fin et nous avons une couverture réelle, concrète, de 500 000 agriculteurs : une partie AMO «*tadamoun*» et une partie qui bénéficie de la couverture CNSS ou d'autres régimes. Donc ça, c'est déjà un bon résultat et nous sommes en train de travailler pour que tous les agriculteurs et leurs familles puissent bénéficier des prestations de la CNSS et que les délais fixés dans le cadre de la Loi-cadre sur la protection sociale (le terme est je pense de 2025 ou 2026) soient respectés pour que tous les déploiements du système de protection sociale bénéficient aussi aux agriculteurs.

Tout cela est important dans la transformation du système alimentaire car ce sont ces gens qui travaillent jour et nuit pour fournir la nourriture à leurs enfants et à leurs femmes. On doit les protéger contre les baisses de revenus, contre les accidents de travail; on doit leur donner les allocations familiales, on doit les protéger contre les maladies parce que, aujourd'hui, antérieurement au programme de protection sociale, le citoyen qui va se soigner va payer 50 à 60 %, voire plus parfois, de sa poche (ce qu'on appelle le «out-of-pocket»), et c'est vraiment lourd pour les ménages; et face à certaines maladies, certains ménages peuvent se ruiner. C'est pour cela que le projet de protection sociale impulsé par Sa Majesté va vraiment créer un changement social de taille en milieu rural. Il va donner une impulsion à la transformation du système alimentaire.

Il y a aussi (2) la **nouvelle génération de jeunes entrepreneurs agricoles**. Là, c'est l'emploi par l'entrepreneuriat. C'est un autre état d'esprit qui est injecté, qui est en train de se développer. Nous sommes en train de travailler pour le développer à travers **la mobilisation d'un million d'hectares de terres collectives à valoriser pour l'investissement et pour les jeunes**. La mobilisation relève du Département de l'intérieur mais pour le ministère, c'est surtout la valorisation de ces terres, l'encadrement, l'accompagnement,... qui nous préoccupe

Et puis nous avons tout ce qui est (3) **nouvelle génération d'organisation agricole** et (4) **nouvelle génération 2015 d'accompagnement**.

b) Je passe au **fondement de la pérennité du développement agricole** : le mot consolidation revient, c'est (1) la **consolidation des filières agricoles**. Il ne faut pas qu'on brade tout ce qui a été fait; il faut consolider. Je donne un exemple très simple : lors de la crise laitière qui a eu lieu récemment, si un éleveur quitte la filière, quitte l'exploitation, c'est très difficile de le faire revenir à la production laitière. Il faut donc s'entourer de tous les moyens incitatifs, tous les moyens d'attractivité pour qu'il reste dans la filière. Et c'est pareil pour la filière viande,... C'est pour cela que la consolidation est importante. Il faut qu'on protège les acquis que nous avons réalisés et qu'on les développe. Parce que notre ambition justement, c'est de doubler la richesse dans le secteur agricole et, avec le doublement de la richesse et la baisse des travailleurs agricoles, la productivité va encore augmenter et on va créer les conditions pour une classe moyenne qui sera aussi supportée par les programmes de protection sociale.

Il faut aussi augmenter les exportations car cela permet de développer l'intégration au marché mondiaux, permet aussi d'améliorer la qualité, d'augmenter en gamme, et c'est ça qui permet aussi de rechercher la technologie et l'innovation pour être au niveau du marché extérieur.

Le deuxième élément concerne (2) **les chaînes de distribution modernes**, qui ont un rôle clé dans la sécurité alimentaire parce que, lors d'une évaluation du Plan Maroc Vert, lors de la préparation de la stratégie, un des axes d'amélioration qui est ressorti concerne les chaînes de distribution. Parce que tout ce qui est abattoirs, tout ce qui est marché de gros, tout ce qui est souks, tout ce qui est marchés ruraux,... tout ça est encore régi par des lois, disons qui datent de très longtemps et, donc, ils doivent être réformés. Et c'est ça le pari de la ***Stratégie Génération Green***. On est déjà sur notre lancée : on a ouvert dans le cadre du PMV par exemple les abattoirs privés qui sont maintenant au nombre 7, avec des standards internationaux et c'est ça les ouvertures qui sont en train de se faire en termes de chaînes de distribution.

(3) **Qualité, innovation et *Green-Tech***. Nous allons doubler le budget de la recherche car nous sommes convaincus que la recherche, la technologie et la science sont la solution pour la transition alimentaire et la transformation du système alimentaire. Plusieurs exemples : je donne l'exemple du cactus pour lequel on a fait beaucoup d'efforts pour traiter la maladie et c'est grâce à la recherche qu'on a identifié les clans résistants. Il y a eu donc des innovations importantes et maintenant, grâce au travail, aux efforts, à l'inspiration de la recherche agronomique, le cactus devient résistant à la cochenille, est en train d'être multiplié et est adopté par les agriculteurs. C'est une simple question de temps pour que ces clones puissent être généralisés à tout le Royaume.

Et puis il y a l'agriculture éco-efficiente. J'ai parlé de (4) la résilience. C'est déjà dit que la Stratégie est au centre de la transformation du système alimentaire. Elle n'est pas la seule. Lorsque je parle des fondamentaux, je parle de la ***Stratégie nationale*** qui est au centre et il y a d'autres stratégies qui vont la compléter. Il y a la SNDD, il y a les stratégies dans le domaine de l'éducation, dans le domaine de la formation. Tout ça, c'est

la convergence des politiques publiques pour parvenir à la sécurité des infrastructures de stockage, des infrastructures routières,...Donc la résilience, l'éco-efficience, on l'a exprimé avec un indicateur qui est la productivité de l'eau. On veut multiplier l'efficience hydrique par deux; on a réussi dans le cadre du PMV à faire adopter les technologies par exemple, et elle a permis d'améliorer l'économie de l'eau. Mais il y a aussi beaucoup de travail avec la nouvelle technologie, avec la numérisation, avec les sensors, avec la télégestion, avec la gestion de l'irrigation en utilisant les paramètres agro-climatiques d'une manière instantanée, l'évolution de la technologie parce qu'il y a aujourd'hui des sensors qui peuvent te donner plein d'informations, plein de données pour améliorer le processus de décision dans le domaine de l'irrigation.

Et puis il y a la conservation des sols qui est très souvent négligée. On n'a pas beaucoup parlé de ça dans les stratégies mais les sols sont très importants pour la sécurité alimentaire; d'ailleurs, les premières famines sont liées au sol : la science du sol a permis aux scientifiques d'attester à l'époque que la famine est causée par le sol. Le rôle du sol est donc important pour la sécurité alimentaire. Nous avons lancé un grand programme de conservation avec l'INRA, celui du semis direct; et nous ambitionnons de couvrir un million d'hectares avec du semis direct. Nous avons commencé et donc là, c'est un programme qui est assez débile mais qui doit être consolidé.

#### Juste deux mots sur la coopération Sud-Sud.

Dans le cadre de la mise en œuvre des stratégies notamment tout ce qui est politique alimentaire, la coopération sud-sud, nous avons une très bonne expérience avec nos amis africains sur les questions de sécurité alimentaire :

- soit à travers une coopération triangulaire c'est-à-dire un bailleur de fond le Maroc est un pays qui reçoit la coopération travaille ensemble sur le transfert de technologie,
- soit la mise en œuvre de projets pour apprendre les uns des autres, surtout dans notre continent africain la collaboration entre pays.

Il y a beaucoup de conventions entre le Maroc et nos amis africains et on a fait beaucoup de choses. Il y a des projets importants intéressants au Mali, en Côte d'Ivoire au Congo.

Il y a beaucoup de projets qui sont des grands succès pour assurer la sécurité alimentaire des ménages surtout les petites exploitations.



## Coopération Sud- Sud : une vision royale

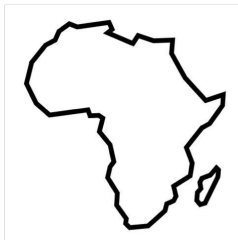
Le Roi Mohammed VI que Dieu l'Assiste a adressé une orientation solennelle au Gouvernement, dans son discours prononcé le 30 juillet 2012 à l'occasion de la Fête du Trône, pour faire de la coopération Sud une priorité nationale :

### Initiative Adaptation de l'Agriculture Africaine (Triple A)

Lancée par le MAPMDREF, cette initiative a pour objectif de réduire la vulnérabilité de l'Afrique et de son agriculture aux changements climatiques

### Coopération sud-sud dans le cadre du Fonds Fiduciaire (FAO)

La FAO est un partenaire stratégique dans la coopération Sud-Sud. Ce partenariat a été concrétisé à travers l'Accord Général sur le Fonds Fiduciaire Maroc-Fao 2014-2020.



### Coopération Sud-Sud avec le FIDA

Dans le cadre du projet de développement rural des montagnes de l'Atlas (PDRMA), le FIDA finance la coopération Sud-Sud, entre le Maroc et quelques pays africains notamment le Madagascar

### Collaboration avec l'Agence Marocaine de Coopération Internationale (AMCI)

Engagement du Département de l'Agriculture dans la mise en œuvre de la feuille de route de coopération avec les pays de l'Afrique et de l'Amérique Latine

Il y a l'initiative pour l'adoption de l'agriculture africaine (AAA), qui a pour objectif de réduire la vulnérabilité de l'Afrique et de son agriculture face aux changements climatiques.



### Initiative pour l'Adaptation de l'Agriculture Africaine

Lancée dans le cadre de la COP22 (Maroc-2016), l'Initiative royale pour l'Adaptation de l'Agriculture Africaine regroupe 38 pays africains membres, sur les 54 pays du continent.

Elle ambitionne de réduire la vulnérabilité de l'agriculture africaine face aux changements climatiques à travers une démarche pragmatique orientée vers :

- > La promotion de projets à fort potentiel au bénéfice des peuples africains ;
- > Le financement de projets prioritaires de nature à lutter contre les impacts des changements climatiques sur l'agriculture en Afrique pour assurer la sécurité alimentaire.

L'Initiative vise à lever des fonds au profit de l'Adaptation de la petite Agriculture Africaine et de l'accompagnement de la structuration et l'accélération de projets agricoles, en s'appuyant sur 4 programmes :

- ➔ La gestion rationalisée des sols;
- ➔ La maîtrise durable de l'eau agricole;
- ➔ La gestion des risques climatiques; et
- ➔ Le financement solidaire des petits porteurs de projets.





### Initiative pour l'Adaptation de l'Agriculture Africaine

L'appui de l'Initiative AAA aux pays africains consiste à :

- Soutenir le plan d'action pour la relance verte de l'Union africaine (2021-2027)
- Faire partie des initiatives prises par les gouvernements et les acteurs non étatiques africains pour accélérer la mise en œuvre des ODD
- Lancement d'une Plate-forme Internationale des Métriques de l'Adaptation en 2020, regroupant 30 pays, dont 8 en Afrique et 15 institutions internationales, pour promouvoir les bonnes pratiques en termes de suivi et d'évaluation de l'adaptation au changement climatique
- faire de la coopération Sud-Sud et de la coopération triangulaire des mécanismes essentiels de mise en œuvre de solutions de développement appropriées

→ Sélectionnée par l'UNOSSC comme une bonne pratique de la coopération Sud-Sud et triangulaire pour le développement durable



### Appui continu aux pays africains

- Mobiliser des financements auprès des PTF pour réaliser les projets suivants:

| Projet/Programme                                                                         | Objectif                                                                                                                                                                                                          | Partenaire(s) Technique(s) et financier (s)                | Montant alloué ( en \$ ) | bénéficiaires                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Développement des Plans d'Investissement Agricole Climato-Résilients                     | Renforce le PDDAA en matière d'élaboration de Plans Nationaux d'Investissement Agricole pour les pays africains.                                                                                                  | BM, AFD, Ministère de la Coopération Allemand, CIAT et FAO | 2,4 milliards            | 7 pays: Maroc, Côte d'Ivoire, Mali, Cameroun, Ghana, Burkina Faso et République du Congo (8,5 millions d'agriculteurs) |
| Programme Panafricain                                                                    | Aligner les politiques et stratégies agricoles et de la sécurité alimentaire des pays africains sur les objectifs de l'Accord de Paris                                                                            | Fonds Vert pour le Climat                                  | 10 millions              | 23 pays africains                                                                                                      |
| programme « Accélérer l'impact de la recherche climatique du CGIAR en Afrique » (AICCRA) | Promouvoir la résilience au changement climatique et améliorer la sécurité alimentaire dans le continent, à un moment où la pandémie de la COVID-19 a fragilisé la vie quotidienne de millions de d'agriculteurs. | Banque Mondiale                                            | 60 millions              | Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR)                                                   |

Je vous remercie.

## COMMUNICATIONS



## **Cereal crops in Morocco : state of knowledge, challenges and opportunities towards food sovereignty**

***Faouzi BEKKAOUI, Moha FERRAHI, Rachid MOUSSADEK,  
Imane THAMI ALAMI***

*National Institute of Agronomic Research, Morocco*

Cereal consumption in Morocco, particularly wheat, is one of the highest in the world and is estimated at 8 million tons per year (230 kg/inhabitant). On average, Morocco meets around 65% of its cereals needs (bread wheat, durum wheat and barley) from national production, the rest being imported. Rainfall significantly affects grain production in the 4 M ha rainfed agricultural area and there is a strong relationship between rainfall received and grain production. For example, production in 2020/21 was 10.4 Mt with an average rainfall of 289 mm to the end of April, while the following year production in 2021/22 decreased to 3.4 Mt due to a severe drought with an average rainfall of 188 mm. This rainfall variability is exacerbated by climate change and could pose a significant challenge to stable cereal production in the future. Research and development initiatives present multiple opportunities to improve the productivity and resilience of cereal species. As part of the Generation Green strategy of the Moroccan Ministry of Agriculture (2020-30), we aim to improve cereal production by 50%, going from an average of 2 T/ha today to 3 T/ha by 2030. This improvement will come from a combination of factors: better varieties with more resilience and a higher yield compared to current varieties, better use of fertilizers, supplementary irrigation, adoption of conservation agriculture (no-till system), crop rotation, seed treatment and reduction of harvest losses. New technologies such as gene editing and precision agriculture will help increase the productivity and resilience of wheat over the next 10 years. Several R&D programs are underway at INRA with national and international partners to increase cereal production and resilience towards reaching food sovereignty.

### **1 - Introduction**

Cereals play an important part in the diet, contributing on average 20% of daily calorific intake and 20% of protein intake (Langridge et al 2023). Wheat consumption in Morocco is one of the highest in the world. It is estimated at 230 kg/inhabitant/year. In this article, we will describe cereal production in Morocco and the factors that affect productivity, the country's needs and propose different ways of improvement. The implementation of these techniques as part of the Generation Green strategy will contribute to better productivity to approach food sovereignty.

## 2- Cereal production in Morocco

The cereal sector presents strong socio-economic challenges with a very significant weight in national agriculture. In terms of surface area, more than 4 million hectares (Ha) of useful agricultural land of a total of 7 million Ha are used for cereals (CGDA, 2022). The main cereal-producing regions in Morocco, as a % of the total area sown with cereals, are: Marrakech-Safi (20%), Casablanca-Settat (18%); Fez-Meknes (17%); Beni Mellal-Khenifra (12%), Rabat-Salé-Kénitra (12%). The contribution of cereals to the total agricultural economic weight is 20%, it is 24% of added value and 19% of jobs.

The production of the four main cereals, bread wheat, durum wheat, barley and corn, varies significantly depending on the agricultural seasons (ONICL, 2023). It is an average of 65 million quintals (M Qx) over the last 8 years, with the lowest production recorded in 2019 of 32 Qx and the highest production of 116 M Qx achieved in 2015 (Figure 1).

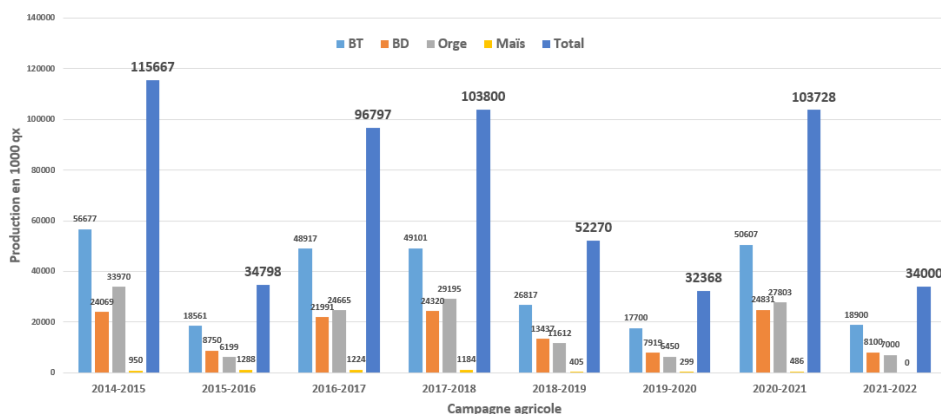


Figure 1. Cereal production in Morocco between 2014 and 2022. (Bread wheat (BT), durum wheat (BD), barley and corn)

Imports therefore vary according to national production. The average imports are 68 million Qx. Maize constitutes a proportion of more than 25% of total cereals imported to compensate for the relatively low production at the national level. In this article, we will refer to the three main cereals, bread wheat, durum wheat and barley because corn production is very low compared to these 3 species and will not be included in the analysis.

## 3- Factors that affect cereal productivity in Morocco

The crop yield per hectare generally depends on two types of technical factors: environmental factors and genetic factors. Environmental factors include abiotic factors such as water, temperature, soil quality: nutrition and salinity (Lamaoui et al 2018) as well as biotic factors such as diseases, pests and weeds. These factors can significantly impact performance. For example, a disease like rust that develops during wheat growth can reduce yields by 30% (Ramdani et al, 2019).

Water is one of the most important factors and presents many challenges wheat it become limiting, especially in the case of rain-fed crops. With climate change, the frequency of drought years has significantly increased over the last 50 years (Tab 1) (Balaghi et al).

A year is declared a drought year when the national average rainfall is less than 250 mm. It is also important to take into consideration the distribution of rainfall, particularly at the start of the cycle (October-November) and in the middle of the cycle (January-February).

Table 1. Frequency of drought years in Morocco between 1900 and 2022

| Années    | Fréquence |
|-----------|-----------|
| 1900-1925 | 4         |
| 1926-1950 | 4         |
| 1951-1975 | 4         |
| 1976-2000 | 10        |
| 2001-2022 | 7         |

If we take for example the agricultural year 2020-21, cereal productivity in Morocco was 104 M Qx with an average rainfall of 303 mm well distributed during the season. On the other hand, productivity was only 34 M Qx with an average rainfall of 199 mm. Thus, a 70% reduction in productivity was observed between a year of average rainfall and a year of drought.

Genetic factors, through the improvement and development of new varieties, contribute as significantly as environmental factors to productivity. Disease resistance traits and drought resilience are incorporated into the genetic makeup of seeds (see below) through breeding.

#### 4- Morocco's cereal needs

Wheat consumption in Morocco is one of the highest in the world, estimated at 230 kg/inhabitant/year. Therefore with a population of 37 million inhabitants, the cereal requirements amounts to 85 million Qx. Taking into account animal consumption, mainly barley and corn and to a lesser extent oats and triticales, the total annual needs reach 140 M Qx.

As part of the Generation Green 2020-2030 strategy, Morocco aims to improve its food sovereignty and food security. We define these two concepts below :

Food sovereignty is the right of each country to maintain and develop its own capacity to produce its food, an essential factor in food security at the national and community level, while respecting cultural and agricultural diversity. (La Via Campesina, international peasant movement).

Food security exists when all people, always, have physical and economic access to sufficient, safe and nutritious food to meet their energy needs and food preferences for a healthy and active life. (World Food Summit, 1996).

## **5 - Objective of the GG 2020-2030 strategy**

The “Green Generation” strategy for the period 2020-2030 consolidates all the achievements of the Green Morocco Plan (2008-2019), which achieved remarkable results in terms of growth and sustainability of the agricultural sector. The latter was the subject of an evaluation with the active contribution of agricultural inter-professional associations and regional chambers of agriculture. Examination of achievements since 2008 has made it possible to identify areas for improvement and new challenges to overcome, in order to reach a new level in agricultural development.

As its name indicates, “Green Generation 2020-2030” places the human element at the heart of its concerns, which constitutes its first foundation, aiming to contribute to the emergence of an agricultural middle class, to energize rural youth, to develop human capital and to further structure farmers around efficient agricultural organizations. The development of the human element is in fact a condition for the continued modernization of the sector and the consolidation of achievements.

The sustainability of agricultural development constitutes the second foundation of the “Green Generation 2020-2030” vision (GG). Strongly linked to the human element, this foundation aims to consolidate the achievements of the Green Morocco Plan, while making a qualitative and technological leap, through specific actions on agricultural sectors, distribution chains, quality and innovation, as well as in terms of preserving natural resources and strengthening the resilience of the sector (Ministry of Agriculture, Maritime Fisheries, Rural Development and Water and Forests, (MAPMDREF), 2023).

Among the objectives of the GG strategy in the second foundation we find the increase in productivity by 50% of various crops including cereals from 2t/ha to 3t/ha by 2030. To achieve this objective, it is essential to consider other parameters such as soil health, water use efficiency, use of precision agriculture, for example.

## **6- Factors that can contribute to food sovereignty in cereals**

Based solely on the technical elements and their implementation, it is possible for Morocco to achieve a productivity of 85 M Qx by 2030. The main technical factors will be described below. Political and governance factors as well as social factors can also contribute to moving towards food sovereignty and will not be the subject of this article.

### **6.1. Production and use of certified seeds of Moroccan varieties**

Only 20% of farmers in Morocco use certified seeds (data from SONACOS). Certified seeds have the advantage of having better purity and are treated to have better germination and vigor at the start of the development cycle. Thus, the use of certified seeds gives better production than the use of seeds produced by farmers. As part of the GG strategy, SONACOS with the support of MAPMDREF aims to increase the use of certified seeds to 40% by 2030.

Among the seeds (certified or non-certified) used by farmers, a significant proportion is made up of old varieties registered more than 30 years ago. For example, the 2 varieties

of wheat; Achtar bread wheat and Karim durum wheat were registered in 1984. These older varieties do not possess the desired disease resistance characteristics that are now incorporated into newer varieties. In addition, less than 20% of the varieties marketed have a national origin, which makes Morocco dependent on foreign imports for its basic needs. Thus, as part of the GG strategy, we have set the goal of producing 50% of the seed requirement for local varieties by 2030 with a seed multiplication plan from INRA and the support of MAPMDREF.

INRA's new cereal varieties are published in a booklet updated each year. The booklet is available on the INRA website (INRA, 2022). For each variety, the main characteristics are described: quality, resistance to major diseases, resilience to drought and yield compared to the control. To promote these varieties, INRA organizes annual demonstration days in research stations to which stakeholders are invited, in particular farmers' associations, SONACOS, representatives of ONCA and the association of crop multipliers. seeds. More efforts must be mobilized on the part of INRA and its partners so that new, more efficient varieties reach farmers within a reasonable time frame. Moreover, it is an objective within the framework of the GG strategy to improve INRA's technology transfer.

## **6.2. Use of Agricultural Land Use Maps (CVATS) and variety mapping**

There is significant variability in environmental and soil conditions in Morocco. For each region and type of soil, a specific crop is recommended. INRA has developed an agricultural vocation map of land over an area exceeding 7.2 M ha to support the choice of crops adapted according to physiological and environmental conditions. CVATs provide information on the potential of land to ensure the sustainability of production systems and their resilience. They are a decision-making tool regarding the use of soil/water resources and the development of agricultural sectors. Thus, there are specific regions more suitable for growing cereals that should be favored.

The results of these CVAT studies indicated that the areas where the agricultural vocation of wheat is high or moderate are of the order of 4.8 M ha during a normal climatic year. However, in a dry year, 57% of this vocation becomes rather marginal. Regarding barley, this study shows that around 6 million hectares are very to moderately suitable for this crop in an average climatic year. In a dry year, only 32% of this high to moderate vocation becomes marginal. This analysis clearly demonstrated the vulnerable areas for cereals in relation to climatic scenarios and the importance of improving soil fertility in the most suitable areas to achieve maximum yield. The availability of varieties tolerant to water stress as well as more resilient crops in soils exposed to the effects of climate change should be aligned with the objectives of the GG strategy aimed at strengthening the resilience of the agricultural sector in Morocco.

In this sense, INRA's work has shown that varieties of durum and bread wheat have variable yields depending on the region (Taghouti et al, 2020). For example, in the case of durum wheat, the Hammadi variety is more adapted to the northern cereal zone, the Karim variety to the central zone and the Itri variety to the southern zone (Fig. 2). By allocating the varieties to the most suitable environment, we can significantly improve the yield of wheat in Morocco.





tonnages. This, on the one hand, affects cereal yields with losses that exceed more than 60% of potential yields following underuse of fertilizers; and on the other hand, to the exhaustion of soil fertility in Morocco. Indeed, most soils in Morocco have less than 2% organic matter, which accelerates their erosion and degradation. In conclusion, in several areas the use of fertilizers is not optimal. By providing the necessary elements based on soil analyses, it would be possible to increase crop yields in a sustainable manner,

#### **6.4. Supplementary irrigation**

As noted above, productivity is seriously affected in drought years in rainfed areas. It is estimated that an average input of the equivalent of 400 mm of rain would generate a yield between 40 Q and 60 Q/ha. Thus, it is possible to provide the quantity of additional water to the rainwater to reach 400 mm through additional irrigation. Irrigation would not be necessary if the rain is sufficient and comes at the right time for cereal development. As part of the GG strategy, the MAPMDREF sets itself the objective of carrying out 1 M ha with supplementary irrigation in relatively favorable semi-arid regions to have a total contribution of 400 mm (rain + Irrigation). This plan will first require the selection of suitable regions where there are groundwater tables with sufficient water and an investment in the equipment necessary to implement irrigation.

#### **6.5. No-till system**

No-till system or direct seeding involves conventional sowing with a special seeder that deposits the seeds with very little soil disturbance. The benefits of direct seeding have been clearly established in several cereal-producing countries (USA, Canada, Australia, etc.). INRA, through 30 years of research and development, has shown that on average, direct sowing allows an average yield 30% higher than conventional sowing (Mouassadek, 2023). In addition, direct seeding has several advantages including the conservation of organic matter in the soil, less soil erosion; less energy expenditure because only one tractor pass is necessary compared to 2 or 3 passes with conventional seeding. As part of the GG strategy, MAPMDERF has set itself the objective of increasing the surface area of direct seeding of cereals and legumes to 1M Ha by 2030. Cereal-legume rotations generally practiced with direct seeding contribute to enriching the soil with nitrogen, which reduces input costs.

In 2023, the total area cultivated by direct seeding in Morocco has increased significantly to reach 85,000 hectares. According to a 2014 ICARDA study in the Central Morocco region, it was estimated that 63% of agricultural land has a high to medium suitability for direct seeding with the use of a model developed by Bonzanigo et al. (2016), it was predicted that around 40% of farmers in the central Morocco region could adopt the no-till system, which would represent a significant step towards sustainable agricultural practices. A recent study conducted by Moussadek et al. (2023) in a Moroccan region characterized by significant climate variability revealed that direct seeding (during the first 7 years of its adoption) is an effective system for growing wheat, improving soil quality while presenting higher yields, by more than 30%, compared to conventional sowing, especially in a normal or in a dry year.

## **6.6. Cereal seed treatment**

Germination and seed development at the initial stage after seeding are crucial for crop yield. Indeed, the presence of biotic factors including pathogenic microorganisms such as fungi that infect seeds, can affect the health of seeds and reduce their vigor. Thus, the effective treatment of seeds improves the health and vigor of plants, which translated into better performance. Additionally, seed treatment can result in a reduction in phytochemicals use later in the crop development cycle, which has a beneficial effect on the environment.

The results of INRA in collaboration with Syngenta indicated that thiamethoxam, used as a seed treatment, is effective in controlling Hessian fly (HF) infestation in Morocco. It reduced the infestation by 78% compared to the untreated control. Therefore, treating wheat seeds with thiamethoxam can provide effective protection against early season HF and thus reduce yield losses under field conditions (Ramdani et al, 2022).

## **6.7. Loss of cereal seeds during harvest and post-harvest**

Food losses and waste are caused by the inefficient functioning of food systems. It is recognized that significant levels of loss and waste occur in the food supply chain, from production to consumption. Between the post-harvest and retail stages of the chain, up to 14 percent of food produced in the chain shows quantitative food loss (FAO, 2022). Cereal losses during harvest, transport and storage are significant and their reduction or elimination would help increase productivity and food sovereignty. These losses in the soft wheat supply chain mainly occur during the harvesting, collection, transport and storage stages. The critical points are located at the production and storage level, with on average 15% of losses at the farm level and 12.5% for storage in warehouses (Bartali et al, 2022).

## **6.8. New technologies**

The technologies described above have been demonstrated at the research level either in Morocco or in other countries and are ready to deploy. Several new technologies have also shown potential for improving productivity, for better efficiency in genetic selection and in the use of inputs. These technologies are in the research phase or considered at the INRA level. Their uses will accelerate the development of seeds or products that will contribute to the objectives of the GG strategy. For example, at the level of genetic improvement, we can cite genomic selection and selection with molecular markers. These techniques will make it possible to identify and monitor biotic or abiotic resistance characteristics that could be incorporated into future varieties. The “speed breeding” technique based on the use of short generations under specific laboratory conditions of light and temperature will allow the acceleration of the development of new varieties and could reduce the development cycle of a new variety by 12 years. At 6 years on average. Precision agriculture techniques based on the use of tools such as drones, satellite images or sensors that will allow rapid soil analysis, crop monitoring and water management, are also factors that will contribute to better productivity and efficiency.

## 7 - Perspectives

We reviewed promising technologies that could increase productivity and help achieve national grain sovereignty. The findings of this research demonstrate that integrated technologies such as conservation agriculture, combined with appropriate varietal choice, can play a critical role in both mitigating climate change through carbon sequestration and reducing of CO<sub>2</sub> emissions, as well as in strengthening the resilience of agriculture to droughts through better water conservation and better soil management.

As mentioned previously, there are other elements, non-technical but rather political, governance or social, which should also be considered. For example, the reduction or elimination of waste at the household level constitutes an important factor that can contribute to reducing the need for cereals and reducing dependence on foreign sources to meet the needs of Moroccan consumers. The implementation of the GG strategy with the support of MAPMAREF and the participation of stakeholders in several actions currently underway are guarantees of national sovereignty by 2030.

## 8- Acknowledgments:

We thank Dr Riad Balaghi, Dr Mohammed Boughlala and Dr Taghouti for providing information included in this article.

## 9- References

Balaghi R, Benaouda H, Mahyou A, Snaibi, 2023. Climate change: findings and trends (In preparation) CGDA (General Council for Agricultural Development), 2022.

Conseil General Development Agricole (CGDA) 2022. Situation of Moroccan agriculture No 15. 230 p. [www.cgda.ma](http://www.cgda.ma)

Bartali, E.H.; Boutfirass, M.; Yigezu, Y.A.; Niane, A.A.; Boughlala, M.; Belmakki, M.; Halila, H. Estimates of Food Losses and Wastes at Each Node of the Wheat Value Chain in Morocco: Implications on Food and Energy Security, Natural Resources, and Greenhouse Gas Emissions. *Sustainability* 2022, 14, 16561. <https://doi.org/10.3390/su14241656>

Bonzanigo, L., C. Giupponi and R. Moussadek. 2016. Conditions for the adoption of conservation agriculture in Central Morocco: An approach based on Bayesian network modeling. *Italian Journal of Agronomy*, 11.665 doi:10.4081/ija.2016.665.

FAO 2023. Rendement des céréales en fonction de l'utilisation des fertilisants azotés. <https://ourworldindata.org/grapher/cereal-crop-yield-vs-fertilizer-application>

FAO. 2022. Voluntary Code of Conduct for Food Loss and Waste Reduction. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9433en>

INRA (2022) Nouvelles Obtentions Variétales INRA. 37-p. [www.inra.org.ma/fr/content/nouvelles-obtentions-vari%C3%A9tales-inra-0](http://www.inra.org.ma/fr/content/nouvelles-obtentions-vari%C3%A9tales-inra-0)

Lamaoui M, Jemo M, Datla R & Bekkaoui F. Physiological and genetic approaches to improve heat and drought tolerance in plants. 2018. *Frontiers in Chemistry*, 6, 26. DOI: 10.3389/fchem.2018.00026

Langridge, P.; Alaux, M.; Almeida, N.F.; Ammar, K.; Baum, M.; Bekkaoui, F.; Bentley, A.R.; Beres, B.L.; Berger, B.; Braun, H.-J.; et al. Meeting the Challenges Facing Wheat Production: The Strategic Research Agenda of the Global Wheat Initiative. *Agronomy* 2022, 12, 2767. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112767>

La Via Campesina, international peasant movement, <https://viacampesina.org/fr/>

Moussadek, R., Laghrour, M., Mrabet, R., & Van Ranst, E. (2023). Crop Yields under Climate Variability and No-Tillage System in Dry Areas of Morocco. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(1), 221–232. doi.org/10.12912/27197050/155024

ONICL, <https://www.onicl.org.ma/portail/>

Ramdani A. Ibriz H. and Essahat A. 2022. Thiamethoxam seed treatment controls Hessian fly (*Mayetiola destructor* (Say)) on wheat in Morocco. 135, p. 165-178 <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afirmed-i135.33452>

Ramdani, A., K. Nazari, D. Hodson, T. Thach, J. Rodriguez-Algaba and M. S. Hovmøller. 2018. Outbreak of Wheat Yellow Rust disease under Moroccan conditions during 2016-2017 cropping season. BGRI 2018 Technical Workshop. 14-17 April 2018, Marrakech, Morocco.

Taghouti M, Bennani S., Diria G., Gaboun F. and Ferrahi M. Mapping of wheat varieties in Morocco. INRA internal document.

World Food Summit, 1996. <https://www.fao.org/3/w3548e/w3548e00.htm>

## Elevating Food Security in the Digital Age : INRA's Innovative Solutions Contributions

***BENABDELOUAHAB Tarik, Hayat LIONBOUI, ELAISSAOUI Abdellah***

*National Institute of Agricultural Research, Rabat, Morocco.*

### **Abstract:**

Morocco, a Mediterranean country, faces increasing agricultural challenges due to climate change. However, the adoption of digital agriculture offers promising solutions to enhance resource efficiency and, consequently, agricultural food security. Digital agriculture utilizes technologies to collect real-time data on crop conditions, thereby optimizing resource utilization and minimizing environmental impacts. Precision agriculture takes it a step further by employing artificial intelligence to analyze this data and make informed decisions regarding crop management, from early disease detection to irrigation optimization. This innovative approach enhances farmers' efficiency, reduces wastage, and improves the overall sustainability of production systems. By embracing these technologies, Moroccan farmers can bolster their food security in the face of changing climatic conditions and other challenges, while contributing to a sustainable and thriving agriculture in the Mediterranean region.

**Keywords:** Agriculture, Food Security, Digital Agriculture, Precision Agriculture, Sustainability, Climate Change, Morocco.

### **I. Introduction**

Digital agriculture presents a significant opportunity to enhance food security in Morocco, enabling farmers to optimize resource utilization, improve yields, and adapt to changing climatic conditions. This approach incorporates technologies such as sensors, GPS, and drones to collect and analyze crucial data for crop growth. Notably, drones can cover vast areas, gather real-time data, and facilitate targeted interventions, thereby reducing waste and preserving the environment (Rahman et al., 2021). They also play a crucial role in early detection of crop health issues, such as diseases and pest infestations (Barbedo et al., 2019).

Precision agriculture takes a step further by utilizing advanced algorithms and machine learning to analyze real-time data and optimize crop management. This approach allows, among other things, the detection of changes in crop health through satellite imagery and subsequent adjustment of irrigation and fertilizer application. These technological

advancements, including the use of deep learning algorithms, offer unprecedented possibilities such as predicting fruit quality and early detection of plant diseases (Ukwuoma et al., 2022; Hasan et al., 2020). These innovations enable swift interventions to address diseases, thus avoiding potentially significant yield losses.

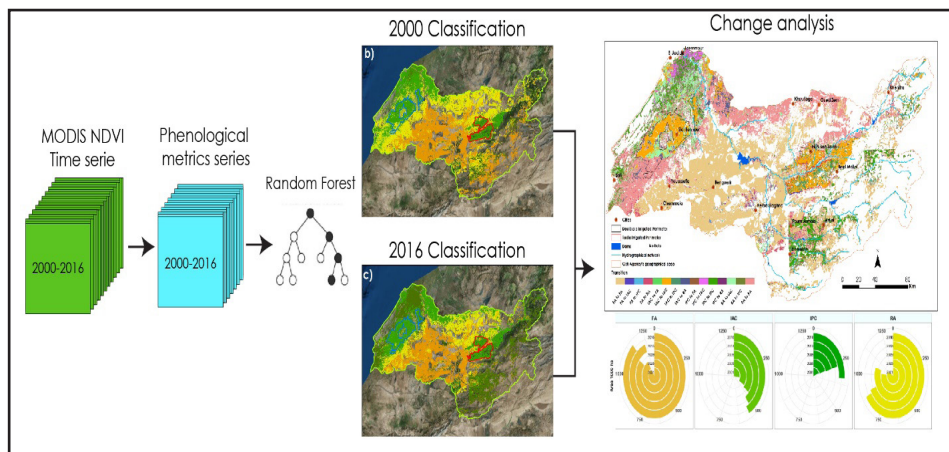
By combining this data, farmers can make informed decisions about when and how to plant, fertilize, and irrigate crops. The adoption of digital agriculture provides Moroccan farmers with the opportunity to enhance their efficiency, reduce waste, and embrace more sustainable agricultural practices.

In summary, the adoption of digital agriculture serves as a catalyst for change in agriculture, both in Morocco and Mediterranean countries. These innovative technologies offer farmers the chance to increase their operational efficiency, minimize their environmental impact, and strengthen food security in the face of growing climate instability, thereby opening new prospects for a sustainable and prosperous agriculture in the years to come.

## II. Monitoring and Management of Agricultural Lands Using Digital Technologies

Within the framework of the National Institute for Agricultural Research (INRA), extensive efforts have been devoted to the effective management of agricultural lands employing advanced digital techniques. These methods leverage remote sensing technologies and employ sophisticated machine learning algorithms for the comprehensive mapping and monitoring of cultivated areas. This innovative digital approach has demonstrated remarkable potential in providing data-driven solutions for informed decision-making regarding resource allocation, as well as guiding both public and private investments within the agricultural sector.

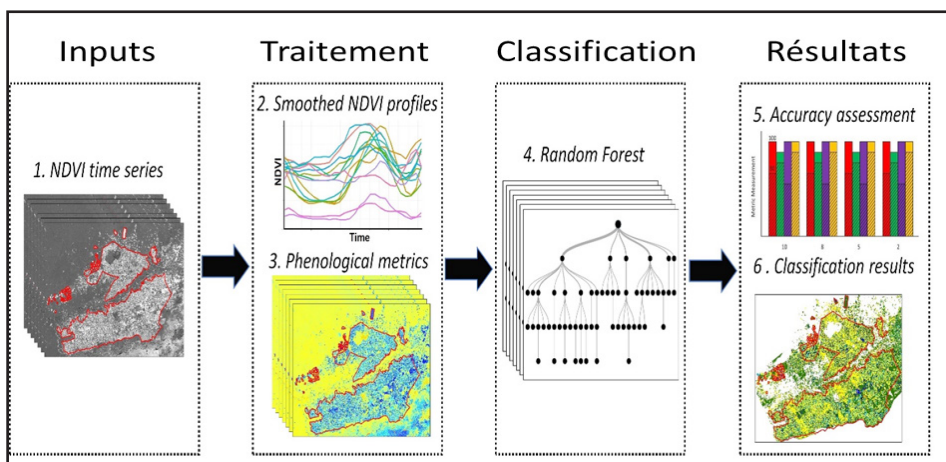
A notable study conducted by Lebrini et al. (2020) in the Oum Er Rbia watershed region of Morocco stands as a compelling testament to the efficacy of this approach. This research initiative conducted an extensive remote monitoring campaign of agricultural lands, harnessing the power of machine learning methodologies for precise data analysis and interpretation (refer to Figure 1 for a visual representation of the process).



**Figure 1:** Steps for Monitoring Agricultural Lands through Remote Sensing



Moreover, research endeavors in Morocco have delved into the intricate task of classifying cultivated lands through the adept application of machine learning techniques. An exemplary case in point is the comprehensive study undertaken by Htitiou et al. (2020). This study was primarily designed to assess and compare the potential of multi-temporal data gleaned from the Sentinel-2 satellite platform in accurately identifying a diverse array of crops. (Refer to Figure 2 for a graphical representation of this process).

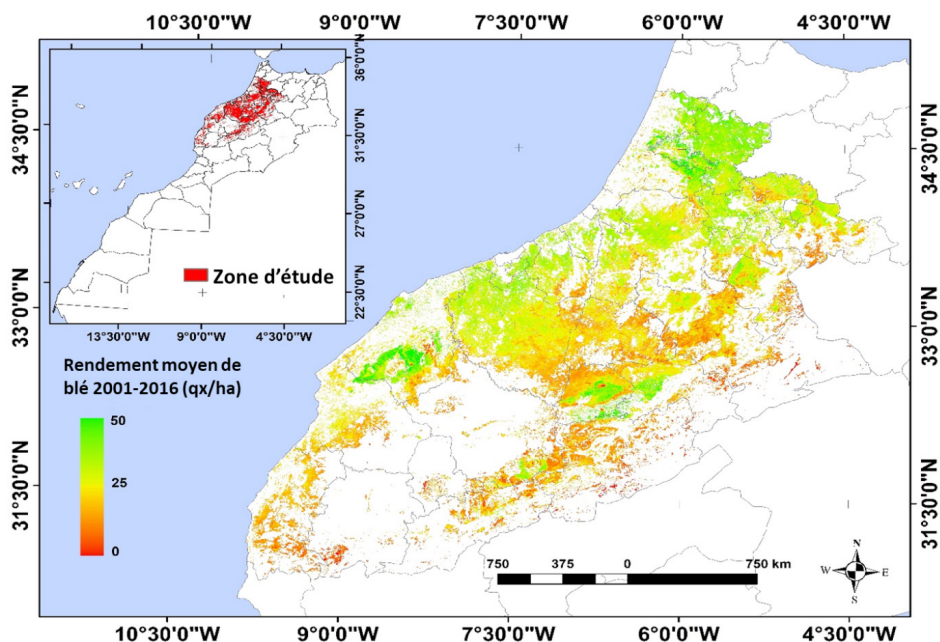


**Figure 2:** Schematic Presentation of Agricultural Land Classification Steps

Finally, it is crucial to share experiences highlighting the importance of digital transformation in risk management, enabling a more informed analysis and a more effective and relevant connection between different aspects. A significant experiment was conducted in Morocco to assess the spatial variability of wheat yield using space-based remote sensing as a data source (Benabdelouahab et al., 2019). This research relied on sixteen years of phenological data (2000-2016) obtained from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)/NDVI. A yield estimation model was developed based on these phenological parameters. Additionally, a spatiotemporal analysis of variability and a study of wheat yield trends were conducted for the main cereal-producing regions of Morocco (Figure 3).

Furthermore, a spatial analysis of risk associated with production value losses was performed using satellite data. An innovative experiment, conducted by Lionboui et al. (2020), makes a significant contribution by analyzing risks related to wheat production value loss, with the aim of assisting decision-makers in formulating a risk management strategy and achieving an optimal level of socio-economic security. The study focused on thirty-four provinces across the kingdom, representing approximately 70% of the total wheat cultivation area. This innovative approach, leveraging digital innovation, allows for a profound understanding of risks and provides crucial information for informed decision-making.





**Figure 3:** Estimated Average Yield from 2001 to 2016

These concerted efforts underline the pivotal role that digital technologies, coupled with advanced analytical methodologies, play in the precise monitoring and management of agricultural lands. By integrating cutting-edge tools, such as remote sensing and machine learning, stakeholders in the agricultural sector are empowered with invaluable insights, allowing for strategic resource allocation and sustainable development practices in an ever-evolving agricultural landscape.

### III. Anticipating Droughts and Forecasting Yields

In Morocco, various prediction models are employed to anticipate agricultural yields and droughts, providing invaluable tools for farmers and decision-makers. Among these models are the CGMS (Crop Growth Monitoring System), MOSAICC (Model System for Information Analysis Coordination of Crops), and ACCAGRIMAC (Analysis of Agro-Meteorological Grid Characteristics).

The CGMS, operating in real-time, stands as a beacon of precision in crop management. By assimilating a wealth of data on climatic nuances, soil moisture levels, and plant nutrient status, it goes beyond mere monitoring. It provides farmers with actionable insights, enabling them to fine-tune irrigation schedules, adjust fertilizer application rates, and implement targeted interventions. This level of precision empowers farmers to maximize their yields while minimizing resource input, ultimately leading to a more sustainable and resilient agricultural sector.

MOSAICC, on the other hand, emerges as a comprehensive decision-support tool. It factors in an array of variables including crop-specific characteristics, prevailing climatic

conditions, and localized agricultural practices. Through meticulous analysis, it furnishes farmers with yield forecasts that are rooted in a deep understanding of the intricate interplay between these factors. Armed with this knowledge, farmers can strategically allocate resources, optimize planting schedules, and even diversify their crops to capitalize on prevailing conditions.

ACCAGRIMAC, with its focus on agro-meteorological grid characteristics, fills a critical niche in drought preparedness. By scrutinizing key meteorological parameters such as precipitation levels, temperature fluctuations, and humidity patterns, it offers a preemptive assessment of drought risks in a specific area. This foresight allows for the timely implementation of drought mitigation strategies, such as supplemental irrigation, drought-resistant crop varieties, or altered planting schedules. Such measures can significantly curtail potential losses, safeguarding both crop yields and economic stability.

These prediction models play a crucial role in anticipating agricultural yields and droughts in Morocco (Balaghi, 2013). They provide valuable information to assist farmers in making informed decisions regarding crop management, preventing crop losses, and adapting to changing climatic conditions. By combining climate data with information on crops and agricultural practices, these models offer precise insights for better planning of agricultural activities and enhancing food security in the agricultural sector in the face of climate challenges.

#### **IV- Monitoring surface water content using visible and shortwave infrared SPOT-5 data of wheat plots in irrigated semi-arid regions**

In Morocco, water availability is the main limiting factor for cereal production and its management was set as national priority since a long time for the agricultural sector. In terms of agricultural water management, flooding irrigation is practiced on more than 80% of the total area of the perimeters of Morocco and mobilizes large volumes of water. Given the importance of this sector, good management of irrigation water at large-scale is required. This situation has led to work on developing optimum strategies for planning and managing available water resources to improve irrigation scheduling and prevent water stress adversely affecting yield.

In order to address this issue, we used Remote sensing approach was used given its high potential to monitor agricultural parameters. The approach developed in this research are primarily intended for decision makers and managers of large irrigated perimeters (40,000 ha) (Benabdelouahab et al., 2015).

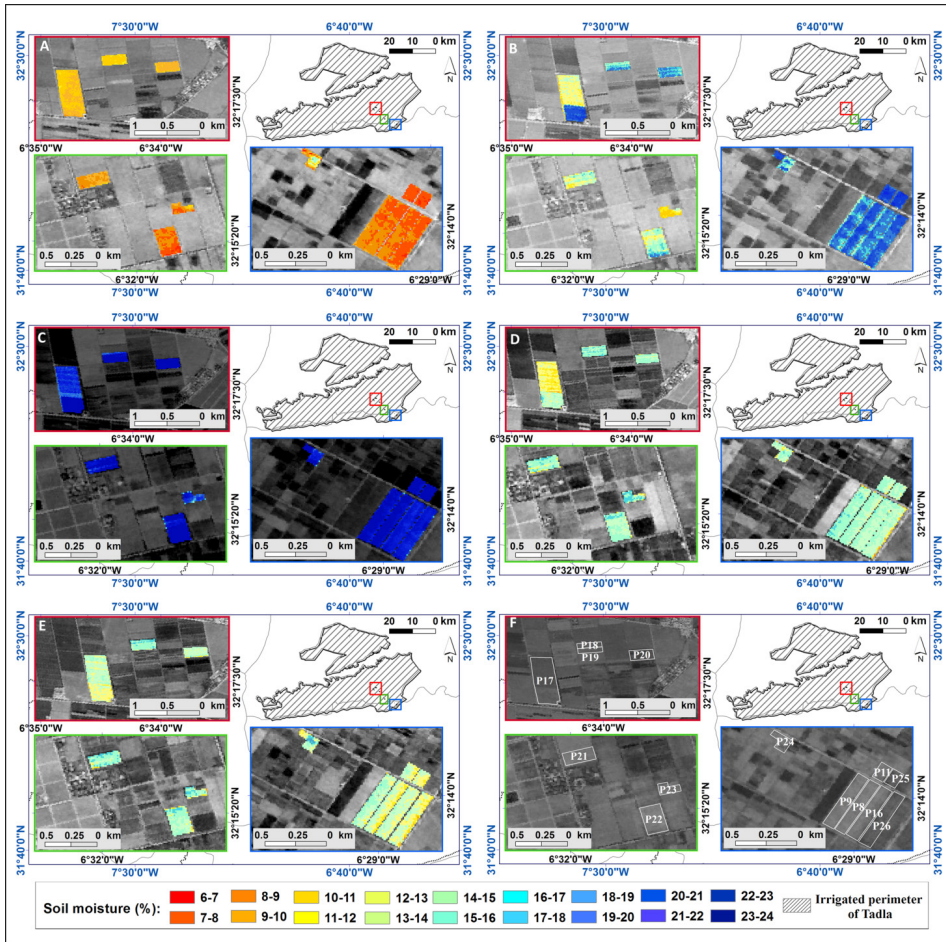
To that end, we analyzed the ability of two spectral indices ( $NDWI_{Rog}$  and MSI) derived from SPOT images and backscattering values derived from SAR images to monitor irrigation. The selected spectral indices were compared to corresponding in situ measurements of soil moisture and vegetation water content in 30 wheat fields.  $NDWI_{Rog}$  and MSI were highly correlated with in situ measurements at both the beginning of the growing season (sowing) and at full vegetation cover (grain filling).

**Table 3:** Spectral indices derived from the SPOT-5 sensor (Red, NIR and SWIR refer to the spectral reflectance bands of SPOT-5 image).

| Indices                           | Abbreviation | Equation                                                  | Properties                                         | References                                                                     |
|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Normalised Difference Water Index | NDWI         | $(\text{Red} - \text{SWIR}) / (\text{Red} + \text{SWIR})$ | Vegetation water content and soil moisture content | Rogers and Kearney, 2004; Lei, Li, and Bruce 2009; Lasaponara and Masini, 2012 |
| Moisture Stress Index             | MSI          | $(\text{SWIR}/\text{NIR})$                                | Vegetation water content                           | Ceccato et al. 2001; Ceccato et al. 2002; Hunt Jr and Rock 1989                |

The comparison between  $\text{NDWI}_{\text{Rog}}$ , using the Red and SWIR bands, and soil moisture measurements at a depth of 0-10 cm throughout the cropping season showed good agreement, with an  $R^2$  of 0.86. MSI appeared to be less suitable for quantifying and comparing soil moisture content at different stages during wheat cycle. This index could be used, however, to estimate bare soil moisture, covered soil moisture and vegetation water content separately. The derived soil moisture maps showed interesting spatial patterns that could be related to the dates of irrigation and rainfall events in the irrigated perimeter of Tadla.

$\text{NDWI}_{\text{Rog}}$  can be used to compare, quantify and map surface water content, at different stages of crop cover (from sowing to grain filling) over years. It shows potential for improving irrigation monitoring, detecting irrigation supplies, wheat stress management and our understanding of surface water content changes at field and regional levels in the study area.



**Figure 8:** Soil moisture maps derived from the NDWI<sub>Rog</sub> data: (a) 2 December 2013; (b) 6 January 2014; (c) 1 February 2014; (d) 26 March 2014; (e) 15 April 2014; and (f) codes for the experimental plots

## V. Contribution of Precision Irrigation Technologies to Water and Energy Economy

Smart irrigation technologies and Internet of Things (IoT) have significantly enhanced water productivity for horticultural and large-scale crops globally. These technologies employ sensors to monitor various parameters like soil moisture, weather conditions, and plant water requirements (Abagissa, 2018). Through real-time data collection, they enable the development of cost-effective smart irrigation systems, providing small-scale farmers the opportunity to optimize water use for various crops (Abrahão, 2019).

The economic and environmental benefits of this approach are substantial. Smart irrigation systems, guided by IoT-driven data analytics, enable the design of cost-effective and targeted irrigation strategies. This translates to substantial savings in water and energy resources. Moreover, the optimized application of water, along with other

vital resources like fertilizers and seeds, leads to heightened agricultural productivity. Such resourceful utilization not only benefits the immediate crop cycle but also promotes long-term sustainability by mitigating undue strain on local ecosystems.



**Figure 4:** irrigation control system starter-kit

Comparative studies contrasting precise irrigation techniques with conventional gravity-fed systems underscore the profound advantages of precision irrigation. Notably, it has been consistently demonstrated that precision techniques yield impressive water savings, often surpassing the efficiency of traditional methods. Concurrently, crop yields see a marked improvement, enhancing the economic viability of agricultural operations.

The integration of IoT technology emerges as a linchpin in this paradigm. It enables continuous monitoring and analysis of irrigation data across a diverse array of crops. This real-time insight empowers farmers to make timely adjustments in response to evolving conditions, effectively averting potential water stress and ensuring optimal crop health. This capability is particularly critical for cereal crops, which serve as fundamental staples in the food supply chain.

In summation, the adoption of precision irrigation, bolstered by IoT technology, stands as a transformative force in agriculture. Its capacity to fine-tune water management practices not only amplifies crop yields but also ushers in a new era of sustainable agricultural practices. This approach not only holds immense promise for the small-scale irrigated farms in Morocco but also paves the way for a more resilient and resource-efficient agricultural sector on a global scale.

## **VI. Using Blockchain for Agricultural Product Traceability and Building Consumer Trust**

The adoption of blockchain technology to ensure traceability of agricultural products and establish consumer trust in Morocco represents a particularly promising initiative in the agricultural sector. Blockchain is a distributed or decentralized ledger technology that enables the synchronized recording and verification of transactions and data. It offers substantial advantages in terms of transparency, immutability, and information security.



Applying blockchain to the agricultural domain enables the tracking and recording of every step in the supply chain, from production to final sale. This includes data such as production locations, agricultural practices, input usage, harvest dates, storage and transportation conditions, quality checks, and certifications. All of this information is permanently recorded in blocks of the chain, ensuring their integrity and traceability.

Traceability of agricultural products through blockchain provides numerous benefits. Firstly, it allows consumers to verify the origin and quality of the products they purchase. By scanning a QR code or accessing a website, they can obtain detailed information about the product's journey, thereby enhancing their confidence and informing their choices.

Furthermore, blockchain facilitates the detection and management of food safety issues. In the event of product recalls or contamination, it is possible to quickly identify the affected batches and remove them from the market, thereby contributing to the protection of consumer health.

In Morocco, several initiatives have been launched to implement blockchain-based traceability systems. For instance, the "RESILINK" project, initiated in 2022, aims to create a blockchain-based platform for resource and service sharing, as well as ensuring payment and traceability of Moroccan agricultural products.

In conclusion, leveraging blockchain to ensure traceability of agricultural products in Morocco offers multiple benefits for both consumers and supply chain stakeholders. By bolstering consumer trust, this technology contributes to promoting sustainable agricultural practices and valorizing local or proximity products, thereby reducing their carbon footprint.

## **VI. Conclusion**

In conclusion, digital agriculture offers numerous advantages in bolstering food security within the agricultural sector. Through the use of digital technologies, farmers can enhance resource management, optimize yields, reduce losses, and access new business opportunities. These technologies also enable addressing growing challenges such as climate change, resource scarcity, and economic pressures.

However, despite the evident benefits of digital agriculture, its adoption remains limited in many contexts. It is therefore essential to issue a call to action for broader adoption of these technologies. Governments, institutions, and industry stakeholders must collaborate to create an enabling environment for digital agriculture, by investing in digital infrastructure, providing adequate training for farmers, and implementing financial incentives. Looking ahead, digital agriculture will play an increasingly pivotal role in building a resilient agricultural system. Technological advancements like artificial intelligence, the Internet of Things, and data analytics open new avenues for optimizing agricultural practices, data-driven decision-making, and establishing sustainable farming models.

To fully unlock the potential of digital agriculture, continued efforts in research and innovation are necessary, along with fostering collaboration among sector stakeholders and ensuring access to digital technologies for all farmers, particularly those in rural regions and developing countries.

By investing in digital agriculture, we have the opportunity to construct a resilient, sustainable, and prosperous agricultural system for the future. Through consolidating technological innovations and efforts, we strengthen food security within the agricultural sector in the face of climate and environmental challenges. This approach enables farmers to better anticipate agricultural yields and droughts, make informed decisions, and implement effective adaptation strategies. However, it requires concerted action, long-term vision, and political will to promote the adoption of these technologies within the agricultural sector. Together, by combining our efforts, we can achieve a positive transformation that contributes to ensuring food security, environmental sustainability, and economic prosperity for farmers and agricultural communities, while fortifying their food security against future disruptions.

### Références:

Abagissa, A. T., Behura A., Pani S. K. (2018). IoT based smart agricultural device controlling system, in: 2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT), IEEE, 2018, pp. 26–30.

Abrahão, R., Bressiani, D., Corrêa, F., & Pedrini, H. (2019). Real-time soil moisture analysis for precision agriculture using low-cost sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 160, 247-259.

Balaghi, R., Jlibene, M., Tychon, B., & Eerens, H. (2013). *Agrometeorological Cereal Yield Forecasting in Morocco* (M. INRA Ed.).

Barbedo, J. G. A. (2019). A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. *Drones*, 3(2), 40.

Benabdelouahab, T., Lebrini, Y., Boudhar, A., Hadria, R., Htitiou, A. and Lionboui, H. (2019). Monitoring spatial variability and trends of wheat grain yield over the main cereal regions in Morocco: a remote-based tool for planning and adjusting policies. *Geocarto International*. 1-20.

Benabdelouahab, T., Balaghi, R., Hadria, R., Lionboui, H., Minet, J., & Tychon, B. (2015). Monitoring surface water content using visible and short-wave infrared SPOT-5 data of wheat plots in irrigated semi-arid regions. *International Journal of Remote Sensing*, 36(15), 4018-4036. doi: 10.1080/01431161.2015.1072650

El Khalfi Ch., Elbelrhiti H., Aboutayeb R., Dakak H., El Aissaoui A. (2023). Application of electromagnetic induction (EM38) to evaluate compaction of tilled and no-tilled vertisols. 3rd African Conference of Conservation Agriculture. June 3-8th 2023, Rabat, Morocco.

Hasan, R. I., Yusuf, S. M., & Alzubaidi, L. (2020). Review of the state of the art of deep learning for plant diseases: A broad analysis and discussion. *Plants*, 9(10), 1302.

Htitiou, A., Boudhar, A., Lebrini, Y., Hadria, R., Lionboui, H. and Benabdelouahab, T. (2020). A comparative analysis of different phenological information retrieved from Sentinel-2 time series images to improve crop classification: a machine learning approach. *Geocarto International*. 1-24.

Lebrini, Y. Boudhar, A. Htitiou, A. Hadria, R. Lionboui, H. Bounoua, L. and Benabdelouahab, T. (2020). Remote monitoring of agricultural systems using NDVI time series and machine learning methods: a tool for an adaptive agricultural policy. *Arabian Journal of Geosciences*, Vol. 13 No. 16. 796.

Lionboui, H. Benabdelouahab, T. Htitiou, A. Lebrini, Y. Abdelghani, B. Hadria, R. and Elame, F. (2020). Spatial assessment of losses in wheat production value: A need for an innovative approach to guide risk management policies. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 100300.

Rahman, M. F. F., Fan, S., Zhang, Y., & Chen, L. (2021). A comparative study on application of unmanned aerial vehicle systems in agriculture. *Agriculture*, 11(1), 22.

Ukwuoma, C. C., Zhiguang, Q., Bin Heyat, M. B., Ali, L., Almaspoor, Z., & Monday, H. N. (2022). Recent advancements in fruit detection and classification using deep learning techniques. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1-29.





## Arganiculture : Réponse au stress hydrique et contribution à la souveraineté alimentaire et à l'amélioration des conditions socioéconomiques locales

**Brahim HAFIDI**

*Directeur Général, Agence Nationale pour le  
Développement des zones Oasiennes et de l'Arganier  
Maroc*



### Résumé

L'arganeraie a été reconnue par l'UNESCO comme Réserve de Biosphère en 1998. Elle se distingue par une grande richesse faunistique et floristique dont l'arganier (*Argania spinosa*) en est la principale essence. Elle s'étale sur une superficie de 830.000 ha et joue un rôle écologique, économique et social prépondérant. L'exploitation de cette forêt repose traditionnellement sur des pratiques agro-sylvo-pastorales ancestrales qui génèrent des revenus et de l'emploi pour les populations locales et contribue à leur sécurité alimentaire. Avec la succession des épisodes de sécheresse aggravées par le changement climatique, la productivité de la forêt a diminué et la pression sur les ressources s'est accentuée, fragilisant ainsi la place qu'occupe l'arganier dans la lutte contre la désertification et le développement socio-économique du monde rural. Face à cette menace, le Gouvernement, à travers plusieurs programmes pilotés par différents départements ministériels (Agriculture, Eau et Forêts etc.), a lancé plusieurs initiatives visant la lutte contre le stress hydrique et la pénurie d'eau, la protection des ressources forestières et agricoles, et l'exploitation durable de ces ressources. Dans ce contexte, l'Agence de Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier a lancé en 2016 en collaboration avec plusieurs partenaires publics et privés nationaux et internationaux le programme de l'arganiculture qui porte sur l'intensification et la modernisation de la culture de l'arganier en tant qu'espèce fruitière destinée à la production de l'huile d'argane qui s'est forgée, pendant ces dernières années, une réputation internationale grâce à ses usages cosmétiques, médicaux et alimentaires.

L'introduction de l'arganiculture dans les systèmes d'exploitation de l'arganeraie a été basée sur les connaissances scientifiques produites par le programme de recherche piloté par l'Institut National de la Recherche Agronomique et grâce à l'appui accordé à la sélection variétale, la production et la certification des plants et la subvention pour l'acquisition des plants certifiés. Entre 2017 et 2023, le programme a porté sur 10.000 ha plantés dans différentes localités au niveau de six provinces. L'objectif à l'horizon 2030 étant d'atteindre 50.000 ha. Le système de culture adopté est basé sur l'association Arganier-Plantes Aromatiques et Médicinales. Comparé au système traditionnel (Arganier-

Orge), ce système présente plusieurs avantages économiques, sociaux et écologiques. Il combine l'avantage d'assurer une production d'aliments en zone aride, la protection des ressources biologiques locales et l'amélioration des revenus des populations locales.

## 1. Le contexte

La Réserve de Biosphère de l'Arganeraie (RBA) fût la première réserve de biosphère au Maroc reconnue par l'UNESCO en 1998. Cette reconnaissance a été argumentée par les multiples usages et intérêts de l'écosystème associé à l'arganier et par le rôle critique que de joue l'arbre dans l'économie rurale. Le territoire couvert par la RBA est aussi reconnu par les pratiques ingénieuses et durables des populations rurales en matière de gestion des ressources naturelles et de production agricole et agro-forestière.

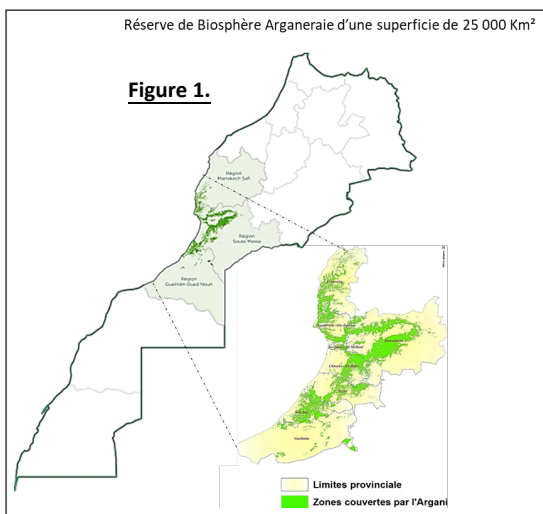
S'étalant sur une superficie d'environ 2,5 millions d'hectares, avec 830.000 ha couverts d'arganier (fig. 1), la RBA a pour objectifs : (i) La préservation des ressources biologiques et des valeurs paysagères et culturelles, (ii) le maintien de l'équilibre des écosystèmes et (iii) La contribution au développement local de la zone.

Le territoire de la RBA abrite une faune et une flore diversifiées représentant près du tiers du patrimoine floristique et faunistique national avec un niveau d'endémisme bien marqué.

L'arganier (*Argania spinosa*) est le pivot de cet écosystème et de son système agroforestier. La RBA abrite une biodiversité riche (1.240 espèces végétales dont 142 endémiques et 660 espèces animales dont 25 endémiques). L'agro-biodiversité est aussi riche et adaptée aux conditions agro-écologiques. Elle se distingue par des systèmes agroforestiers variés avec des produits agricoles locaux tel que l'amandier, le safran, l'olivier, le figuier, le caprin...etc.

Le climat de la Réserve est marqué par une faible pluviométrie et des températures estivales élevées. La succession des épisodes de sécheresse pendant ces dernières années, couplée à l'intensification des activités agricoles, a engendré un déficit hydrique qui menace la production agricole et la sécurité alimentaire dans les zones rurales relevant de la RBA.

L'agriculture dans l'espace arganeraie a toujours contribué à la sécurité alimentaire des populations au niveau local et national. Plusieurs initiatives sont mises en œuvre pour renforcer la contribution de ce territoire à la sécurité alimentaire à travers l'innovation, la

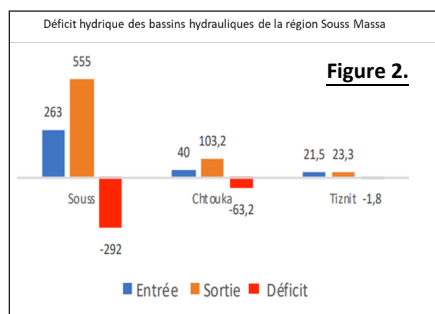


restauration des écosystèmes, l'atténuation des effets du déficit hydrique et la rénovation des systèmes de culture.

## 2. Le déficit hydrique dans l'espace Arganeraie

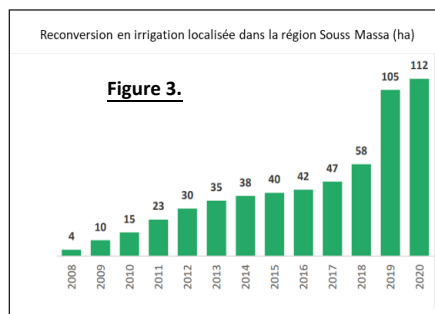
L'état des ressources hydriques, largement influencé par le changement climatique, se caractérise par un stress chronique.

En effet, dans la région Souss Massa, les ressources en eaux souterraines et en eaux de surface sont estimées à 425 Mm<sup>3</sup> et 402 Mm<sup>3</sup> respectivement. Ces dernières années le manque d'eau a été très marqué au niveau des zones de l'arganier. Comme le montre la figure no 2, les bilans hydriques au niveau de toutes les nappes du Souss-Massa sont déficitaires (Figure. 2).



Le stress hydrique a eu un impact marqué sur les systèmes de culture dans les zones de montagne. Les effets portent sur la dégradation des terrasses, une augmentation de l'érosion et la perte du couvert végétal. Les initiatives et projets mis en œuvre pour corriger et atténuer ces effets et améliorer la disponibilité hydrique portent sur:

- Le contrat de nappe qui définit un cadre multipartite et participatif pour réglementer la gestion de l'eau;
- La promotion et le support de la recherche et de l'innovation;
- L'appui à la généralisation de l'irrigation localisée (Figure. 3);
- La recherche-développement sur les systèmes et les technologies de pilotage de l'irrigation;
- L'information et les systèmes experts pour l'aide à la prise de décision en matière de gestion de l'eau;
- Le dessalement de l'eau de mer destiné à l'agriculture et à l'approvisionnement en eau potable et ;
- Le développement de l'usage des eaux non conventionnelles et des eaux usées.



## 3. L'espace Arganeraie et la sécurité alimentaire

L'arganeraie abrite une activité agricole importante, avec une diversité de systèmes de production, de filières et de pratiques qui contribuent significativement à la sécurité alimentaire au niveau local mais surtout national. En plus de la production de l'arganier, la région Souss Massa produit l'essentiel du maraîchage (Figure. 4) et abrite 46% du cheptel caprin.

Pérenniser et renforcer cette contribution à la sécurité alimentaire est tributaire de la maîtrise du déficit hydrique et de l'adaptation des systèmes de culture au changement climatique.

L'arganiculture, ou arganier en verger, est une option de mise en œuvre pour développer un système de culture agroforestier adapté en mesure d'appuyer les systèmes de production agricole en condition de stress hydrique. L'arganiculture permet d'améliorer et de développer la production du fruit et contribuer à réduire la pression sur la forêt naturelle. L'Arganiculture résulte de la combinaison des efforts et des résultats de la recherche scientifique, de l'appui technique, de l'encadrement institutionnel et réglementaire.

#### 4. La Recherche -Développement et l'innovation levier pour la sécurité alimentaire

La recherche scientifique dans le domaine de l'arganier, réalisée par les instituts, les universités et les centres de recherche nationaux, est une composante essentielle pour le développement. Elle permet d'approfondir les connaissances sur l'espèce en vue de mieux la préserver et de renforcer son rôle dans le développement socio-économique global. Au cours des trois dernières décennies, la recherche a traité des questions majeures liées à l'écosystème (25%), à la valorisation (39%), à l'arganiculture et la biotechnologie (26%) et aux sujets socio-économiques (Figure.5).

Les résultats de ces recherche, présentés à l'occasion du Congrès International de l'Arganier organisé depuis 2011 (Encadré. 1), ont permis d'orienter les actions de développement et du renforcement des capacités des acteurs. Le progrès réalisé dans la réhabilitation de l'arganeraie par la régénération et par l'introduction de l'arganiculture, sont particulièrement dus aux résultats de la recherche en matière de multiplication, de production de plants, des techniques de plantation et des modes conduite de la culture de l'arganier en tant qu'espèce fruitière oléagineuse.

Le développement de six variétés de l'arganier sélectionnées sur la base des performances de productivité, récemment annoncé par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), vient renforcer la dynamique de modernisation et d'intensification de la production de l'arganier (Tableau. 1).

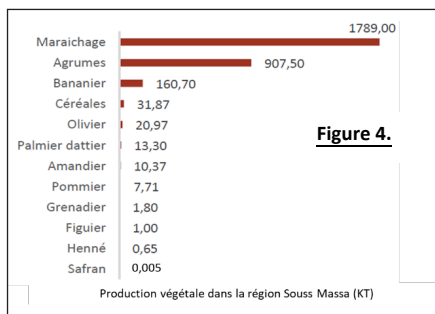


Figure 4.

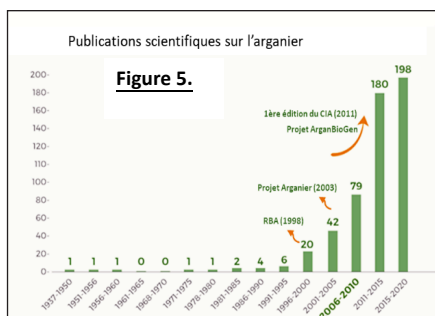


Figure 5.

##### Encadré 1.

##### Congrès international de l'arganier

Le congrès International de l'Arganier, organisé tous les deux ans, est un rendez-vous de partage des connaissances scientifiques et techniques entre les chercheurs nationaux et internationaux, les gestionnaires et les acteurs économiques dans la RBA.

Les acquis de la recherche ont permis de construire une orientation claire des priorités et de générer des connaissances mises au profit de l'écosystème et de la filière. Ce partage des acquis de la recherche scientifique, ambitionne d'appuyer la valorisation du potentiel de l'Arganier et l'Arganeraie, contribuer au futur développement, proposer des innovations qui répondent aux besoins futurs et de traiter les mesures et précautions à prendre et qui favorisent l'utilisation durable des ressources.

**Tableau 1** : variétés sélectionnées de l'arganier inscrites par l'INRA

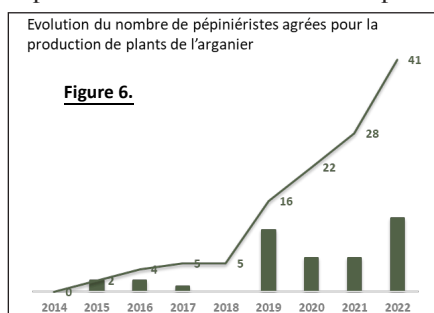
| Variété              | Caractéristiques de la variété                                                                                                                     |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>HAMOUC</b> هموش   | Production moyenne, forte floraison, fruit typique arrondi facile à concasser et riche en huile                                                    |
| <b>MAZHAR</b> مزهار  | Floraison toute l'année, fleurs et fruits de différents stades de développement, fruit typique fusiforme, facile à concasser et riche en huile     |
| <b>GHALLATE</b> غلات | Forte production annuelle et régulière, forte compatibilité de pollinisation, fort développement, graine facile à concasser et très riche en huile |
| <b>KHAYR</b> خير     | Fort pouvoir germinatif des graines, production régulière, graine facile à concasser et riche en huile                                             |
| <b>NAAMA</b> نعمة    | Arbre vigoureux, forte production régulière, forte fructification avec des gros fruits, graine facile à concasser très riche en huile              |
| <b>ZAKIA</b> زكية    | Forte production régulière, forte fructification précoce, graine moyenne à concasser riche en huile                                                |
| <b>AWTHEM</b> أوثم   | Arbre pollinisateur, forte floraison (extrême), production de 1 à 2 Kg de fruits tous les 2 ans                                                    |

INRA, 2023

## 5. L'arganiculture : un levier pour renforcer la résilience des écosystèmes de l'arganier

### 5.1. Un engagement institutionnel dans le cadre d'un contrat programme

Le Gouvernement concrétise les engagements pris dans le cadre de deux contrats programmes (2010-2020 et 2020-2030) à mettre en place des mesures institutionnelles afin d'appuyer le développement de l'Arganiculture sur une superficie de 50.000 ha à l'horizon 2030. Ce programme, Initié en 2016, a permis au terme de la campagne 2023 de créer des vergers modernes sur une superficie de 10.000 ha dans plusieurs localités. Ce progrès considérable a été rendu possible grâce aux mesures institutionnelles et investissements publics engagés dans le cadre de la stratégie Génération Green pilotée par le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Ainsi, l'INRA a développé des variétés performantes. Les pépiniéristes ont bénéficié d'un encadrement rapproché pour la production et la certification des plants et les producteurs d'une subvention spéciale pour la plantation de l'arganier. Le passage d'une plantation à base de plants issus de semis à des plantations à base de plants greffés va considérablement améliorer la pratique de l'arganiculture. La sous-filière de l'arganiculture compte actuellement 41 pépiniéristes agréés (Figure. 6) et plusieurs producteurs implantés dans les principales zones de l'arganier.



### **5.2. Mobilisation des ressources pour l'arganiculture**

Plusieurs acteurs et partenaires nationaux et internationaux sont mobilisés pour mettre en œuvre le programme national de l'arganiculture. Au niveau national certaines institutions publiques (ANDZOA, ADA, INRA, DRAs, DPAs, ONCA, ANEF) sont activement et directement impliquées dans la mobilisation des ressources humaines et financières et l'implémentation des actions de terrains. D'autres (ONSSA, Universités, Instituts et centres de Recherche etc.) apportent un appui complémentaire dans les domaines de leurs compétences. Les opérateurs privés sont également activement impliqués à l'amont comme à l'aval de la sous-filière de l'arganeraie dans le cadre de l'interprofession de l'arganier -FIFARGANE-.

Le programme a également bénéficié d'un appui international dans le cadre du Fonds Vert pour le Climat en vue d'améliorer la productivité des vergers de l'arganier et d'atteindre les objectifs fixés par le Maroc dans le cadre du Plan National de lutte contre le Réchauffement Climatique d'une manière globale et ceux arrêtés par la Contribution Déterminée au Niveau national (NDC) spécifique à l'arganiculture d'une façon particulière.

Sur le plan territorial, la première phase du programme a été réalisée sur une superficie de 10.000 ha répartie entre 6 provinces<sup>1</sup> et 60 communes rurales. A l'horizon 2030, la superficie atteindra 50.000 ha.

### **5.3. L'arganiculture comme approche agroforestière**

Le concept de l'arganiculture, tel qu'il est mis en œuvre actuellement, consiste à cultiver l'arganier seul ou avec des Plantes Aromatiques et Médicinales (PAM) en Intercalaire. Les PAM choisies sont de préférence collectées et domestiquées dans l'arganeraie pour profiter de leurs capacités d'adaptation aux conditions édapho-climatiques locales. Comparé aux systèmes agroforestiers classiques basés sur l'association de l'arganier avec l'orge, l'association arganier-PAM semble être plus rentable et plus durable. Les PAMs comme l'arganier sont des espèces pérennes qui tolèrent la succession des épisodes de sécheresse et permettent de générer des revenus plus élevés que l'association Arganier-

Collecte des eaux pluviales en verger d'arganier

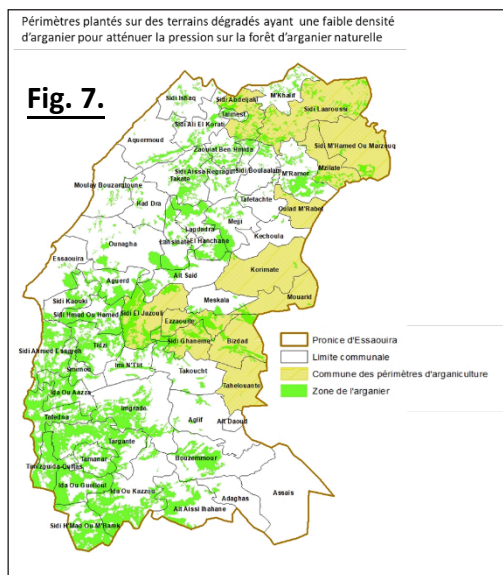


<sup>1</sup> Essaouira, Taroudant, Chtouka Ait Baha, Tiznit, Sidi Ifni et Guelmim

Orge. Avec des arbres d'arganier en verger âgés de 15 ans, le revenu à l'hectare de l'arganier seul est estimé à 5.000 Dh/ha tandis que l'arganier en association avec les PAMs peut générer trois fois plus de revenu par hectare.

Les techniques culturales ont été revisitées et améliorées par un aménagement des pentes, une amélioration de la préparation du sol par la confection d'impluvium pour capter les eaux pluviales et contribue à la pérennité de ce système.

L'arganiculture est pratiquée en priorité dans les terres cultivées, où la densité d'arganier est très faible et limitrophe de la forêt naturelle pour contribuer à limiter la pression et encourager sa restauration. Le cas d'Essaouira illustre l'approche adoptée pour la mise en œuvre du programme, plus de 3.000 ha sont plantés là où l'arganier a presque disparu (Figure. 7) ce qui peut restaurer ce couvert végétal.



#### 5.4. L'arganiculture un levier pour le développement socio-économique

La recherche sur l'arganier et les plantations réalisées démontrent la capacité d'adaptation de l'espèce au manque d'eau, en effet son potentiel de production moyen des nouvelles variétés sélectionnées par l'INRA varie de 15 à 40 kg/arbre/an. La simulation sur la base de ces références montre un rendement potentiel (kg/ha) intéressant qui varie de 3.000 Kg/ha à 8.000 Kg/ha (verger de 15 ans avec une densité de 200 plants/ha).

L'arganiculture est perçue également comme un levier qui renforce la contribution significative de la filière à l'économie des ménages dans le rural de l'arganeraie. En effet la filière produit 5.600 tonnes d'huile d'argane qui génère un chiffre d'affaires d'un milliard de DH avec des exportations de plus de 1.200 tonnes d'huile/an (Figure 8).

La filière de l'arganier aujourd'hui organisée dans le cadre de l'interprofession "FIFARGANE", est composée de plus de 850 coopératives, 530 entreprises privées, 6 groupements d'intérêt économique (GIE) et 3 Unions de Coopératives, contribue à la création de plus de 7 millions de journées de travail. Le marché international pour les produits de l'argane est en croissance continue, ce qui renforce les capacités de la filière à contribuer à l'amélioration des conditions socio-économiques, à l'atténuation des effets des changements climatiques et du déficit hydrique.



## 6. Conclusion

L'intérêt croissant pour la filière de l'arganier au niveau national et international est justifié par sa résilience vis-à-vis du changement climatique et son potentiel pour booster le développement économique et social des zones rurales. L'arganier avec son cortège floristique qui inclut des espèces d'intérêt économique comme les PAMs, offre la possibilité d'assurer une production agroforestière susceptible de contribuer d'une façon considérable à la sécurité alimentaire des zones arides tout en améliorant les revenus des populations rurales. La modernisation des systèmes agroforestiers par l'introduction de l'Arganiculture à base de plants de qualité et de variétés sélectionnées a permis d'ouvrir de nouvelles perspectives pour intensifier la production de l'huile d'argane tout en contribuant à réduire la pression sur la forêt naturelle.

Sur le plan institutionnel, l'Arganiculture constitue aussi un exemple de bonne convergence des politiques publiques nationales (forêt, agriculture, eau, adaptation au cc, recherche, développement social... etc.) qui vise à promouvoir les pratiques climato-intelligentes, le développement durable et la sécurité alimentaire des zones rurales.

## Recherche et innovation sur la fertilisation des sols arables au Maroc et en Afrique

***Daniel Bernard NAHON***

*Professeur émérite Aix-Marseille Université  
Membre de l'Institut Universitaire de France  
Membre Associé de l'Académie du Brésil  
Membre Associé de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques - Maroc*



Chaque système naturel (climat, sol, forêt, eau, énergie, biodiversité humaine, animale, végétale ...) est considéré comme singulier avec une histoire autonome, avec ses lois physiques et chimiques. Mais, ces systèmes sont tous liés entre eux et dans leur compréhension sont complexes et générateurs d'indéterminismes. Leurs niveaux d'organisation sont emboîtés comme dans des poupées russes. Ils relèvent de self-organisation, de différenciations, d'émergences, de seuils, de rétroactions, de bifurcations qui aboutissent à des émergences nouvelles dans la complexité. La flèche du Temps devient une nécessité pour la mise en place de la complexité des systèmes naturels. Le sol résulte d'une évolution créatrice irréversible. Il constitue le plus bel exemple d'auto-organisation qui a permis l'émergence d'une vie végétale et animale complexe puis à l'Homme de se développer en une humanité féconde jusqu'à être le socle essentiel de la vie des sociétés à travers l'agriculture.

Mais ce qui nous intéresse à présent c'est d'essayer de comprendre pourquoi l'agriculture est un système complexe et donc à tort utilisée trop simplement. Et pourquoi par cette mauvaise utilisation on en arrive à redouter, en ce contexte de réchauffement climatique, et à craindre pour la souveraineté alimentaire des peuples.

**L'utilisation du sol passe par la compréhension du système complexe au cœur duquel il se situe.**

La dernière glaciation sévit il y a -20 000 ans. Et puis le monde entre dans une déglaciation généralisée. Les sols rabotés par les glaciers dans les zones septentrionales ou érodés par la fonte des sols gelés, se reconstituent en sols fertiles dans les vallées, dans les plaines et sur les versants. Ils sont peu épais mais suffisent pour se couvrir de forêts, de prairies. En revanche dans les zones tropicales méridionales que les glaciers n'ont pas atteintes, les sols sont vieux, épais, profonds. Ainsi se présente le monde moderne, couvert de sols très divers, les plus récents âgés tout au plus de deux dizaines de millénaires et les plus vieux de millions d'années. Ces sols vont servir de base à l'invention de l'agriculture par

les hommes voici -12.000 ans. Leurs évolutions sont complexes. Leurs différenciations d'amont en aval, d'un bassin versant à l'autre, d'une région à l'autre ne se font pas avec la même dynamique compliquant le développement de l'agriculture. Tous les sols diffèrent, malgré cela on les exploite de la même façon sans en comprendre les mécanismes particuliers qui les régissent, la dynamique de l'eau qui les infuse, les compositions minéralogiques et chimiques propres à chaque zone climatique, leurs structures et leurs textures qui les rendent résistants à l'érosion naturelle. Si bien qu'aujourd'hui le sol s'érode 100 à 1000 fois plus vite qu'il ne se reconstitue à sa base. Il ne reste plus que 600 millions d'hectares de disponibles alors qu'il faudrait doubler la production agricole mondiale. Comment le préserver ? Comment y remédier ? Il suffirait de se rendre compte que le sol est au cœur d'un système complexe et l'utiliser en connaissant les rétroactions induites sur l'évolution climatique, la biodiversité bactérienne et végétale, la dynamique de l'eau, l'énergie nécessaire au travail du sol, les nutriments qu'il contient. Le rôle de l'agriculteur et le travail du sol sont à reconsidérer avec la prise en compte de ce système complexe. Il en va de la survie de populations mondiale.

Parvenir à la souveraineté alimentaire est devenu un problème urgent. Depuis l'invention de l'agriculture et celui des sociétés, nourrir le monde correctement et suffisamment fait partie de ce système complexe dans lequel tous les facteurs sont intimement liés. Certains sont naturels, d'autres sont scientifiques, techniques, éducationnels, économiques, politiques, éthiques.

### **Le sol se forme lentement par altération biogéochimique des roches.**

Le sol se forme à partir des roches dures que l'histoire des mouvements géologiques ont fait affleurer. Ce sont des roches sédimentaires, ou éruptives comme les granites ou les basaltes qui sous l'effet de la pluie se transforment doucement en matière argileuse friable. Il faut, pour former un sol de quelques décimètres d'épaisseur, plusieurs millénaires. Et donc, après une période glaciaire pendant laquelle les glaciers ont agi comme des rabots géants enlevant dans leur avancée les glaises préexistantes comme de vulgaires copeaux, lorsque les glaces se retirent sous le réchauffement, la roche dure est mise à nu et il faudra pour qu'un sol argileux se reforme plusieurs millénaires avant qu'il puisse porter des semences. Tel est le destin des zones continentales septentrionales ou montagneuses de l'Eurasie ou d'Amérique.

Les minéraux argileux qui proviennent de l'altération des roches dures par les eaux de pluie, sont de toute petite taille (de l'ordre du milliardième de mètre). Ces minéraux argileux sont, dans le détail, constitués d'un empilement de petits feuillets comparable à un gâteau mille feuilles. Ils sont très réceptifs à l'humidité et à la sécheresse : ils gonflent à l'eau ou se rétractent lorsque celle-ci se retire sous la chaleur mordante du soleil. Et pendant ces phases saisonnières d'expansion et de dessiccation, les argiles s'orientent et s'organisent en agrégats dont la taille va de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Le sol ainsi constitué, structuré en agrégats, acquiert une porosité de toutes dimensions, des plus minuscules jusqu'aux larges fissures centimétriques de retrait, où l'eau de pluie circule et imbibe le sol. Avec sa structure, le sol retient mieux l'humidité, résiste davantage au tassement, affronte mieux l'érosion du vent et du ruissellement et donne plus de prise aux racines des végétaux pour s'enfoncer. Si l'argile n'était pas structurée en agrégats, elle rendrait le sol impénétrable à l'eau de pluie et aux plantes, comme les murs en pisé.

Les minuscules minéraux argileux offrent entre leurs feuillets un abri à toutes les molécules organiques et atomes minéraux qui sont les nutriments dont auront besoin flores et faunes pour vivre et croître à partir du sol. L'argile est donc un véritable garde-manger pour les plantes et les microorganismes, permettant au sol d'être le point de départ de toute la chaîne alimentaire de la vie sur terre. Bien plus, l'érosion et le ruissellement entraîneront tous les nutriments du sol vers les rivières, les fleuves et les océans où végétaux et créatures animales en profiteront à leur tour.

Mais la structure en agrégats n'est pas la seule structuration du sol. Il en existe une autre plus englobante : les horizons.

Le sol est donc la peau fertile des terres émergées. Et comme sa formation est directement liée au climat, à la quantité d'eau de pluie nécessaire à l'altération des roches, il n'existe pas qu'un seul type de sol, mais bien toute une diversité dont la fertilité sera bien différente. Le climat, facteur déterminant, marquera les sols dans leur composition. Ce que firent les grandes variations climatiques des derniers millénaires.

La végétation qui pousse sur le sol, sylvès, buissons, herbes, fourniront au fil des saisons, l'apport en bois, brindilles et feuilles qui jonchent le haut du sol. Cet apport est immense, et se compte en plusieurs dizaines de tonnes à l'hectare. Mais la décomposition de ces matériaux végétaux par les bactéries en humus est excessivement hâtive ou très lente selon la température et l'humidité du climat. En effet, les sols des régions tempérées ou froides ont un épais horizon d'humus. Les températures fraîches en sont la cause : les bactéries ne s'activent que pendant la saison chaude et décomposent les débris de matière végétale beaucoup plus lentement, lui permettant de s'accumuler en horizon humifère fertile au fil des années.

Cette dégradation rapide de la matière organique contraste avec le temps long nécessaire pour que les roches dures (on parle de roches mères) se métamorphosent en sol argileux meuble. Cependant l'essentiel du corps du sol demeure son horizon argileux, socle fécond de toute vie. Et pour qu'un mètre d'épaisseur de celui-ci s'individualise et puisse édifier un sol qui compte dans la vie des hommes, il ne faut pas moins de dix millénaires. Ce sont donc les dix ou vingt millénaires qui s'écoulent depuis la fin du dernier maximum glaciaire dans les zones tempérées septentrionales qui vont constituer le capital-sol dont les populations disposeront pour leur développement agricole. Et ce capital, cette richesse du monde tempéré n'est pas renouvelable à l'échelle humaine, sauf à éviter sa dilapidation. Mais il n'y a pas que cela ! Il faut compter aussi avec le renflouement des vallées qui accompagne la remontée du niveau des océans et les vieilles et épaisses terres latéritiques des Tropiques, âgées de plusieurs millions d'années qui n'ont jamais été enlevées par les glaciers. Pour ces terres chaudes qui ne connaissent pas le contraste des saisons ou si peu, les bactéries du sol s'activent sans interruption si bien que les horizons humifères sont très ténus.

La diversité climatique terrestre dépend de la quantité de chaleur solaire que chaque partie reçoit. Climats équatorial, tropical, désertique, méditerranéen, tempéré, polaire, se succèdent en ceintures irrégulières qui enserrant le globe terrestre; adoucis ou accentués par l'altitude des reliefs, par l'étendue des masses continentales ou marines, par la force des courants marins et des circuits d'air, jeux complexes des climats.

En gros, on peut dire que dans chaque zone climatique se rencontre un même type de sol. Mais certains sols restent inutilisables car trop peu épais le long des pentes trop raides des hautes montagnes, ou bien constamment gelés en bordure des régions polaires, ou situés en zone aride où l'eau ne joue pas son rôle, ou encore trop mouillés par les marais. Les sols les plus prometteurs, sont ceux où les précipitations sont suffisantes tout au long des années comme c'est le cas dans les aires tempérées et équatoriales.

Ce sont ces terres grasses d'argile et d'humus que les hommes finiront par découvrir et ainsi éviteront la paucité de l'humanité. Mais il reste une dernière étape avant "d'inventer" l'agriculture : l'homme va apprendre à se sédentariser.

### **Le Sol au cœur d'un système complexe.**

Rien ne peut être dissocié de l'utilisation durable du sol car de celui-ci par ses nutriments dépendent la sécurité et la souveraineté alimentaire des peuples, le sol est aussi le filtre des eaux de pluies et des eaux d'irrigation et s'il retient par ses composants une eau liée propice à la végétation, il permet à l'eau libre d'atteindre les nappes qu'il protège d'une évaporation certaine. Le sol contient une biodiversité de l'ombre contenant 98% de la diversité génétique du vivant sur les continents ; les bactéries qu'il contient règlent les grands cycles des éléments (C, N, S, P...) ; il porte les forêts et autres végétations porteuses de la photosynthèse et en ce sens joue sur le dégagement ou la rétention des gaz à effet de serre. Le travail du sol (agriculture) dépense quatre fois plus d'énergie que l'industrie, aussi doit-il jouer un rôle prépondérant dans l'utilisation des énergies renouvelables.

Gardez le sol en bonne santé est donc indispensable pour nourrir convenablement les Hommes et les garder en bonne santé eux-aussi, la préservation de la biodiversité, la réduction du réchauffement global, l'utilisation des énergies renouvelables, ménager la réserve d'eau douce. Donc un rôle prépondérant pour la souveraineté alimentaire.

Mais où en sommes-nous après plus d'un siècle d'utilisation d'une agriculture intensive ?

On ne nourrit pas convenablement ni assez une personne sur dix. En revanche on produit un obèse sur dix. Les petits fermiers n'arrivent pas à subvenir à leur moyen d'existence et beaucoup d'entre eux se suicident. Cette agriculture utilise en moyenne 86% de l'eau douce (eau de pluie mais aussi eau d'irrigation à partir des fleuves et des nappes entraînant un effondrement de ces réserves), elle conduit à une dégradation considérable de nos biens communs (terre, eau, air, forêts, biodiversité, mal être des sociétés, pauvreté ...). Il est clair qu'il faut drastiquement changer nos pratiques agricoles sinon atteindre la souveraineté alimentaire aussi bien au Maroc qu'en Afrique ne sera qu'un vœu pieux.

### **Le fléau de la déforestation.**

Sauf dans les zones continument glacées et les déserts arides, les sols sont le soubassement des forêts. Le besoin d'étendre les sols cultivés au fur et à mesure de l'accroissement démographique a entraîné les hommes à décimer les forêts par le feu et par la hache. Tout a commencé avec l'expansion de l'agriculture. En quelques millénaires ce sont des

milliards d'hectares de forêts qui ont été détruits. Plusieurs auteurs attribuent le début du réchauffement global à cette conquête agricole. Bien avant l'utilisation des combustibles fossiles qui ont forcé la «carbonation» de l'atmosphère jusqu'à rendre la planète irréversible à toute action naturelle climatique vers le froid comme les cycles naturels des derniers âges géologiques pouvaient le laisser supposer. La déforestation à des fins agricoles est donc un puissant levier du réchauffement climatique.

Il faut mesurer les conséquences d'une coupe à blanc des forêts. J'ai mentionné plus haut les conséquences sur la répartition des pluies et de la circulation atmosphérique, mais les implications sur le sol et la biodiversité sont tout aussi impressionnantes. Sous boisement naturel, le contenu en matière organique du sol atteint un état stationnaire au bout d'un millénaire ou au moins d'un demi-millénaire selon la nature de l'écosystème forestier. En revanche, la mise en coupe à blanc de la forêt à des fins de culture conduit à une perte de 25% à 50% de carbone organique du sol. La contribution annuelle de la mise en culture des sols depuis les années 1980 serait en moyenne de 0,85 milliard de tonnes de carbone livré à l'atmosphère. Et même si un sol cultivé (en maïs par exemple) retrouve au bout de vingt ans son équilibre en taux de carbone, celui-ci demeure 6 fois moins élevé que ce qu'il était primitivement sous forêt.

Un sol mis à nu n'est plus protégé par la forêt. Il subit directement les rayons mordants du soleil et sa température à -15 cm de profondeur augmente de 10°C poussant l'activité des microorganismes du sol à s'affoler et à «minéraliser» davantage de carbone et d'azote du sol en gaz à effet de serre. Mais le pH (ce qui mesure l'acidité d'un sol) se modifie également en augmentant de deux unités pH. La qualité des microorganismes du sol s'en trouve immédiatement affectée. Et dès que la mise en monoculture de la terre se fait (un champ de blé par exemple), le sol porte une prairie de céréale donc une diversité de plante très réduite entraînant une disparition de 40% de la biodiversité du sol lui-même. Le champ s'étant substitué à la forêt, la perte de la biodiversité qu'abritait le sous-bois est considérable notamment pour les oiseaux et les insectes (amoindris d'un facteur 10 ou plus).

### **Incendies des forêts et leurs conséquences.**

Lorsque les forêts reculent sous la marque de l'attaque paysanne, il faut prendre conscience des conséquences directes et indirectes que ces actions entraînent sur les équilibres écologiques de la planète.

Il est temps de donner des chiffres. Il faut savoir qu'une tonne de CO<sub>2</sub> correspond à 0,28 tonne de carbone (un tiers environ). Ces données permettront au lecteur de me pardonner lorsque je jongle dans l'écriture entre carbone organique et gaz carbonique.

Les forêts par leur système foliaire et par leurs racines ont accumulé au fil des décennies, parfois des siècles, des quantités considérables d'énergie transformées en matière, en bois. Un mètre cube de bois séquestre une tonne de carbone et trois tonnes de bois sec équivalent à l'énergie contenue dans une tonne de pétrole (on parle en langage technique d'une tonne équivalent pétrole, «tep»). Un hectare de forêt produit en moyenne 10 mètres cube de bois. Brûler un hectare de forêt équivaldrait à consommer 3 tonnes de pétrole.

Les incendies de forêt ravagent ces derniers temps de par le monde 350 millions d'hectares, c'est-à-dire 1 milliard de tonne équivalent pétrole soit un tiers de la consommation de la Chine et des États-Unis réunis. Or la consommation annuelle moyenne de pétrole par habitant dans le monde est de 2 tonnes. En moyenne de combustibles fossile, 1 tonne équivalent pétrole dégage 860 kg de CO<sub>2</sub> soient 240 kg de C. Voilà de quoi responsabiliser chaque citoyen, chaque paysan sur ses actions. Un hectare de forêt plantée équivaut à la quantité moyenne de CO<sub>2</sub> émise par Européen chaque année. Et vice-versa !

D'une manière plus globale, de nos jours, les végétaux vasculaires (les arbres) contiennent environ 80% du carbone de la biomasse végétale totale soit 450 milliards de tonnes de carbone et couvrent un peu plus de 4 milliards d'hectares sur les 15 milliards environ de terres émergées.

Les forêts jouent un rôle particulier dans le cycle de l'eau. Chaque année, l'eau puisée par leurs racines dans le sol et celle qu'elles «évapotranspirent» par leur feuillage équivaut en flux d'eau à celui qui coule dans toutes les rivières et fleuves de la planète annuellement.

Les forêts constituent les amarres de la vie sauvage et lorsque les arbres s'effacent, ces régions se transforment aussitôt en horizons de mornes modelés.

### **Tuer les forêts pour mieux nourrir les hommes.**

La deuxième partie du XX<sup>e</sup> siècle a vu la généralisation de la mécanisation et du rendement intensif de l'agriculture avec comme corolaire le défrichement accéléré des forêts, la reconstruction des villes et l'étalement urbain aux dépens souvent de terres fertiles.

Il fallait reconstruire l'économie rendue exsangue par la guerre mondiale de biens des pays, nourrir les populations en pleine croissance. Au début des années 1960, de nombreux pays se défaisaient du joug colonial et accédaient à l'indépendance en s'accompagnant d'un grand saut démographique. Et l'augmentation des naissances surpassait celle de la production agricole. Il fallait au plus vite subvenir aux besoins alimentaires en inversant les tendances : la production agricole devait aller plus vite que la croissance démographique. Les technologies modernes développées dans les pays industrialisés furent appliquées au développement agricole de ces jeunes pays. En Inde, en Asie, en Amérique centrale et du Sud, on vit apparaître la mécanisation, l'irrigation, l'amendement des terres, les pesticides. C'était ce que William Gaud appela en 1968 la «Révolution Verte» qui vit s'intensifier les rendements agricoles sans toutefois vaincre la pauvreté des tout petits paysans. Dès les années 1970 et surtout dans les deux dernières décennies du siècle, ces pratiques ont atteint leur apogée. La grande bénéficiaire fut l'Asie. En gagnant sur les forêts, elle accrut sa capacité de terres agricoles de 20%. L'Inde put multiplier sa production de blé par 3, la Chine sa production de grains par 4, l'Indonésie celle du riz par 2,4. L'Afrique sub-saharienne fut tenue à l'écart de ces progrès malgré l'extension des champs. Les moyens manquèrent pour y associer les technologies coûteuses qui permettaient en plus l'augmentation des rendements.

Là où la Révolution Verte conduisit à mieux nourrir les hommes et les femmes, elle eut un coût considérable pour l'écosystème : les forêts furent décimées, les nappes d'eau virent

leur niveau descendre de plusieurs mètres dans les plaines céréalières, la glaise épuiser sa biodiversité, les rivières et le sol se gorger de pesticides, la matière organique du sol labouré profondément s'oxyder et s'envoler en gaz à effet de serre, les sols se charger de sels par irrigation...

Dans ce dernier cas, l'exemple de l'Australie pendant ces 40 années passées est saisissant mais pas singulier car tant d'autres pays ont connu les mêmes bévues. Les prairies d'Australie qui se situaient sous les forêts servaient à faire paître et engraisser les ovins et les bovins ; en coupant les forêts, l'herbe devenait plus grasse et abondante d'un tiers et avec un bétail mieux nourri, la production de viande suivait le même chemin. Les nappes d'eau que les racines des arbres maintenaient en profondeur en y puisant leur sève, n'eurent plus de contrainte une fois la déforestation accomplie. Régulièrement alimentées, les nappes phréatiques virent leur niveau remonter et mobiliser les sels blottis en profondeur dans les vieux sols australiens du Queensland. En quelques décennies, les sels ainsi transportés atteignirent par capillarité les racines des belles prairies vertes qui jaunirent rapidement, brûlées par l'excès de sels accumulés dans le sol. Ce sont entre 6 et 8 millions d'hectares de pâtures qui ne furent plus utilisées.

Entre les années 1960 et 2007 le gain des terres agricoles aux dépens des forêts a été de 480 millions d'hectares. L'essentiel pour la formation de pâtures (environ deux tiers) et le reste dévolu aux cultures. Pour donner au lecteur une idée de ce que cette déforestation représente, elle correspond à plus de deux fois et demie (2,7 fois) l'ensemble des forêts qui couvrent les pays de l'Union Européenne.

### **Et le sol dénudé s'érode plus vite qu'il ne se reconstitue.**

Enfin, sans la forêt protectrice, le sol mis à nu est directement à la merci des violentes rafales de vent et des pluies agressives. Rapidement, des ravines d'érosion se forment avec le ruissellement. Et si le sol dénudé est destiné au labour, l'érosion qui l'affecte est magnifiée car la structure et la microstructure naturelles du sol sont défaits par les sillons. Elles étaient les seuls freins à une érosion violente. Détruite, la glaise du sol livre ses minuscules particules d'argile à l'érosion linéaire du ruissellement qui forcit de 15 à 20 fois ce qu'il était sous forêt native. Et une eau boueuse court sur la pente des champs. Il suffit que les sillons du labour soient dans le sens de la pente (ce qui est presque toujours le cas), pour que chacun d'entre eux serve de rigole, de ravine aux eaux boueuses qui fuient vers le bas des modelés et de là vers les rivières dont le débit gonfle de 50 à 100 fois plus qu'avant le défrichement du paysage. L'argile arrachée aux champs se dépose dans le lit des rivières. L'eau coule toujours mais la profondeur du lit s'est terriblement réduite au fil du temps. Rivières et fleuves obèses de sédiments venant de l'érosion du sol alentour laissent aux premiers grands orages leur eau sortir du lit. C'est l'inondation !

Qui d'entre nous n'a jamais roulé sur une route de campagne au printemps après les premiers orages qui suivent les labours ? Les routes et les sentiers raboteux sont obstrués par la boue laissée par le ruissellement. Que représente cette boue venant du sol ? C'est une masse de terre considérable qui provient de l'érosion de la partie supérieure du sol, la plus fertile, la plus riche en nutriments, en microorganismes. Les mesures d'érosion montrent que ce sont des centaines de kilogrammes de carbone organique, des dizaines



de kilogrammes d'azote, de calcium, de magnésium, de potassium, des kilogrammes de phosphore et d'oligoéléments qui sont arrachés au sol par hectare et par an. Et si les sols ont été amendés et traités, cette érosion arrache au sol 10 à 25% des engrais et de 30 à 40% des pesticides et leurs dérivés. Toute cette panoplie chimique rejoint à terme les rivières et les fleuves.

Selon la déclivité du terrain sur lequel se perchent les champs labourés et le climat auquel ils sont soumis, l'érosion arrache à la terre entre 0,3 tonne et 250 tonnes par hectare et par an. On considère que 20% des sols cultivés perdent plus de 20 tonnes de terre par hectare et par an ; alors que 50% des sols en perdent entre 7,5 tonnes et 20 tonnes et que 30% en perdent moins de 7,5 tonnes.

Dans les sols où les pratiques agricoles ne sont pas conservatrices, l'érosion de surface est inquiétante. Selon les modèles et le climat où se situent les sols, le front d'érosion progresse de 10 à 100 fois plus vite (5cm à 0,5m par millénaire) que la formation du sol aux dépens de la roche dure (appelée roche-mère) sous-jacente et qui lui ne progresse tout au plus, que de 5 mm par millénaire.

Ces mesures ne sont pas réjouissantes. Elles correspondent à une disparition globale annuelle de 0,5% des sols cultivables. Ce qui pose un problème pour l'avenir de l'agriculture. J'y reviendrai plus avant. Mais ces chiffres montrent aussi que l'humain est devenu le principal agent d'érosion lorsqu'on les additionne à toutes les autres activités qui le conduisent à défigurer les paysages. L'homme a multiplié par 2,4 la quantité de terre qui était déplacée par l'érosion naturelle.

Toutes ces pratiques aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays émergents ont eu et ont encore un effet sur la variabilité climatique. Essayons de comprendre. Et espérons que les spéculations sur la folle existence des humains et l'infini chaos annoncé trouvera une plus juste mesure face à la connaissance. Il n'est de vérité qu'au-delà de l'épreuve !

### **Une urbanisation destructrice des sols arables.**

Le dernier fléau pour le sol, c'est sa destruction pure et simple à des fins d'urbanisation : immeubles, maisons, routes, chemins de fer, ouvrages d'art, aéroports, espaces de loisirs, barrages et leur retenue d'eau, usines, etc. Les centaines d'hectares de terres arables qui sont consommés par le développement des villes sont perdus à jamais : aux États-Unis, 100 mètres carrés de sols cultivables disparaissent par seconde, bien plus en Chine ou au Brésil où ce chiffre peut atteindre 500 mètres carrés par seconde. En Europe, comme dans la plupart des pays industrialisés, l'étalement urbain progresse plus vite que ne s'accroît la population. En France par exemple, il est de 140 hectares par jour, ce qui, au bout de dix ans, correspond à la perte d'une couverture de sols équivalente au département des Bouches-du-Rhône. Aucun pays n'est épargné, mais les raisons de l'urbanisation diffèrent. Dans les pays en voie de développement, la démographie et la pauvreté restent les causes majeures de l'accroissement des cités. Dans les pays industrialisés, la hausse considérable du prix du foncier au cœur des villes pousse les cadres, les employés, les ouvriers, à s'éloigner du centre aux loyers trop onéreux. En même temps, l'augmentation du nombre des divorces et de celui des retraités dans les pays riches, avec pour conséquence, la

multiplication des résidences. Et les banlieues ne cessent de s'étaler en consommant la terre ! Les villes deviennent obèses !

Depuis 2008, plus de la moitié des hommes et des femmes qui peuplent la planète vivent désormais dans des villes. Ils n'en représentaient que 14% en 1900. Dans les trois prochaines décennies, la population citadine mondiale devrait doubler, et cette expansion sera le fait des pays en développement, responsables de 95% de cette croissance urbaine. Chaque mois, les villes d'Asie, d'Inde, d'Amérique centrale et du Sud, d'Afrique absorbent 5 millions de nouveaux habitants, 50 fois plus que dans les villes des pays industrialisés.

L'histoire des pays occidentaux aura vu en l'espace de quatre siècles sa population de paysans, largement majoritaire, passer à quelques pourcents. Il ne faudra que trois décennies pour que le reste du monde fasse de même. En deux mots et en toute logique, cinq cent millions d'agriculteurs tout au plus devront nourrir près de neuf milliards de personnes dont les trois quarts vivront dans des villes. La surnutrition touche surtout les citoyens bien plus que les ruraux parce qu'ils se dépensent moins et qu'ils sont plus sollicités par un environnement qui les pousse à consommer.

### **Les excès anthropiques et le rôle du soleil.**

Le soleil est le principal pourvoyeur d'énergie de la planète et ses humeurs, ses soubresauts exercent un rôle important sur le climat. Dans l'histoire récente, c'est le champ magnétique induit dans la convection turbulente des couches externes du soleil et dans son atmosphère qu'on trouve les variabilités qui ont pu jouer sur la quantité d'énergie qu'il prodiguait à la Terre. Les boucles magnétiques qui animent la zone superficielle du soleil finissent par atteindre la surface solaire et apparaissent sous formes de taches dont les plus importantes peuvent avoir un diamètre comparable à celui de la Terre. Une partie de la matière des boucles peut être aussi emportée par le vent solaire en filaments, en éjections, en protubérances spectaculaires. Le tout est ce qu'on nomme l'«activité solaire». Et celle-ci varie avec le temps. Des cycles de onze ans en moyenne affectent les taches solaires. Certains cycles peuvent varier d'un facteur 10 et être si faibles qu'ils ne sont plus identifiables comme tels. Ainsi pendant «le petit âge glaciaire» dans la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle, l'activité solaire n'était pas détectable.

Plusieurs études scientifiques récentes ont montré que les formes d'activité solaire qui influencent le climat sont l'«irradiance» et le champ magnétique ouvert du Soleil qui module le flux de rayons cosmiques atteignant la Terre.

Depuis la fin des années 1970, des radiomètres embarqués sur des satellites ont pu mesurer l'«irradiance» solaire totale, et ainsi détecter précisément les variations de l'activité solaire. Il a été clairement montré que les manifestations du champ magnétique solaire à sa surface (taches...) sont les causes des variations de l'«irradiance». Depuis la fin du petit âge glaciaire l'intensité du champ magnétique ouvert à la surface du Soleil a doublé mais pour autant si l'amplitude du cycle solaire a varié au cours des siècles, cette variation n'a progressé que de 0,05% durant les 150 dernières années. Il est peu probable que cela suffise à influencer le climat de manière significative.

L'irradiance totale du soleil a pu être modélisée au cours des deux derniers siècles, depuis l'année 1850. En comparant cette irradiance reconstituée aux relevés de température pour cette même période de temps, on remarque que la courbe d'irradiance a évolué parallèlement à celle de la moyenne des températures mesurées, la précédant même, jusqu'à la fin des années 1970. Alors que l'irradiance continue d'évoluer comme elle le fait depuis des siècles, la courbe de température se désolidarise de cette «co-évolution» pour brusquement augmenter à la hausse. Il est clair que le réchauffement mesuré sur la planète depuis l'année 1979 ne peut être causé par le soleil.

Ce réchauffement peut être en revanche mis en corrélation avec la dégradation des forêts, l'extension mondiale des pâtures, des surfaces cultivées par de mauvaises pratiques agricoles ayant abouti à une diminution drastique de la biodiversité des sols et au relâchement dans l'atmosphère d'importantes quantités de gaz à effet de serre venant s'ajouter à ceux libérés par les transports et l'industrie.

### **La marque agricole sur la planète.**

La couverture des sols actuelle constitue un réservoir de carbone estimé à 2 500 milliards de tonnes (Gt= 1 milliard de tonnes ou gigatonne) renfermant en gros 1 550 milliards de tonnes de carbone organique (inclus dans la matière organique séquestrée et pour moitié vivante et 950 milliards de tonnes inorganiques (essentiellement sous forme de gaz, de minéraux carbonatés et de produits amorphes non cristallisés) ce qui correspond à 3,1 fois la quantité de carbone contenue dans l'atmosphère (800 Gt) et 4,1 fois celui du réservoir biotique (vie sur Terre) estimé à 600 Gt.

Le contenu du carbone dans un sol dépend des conditions climatiques : 30 tonnes par hectare dans un sol aride à une profondeur de 1m avec un faible couvert végétal, et 800 tonnes par hectare dans les régions fraîches.

Avec une durée moyenne de vie du carbone qui dans le sol varie de quelques mois, dans les sylvies équatoriales chaudes et humides, à plusieurs centaines d'années dans les sols froids et parfois gelés de la zone boréale. La dynamique biogéochimique qui visite tous les types de sol peut entraîner les molécules de matière organique plus en profondeur. Elles se lient à la surface des minéraux argileux qui les préservent de toute oxydation. Ainsi protégées, elles peuvent subsister plusieurs milliers d'années, permettant au scientifique de les retrouver, de les analyser et de déterminer leur origine et leur âge. Les variations climatiques ou les actions anthropiques (défrichement) peuvent alors être révélées à travers les alternances de périodes de savanes ou de prairies et les périodes de boisement.

Lorsque l'essentiel (60 à 80%) de la matière organique se dégrade sous l'action de la microfaune et de la microflore en gaz carbonique, une petite partie s'échappe vers l'atmosphère, mais une grande partie de ce gaz persiste sous forme dissoute (de la même façon que le gaz carbonique est contenu dans une boisson dite gazeuse sous forme d'ions  $\text{HCO}_3^-$ ) dans la solution qui remplit la porosité du sol. Cette teneur varie entre les moments de la journée ou de l'année, mais reste toujours supérieure de 100 à 300 fois à celle de l'atmosphère au-dessus du sol. Un labour profond viendra libérer ce gaz carbonique.

Cette perte de gaz ramenée en carbone peut être grossièrement estimée pour les sols cultivés dans le monde à 2 à 3 tonnes de carbone par hectare et par mois. Elle est bien sûr fonction des conditions de température et d'humidité.

Les mauvaises pratiques agricoles actuelles de labour, d'amendement, d'élevage sont la source d'une partie non négligeable des gaz à effet de serre. On estime qu'au cours des dernières décennies la contribution globale de l'agriculture est de 30%. Ce sont 15% du gaz carbonique  $\text{CO}_2$  émis, 50% du méthane  $\text{CH}_4$  et 70% du protoxyde d'azote  $\text{N}_2\text{O}$ . Si l'on essaye de cumuler les apports en équivalent carbone des pratiques agricoles engendrés entre les années 1850 et 2000, c'est-à-dire depuis le développement de l'ère industrielle, on estime selon les auteurs, que ce ne sont pas moins de 190 à 264 milliards de tonnes de carbone qui ont gagné l'atmosphère. À titre de comparaison l'estimation de la part des rejets dus au développement industriel de la société serait de 200 à 300 milliards de tonnes de carbone pour la même fourchette de temps. La part du monde agricole, souvent oubliée, est en fait très conséquente. Je rappelle à cette occasion que l'amorce de la part anthropique du réchauffement de la planète remonterait à plusieurs millénaires en deçà, du simple fait du développement de l'économie agricole.

Sans couverture, naturelle ou cultivée, le sol s'assèche. On l'observe aujourd'hui en Afrique sub-saharienne.

Avec le réchauffement climatique, l'augmentation des pluies tropicales faisait avancer la forêt sur la savane. Des études menées à la fin des années 1980 et au début des années 1990 (ce qui fut confirmé par les études satellitaires) montrèrent, que ce soit en Afrique (Ghana, Côte d'Ivoire, Nigéria, Cameroun, Centrafrique, Ouganda, République Démocratique du Congo...), en Amérique centrale et du Sud, en Asie du Sud-Est, que les sylves humides gagnaient de quelques dizaines de mètres à plus de cent mètres par siècle sur la savane et ce depuis au moins un millénaire. Les recrûs de forêt étaient aménagés d'espèces pionnières à croissance rapide (près de deux cents espèces spécifiques dénombrées dans le cas de la Guyane) qu'on ne trouvait plus dans la vieille forêt adjacente au sous-bois plus démuné. Mais l'action de l'homme agricole est venue depuis une quarantaine d'années inverser cette tendance. La déforestation anthropique l'a emporté sur le recrû naturel. Les bienfaits que le réchauffement climatique pouvait apporter ont été estompés par la folie des hommes. Il fallait gagner des terres cultivables, se procurer du bois de chauffe, assouvir la demande croissante de bois tropicaux, faire de la place aux exploitations minières, étendre l'urbanisme, s'assurer de nouvelles plantations pour les biocarburants qu'il serait plus juste d'appeler «agro-carburants».

Le déficit hydrique des zones tropicales sèches et humides inquiète. L'eau des sols et des nappes superficielles s'évapore. Et selon la relation Clausius-Clapeyron, la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère augmente exponentiellement en fonction de la température. Ainsi pour une augmentation de température d'un degré centigrade, l'air se charge de 6,5% de vapeur d'eau. On sait que la vapeur d'eau est en soi un puissant gaz à effet de serre. L'accroissement de la vapeur d'eau dans l'atmosphère constitue une rétroaction à l'augmentation du gaz carbonique.

### **Un cycle de l'eau imperturbable mais un statut de l'eau modifié.**

Une terre cultivée produit trois fois plus lorsqu'elle est irriguée. Ce principe a poussé à porter l'eau au plus loin des fleuves dès l'antiquité, à recueillir l'eau de pluie, puis à monter des barrages sur les fleuves les plus impétueux pour réguler leur débit, à creuser des puits pour atteindre les nappes d'eau superficielles puis, dans une époque plus moderne, à forer les couches géologiques pour capter des nappes phréatiques profondes dont l'eau est souvent vieille de quelques millénaires. Telle la nappe fossile du Sahara qui fut alimentée par les pluies tombées il y a 6 000 ans au temps du « Sahara vert ». Cette nappe s'étend sur plus d'un million de kilomètres carrés et constitue un réservoir estimé à 31 000 milliards de mètres cubes d'eau. Mais les sondages et les puits qui l'atteignent se multiplient d'année en année, pour dépasser largement les dix mille points de ponction. Alors qu'en 1970 on y prélevait 600 millions de mètres cubes, ce sont désormais entre 2 et 3 milliards de mètres cubes d'eau qui sont prélevés chaque année.

Il y a des terres que l'eau de pluie n'atteint pas et d'autres où les pluies sont très abondantes. Mais désormais, même sous les tropiques humides des îles Hawaï, on irrigue les cultures ! Seule la production compte ! Certaines cultures dites d'hiver se gorgent d'eau de pluie et mûrissent sous le soleil d'été, d'autres qui s'emblavent aux premières pluies du printemps ont besoin de la lumière d'été et d'être irriguées pour pousser et mûrissent à l'automne. D'autres se sèment dès l'été et ne se récoltent qu'à l'été suivant. Toutes ont besoin d'eau douce. Plus ou moins, mais sans eau pas de végétaux. Qu'il s'agisse de pluie ou d'irrigation, toutes ont un prix en équivalent eau.

Mais les cultures ne nourrissent pas que les 8 milliards d'humains. Il faut aussi nourrir les 21 milliards d'animaux domestiqués. Un tiers des céréales sert à nourrir ces derniers. Donc, autant de glaise à retourner, à travailler, à irriguer, à amender, à traiter. Qui sait que pour obtenir un kilogramme de viande de bœuf il faut environ consommer en équivalent eau 15 000 litres, 5 000 litres pour 1kg de viande de porc et 4 000 litres pour 1kg de viande de poulet ? Car ces animaux, qu'ils broutent, qu'ils picorent, qu'ils dévorent, qu'ils mangent, ils consomment ce qu'on produit. Et bien entendu un pays bien arrosé par la pluie ou aux champs bien irrigués aura plus de chance de produire plus de viande qu'un autre moins bien pourvu. Ainsi un hectare de savane africaine produit 100 fois moins de viande qu'un hectare de prairie anglaise. Mais pour cette dernière il s'agit de garder la biodiversité végétale du pâtis, car si une espèce devait être décimée par un traitement quelconque, la production herbeuse du pré diminuerait d'une tonne par hectare ! Autant de production de viande en moins.

Toutes les terres n'ont pas la même fertilité ni le même rendement à l'hectare. L'irrigation est une nécessité croissante si l'on veut nourrir le monde. Dans l'eau douce qui est destinée à faire croître nos plantes alimentaires, 1/5<sup>e</sup> vient de l'irrigation, c'est-à-dire de l'eau prélevée dans les rivières et les fleuves (et dans leur barrages), dans les nappes phréatiques. C'est bien plus de mille milliards de mètres cubes par an qui viennent apaiser la soif des terres travaillées. Soit l'équivalent du débit annuel de quatre grands fleuves comme le Nil. Ce n'est pas rien. Alors qu'il va falloir dans les décennies qui viennent multiplier les champs irrigués par un facteur 5, on est en mesure de s'inquiéter pour la subsistance des nappes d'eau et du cours des fleuves. Déjà, de très grands fleuves comme

le Niger, le fleuve Jaune, l'Indus n'atteignent leurs deltas que pendant les vives eaux. Ils s'épuisent le reste du temps dans leur traversée des pays qui les accueillent.

### Les pesticides.

En 2023 l'emploi des pesticides n'est toujours pas interdit. Pour limiter les mauvais rendements dus à l'action des maladies et des parasites, mais aussi pour éliminer les adventices (mauvaises herbes) qui entravent le travail des cultures en entrant en compétition, on utilise les pesticides. Peu d'entre eux sont naturels et l'essentiel sont des produits chimiques de synthèse. Il s'agit de découvrir les produits les plus adaptés à un usage spécifique et cibler l'insecte, la plante ou le parasite à atteindre. Leur temps de résidence dans le sol peut varier de quelques semaines à de longues années. Parmi eux, les herbicides sont les plus employés. L'accroissement de leur efficacité au cours des dernières décennies a permis de diminuer les doses répandues dans les champs. En un siècle, on est passé d'un dosage de 10 à 500 kg par hectare à 10 grammes à l'hectare, mais leur efficacité s'est accrue. La nocivité des insecticides ou des herbicides sur le «microbiome» du sol n'est plus à démontrer. En 2007, sur des champs sélectionnés au Danemark et en France, sous des climats et des terres différentes, l'emploi du «diméthoate», un insecticide à large spectre, sur des monocultures de maïs a montré une éradication de 80% de la biodiversité du sol. Depuis 2016, le diméthoate a été interdit pour plusieurs cultures dans de nombreux pays. Là est le problème : depuis le fameux DDT (sigle de dichloro-diphényl-trichloréthane) si terriblement efficace et interdit depuis 1978 dans plusieurs pays européens, la tentation est de sortir sur le marché de nouveaux produits dont on nous jure l'efficacité mais aussi l'innocuité. Et quelques années suivantes, on les retire du marché pour leur dangerosité démontrée. Ce fut le cas pour l'atrazine, un herbicide abondamment utilisé et qui fut retiré de la plupart des pays d'Europe en 2003, mais seulement en 2012 en Suisse. Aujourd'hui, les controverses tournent autour du glyphosate, pesticide efficace. La France a été le premier pays européen à annoncer son interdiction en 2017, mais en fait, à l'heure où j'écris ces lignes, l'interdiction a été reportée jusqu'à «*ce que des alternatives (soient) trouvées*». Il en est de même pour la classe des néonicotinoïdes.

Le problème de tous ces insecticides est leur biodégradabilité et le fait qu'on les retrouve dans les aquifères d'eau douce. Les controverses scientifiques vont bon train. Et lorsque la possibilité de leur action toxique chez le vivant et même chez l'homme est avérée, il est fréquent que les scientifiques eux-mêmes répliquent que leur toxicité n'a pas été démontrée notamment leur pouvoir cancérogène. Comme spécialiste de géochimie du sol je pense que les démarches scientifiques employées n'ont pas été les bonnes. Les recherches doivent se faire *in situ*. Les sols sont si différents les uns des autres par leur composition chimique, par la biodisponibilité de nombreux éléments chimiques qu'il suffirait que l'atome de chlore d'un insecticide soit remplacé dans le sol par un atome de fluor pour que son «efficacité» soit multipliée par mille. Une fois répandues, les molécules de pesticide devraient être suivies à l'échelle moléculaire, les échanges chimiques déterminés, leur transformation en produits secondaires analysés, la réactivité des différentes composantes vivantes du microbiome du sol, surveillée, leur «biodégradabilité» évaluée à la base des sols et dans les aquifères. Ce n'a jamais été fait correctement. De même sur le terrain, les agriculteurs qui les utilisent, mais aussi les

populations rurales environnantes, devraient être suivies médicalement, avec des prises de sang tous les quinze jours. Les outils statistiques permettraient de voir sur le moyen et long terme si des corrélations existent ou non. Cela n'a pas été fait correctement.

### **Avons-nous suffisamment de terres arables pour continuer avec le même modèle agricole ?**

À cette question on peut répondre non. Expliquons-nous. Les sols se répartissent sur environ 11 milliards d'hectares, mais seulement 2,5 milliards d'hectares sont arables. Les autres sont trop peu épais, trop pentus, trop humides, trop secs, trop gelés, trop pauvres pour accueillir des cultures. Et déjà 1,6 milliards sont cultivés. Théoriquement, il ne resterait que 900 millions d'hectares de terres cultivables, mais au cours des 40 dernières années près de 300 millions d'hectares ont été dégradés. Il faut donc compter sur 600 millions d'hectares disponibles et tous ne sont pas d'une grande fertilité. On estime environ à 14 millions d'hectares par an les sols cultivables qui disparaissent avec les mauvaises pratiques d'usage de ces sols. Perte par urbanisation : en Europe, des pays peuplés comme la France, l'Angleterre ou l'Allemagne perdent chacun 50 000 hectares par an environ. C'est 60 fois plus aux États-Unis (100 mètres carré par seconde !) et 320 fois plus en Chine. Une fois urbanisé, le sol est détruit définitivement. Mais que faire lorsque le prix du mètre carré bétonné vaut 10 000 fois plus cher qu'un mètre carré de terre qu'on pourrait destiner à la culture. Perte aussi par salinisation (déforestation et excès d'irrigation). Perte encore par érosion ou par perte de fertilité ou par pollution, par désertification... Toutes ces données sont connues et les chiffres ont été maintes fois publiés. Gardons-en ici l'esprit ! La terre féconde se détruit plus vite qu'elle ne se régénère. Ce n'est pas une ressource renouvelable à l'échelle humaine.

On compte environ 200.000 humains supplémentaires à nourrir chaque jour (les naissances moins les décès). En termes de terres arables pour nourrir un nouvel humain il faudrait ajouter 1/5<sup>e</sup> (2000 m<sup>2</sup>) à 1/3 d'hectare (3 300 m<sup>2</sup>) cultivé selon la qualité du sol. Or, au début du XXI<sup>e</sup> siècle chaque habitant ne disposait que de 800 m<sup>2</sup> de terre arable soit 1/15<sup>e</sup> d'hectare. En 2050, la projection montre qu'il devra s'accommoder de 200 m<sup>2</sup> soit 1/60<sup>e</sup> d'hectare de terre cultivée. Comment faire ? Comment s'organiser alors qu'on étend les villes, qu'on consacre des cultures aux biocarburants, qu'on assassine la biodiversité du sol avec les monocultures et les pesticides ? Car, ne nous y trompons pas : pour produire, un sol doit être vivant. Et chaque micro-organisme du sol a besoin d'énergie (les éléments minéraux qui sont des donneurs d'électrons) et de se nourrir (matière organique). La chute des rendements qui est faussement attribuée au réchauffement climatique est tout simplement due à l'épuisement de la biodiversité du sol. Celle-ci est difficilement prise en compte dans les modèles mathématiques de projection des rendements.

Depuis les années 1990, les rendements des cultures de céréales ont commencé à décliner en Europe. Ces dernières années la production mondiale de blé a chuté de 6%, cela ne semble rien, mais c'est l'équivalent de la production annuelle française. Il en est de même pour la production annuelle du maïs qui a décliné de 4%, soit l'équivalent de la production du Mexique, pays d'origine de cette culture. Bien sûr, selon les années et la variation climatique saisonnière régionale, les pays connaissent des embellies dans leur production (ou l'inverse). Mais la tendance moyenne globale est à une baisse de production.



Alors que la production mondiale nécessite d'être multipliée par deux pratiquement pour faire face à la croissance démographique mondiale, voilà que le sol peine à fournir plus.

Dans les 20 dernières années, la nourriture *per capita* s'est accrue de 15% dans les pays industrialisés, de 45% en Asie, de 5% en Amérique latine. Elle a cependant diminué de 20% en Afrique.

### **Le réchauffement climatique carrefour des inquiétudes.**

L'été, lorsque vous êtes en bord de mer et qu'en pleine chaleur vous décidez d'aller plonger dans l'eau, il n'est pas rare que vous courriez sur le sable brûlant. Et pourtant les rayons du soleil irradient de la même quantité de chaleur sable et eau. Mais pour des questions physiques de configuration des molécules d'eau ou de celles constituant les roches, en l'occurrence les grains de sables faits de quartz et de calcaire, il faut cinq fois moins d'énergie pour élever d'un degré Celsius 1 gramme de roche que pour augmenter d'un degré 1 gramme d'eau (chaleur latente des molécules d'eau).

Ce qui veut dire qu'avec le réchauffement climatique qui affecte la planète, les terres se réchauffent plus vite que les océans, d'autant plus que ces derniers ont une profondeur importante (masse océanique). Ainsi, lorsqu'on évoque selon les modélisations un réchauffement de 2,5°C pour les plus optimistes des scénarii, il s'agit là d'une température moyenne. Il est clair que les terres continentales réchaufferont de 5 ou 10°C. Et comme l'essentiel des terres continentales se situent dans l'hémisphère Nord, celui-ci sera plus chaud que l'hémisphère Sud où les masses océaniques sont les plus importantes. Et pour ajouter à ce simple constat géographique et physico-chimique, les grandes industries polluantes en gaz à effet de serre sont localisées dans l'hémisphère Nord.

Les grands enjeux du réchauffement global sont donc l'agriculture et l'eau douce. L'alimentation du monde en dépendra.

J'avais soulevé ce problème dans une de mes publications en 2008, à une époque où le sol agricole n'était pas le centre d'intérêt. Ces dernières années, la voix des scientifiques s'occupant de la glèbe arable, portée par le vent de plus en plus chaud, atteint enfin l'ensemble de la sphère de la recherche. Et le rapport du GIEC (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCG) publié en août 2019 était consacré au changement climatique, à la désertification, à la dégradation des terres, au management durable des terres, à la sécurité alimentaire, et aux flux des gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres.

Les données publiées dans ce rapport sont parfois plus alarmantes que celles des flux annuels de protoxyde d'azote  $N_2O$  évalués à 82% pour le GIEC (IPCG). Je préfère m'en tenir au 70% chiffrés par les agronomes et la science du sol. Mais la tendance est la même et reste lourde de sens.

Le IPCG a publié un graphique que je rapporte qui montre la divergence des courbes de températures de l'air mesurées depuis 1850 au-dessus des terres et en moyenne au-dessus des océans et des terres. Ces mesures montrent bien l'accélération de la divergence à partir des années 1980, confirmant ce que j'ai pu évoquer dans les paragraphes



précédents. L'extension des champs labourés aux dépens des forêts, l'augmentation de la production végétale et animale en sont les causes principales avec leurs corollaires que sont la généralisation des pesticides, la dégradation de la biodiversité, l'intensification de l'irrigation, la dégradation des terres. Tout cela peut se résumer dans les mauvaises pratiques agricoles basées sur l'intensification des rendements en dépit de tout égard à la vie naturelle, de tout respect de l'écosystème naturel.

D'une manière générale, on a tendance à considérer qu'avec sa contribution en gaz à effet de serre, l'agriculture joue pour 25 à 30 % sur le réchauffement global et si l'on inclut l'agrobusiness jusqu'à 35%. Peut-être plus si l'on ajoute les biocarburants utilisés dans les transports et provenant de l'agriculture. En fait, l'agriculture est un système complexe qui ne peut être étudié et compris que dans son ensemble, depuis la bactérie du sol jusqu'à l'alimentation et la santé humaine. En considérant l'agriculture dans son ensemble, dans son coût global et non seulement dans l'agrobusiness mais aussi sa place dans la consommation d'énergie (4 fois plus que l'industrie), dans sa consommation en eau douce (86% si l'on compte les produits alimentaires commercialisés), dans les industries dérivées (textiles, maroquinerie, phytopharmacie, bois, papier, caoutchouc, biocarburants, aciéries pour la fabrication des outils et des engins agricoles...), j'estime à 40-45% la part du système complexe que constitue l'agriculture dans le réchauffement climatique global.

### **Changer de modèle agricole si l'on veut atteindre la souveraineté alimentaire.**

L'agriculture est un bien commun. Pour continuer à la considérer comme telle, elle doit servir le bien-être des humains. Est-ce le cas ?

Les économistes sont accoutumés à reconnaître que les gains financiers de l'irrigation sont marginaux ou négatifs. Foncer des puits profonds, aménager des canaux, enterrer des canalisations, construire des barrages, conduire au champ l'eau extraite, drainée avec une perte de plus de 35%... est une nécessité. Loin des sources pures de nos montagnes, nos activités transforment l'eau claire en égouts. Et si à cela s'ajoutent les dégâts faits aux nappes phréatiques, aux fleuves, aux rivières, au littoral dans le cas d'un dessalement, à la biodiversité, au sol en le salant... il va sans dire qu'irriguer est une économie négative.

Les forêts qui se rétrécissent, la terre qui perd sa vie et son eau, comme se transforment son carbone et son azote en gaz vaporisés dans l'air, la désertification qui gagne sur les modelés où la vie des hommes avait pu résister jusque-là. Une alimentation fournie par les paysans alors que trois quarts des personnes malnutries se comptent parmi eux. Des structures de production si inégalitaires que 15% d'entre-elles fournissent 90% des ventes totales des biens agricoles. Une agriculture qui évince les propriétés les moins performantes au profit des plus productives.

Jamais l'agriculture n'a produit autant, jamais autant de gens n'ont eu à se nourrir, et pourtant jamais autant de paysans n'ont quitté leur terre natale pour les villes, jamais autant de paysans n'ont été poussé au désespoir. Qu'elle est cette agriculture qui s'appuie sur un socle commercial au point de devenir aveugle aux méfaits qu'elle commet sur la nature et de démoraliser les hommes de la terre ?

Cette agriculture fait trop de dégâts pour être considérée comme un accélérateur de la croissance. Le coût écologique est immense et, si on le prend en compte, la croissance est négative ou nulle.

Les pertes de produits alimentaires, du champ à la fourchette, sont considérables. Parce qu'on récolte vite et mécaniquement, parce que le séchage, l'égrenage, le vannage, le transport sont mal conçus, parce qu'on trie et calibre pour la commercialisation, parce qu'on stocke mal et qu'on pourrit une partie de la récolte, parce que nos assiettes sont trop pleines pour les plus chanceux, les pertes cumulées de nourriture à travers le monde sont en moyenne de 35%. Moins on dépense pour se nourrir, moins on se soucie des restes de nourriture qu'on jette. En France, pays où manger bien est culturel, la part de l'alimentation, dans le budget des ménages, est passée de 25% en 1960 à moins de 15% aujourd'hui. Mais dans la plupart des pays africains les frais de bouche des familles représentent en moyenne 75% de ce qu'elles gagnent.

Vouloir faire croire qu'une telle agriculture améliore le sort des hommes, leur bien-être, est un faux nez ! Et sans croissance, pas de bien-être. On bafoue les sociétés rurales dont le bien-être s'amenuise et dans certains pays les familles les constituants s'appauvrissent.

Si l'on n'y prend garde le monde basculera. Il faut changer d'agriculture. La solution sera scientifique, écologique et solidaire ou elle ne sera pas. Il s'agit de, trouver des solutions pour augmenter les rendements en diminuant l'érosion, en laissant les terres vivantes, en sacrifiant les terres arables pour qu'on les protège de l'envahissement des villes, penser polycultures plutôt que monocultures, renouveler les nutriments minéraux des terres trop sollicitées en les engraisant en fonction de leurs besoins, bannir les pesticides, accroître les terres arables en inventant des plantes économes en eau pour les sols les plus secs, résistantes au gel, à l'humidité, à l'excès de sel. La science possède des boîtes à outils techniques et peut le faire. Mais c'est insuffisant. Valoriser les hommes des champs, développer les campagnes, relancer les coopératives, tenir compte de l'évolution des sociétés plus respectueuses de la nature, de la vie animale. Il ne s'agit pas moins que de changer les relations des hommes à la nature des citadins au monde rural, des scientifiques aux citoyens. Il faut trente années pour qu'un changement s'opère drastiquement. On ne doit plus perdre de temps.

### **Et le réchauffement climatique ?**

Il faut atténuer le réchauffement climatique global car l'agriculture et la vie sur Terre en dépendent. Mais la réalité du monde est complexe. Peut-on donc arrêter tout simplement la Terre de se réchauffer ? On changera les formes d'énergies polluantes, on modifiera les transports gloutons de combustibles fossiles, mais la croissance démographique mondiale ne se stabilisera pas avant de nombreuses décennies. Il faudra encore nourrir de plus en plus d'humains, construire des routes, des villes, des barrages, des écoles, dégager des terres cultivables. Espérer que le cycle astronomique de notre planète ou que des rétroactions océaniques permettent d'émousser la hausse de la température globale serait trop aléatoire. Surtout qu'on a pu voir dans les paragraphes précédents, les rôles majeurs du développement des sociétés modernes avec leurs industrialisations et leurs agricultures. La complexité du changement climatique bloque la plupart des solutions

rapides. Aucune innovation technique, aucun nouveau modèle agricole ne permettra une réduction totale des gaz à effet de serre. Avec la volonté de tous les êtres humains, on atténuera la vitesse du réchauffement global. Il faut donc se préparer à vivre sur une planète plus chaude. Pour cela, les relations entre scientifiques, citoyens et politiques doivent changer afin que la société et notre art de vivre s'adaptent au plus vite.

### **Conclusions : comment atteindre la sécurité et la souveraineté alimentaire.**

Comme je le disais au début, la souveraineté alimentaire relève d'un ensemble de paramètres naturels, scientifiques, techniques sociétaux, politiques et éthiques. Ces derniers apparaissent dans cette conclusion comme des moyens d'accélérer la transition vers une agriculture transformée, nouvelle capable de garder sa biodiversité, de stocker le carbone et l'azote mais aussi de permettre à tous au Maroc comme en Afrique un accès à l'agriculture, à sa production durable, à une énergie verte. Les nouvelles technologies permettront de prévoir et de mesurer la rapidité de l'érosion des sols, l'étalement urbain, les dégradations des écosystèmes, l'apparition et la progression des épidémies... mais aussi donneront un accès aux marchés, à leurs fluctuations, aux cours des aliments et des récoltes, enfin et c'est le plus important elles permettront une formation éducative populaire à tous les petits paysans, aux pratiquants petits et grands de l'agriculture et de l'agrobusiness, d'accéder aux dernières avancées de la science et de la technologie, aux progrès des engrais phosphatés et minéraux qui eux n'ont pas l'inconvénient de participer à l'effet de serre mais sont indispensable à la santé des sols et donc des hommes. Voilà une liste des pratiques à engager pour une sécurité et une souveraineté alimentaire :

- Garder le sol en bonne santé (argile et nutriments minéraux)
- Mieux gérer l'eau douce (irrigation, eau virtuelle, recharge des nappes)
- Préserver la biodiversité (biomes, exsudats racinaires, polycultures)
- Comprendre que les sols sont différents et se traitent différemment
- Tempérer la dégradation du climat (énergies vertes, bonnes pratiques agricoles, agroforesterie)
- Fertilisants MINÉRAUX indispensables
- Carbone organique (tous les moyens pour séquestrer le C dans le sol)
- Amendement en argile ( pour préserver le C)
- Satellites /drones
- Laboratoires d'analyses mobiles
- Super calculateurs ( MOOCS, apprentissage, big data...)
- Téléphones portables (généralisation des informations, personnalisation)

- Effort majeur pour encourager les hommes et femmes politiques à devenir partie intégrante de la souveraineté alimentaire du peuple. Ceci est crucial pour engager des actions internationales, interrégionales qui sont parties intégrantes de la bonne gouvernance et de l'éthique
- Droits et accès :
  - \* aux terres arables (84% fermes ont moins de 2ha)
  - \* à l'eau douce (++)
  - \* à l'énergie verte (aujourd'hui 65% des paysans africains n'ont pas accès à l'électricité) (++)
  - \* aux propriétaires féminins.
- «Land-Grabbing » à supprimer (40 billion\$ /year est le chiffre d'achat de nourriture par l'Afrique alors qu'elle possède les plus grandes réserves de terres arables)
- Accès des petits paysans et des pratiquants de l'agriculture aux innovations et aux techniques agricoles de conservation des terres sans labours
- ÉCONOMIE VERTE (diminution drastique des GES: énergie renouvelable, Préserver sols arables, mers, lacs, forêts ...)
- ÉCONOMIE DE LA CONNAISSANCE (science et technologie; bio mimétisme ...)
- ÉCONOMIE CIRCULAIRE (recyclage, réutilisation, chasse au gaspillage ...)
- ÉCONOMIE COLLABORATIVE (échange, mise en réseau, prise de décisions citoyennes, comportements ...)

CHANGER la mesure de la performance sociale en faisant entrer dans le calcul du PIB les biens communs en donnant un prix à l'eau douce, à l'air pur, au sol en bonne santé, aux forêts, à la biodiversité.



## RESUMES



## «Rôle de la science et de la technologie dans la transformation des systèmes alimentaires»

***Shenggen FAN***

*Doyen, Académie d'économie et de politique  
alimentaires globales, Chaire Université  
d'Agriculture de Chine*



Le Panel s'est interrogé sur (1) la maîtrise de l'eau d'irrigation dans un contexte contraignant de déficit hydrique, (2) les opportunités offertes par la digitalisation (3) le rôle des arrières pays dans la transformation des systèmes agroalimentaires et (4) la contribution d'OCP Africa au renforcement de la sécurité alimentaire en Afrique.

La géodiversité, un concept relativement nouveau, qui a connu son essor au début des années 1990, est un élément de Global food systems face multiple challenges including climate change, depletion of natural resources, regional conflicts and persistent hunger and malnutrition. Systems must be transformed to tackle these challenges and help to achieve various Sustainable Development Goals (SDGs). Science and Technology (S&T) play a critical role in transforming food systems. This presentation will highlight the challenges food systems are facing, and review potential role of science and technology, and explore pathways of innovations in S&T, policies and institutions to transform food systems for a more nutrition driven, low carbon, resilient and inclusive food systems.



## «Selection and adaptation to climate change : the case of cereals»

***Faouzi BEKKAOUI***

*Institut National de la Recherche Agronomique  
Maroc*



Cereal consumption in Morocco, in particular wheat, is one of the highest in the world and is estimated to 8 M tons per year (230kg/inhabitant). On average Morocco satisfy approximately 65% of the cereal demand from national production, while the remainder is imported. Rainfall and its distribution significantly affect cereal production in the 4 M ha rainfed agriculture area. For example, production in 2020/21 was 10.4 M tons with an average rainfall of 289 mm by the end of April while the following year 2021/22 production decreased to 3.4 Mt because of a severe drought with an average rainfall of 188 mm. This variability is exasperated with climate change and could present a significant challenge for a stable cereal production in the future. Research and development initiatives present multiple opportunities to improve productivity and resilience of cereals species. Within the Morocco agriculture ministry Generation Green strategy (2020-30), we aim to improve cereal production by 50%, going from an average 2 t/ha now to 3 t/ha by the year 2030.

This improvement will come from a combination of factors: resilient varieties with higher yield compared to current varieties, better use of fertilizers, complementary irrigation, adoption of conservation agriculture, crop rotation, seed treatment and reducing losses at harvest. Novel technologies such as genomic selection, genetic editing and precision agriculture will assist in the next 10 years in furthering the productivity and resilience of wheat. Several R&D programs are ongoing at INRA with national and international partners to achieve higher cereal production and resilience toward approaching food sovereignty.

## «Applications de l'agriculture de précision aux progrès de la recherche agronomique marocaine»

***Tarik BEN ABDELOUAHAB***

*Institut National de la Recherche Agronomique  
Maroc*



Le secteur agricole joue un rôle majeur dans le développement socio-économique de plusieurs pays à travers le monde, y compris les pays africains. Les avancées induites par l'innovation digitale ont eu un impact positif sur ce secteur et pourraient avoir un impact considérable en réduisant le risque d'insécurité alimentaire. Dans cette présentation, des expériences de recherche appliquée menées au Maroc ont été rapportées pour mettre en évidence certaines des opportunités que la transformation digitale peut offrir dans l'agriculture.

Les expériences présentées concernent (i) la cartographie des terres cultivées à l'aide d'images satellites et d'apprentissage automatique ; (ii) l'évaluation de la variabilité spatiale du rendement du blé et l'analyse spatiale du risque lié aux pertes de valeur de production à l'aide de données satellitaires ; (iii) le suivi des paramètres de la production des terres agricoles. L'innovation digitale permet un suivi précis des terres agricoles et offre des conditions socio-économiques plus avantageuses pour les agriculteurs. Globalement, toutes les expériences partagées peuvent être étendues à d'autres contextes, notamment en Afrique où le développement agricole durable reste l'objectif ultime.

## «Water resources in the Maghreb region»

***Taha B.M.J. OUARDA***

*Canada Research Chair in Statistical  
Hydro-Climatology, Canada*



The present talk will address issues related to improved water resources management in the Maghreb, but also to the water-food-energy nexus. The Maghreb region is subject to increased water scarcity, the causes of which are natural but also human-induced (climate change, population growth, urbanization, traditional agriculture, pollution, etc.). Avenues for reduced water consumption and for non-conventional water sources are discussed briefly. The latter include renewable-based desalination, brackish groundwater resources, cloud seeding for rain enhancement, fog harvesting, rainwater harvesting in micro-catchments, municipal wastewater, ballast water and iceberg towing. Other issues such as precision agriculture based on high technology sensors and analysis tools, and roof-top agriculture will also be discussed.

## «Apport de l'amélioration génétique et de la biotechnologie dans le développement du secteur phoenicicole au Maroc»

**Réda MEZIANI**

*Institut National de la Recherche Agronomique,  
Maroc*



Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is one of the most important fruit crops cultivated in arid and semi-arid regions. The tremendous advantages of the tree are its resilience, its requirement of limited inputs, its long-term productivity, and its multiple uses. In Morocco, millions of date palm trees have been destroyed over a century by the bayoud, a severe wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. To solve this situation, a huge program of rehabilitation and extension of the Moroccan palm groves was launched. The main objective of this strategy is the plantation of 3 million plants between 2010 and 2020 and 5 million plants between 2020 and 2030. The use of in vitro multiplication techniques is by far the best way to achieve this purpose. This communication shows the great impact that selection programs and tissue culture technology hold on the development of the date palm sector in Morocco. Furthermore, it explains how the Moroccan Green Plan and the Generation Green Strategy are transforming Morocco from one of the biggest importers of dates to an exporting country.

**Keywords:** *Phoenix dactylifera* L.; resilience; bayoud; rehabilitation; in vitro; Moroccan Green Plan; Generation Green Strategy

## «Stratégie et offres de la recherche (agronomique) en amélioration génétique pour une souveraineté alimentaire de la filière oléagineuse»

***Abdelghani NABOULSI***

*Institut National de la Recherche Agronomique,  
Maroc*



Morocco has a large deficit in vegetable oils and proteins from oilseeds. Almost 98% of our needs are covered by importation, which is harmful to the country's food sovereignty and economy (Annual foreign currency expenditure exceeding four billion dirhams, i.e. 400 million USD). This problematic has been accentuated by inflation and increasing prices of the entire oilseed complex (seed, oil and cake) and climate change. To cope with this situation, the promotion and development of oilseed crops can only be one of the priorities of Moroccan agricultural policy. Regarding scientific and agricultural research, INRA has adopted an integrated and dynamic strategy based on the development of productive, high-seed quality and resilient (drought-tolerant) varieties, in addition to the improvement of the crop management, including sowing, fertilization, weeding, and harvest. Another component of this strategy is the diversification and introduction of new and alternative resilient oilseed crops for adaptation trials and possible proposal for adoption and integration into cropping systems. For breeding strategy, three stages can be distinguished: 1992-2002 (Conventional breeding in sunflower & rapeseed, targeting highly productive varieties for seed and oil yield); 2005-2011 (Conventional breeding in rapeseed & safflower for the same objectives); 2012-today (Mutagenesis breeding in rapeseed & sesame, focusing on drought tolerance, seed quality, and nitrogen use efficiency, besides of the introduction of new crops). The varieties already registered and those to be registered shortly should be urgently disseminated to farmers and used to contribute to sustainable development and food sovereignty in oilseed sector in our country.

## «Cartes de vocation des terres agricoles : outild'adaptation au changement climatique au Maroc»

**Rachid MOUSSADEK**

*Institut National de la Recherche Agronomique,  
Maroc*



Au Maroc, le changement climatique s'est manifesté par l'enregistrement d'une augmentation moyenne de la température de 1°C depuis les années 1960, et par la récurrence des années de sécheresse. Les scénarios futurs indiquent unanimement une tendance continue, avec une augmentation moyenne de la température de 2,9°C à l'horizon de 2050 et une réduction des précipitations annuelles de 10% à 30% selon les zones agro-écologiques. Ces effets sont prévus avoir un impact direct sur la quantité d'eau reçues dans les zones pluviales et celle disponible aux barrages et aux aquifères. Alors que plusieurs solutions curatives peuvent être envisagées, il y a lieu à adopter également la modélisation de l'impact du changement climatique sur la vocation agricole des terres et le potentiel de production des sols pour les différentes cultures selon les scénarii climatiques.

Dans ce sens, la présente communication vise à montrer les résultats d'un projet de recherche de grande envergure touchant l'ensemble de la Surface Agricole Utile du pays, avec un focus sur la céréaliculture, pour évaluer l'impact de ces changements climatiques sur l'aptitude des terres à ces cultures stratégiques.

Les résultats ont indiqué que les régions où l'aptitude pour le blé est élevée ou modérée sont de l'ordre de 4,8 millions d'hectares au cours d'une année climatique normale. Cependant, dans une année sèche, 57 % de cette aptitude devient plutôt marginale. En ce qui concerne l'orge, cette étude montre qu'environ 6 millions d'hectares sont très à modérément adaptés à cette culture en année climatique moyenne. En année sèche, 32 % de cette aptitude élevée-modérée devient marginale. Cette analyse a clairement démontré les zones vulnérables par rapport aux scénarios climatiques et l'importance d'améliorer la fertilité des sols dans les zones les plus aptes et de proposer des variétés tolérantes au stress hydrique ainsi que des cultures plus résilientes dans les sols exposés aux effets du changement climatique afin de s'aligner avec les objectifs de la nouvelle stratégie Génération Green pour renforcer la résilience de l'agriculture au Maroc.



## SYNTHESES





## Rapport de Synthèse du Panel

***Mohamed AIT KADI***

*Membre résident de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques*



Le Panel s'est interrogé sur (1) la maîtrise de l'eau d'irrigation dans un contexte contraignant de déficit hydrique, (2) les opportunités offertes par la digitalisation (3) le rôle des arrières pays dans la transformation des systèmes agroalimentaires et (4) la contribution d'OCP Africa au renforcement de la sécurité alimentaire en Afrique.

Aujourd'hui le défi de la sécurité hydrique est de plus en plus aigu au Maroc. Les impacts du changement climatique sur les ressources en eau au Maroc, avec une diminution moyenne prévue de 30 % de la disponibilité de l'eau d'ici 2050 et une fréquence plus élevée des sécheresses, l'accent doit être mis sur les choix plus complexes et sophistiqués assurant une allocation de l'eau économiquement, socialement et techniquement acceptable entre les différents usages. Cela comprend également des mesures visant à améliorer la résilience du modèle d'approvisionnement en eau en intégrant et en diversifiant les sources d'approvisionnement par la réutilisation et le dessalement. Il appelle à adapter les demandes en eau, en particulier celles liées à l'irrigation, en améliorant l'efficacité grâce à des technologies d'économie d'eau d'irrigation et à des cultures mieux adaptées. De manière critique, une attention accrue doit être accordée à la préservation des ressources en eau et de la biodiversité, la prévention de la pollution, la régulation des flux écologiques et l'inversion de la surexploitation des aquifères, une ressource essentielle pour accroître la résilience au Maroc.

La marche conquérante de la digitalisation n'épargne pas les systèmes agroalimentaires. Comme toute l'économie, l'agriculture entre dans l'ère du numérique. Elle s'approprie les outils numériques qui créent un nouveau gisement de données, le «Big Data» agricole, et rend possible la création de nouvelles connaissances, de nouveaux services et outils d'aide à la décision qui améliorent la précision et la pertinence des interventions ou des choix stratégiques des professionnels au niveau des chaînes de valeurs agroalimentaires. Les innovations technologiques et organisationnelles de «l'e-agriculture» bouleverseront la production agricole proprement dite, l'ensemble des produits et services à l'agriculture, voire les relations entre acteurs. Par ailleurs, ce domaine constitue un marché émergent

significatif pour des PME et start-up marocaines dont certaines s'exportent déjà en Afrique et au Moyen Orient. Les réalisations et les résultats significatifs constatés confortent la crédibilité des ambitions et ce grâce aux infrastructures disponibles et à l'écosystème porteur représenté par le «pôle digital» récemment créé. Par ailleurs, il a été montré comment la digitalisation peut permettre la cohérence des politiques publiques de développement déconcentré et décentralisé et ceux à travers des plateformes permettant de suivre en temps réel les réalisations de différents intervenants.

Concernant le rôle des arrières pays dans la transformation des systèmes alimentaires il a été souligné que ce rôle est essentiel. Pour cela il est nécessaire de prendre en compte la diversité des potentiels territoriaux et valoriser au mieux les produits de terroirs considérant leur fonction économique et sociétale en termes d'emplois, d'attache identitaire dans le milieu rural ainsi que de patrimoine savoir et de culture.

Enfin, dans le contexte d'une croissance démographique soutenue et d'urbanisation galopante, l'impératif pour les pays africains d'accroître la productivité agricole et d'accélérer la croissance est plus pressant que jamais, comme il est davantage compliqué par les impacts négatifs potentiels du changement climatique. On estime qu'entre 2009 et 2050 la demande alimentaire devrait tripler en Afrique (soit pratiquement 30% de la croissance de la demande alimentaire mondiale pour la même période) Ceci met en évidence l'ampleur du défi posé aux gouvernements africains: créer les conditions propices à un accroissement considérable de la productivité agricole. OCP Africa s'emploie vigoureusement à aider les pays africains à relever ce défi notamment à travers une approche de partenariat visant les petits exploitants agricoles du continent puisque plus de 2 millions d'agriculteurs ont déjà été formés et soutenus à travers diverses initiatives entreprises. Des investissements importants ont également été réalisés par la société dans un projet de R&D, la cartographie numérique des sols (50 millions d'hectares ont été cartographiés) en plus du développement de solutions intégrées de gestion de la santé des sols qui ciblent plus de 70 millions d'hectares.

A la question de savoir si l'Afrique sera en mesure d'assurer sa sécurité alimentaire à une échéance raisonnable, la réponse a été «Oui...Mais». Cette réponse optimiste par certains côtés mais nuancée est la résultante de diagnostics faits au niveau continental et d'hypothèses sur la capacité des pays de surmonter certains challenges en matière de production et de productivité agricoles dans le contexte contraignant du changement climatique. Il convient, à cet égard, de renforcer la coopération Sud-Sud dans un élan de solidarité agissante avec l'Afrique.

Les débats ont traité des interventions des panélistes mais ils en ont nettement élargi le contexte en les replaçant dans le cadre des visions d'avenir qui pourront orienter les programmes et les contenus des réformes nécessaires pour une sécurité et une souveraineté alimentaire durable.

## Synthèse générale

***Albert SASSON***

*Membre résident de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques*



Les 21, 22 et 23 février 2023, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a tenu sa seizième session plénière solennelle sur le thème «Souveraineté et sécurité alimentaires du Maroc; rôle de la science et de l'innovation».

Nous avons réuni dans ce document outre le programme de la session, une synthèse des débats qui ont eu lieu au cours de la session ainsi qu'un résumé des discussions que le panel, réuni en fin de session, a connues.

Le monde connaît aujourd'hui une grave crise agro-alimentaire, et cela particulièrement dans les pays en développement. Cette crise survient alors que la pandémie due au virus SARS-CoV-2, venu de Chine et qui a mis l'ensemble des économies du monde à genoux, n'est pas encore derrière nous. Elle survient aussi accompagnée d'une accélération du changement climatique et du réchauffement global, – avec une succession inédite de sécheresses récurrentes sévères, de vagues de chaleur les plus fortes qu'on ait jamais enregistrées, d'ouragans, de feux de forêt d'une rare extension et d'intensité, d'inondations catastrophiques –, qui nous mènent vers une augmentation moyenne de la température du globe au-delà de +1.5 °C tel que fixé par l'Accord de Paris en 2015 (COP21).

Cette crise agroalimentaire s'accompagne d'une crise économique et d'une diminution du pouvoir d'achat des consommateurs à la suite d'une inflation galopante des prix des denrées alimentaires – en cela, cette crise rappelle celle de 2008, mais les causes profondes en sont différentes. En effet, une situation géopolitique internationale nouvelle créée par la guerre en Ukraine a provoqué une crise énergétique sans précédent ainsi que les ajustements douloureux de la plupart des économies des pays riches. Elle a aussi provoqué une très forte réduction des exportations de grains et d'oléagineux sur les marchés internationaux, qui allaient pour une très grande partie vers des pays en développement.

Le thème choisi, pour la 16<sup>ème</sup> session plénière solennelle 2023, par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques **«Sécurité et souveraineté alimentaires du Maroc ; rôle de la science et de l'innovation»**, constitue une suite logique au discours de Sa Majesté Le Roi Mohammed VI, que Dieu L'Assiste, du 8 octobre 2021, prononcé à l'ouverture de l'année législative : *«La crise pandémique a révélé le retour en force du thème de la Souveraineté. Qu'elle soit sanitaire, énergétique, industrielle, alimentaire ou autre, sa préservation est devenue l'enjeu d'une véritable compétition qui suscite des réactions fébriles chez certains... Aussi, afin de consolider la sécurité stratégique du pays, Nous appelons à la création d'un dispositif national intégré ayant pour objet la réserve stratégique de produits de première nécessité, notamment alimentaires, sanitaires et énergétiques et à la mise à jour continue des besoins nationaux en la matière»*.

Changement et dérèglement du climat, réchauffement global, ainsi que les diverses formes de la crise économique, et les conflits inter- et intra-étatiques, constituent l'ensemble des causes ou des manifestations de la crise agro-alimentaire que nous vivons actuellement.

La sous-alimentation chronique, la malnutrition sévère et le spectre de la famine sont les manifestations visibles dans plusieurs pays qu'on qualifie de souffrant de la faim ou en situation d'insécurité alimentaire. Le continent africain s'affiche comme le plus vulnérable : 20% de sa population souffrent de sous-alimentation, contre 9.1% en Asie et 8.6% en Amérique latine. Selon les prévisions d'agences internationales, la faim et la famine concerneront encore 670 millions de personnes en 2030, soit 8% de la population du globe, la même proportion qu'en 2015, lorsque fut lancé l'Agenda 2030 pour le développement durable. Au-delà de la faim, les Nations Unies ont souligné l'extension de l'insécurité alimentaire. Un concept plus large qui comprend l'impossibilité d'accéder, de façon régulière, à une alimentation saine et équilibrée sur le plan nutritionnel afin de mener toutes les activités; il en résulte la diminution de la ration alimentaire quotidienne ou l'oubli volontaire de repas, ainsi que le déséquilibre nutritionnel. Une telle insécurité alimentaire affecte 2.3 milliards de personnes, soit un tiers de la population du globe. Là encore, le continent africain est le plus touché : 58% de sa population vivent dans des conditions d'insécurité alimentaire, contre, par exemple, 41% en Amérique latine. Mais cette insécurité alimentaire, au-delà des visages de la famine diffusés de par le monde, a une nouvelle facette, généralement plus silencieuse que la première : c'est l'impossibilité pour une grande partie de la population de pouvoir acheter les aliments pourtant disponibles, faute de pouvoir d'achat. Ainsi, les Nations Unies ont-elles estimé que 3.1 milliards d'habitants du globe n'avaient pas le pouvoir d'achat suffisant pour acquérir les produits pour une alimentation saine, soit 42% de la population mondiale, -une proportion qui peut atteindre 80% en Afrique sub-saharienne.

On comprend donc la notion de sécurité alimentaire par opposition à celle de l'insécurité décrite précédemment. Le concept de souveraineté, alimentaire ou autre, est arrivé plus tard : il s'agit d'une décision politique souveraine d'un pays qui souhaite être davantage maître de sa production agro-alimentaire, changer ses systèmes de production – par exemple, priorité aux cultures vivrières qu'aux cultures de rente, certes profitables, mais pas à tous; diminution drastique des importations de produits alimentaires de première nécessité; autosuffisance pour certains de ces produits; choix des cultures et allocation territoriale de leur emblavement.

De nos jours, notre indépendance s'est accrue et, avec les crises économiques – passées et présentes – nous avons découvert que l'effondrement d'une économie provoque une réaction en chaîne à travers le globe. Avec le changement climatique et la pandémie de la Covid-19, nous avons pris de nouveau conscience que la planète forme un tout indivisible. Avec les crises alimentaires, nous avons réalisé que nous dépendons des productions agro-alimentaires d'autres pays et de leurs politiques commerciales. Avec l'envolée des prix mondiaux des denrées alimentaires, déclenchée par la destruction des circuits d'approvisionnement, due à la pandémie et amplifiée par l'impact de la guerre en Ukraine sur les marchés, la sécurité et la souveraineté alimentaires s'imposent à nous. Leurs définitions précises, leurs interactions et les enjeux sous-jacents feront l'objet d'interventions initiales durant la session de l'Académie, et cela après la conférence inaugurale du Secrétaire Général du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche maritime, du Développement rural et des Eaux et Forêts, qui en a fait l'arrière-fonds permanent de son exposé.

Cette conférence inaugurale a montré que la vulnérabilité du Maroc face à cette crise est triple : l'agriculture, à travers son développement durable, se trouve affectée par la dégradation des ressources en sol et en eau ainsi que par les impacts négatifs du changement climatique sur les écosystèmes; les sécheresses sont devenues plus fréquentes au Maroc et elles représentent désormais une donnée structurelle de la production agricole, et entraînent sur le plan social une extension de la pauvreté et l'accès de plus en plus aléatoire aux produits alimentaires; les prix de ces derniers continueront d'être volatils et la tendance risque d'être plus élevée que par le passé, à cause d'une hyperinflation préoccupante.

Il nous faut donc, au Maroc, anticiper, avec une stratégie qui a pour point de départ, l'identification raisonnée des options et des opportunités. Les leçons de la pandémie de la Covid-19 ont été tirées : outre un plan de vaccination et de surveillance épidémiologique permanente, le Maroc est en train de mettre en place une souveraineté sanitaire en mobilisant les acteurs pharmaceutiques, nationaux et internationaux, dans le domaine de la fabrication de médicaments et de confection d'ingrédients de vaccins. Cette expérience pourra être transmise à des pays africains dans le cadre de la coopération Sud-Sud prônée par le Maroc et validée par beaucoup d'autres pays en développement. La priorité au développement rural et agricole s'est matérialisée par la mise en œuvre du Plan Maroc Vert, et pour la prochaine décennie, d'une autre entreprise, Génération Verte, avec un tournant encore plus social : moderniser la petite agriculture paysanne, y créer des sources de revenu durables et participer encore plus au développement général national, l'agriculture restant encore le premier employeur du pays.

Accroître et améliorer notre production agro-alimentaire a été le premier des thèmes abordés durant la session plénière. C'est évidemment la priorité indispensable pour se rapprocher de la sécurité et de la souveraineté alimentaires. Il ne s'agit pas de simples questions techniques ou d'innovation, mais aussi de mesures sociales et économiques en vue de faire reculer sérieusement les inégalités et la pauvreté. A titre d'exemples, les efforts de la sélection génétique de cultivars de blé ou de quelques autres céréales, résistants ou tolérants à la sécheresse, permettent d'envisager à moyen terme un recul très net de nos importations de blé tendre d'Europe de l'Ouest et de quelques pays de

la Mer Noire. Le programme national de l'olivier est un autre exemple, non pas d'une souveraineté en matière d'oléagineux, mais d'une amélioration en productivité et en qualité de l'huile d'olive marocaine, fondée sur le recours aux techniques de l'agriculture de précision et à des travaux de recherche sur la phénologie et la physiologie de la plante, notamment son adaptation à l'aridité. L'huile d'olive reste une huile chère pour la majorité des consommateurs marocains, tandis que l'huile d'argane dont la production augmente, est une niche écologique importante pour la sauvegarde et la protection de la forêt primaire du Souss, en même temps que la création de plantations d'*Argania spinosa* par arganiculture et un apport d'eau faible ou très faible. Il en a été question dans une des interventions de la seconde partie de la session consacrée à l'innovation en matière de lutte contre le stress hydrique, et au service de l'accroissement de la production agro-alimentaire. Ces deux huiles végétales comestibles, encore chères, mais qui en nourrissant un commerce national significatif et des exportations ciblées, participent à une volonté de souveraineté.

Il faut cependant encore plus de recherche sur les plantes oléagineuses. L'innovation est aussi à l'œuvre depuis longtemps dans le domaine de la phoeniciculture; le succès de la multiplication *in vitro* par organogénèse est indéniable, mais les délais de production des microplants de palmier dattier sont longs. Mais on songe de plus en plus à envisager des essais de micropropagation par embryogénèse somatique, technique très largement utilisée dans le monde et dont les défauts sont connus et qui peuvent être en grande partie surmontés. Avec la sélection de nouvelles variétés de palmier-dattier tolérantes au *bayoud*, dont l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) détient une collection importante et particulièrement précieuse, et avec une accélération des techniques de multiplication *in vitro*, on peut espérer voir le Maroc devenir autosuffisant en dattes.

L'innovation est aussi à mettre en œuvre dans deux domaines cruciaux pour le développement de l'agriculture marocaine : la fertilisation des sols et les ressources en eau. En matière de sols, les travaux déjà accomplis doivent être poursuivis dans l'élaboration de cartes de vocation des sols, comportant le plus de données géophysiques, biologiques et agronomiques, ainsi que leurs spécificités, leurs fragilités; et cela de façon à disposer des informations propices à faciliter leur fertilisation, réduire leur «fatigue» et les valoriser au mieux sur le plan agronomique. On pourrait créer des systèmes d'information géographique (SIG) opérationnels et largement accessibles.

Le Maroc, en dépit des efforts déployés au 20<sup>ème</sup> siècle et en ce début du 21<sup>ème</sup>, reste en stress hydrique (consommation annuelle moyenne par habitant : 600 m<sup>3</sup> au lieu de 2.500 m<sup>3</sup> dans une situation de non-stress). On dépend beaucoup de la pluviosité dont la rareté est corrélée au changement climatique, les nappes phréatiques ne sont pas rechargées normalement, les sécheresses deviennent longues et récurrentes. Il faut donc retenir plus et mieux l'eau pluviale; récurer les barrages existants pour en augmenter le volume d'eau ; utiliser toutes les eaux usées et traitées dans les stations d'épuration (entretenir régulièrement celles-ci pour être toutes en ordre de marche); et enfin utiliser le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. Dans ce dernier domaine, avec Agadir et son usine de dessalement de l'eau de mer, la distribution et la répartition de l'eau, le prix de l'eau, nous avons un exemple à suivre de près, afin de réaliser des usines de taille modeste pour satisfaire les besoins des villes, des centres touristiques et réduire les

frais d'entretien. Opérer à cet égard, la même révolution faite pour maîtriser les énergies solaire et éolienne pour la production d'électricité.

Quelques recommandations peuvent être faites à ce stade; elles compléteront celles issues du panel final de la session sur «Les perspectives de la consolidation de la souveraineté alimentaire du Maroc» :

- Encourager des participations interdisciplinaires de chercheurs ou d'équipes universitaires aux côtés de ceux de l'INRA; assurer une coordination de ces équipes sous forme de Groupements ou Réseaux de recherche, à l'instar du réseau exemplaire sur le stress hydrique.
- Poursuivre les travaux sur l'agriculture de précision (modélisation, monitoring et optimisation des processus), en privilégiant les technologies facilement déployables et à faible coût pour l'agriculteur moyen.
- Mettre l'accent sur la formation continue des agriculteurs, en privilégiant très fortement la formation des femmes en milieu rural (coopératives agro-artisanales) et mettre en place des plates-formes numériques et des sites téléphoniques de conseil, d'aide et de suivi pour les agriculteurs (un des axes de Green Generation).
- Elaborer un cadre législatif sur la préservation des sols, qui ferait de ceux-ci un bien public transcendant les droits de propriété foncière, à l'instar des règles de préservation du sous-sol ; un tel cadre législatif et normatif devrait prendre en compte toutes les sources de détérioration des sols, allant de la déforestation, des pratiques agricoles intensives et de l'usage des pesticides, à l'artificialisation des sols et l'urbanisation sur des terres arables.

Le Maroc, pays africain, s'est montré particulièrement vigilant sur les conséquences de la crise agro-alimentaire dans le continent, sachant qu'une forte insécurité alimentaire sévit en Afrique subsaharienne, surtout dans la région sahélo-soudanienne. En avril 2022, dans la Corne de l'Afrique, plus de 67 millions de personnes souffraient d'une grave insécurité alimentaire. Les pourcentages des populations fortement affectées dans les pays suivants sont : 63% au Soudan du Sud, 54% au Yémen, 38% en Somalie, 22% au Soudan, 17% à Djibouti, 6% au Kenya et 6% en Ouganda. Des températures très élevées ont causé une forte réduction des activités d'agriculture et d'élevage. De plus, la région a connu et connaît encore des conflits régionaux violents, qui ont parfois conduit à des États «faillis». Or, l'Afrique a des atouts incontestables : de larges surfaces de terres arables disponibles ; des réserves en eau abondantes, qui sont parfois l'objet de frictions et de négociations entre pays limitrophes traversés, par exemple, par des fleuves importants; adaptation au changement climatique pouvant privilégier certaines régions à produire et exporter des fruits, légumes et fleurs...

Il y a quelques années, l'Éthiopie était donnée en exemple pour avoir conféré la priorité au développement de son agriculture. Les résultats ont été remarquables : l'insécurité alimentaire avait quasiment disparu, le pays exportait des denrées alimentaires comme le sésame; une bourse avait été créée pour les produits agro-alimentaires. Mais voilà que de violents conflits ethniques, rébellion et séparatisme au Tigré, dans le nord du pays, et guerre de reconquête menée par les troupes d'Addis-Abeba ont quasiment tout anéanti. Cela prouve que la sécurité alimentaire ainsi que toutes les tentatives faites pour y parvenir, dépendent de la paix et de son maintien durable.



### \* هيئة علوم الهندسة، الإبداع والنقل التكنولوجي

- المدير: إعادة انتخاب السيد علي البخاري
- نائب المدير: إعادة انتخاب السيد عبد الرحيم معزوز

### \* هيئة الدراسات الإستراتيجية والتنمية الاقتصادية

- المدير: إعادة انتخاب السيد نور الدين العوفي
- نائب المدير: انتخاب السيد رشيد بنمختار.

فيما يتعلق بانتخاب أعضاء مجلس الأكاديمية، وأعضاء لجنة الأعمال، أسفرت النتائج على ما يلي:

#### ✓ أعضاء مجلس الأكاديمية :

- السيد عمر الفاسي الفهري، أمين السر الدائم،
- السيد مصطفى بوسمينة، نائب أمين السر الدائم،
- السيد مختار الساسي ،
- السيد يوسف أوكنين ،
- السيد إدريس وزار.

#### ✓ أعضاء لجنة الأعمال :

- السيد عمر الفاسي الفهري، أمين السر الدائم،
- السيد مصطفى بوسمينة، نائب أمين السر الدائم،
- السيد عبد العزيز سفياني، مدير الجلسات،
- السيدة رجاء الشراقوي،
- السيد أحمد الحسني،
- السيد علي البخاري،
- السيد حسن السعيد،
- السيد ألبير ساسون.

عند نهاية هذه الجلسة، أعطيت الكلمة من جديد للسيد أمين السر الدائم حيث تطرق لأهم النتائج التي تم استخلاصها من هذه الدورة، كما أكد على جودة المتدخلين والمحاضرين وعلى غناء المداخلات والمناقشات العلمية، كما جدد تشكراته لجميع المساهمين في هذه الدورة وخصوصا الشخصيات التي تقدمت بعروض أو مداخلات في الموضوع العلمي العام لهذه الدورة. كما تقدم بتشكراته إلى كافة أعضاء الأكاديمية، وإلى كل العاملين بإدارتها، وإلى طاقم الترجمة وهنئهم على إنجاح أشغال هذه الدورة.

وفي ختام أشغال هذه الدورة الرسمية تمت المصادقة على نص برقية الولاء والإخلاص المرفوعة إلى السدة العالية بالله صاحب الجلالة الملك محمد السادس نصره الله والمشفوعة بمشاعر التقدير والعرفان، وبعبارات الشكر والامتنان. بعد ذلك أعلن مدير الجلسات اختتام أشغال هذه الدورة الرسمية.

في ختام هذه التدخلات تم تقديم عرض خلاصتها من طرف الأستاذ محمد آيت قاضي، عضو مقيم بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، تلتها مناقشة عامة.

الخميس 23 فبراير 2023 زوالا

الجلسة المغلقة

تقديم ومناقشة تقرير أعمال ونشاط الأكاديمية خلال السنة المنتهية  
تجديد أجهزة الأكاديمية

9

الجلسة الختامية

زوال يوم الخميس 23 فبراير 2023، واصلت الأكاديمية أشغالها في جلسة مغلقة، خصصت لتقديم ومناقشة التقرير السنوي لعمل وأنشطة الأكاديمية خلال الفترة الممتدة من فبراير سنة 2020 إلى فبراير سنة 2023. في بداية هذه الجلسة، أعطيت الكلمة لأمين السر الدائم لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات لتقديم التقرير مختلف الأنشطة التي قامت بها الأكاديمية خلال الفترة السابقة الذكر وذلك في سياق تفعيل المهام الرئيسية للأكاديمية المنصوص عليها في الظهير الشريف المحدث لها.

بعد تقديم هذا العرض، جرت مناقشة واسعة بين الأكاديميين حول تقرير أنشطة الأكاديمية للفترة المنتهية. بعد ذلك واصلت الأكاديمية أشغالها بتقديم نتائج انتخاب مدير ونائب مدير لكل هيئة التي تم خلال اجتماع الهيئات العلمية الذي انعقد يوم 21 فبراير 2023 قبل الجلسة الافتتاحية، وكذلك نتائج انتخاب ممثلي أعضاء الأكاديمية في مجلس الأكاديمية ولجنة الأعمال، حيث أسفرت هذه العملية على النتائج التالية :

✓ مدير ونائب مدير الهيئات العلمية :

\* هيئة علوم وتقنيات الأحياء

- المديرية: انتخاب السيدة رجاء عواد

- نائب المدير: انتخاب السيد عبد العزيز سفياني

\* هيئة علوم وتقنيات البيئة والأرض والبحر

- المدير: إعادة انتخاب السيد إدريس وزار

- نائب المدير: إعادة انتخاب السيد أحمد الحسن.

\* هيئة علوم الفيزياء والكيمياء

- المدير: انتخاب السيد مختار الساسي

- نائبة المدير: انتخاب السيدة رجاء الشراوي

\* هيئة علوم التنظير والإعلام

- المدير: إعادة انتخاب السيد يوسف أوكنين

- نائب المدير: إعادة انتخاب السيد عمر الفلاح

## الأربعاء 22 فبراير 2023 زوالا الجلسة العامة الثالثة حول «تسميد التربة»

خصصت الجلسة العامة الثالثة لزوال يوم الأربعاء 22 فبراير 2023 لموضوع «تسميد التربة»، تم خلالها الاستماع إلى عرضين قدمت على التوالي من طرف :

- الأستاذ رشيد مصدق، باحث في المعهد الوطني للأبحاث الزراعية بالمغرب، الرباط، حول «استخدام خرائط الأراضي الفلاحية: أداة للتكيف مع تغير المناخ في المغرب» ؛
- الأستاذ دانييل ناهون Daniel Nahon، عضو مشارك بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، حول موضوع «البحوث والابتكارات في مجال تسميد التربة في المغرب وإفريقيا».

بعد نهاية هاذين العرضين تم فتح مناقشة عامة أدارها الأستاذ عبد العزيز سفياني، مدير الجلسات، عضو مقيم بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات.

## الخميس 23 فبراير 2023 صباحا (الجزء الأول) متابعة الجلسة العامة الثالثة حول «تسميد التربة»

استأنفت أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات أشغال دورتها الرسمية يوم الخميس 23 فبراير 2023 صباحا بمتابعة موضوع الجلسة العامة الثالثة حول «تسميد التربة» حيث تم خلالها الاستماع إلى محاضرة قدمها :

- الأستاذ بابا عبدولاي سيك Papa abdoulay Seck، وزير الفلاحة السابق بالسنغال، عضو أكاديمية الفلاحة بفرنسا، حول موضوع «نظرة على أفريقيا والعالم : كيف يمكن الاستجابة للتهديدات الناجمة عن أزمة غذائية دائمة؟»

بعد هذه المحاضرة، جرت مناقشة عامة سيرها الأستاذ عبد العزيز سفياني، مدير الجلسات، عضو مقيم بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات.

## الخميس 23 فبراير 2023 صباحا (الجزء الثاني) مائدة مستديرة حول موضوع : «آفاق تعزيز السيادة الغذائية للمغرب»

تميز الجزء الثاني من صباح يوم الخميس 23 فبراير 2023 بانعقاد مائدة مستديرة حول موضوع : «آفاق تعزيز السيادة الغذائية للمغرب»، سيرها الأستاذ محمد آيت قاضي، عضو مقيم بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، حيث تم خلالها الاستماع إلى أربعة مداخلات قدمت من طرف كل من:

- السيد أنوار جمالي، مدير قطب إفريقيا بمكتب الشريف للفوسفاط، المغرب؛
- السيد أحمد بوارى، مدير التهيئة والري بوزارة الفلاحة، الرباط؛
- السيد مجيد لحلو، مدير الأنظمة المعلوماتية (الفلاحة الرقمية) ؛
- الأستاذ محمد بريان، عضو مقيم بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات.

**الأربعاء 22 فبراير 2023 صباحا**  
**الجلسة العامة الثانية حول «الابتكار في مكافحة الإجهاد المائي وفي خدمة زيادة الإنتاج الزراعي**  
**الغذائي»**  
**(الجزء الأول)**

خصصت الجلسة العامة الثانية ليوم الأربعاء 22 فبراير 2023 صباحا للجزء الأول من موضوع « الابتكار لمكافحة الإجهاد المائي ولخدمة زيادة الإنتاج الزراعي الغذائي »، حيث تم خلالها الاستماع إلى عرضين إثنيين قدمت على التوالي من طرف:

- (حضوريا) السيد غاني شهبوني، جامعة بوليتكنيك محمد السادس بين جرير حول «علوم المياه لمكافحة الإجهاد المائي» ؛
- (عن بعد) السيد طاها وردة، أستاذ بالمعهد الوطني للبحث العلمي في كندا، حول « تدبير الموارد المائية في المغرب».

**الأربعاء 22 فبراير 2023 بعد الزوال**  
**الجلسة العامة الثالثة حول « الابتكار لمكافحة**  
**الإجهاد المائي ولخدمة نمو إنتاج الأغذية الزراعية»**  
**(الجزء الثاني)**

بعد وجبة الغذاء، خصص الجزء الثاني لزوال يوم الأربعاء 22 فبراير 2023 لمتابعة موضوع «الابتكار لمكافحة الإجهاد المائي ولخدمة نمو إنتاج الأغذية الزراعية»، حيث تم خلاله الاستماع إلى ثلاثة عروض قدمت من طرف:

- الأستاذ إبراهيم حافضي، مدير الوكالة الوطنية لتنمية مناطق الواحات وشجرة الأركان ANDZOA، الرباط، المغرب، حول موضوع «زراعة أشجار الأركان المختارة: استجابة للإجهاد المائي، والمساهمة في السيادة الغذائية، وفي الصناعة وتغذية الحياة الاجتماعية والاقتصادية المحلية» ؛
- السيد رضا مزياني، باحث في المعهد الوطني للأبحاث الزراعية بالمغرب، الرباط، حول موضوع «مساهمة التحسين الوراثي والتكنولوجيا الحيوية في تنمية القطاع phoenicicole بالمغرب» ؛
- السيد عبد الغني نابلسي، باحث في المعهد الوطني للأبحاث الزراعية بالمغرب، الرباط، حول «استراتيجية وعروض البحوث الزراعية في التحسين الوراثي للسيادة الغذائية في قطاع البذور الزيتية».

بعد هذه العروض، حصلت مناقشة عامة سيرها الأستاذ عبد العزيز سفياني، مدير الجلسات، عضو مقيم بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات.

الأربعاء 22 فبراير 2023 صباحا

(الجزء الأول)

1- تقديم الأعضاء الجدد بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات

2- الاستماع إلى المحاضرات التقديمية

خصص الجزء الأول من صباح يوم الأربعاء 22 فبراير 2023 لاستقبال وتقديم ثلاثة أعضاء جدد، الذين تشرّفوا بحصولهم على موافقة صاحب الجلالة الملك محمد السادس نصره الله على تعيينهم أعضاء جدد بالأكاديمية، وتهنئهم بهذه المناسبة على الثقة المولوية التي حظوا بها من طرف راعي الأكاديمية صاحب الجلالة الملك محمد السادس نصره الله. ويتعلق الأمر ب :

✓ الأستاذ ماهوتون نوربير هون كونو Mahouton Norbert Houkounou، اختصاصي في علوم الرياضيات من جمهورية البنين،

✓ الأستاذ دانييل ناهون Daniel Nahon، اختصاصي في علوم الأرض من فرنسا،

✓ الأستاذ بوشة الصحراوي Bouchta Sahraoui، اختصاصي في علوم الفيزياء من المغرب.

بعد هذا الاستقبال، تابعت الأكاديمية أشغالها بالاستماع إلى محاضرتين تقديميتين ألقاها كل من :

• (حضوريا) الأستاذ شينغين فان Shenggen Fan، عضو بأكاديمية الاقتصاد والسياسة الغذائية بالصين الشعبية، أستاذ كرسي في جامعة الزراعة بالصين الشعبية حول موضوع: «دور العلم والتكنولوجيا في تحول المنظومات الغذائية»؛

• (عن بعد) الأستاذ ماكسيمو طوريرو Maximo Torero، اقتصادي في المنظمة العالمية للتغذية (FAO روما، إيطاليا)، حول موضوع «الأمن والسيادة الغذائية - التعريفات والتحديات».

الأربعاء 22 فبراير 2023 صباحا

(الجزء الثاني)

الجلسة العامة الأولى حول «زيادة وتحسين الإنتاج الغذائي الزراعي»

بعد فترة الاستراحة، استأنفت أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات أشغال دورتها الرسمية بعقد الجلسة العامة الأولى حول موضوع «زيادة وتحسين الإنتاج الغذائي الزراعي» حيث تم خلالها الاستماع إلى ثلاثة عروض علمية قدمت على التوالي من طرف :

• الأستاذ فوزي بكاوي، المدير العام للمعهد الوطني للأبحاث الزراعية INRA، حول «إنتاج الحبوب في المغرب: الوضع الحالي والتحديات والفرص لأجل السيادة الغذائية»؛

• الأستاذ بوشعيب كداري، منسق مشروع ClimOlive Med، حول «زيادة إنتاج الزيتون، البحث في الفونولوجيا، وعلم الفيزيولوجية، وعلم الوراثة لأصناف الزيتون»؛

• الأستاذ طارق بن عبد الوهاب، باحث في المعهد الوطني للأبحاث الزراعية بالمغرب، حول «تطبيق الزراعة الدقيقة للتقدم في البحث الزراعي المغربي».

بعد نهاية هذه العروض حصلت مناقشة عامة سيرها الأستاذ عبد العزيز سفياني، مدير الجلسات، عضو مقيم بأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات.

الثلاثاء 21 فبراير 2023 زوالا

جلسة مغلقة للأكاديمية

( اجتماع الهيئات العلمية )

الجلسة الافتتاحية

انتخاب مدير الجلسات

الكلمة الافتتاحية لأمين السر الدائم لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات

المحاضرة الافتتاحية حول موضوع «توطيد الأمن الغذائي والسيادة الغذائية في المغرب»

يوم الثلاثاء 21 فبراير 2023، من الساعة الثانية والنصف إلى الرابعة زوالا، التأمّت الهيئات العلمية الستة للأكاديمية بشكل منفصل في قاعات أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات لمناقشة حصيلة أنشطتها لسنوات 2020 و2021 و2022، ولدراسة خطة عملها لسنة 2023-2024، وأيضا لانتخاب ممثلي أعضاء الأكاديمية في الأجهزة المشرفة على إدارة أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات.

وفي نفس اليوم على الساعة الرابعة والنصف زوالا، انطلقت أشغال الجلسة الافتتاحية للدورة العامة الرسمية لسنة 2023 لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات بالقاعة الكبرى للمحاضرات بمقر أكاديمية المملكة بالرباط، بحضور الأكاديميين والباحثين وعدد من الشخصيات المدعوة، وممثلي عدد من وسائل الإعلام السمعية البصرية والمكتوبة.

في بداية الجلسة الافتتاحية تم انتخاب الأستاذ عبد العزيز سفياني مديرا للجلسات خلفا للأستاذ محمد آيت قاضي الذي انتهت ولايته. مباشرة بعد ذلك أعطيت الكلمة للأستاذ عمر الفاسي الفهري، أمين السر الدائم لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، لإلقاء الكلمة الافتتاحية لهذه الدورة والترحيب بالمدعوين وتقديم الموضوع العلمي العام لهذه الدورة الرسمية، الذي حضي بالموافقة السامية لصاحب الجلالة الملك محمد السادس - حفظه الله - على أن تعقد أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات دورتها العامة الرسمية لسنة 2023 حول الموضوع العلمي التالي «الأمن الغذائي والسيادة الغذائية في المغرب: دور العلم والابتكار».

بعد الكلمة الافتتاحية لأمين السر الدائم لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، أعطيت الكلمة للسيد الكاتب العام لوزارة الفلاحة والصيد البحري والتنمية القروية والمياه والغابات لتقديم المحاضرة الافتتاحية نيابة عن السيد الوزير حول موضوع «توطيد الأمن الغذائي والسيادة الغذائية في المغرب». في هذه المحاضرة ركز السيد الكاتب العام على إيلاء أهمية كبرى للأمن الغذائي والسيادة الغذائية في بلادنا لاعتبارهما يكونان جزءا لا يتجزأ من الرؤية الملكية الثاقبة والمتكاملة، والداعية إلى ضرورة إحداث منظومة وطنية متكاملة، تتعلق بالمخزون الاستراتيجي للمواد الأساسية، واتخاذ التدابير الملائمة لمواجهة التغيرات العالمية الراهنة، والعمل على التحيين المستمر للحاجيات الوطنية، بما يعزز الأمن الاستراتيجي لوطننا الغالي. بعد نهاية هذه المحاضرة فتح باب المناقشة سيرها الأستاذ عبد العزيز سفياني مدير الجلسات.

محضر أشغال الدورة الرسمية العام  
لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات  
لسنة 2023 (ميلادية)

انعقدت الدورة الرسمية العامة لسنة 2023 لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات  
بقاعة المحاضرات بمقر أكاديمية المملكة المغربية بالرباط أيام الثلاثاء 21 والأربعاء 22  
والخميس 23 فبراير 2023، حول الموضوع العلمي العام  
«الأمن الغذائي والسيادة الغذائية في المغرب : دور العلم والابتكار».





- دور العلم والتكنولوجيا في تحويل النظم الغذائية،
- الأمن الغذائي والسيادة الغذائية: التعريفات والتحديات،
- زيادة وتحسين إنتاج الزراعة الغذائية،
- الابتكار في مكافحة الإجهاد المائي، وفي خدمة نمو الإنتاج الزراعي الغذائي،
- تخصيص التربة الزراعية،
- آفاق توطيد السيادة الغذائية في المملكة المغربية.

كما تم خلال هذه الدورة استقبال ثلاثة أعضاء جدد، بعدما حظوا برضى مولانا المنصور بالله، لتعيينهم كأعضاء في حظيرة أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، التي تستظل بسابغ رعايتكم المباشرة الغالية، وبشرف حمل اسم الملك العظيم والدكم المنعم المغفور له صاحب الجلالة الملك الحسن الثاني طيب الله ثراه. وبهذه المناسبة، أعرب الأكاديميون الجدد والقدامى عن عظيم تقديرهم وامتنانهم لجلالتكم الشريفة، لما تغدقه عليهم من حسن العناية، وسابغ الرضى وموصول الكرم، راجيين من الله سبحانه وتعالى أن يوفقهم لخدمة الأهداف التي سطرتموها لمؤسستهم، آخذين الإصر على العمل بتوجيهاتكم ونصائحكم النيرة في تحقيق مقاصد أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، في أفق الارتقاء بمكانة البحث العلمي والتطور التكنولوجي في اطراد التطور الاجتماعي والنماء الاقتصادي لهذا الوطن الغالي، وعازمين على المساهمة في الجهود المباركة التي ما فتئتم، أعز الله أمركم، تبذلونها لتمكين مملكتنا العزيزة من بلوغ وتحصين السيادة الوطنية على المنتجات الاستراتيجية الأساسية في مختلف أبعادها، ولاسيما تلك المتعلقة بمجالات الصحة والغذاء والطاقة والصناعة وغيرها.

وفي ختام أشغال هذه الدورة، تم تقديم تقرير عن أعمال وأنشطة الأكاديمية، وذلك طبقا لمقتضيات الظهير الشريف المنشئ لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، تلتها مناقشة من طرف أعضاء الأكاديمية الذين أوصوا بأن تستمر الأكاديمية بالقيام بدورها الكامل في النهوض بالعلم والتكنولوجيا في وطننا العزيز، حتى تصبح منارة لسمو الفكر، ومنبرا لإشعاع العلم في شتى مجالات المعرفة العلمية.

حفظكم الله، يا مولاي، بما حفظ به الذكر الحكيم، وأبقاكم ذخرا وملاذا للعلم وسندا للعلماء، ومنبعا للفكر والابتكار، وأدام عليكم موفور الصحة والعافية واليمن والبركات، وأقر عينكم بولي عهدكم المحبوب صاحب السمو الملكي الأمير الجليل مولاي الحسن، وبشقيقته السعيدة صاحبة السمو الملكي الأميرة للا خديجة، وشد أزركم بشقيقكم الأسعد صاحب السمو الملكي الأمير مولاي رشيد، وباقي أفراد أسرركم الملكية الشريفة، إنه سميع قدير وبالإجابة جدير.

**والسلام على المقام العالي بالله.**

## بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على أشرف المرسلين

### مولاي صاحب الجلالة،

بعد تقديم ما يليق بمقام صاحب الجلالة الملك محمد السادس نصره الله وأيده، من فروض الطاعة والتوقير، ومن واجب التبجيل والتقدير، يتشرف محب وخادم الأعتاب الشريفة، أمين السر الدائم لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات، أصالة عن نفسه ونيابة عن كافة أعضاء الأكاديمية، وكل المشاركين في أشغال الدورة العامة الرسمية لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات لسنة 2023، المنعقدة بعاصمة المملكة المغربية الشريفة، أيام الثلاثاء والأربعاء والخميس 30 رجب و01 و02 شعبان 1444 هجرية، الموافق ل21 و22 و23 فبراير 2023 ميلادية، أن يرفع إلى السدة العالية بالله أسمى آيات الإجلال والاحترام، المشفوعة بأصدق مشاعر المحبة، وخالص عبارات البر والامتنان، معبرا لصاحب الجلالة والمهابة عما يغمر أعضاء الأكاديمية، وكل المشاركين، من فخر واعتزاز، ومن سعادة وابتهاج، بعد مشاركتهم ومساهماتهم في أعمال هذه الدورة، سائلا الله العلي القدير أن يطيل في عمر سيدنا المنصور بالله، وأن ينعم على جلالته بثوب الصحة والعافية، وأن يبقاكم منارا عاليا وسراجا هاديا لهذا الوطن العزيز، وأن يعينكم على السير قدما بهذا البلد الأمين نحو مدارج التقدم والرخاء والاستقرار.

### مولاي صاحب الجلالة،

التأمت هذه الدورة العامة الرسمية لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات حول الموضوع العلمي العام "الأمن الغذائي والسيادة الغذائية في المغرب: دور العلم والابتكار"، حيث تمحورت أشغالها أساسا على دراسة ومناقشة أوجه السبل لتمكين بلادنا من تحقيق أمنها الغذائي وسيادتها الغذائية، وعلى فحص ومعالجة دور العلم والابتكار في تحسين النظم الغذائية، وفي ضمان الأمن الغذائي والتغذية الجيدة لجميع المواطنين في بلادنا العزيزة. وقد تميزت هذه الدورة بالاستماع إلى المحاضرة الافتتاحية التي ألقيت من طرف السيد الكاتب العام لوزارة الفلاحة والصيد البحري والتنمية القروية والمياه والغابات، نيابة عن السيد الوزير الذي كان متواجدا خارج الوطن في مهمة رسمية، حول موضوع «توطيد الأمن الغذائي والسيادة الغذائية في المغرب»، والتي أشار فيها السيد المحاضر إلى إيلاء أهمية كبرى للأمن الغذائي والسيادة الغذائية في بلادنا لاعتبارهما جزءا لا يتجزأ من الرؤية الملكية الثاقبة والمتكاملة، والداعية إلى ضرورة إحداث منظومة وطنية متكاملة، تتعلق بالمخزون الاستراتيجي للمواد الأساسية، واتخاذ التدابير الملائمة لمواجهة التغيرات العالمية الراهنة، والعمل على التحيين المستمر للحاجيات الوطنية، بما يعزز الأمن الاستراتيجي لوطننا الغالي. كما تميزت أشغال هذه الدورة بعقد عدة جلسات علمية، تم خلالها الاستماع إلى عدة محاضرات وعروض ومداخلات علمية رفيعة المستوى، قدمت من طرف عدد من علماء وباحثين متخصصين، وشخصيات علمية بارزة مدعوة من داخل المغرب ومن خارجه (فرنسا، إيطاليا، كندا، الصين، السنغال)، شملت المحاور العلمية التالية :

برقية ولاء وإخلاص مرفوعة إلى صاحب الجلالة الملك محمد السادس  
نصره الله وأيده، على إثر انتهاء أشغال الدورة العامة الرسمية المنعقدة في ماي 2023

مع الارتفاع الكبير الذي تشهده أسعار المواد الغذائية العالمية الناجم عن انهيار قنوات التمويل بسبب وباء الكوفيد، والذي زادت حدة بسبب تأثير الحرب الروسية الأوكرانية على الأسواق، تتجلى لنا اليوم مفاهيم الأمن الغذائي والسيادة الغذائية في كل مكان على الأرض. من الضروري إعادة فهم هذه المفاهيم والتمييز بينها.

وفي هذا الصدد. نجد ثلاثة نقط ضعف عند المغرب: أولا تتأثر قاعدة الإنتاج الزراعي بتدهور التربة و الموارد المائية وكذلك التأثير السلبي لتغير المناخ على النظم البيئية. ثانيا أصبحت حالات الجفاف أكثر تكرار و تمثل الآن عاملا هيكليا في الإنتاج الزراعي. وعلى المستوى الاجتماعي، امتداد الفقر يجعل الوصول إلى المنتجات الغذائية عشوائيا ، وثالثا مع تطور الاقتصاد العالمي والوطني، ستستمر أسعار المنتجات الزراعية في التقلب ومن المحتمل أن يكون مستوى انتاجها أعلى مما كان عليه في الماضي.

ولمواجهة هذه المخاطر، على المغرب أن يترقبها ويأخذها بعين الاعتبار دون ضياع الوقت. حيث يحتاج إلى استراتيجية تبتدأ بالتعريف العقلاني للخيارات وفرص العمل، فالمغرب يتوفر بالفعل على أسس جيدة نذكر منها على سبيل المثال إدارته لجائحة وباء كوفيد 19.

بالموازاة مع الإجراءات العاجلة، أطلقت المملكة مشاريع طويلة الأمد تطمح لأن تصبح مركزا للتكنولوجيا الحيوية، وبالتالي أن تساهم في تحقيق سيادة المغرب والقارة الإفريقية في مجال إنتاج الأدوية و اللقاحات. و من جهتها، دعمت أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات هذه الديناميكية من خلال تمويل مشروع بحث بعنوان " كوفيد 19 في المغرب : أبحاث مبتكرة ومتكاملة لتطوير الاختبارات التشخيصية والفحوصات و العلاجات المناسبة " وتم تنفيذه من قبل مجموعة من المختبرات البحثية المنتسبة إلى مؤسسات وطنية متخصصة.

وفي علاقة مع الابتكار، ليس فقط التكنولوجي ولكن أيضا الاقتصادي والاجتماعي، يتم رسم " خطط الخروج " من الأزمات التي تهز العالم وتؤثر على المغرب.

## مقدمة

### "خدمة الوطن والإسهام في تنمية العلم في العالم"

من خطاب صاحب الجلالة الملك محمد السادس نصره الله  
بمناسبة تنصيب أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات - 18 ماي 2006

### السيادة الغذائية والأمن الغذائي في المغرب : دور العلم والابتكار

دعا صاحب الجلالة الملك محمد السادس، نصره الله وأيده في الخطاب الذي وجهه يوم الجمعة 8 أكتوبر 2021 إلى البرلمان بمناسبة افتتاح الدورة الأولى من السنة التشريعية الأولى، إلى توطيد السيادة على المنتجات الاستراتيجية وإنشاء آلية ذات صلة، حيث قال :

وقد أبانت الأزمة الوبائية عن عودة قضايا السيادة للواجهة، والتسابق من أجل تحصينها. في مختلف أبعادها الصحية والطاقة، والصناعية والغذائية، وغيرها، مع ما يواكب ذلك من تعصب من طرف البعض...  
لذا، نشدد على ضرورة إحداث منظومة وطنية متكاملة، تتعلق بالمخزون الاستراتيجي للمواد الأساسية، لاسيما الغذائية والصحية والطاقة، والعمل على التحيين المستمر للحاجيات الوطنية، بما يعزز الأمن الاستراتيجي للبلاد.

تنعقد الدورة العامة الرسمية السنوية السادسة عشرة لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات حول موضوع " السيادة الغذائية والأمن الغذائي في المغرب : دور العلم والابتكار ".

وقد يبدو هذا الموضوع متشعبا لما له من أبعاد سياسية واقتصادية واجتماعية وعلمية وثقافية وبيئية. في عالم يتميز بالعديد من الترابطات والتغيرات التي تحرك الهياكل التنظيمية والإنتاجية، وكذلك أنماط الاستهلاك و المبادلات.

واليوم، ازداد ترابطنا. والأزمات الاقتصادية جعلتنا نكتشف أن انهيار جزء من الاقتصاد يتسبب عبر المعمور في سلسلة من ردود الأفعال - مع تغير المناخ وجائحة وباء كوفيد 19، أصبحنا ندرك أن كوكبنا كل لا يتجزأ، ومع الأزمات الغذائية أدركنا أننا متوقفون على إنتاجات دول أخرى وسياساتها التجارية. إن حجم التحديات التي يواجهها العالم اليوم. لا تتناسب مع ما عشناه منذ فقط جيل واحد.





المملكة المغربية  
أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات

## السيادة الغذائية والأمن الغذائي في المغرب : دور العلم والإبداع

أشغال الدورة العامة الرسمية لسنة 2023

الرباط، 21 - 23 فبراير 2023







صاحب الجلالة الملك محمد السادس - نصره الله -

راعي أكاديمية الحسن الثاني

للعلوم والتقنيات





المملكة المغربية  
أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات

# السيادة الغذائية والأمن الغذائي في المغرب : دور العلم والإبداع

أشغال الدورة العامة الرسمية لسنة 2023

الرباط، 21 - 23 فبراير 2023