

الملتقى الدولي الأول  
1ère Rencontre Internationale

## الماء في الصحراء

ابن الشبّاط، مهندس المياه بالجريد

### L'EAU DANS LE DÉSERT

Ibn Chabbat, le maître de l'eau du Jérid

توزر ( تونس ) - Tozeur (Tunisie)

06-07 /12/2023

# Les coûts de la crise hydrique face aux changements climatiques

Dr Raoudha Gafrej

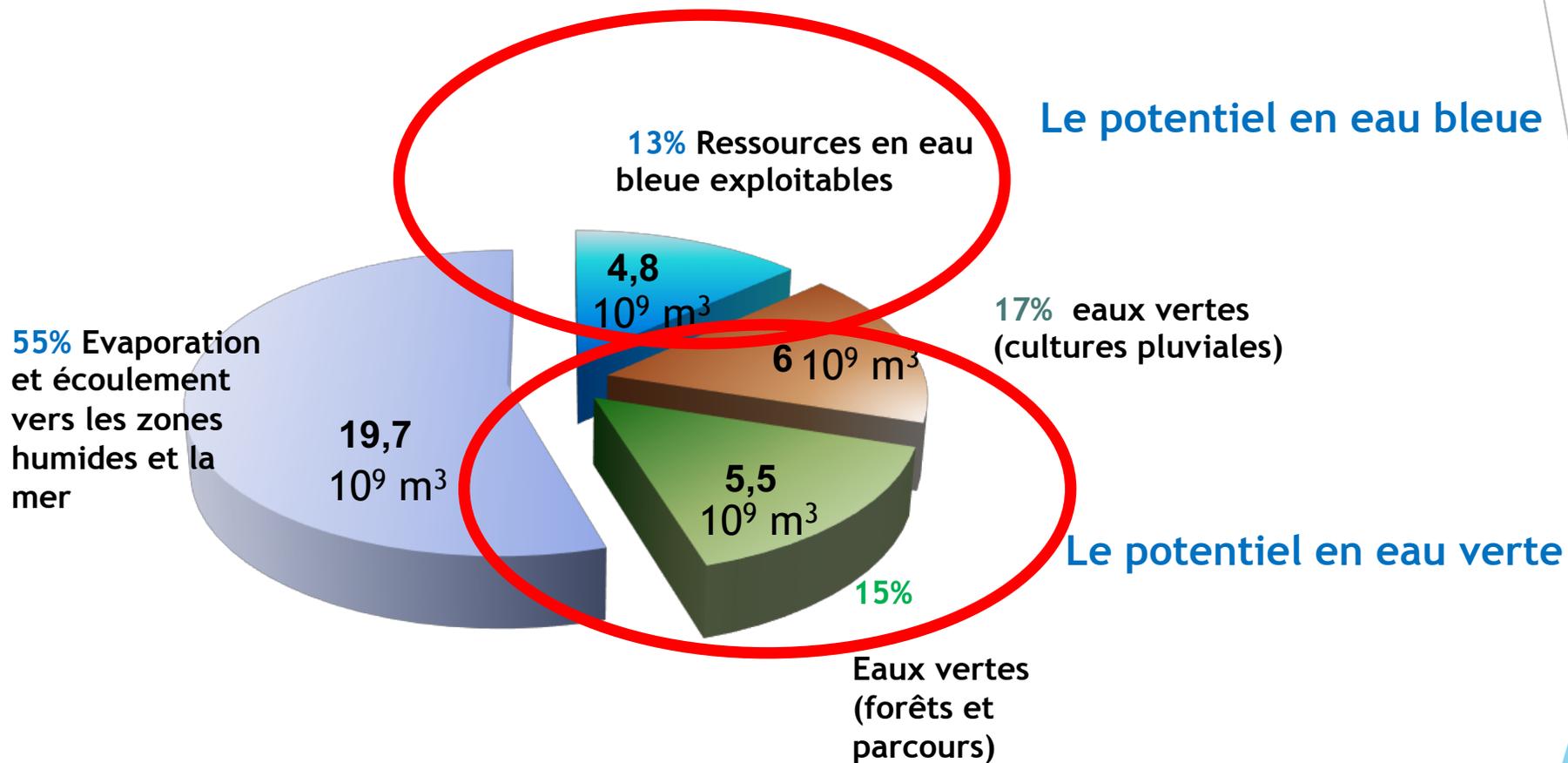
[raoudha63@gmail.com](mailto:raoudha63@gmail.com)

Mobile: 216 98769866

**« Si j'avais une heure pour résoudre un problème dont ma vie dépendait, je passerais les 55 premières minutes à chercher la meilleure question à me poser, et lorsque je l'aurais trouvée il me suffirait de 5 minutes pour y répondre »**

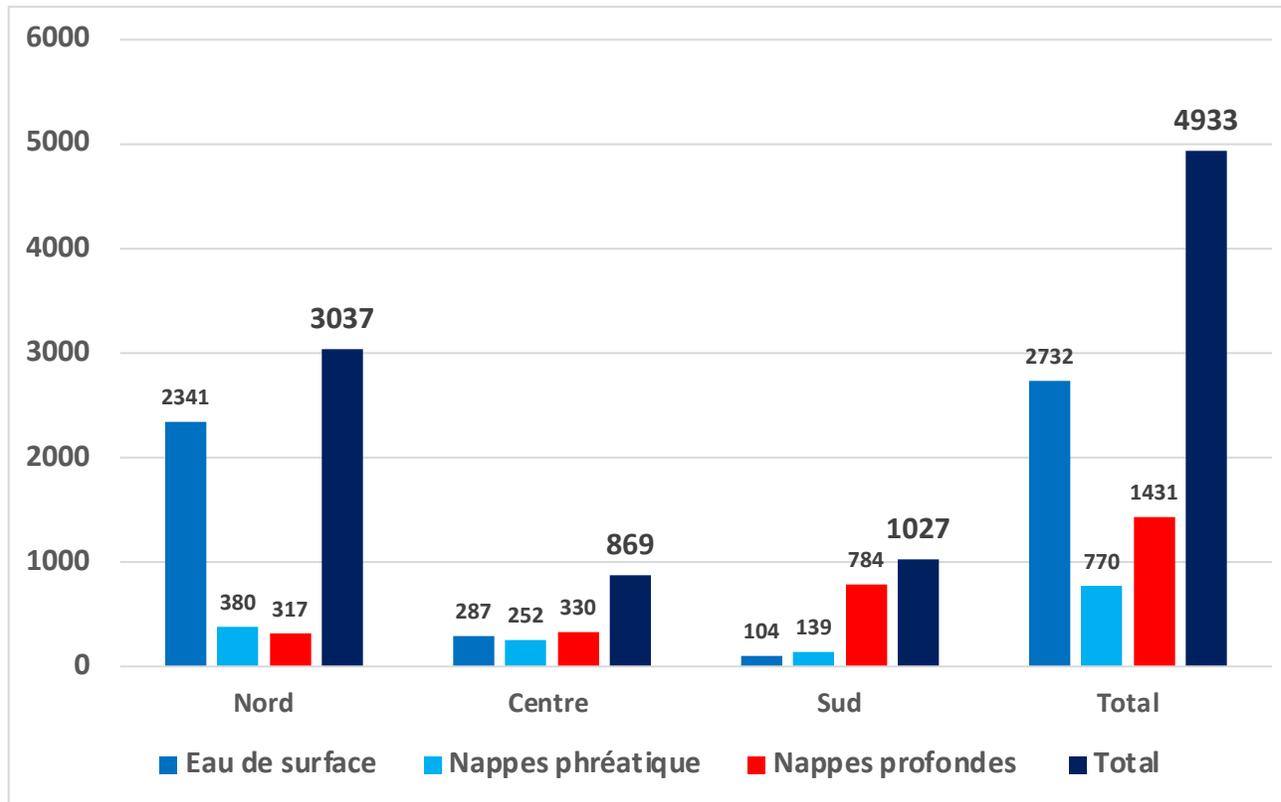
**Albert Einstein**

La Tunisie reçoit en moyenne 36 Milliards de m<sup>3</sup>

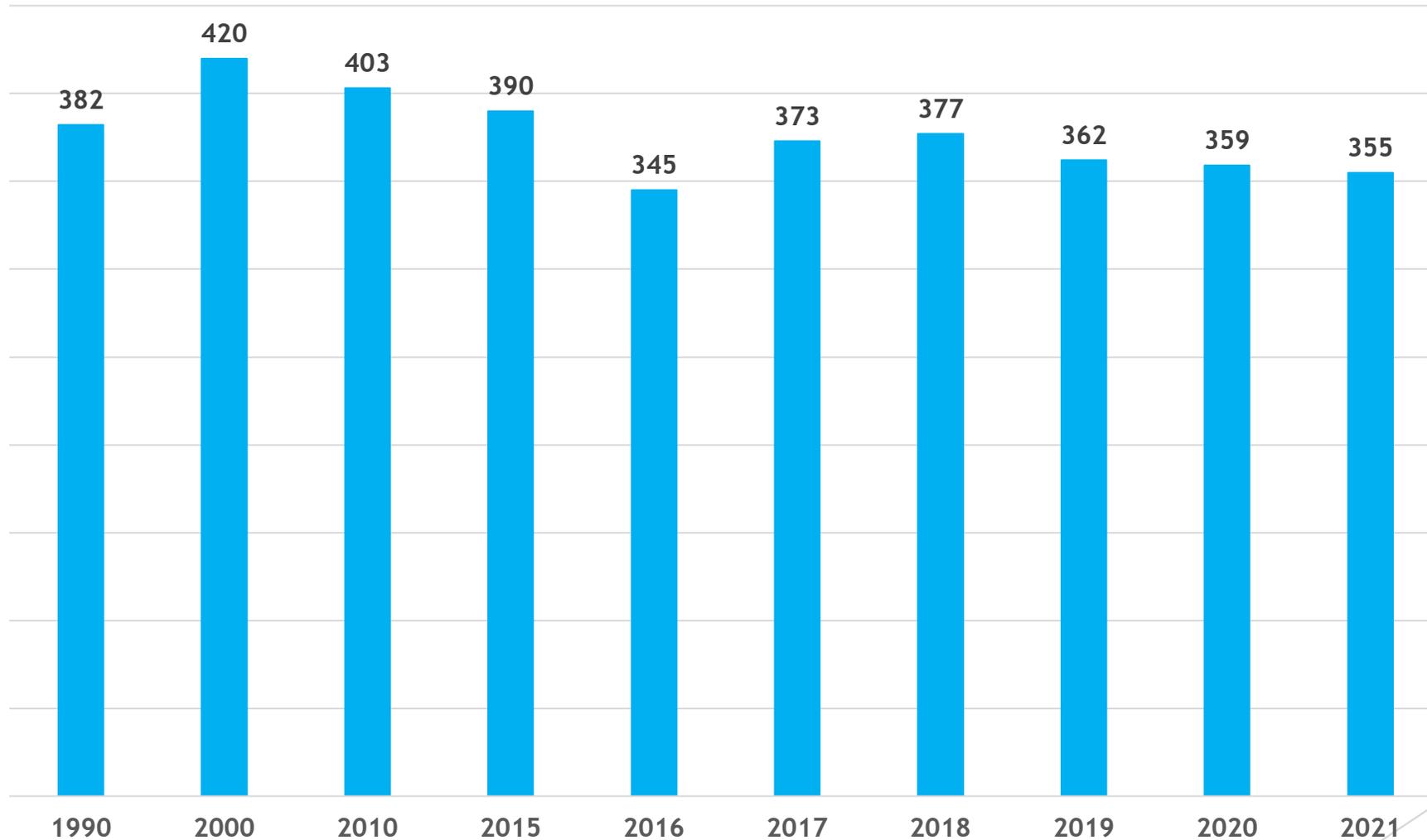


Répartition des apports MOYENS sur le territoire  
NON VALABLE AVEC LA DERIVE DU CLIMAT

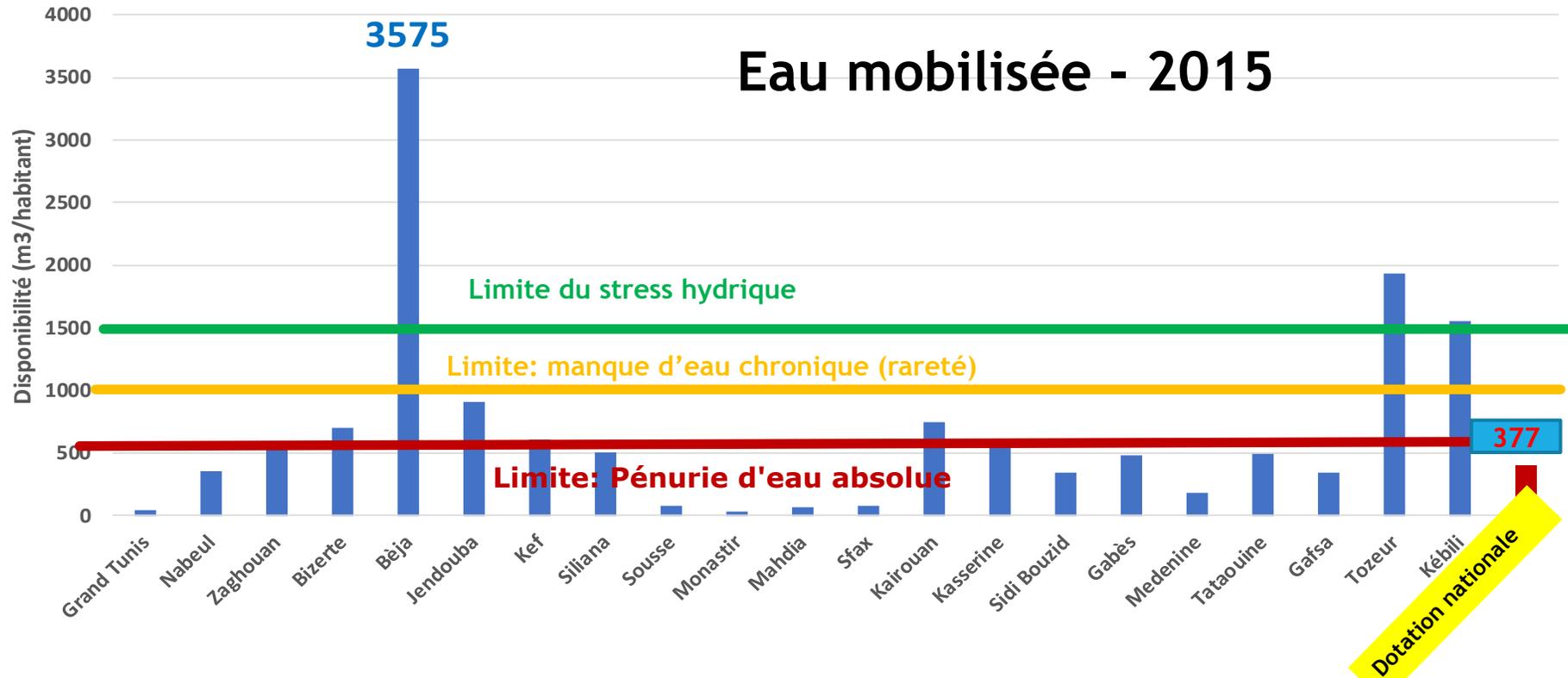
## Le potentiel en eau bleue (Mm3)



# Disponibilité en eau renouvelable (m/hab/an)



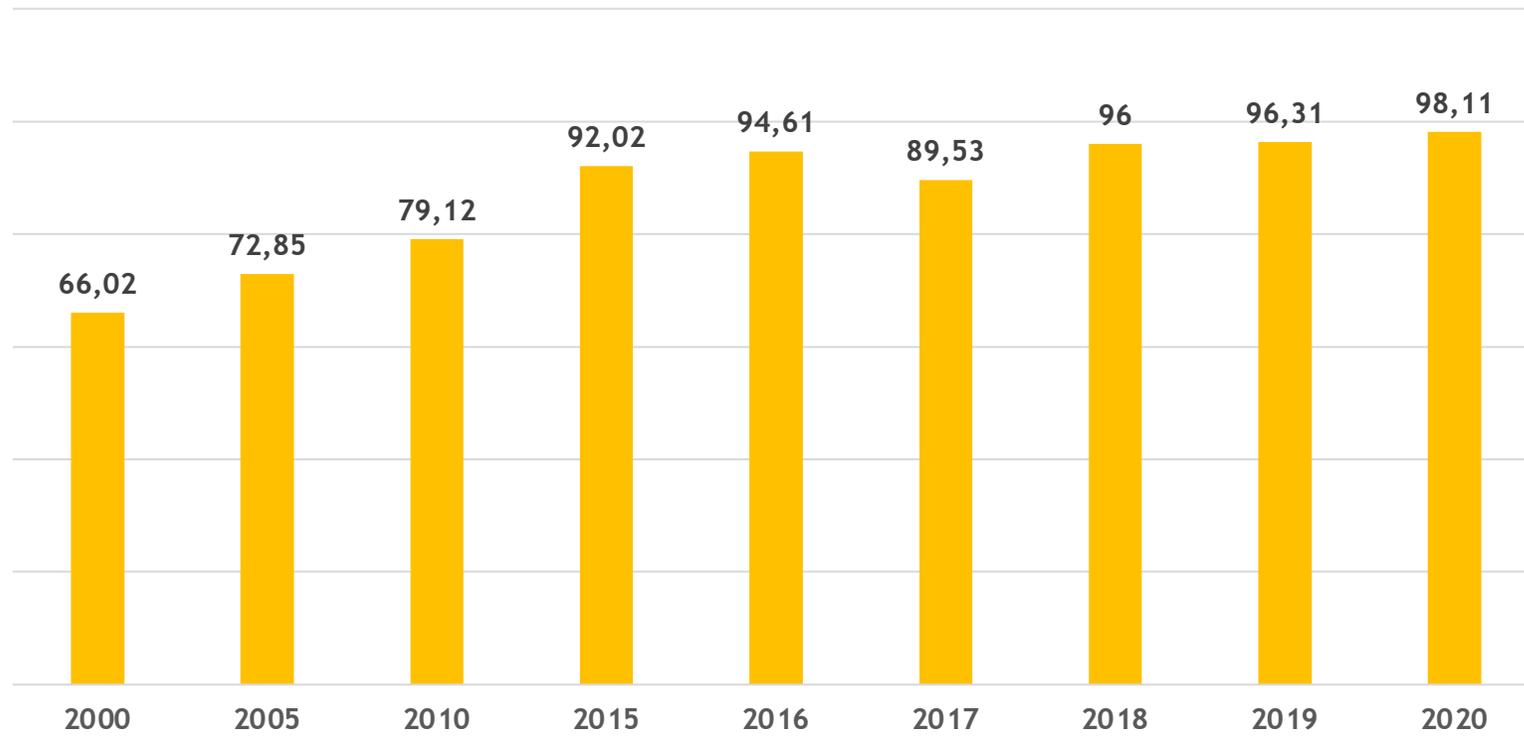
## Eau mobilisée - 2015



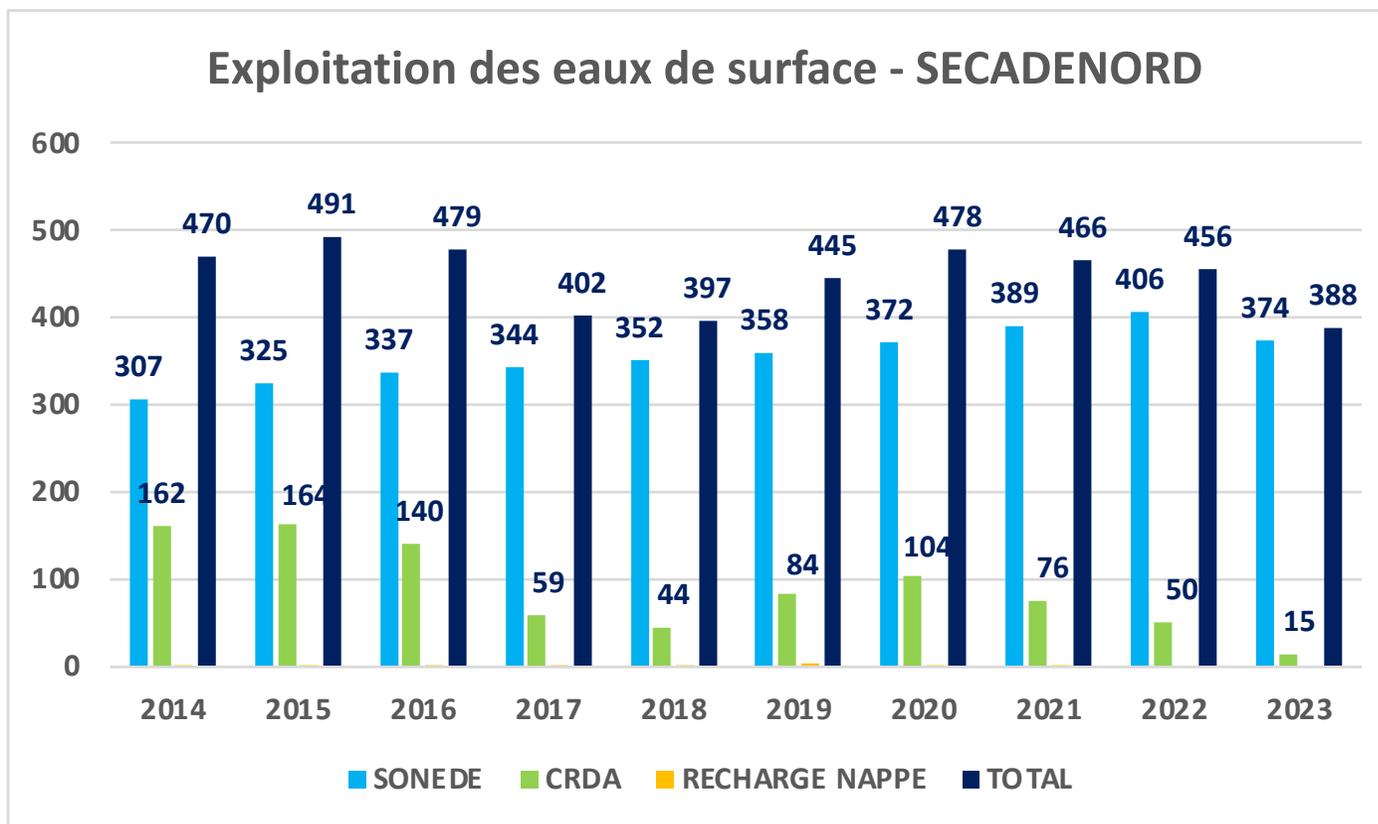
**Quand les ressources renouvelables sont < 1000 m3/hab/an: grave frein au développement socio-économique et à l'environnement (FAO)**

« La différence entre un désert et un jardin ce n'est pas l'eau, c'est l'homme »

## Indicateur 6.4.2: niveau de stress hydrique (%)



## Exploitation des eaux de surface par la SECADENORD



Usages (%)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
SONEDE	65,3%	66,1%	70,3%	85,4%	88,8%	80,5%	77,9%	83,5%	89,0%	96,2%
CRDA	34,4%	33,4%	29,3%	14,6%	11,1%	18,8%	21,8%	16,3%	11,0%	3,8%
RECHARGE NAPPE	0,3%	0,5%	0,4%	0,0%	0,1%	0,6%	0,4%	0,2%	0,0%	0,0%

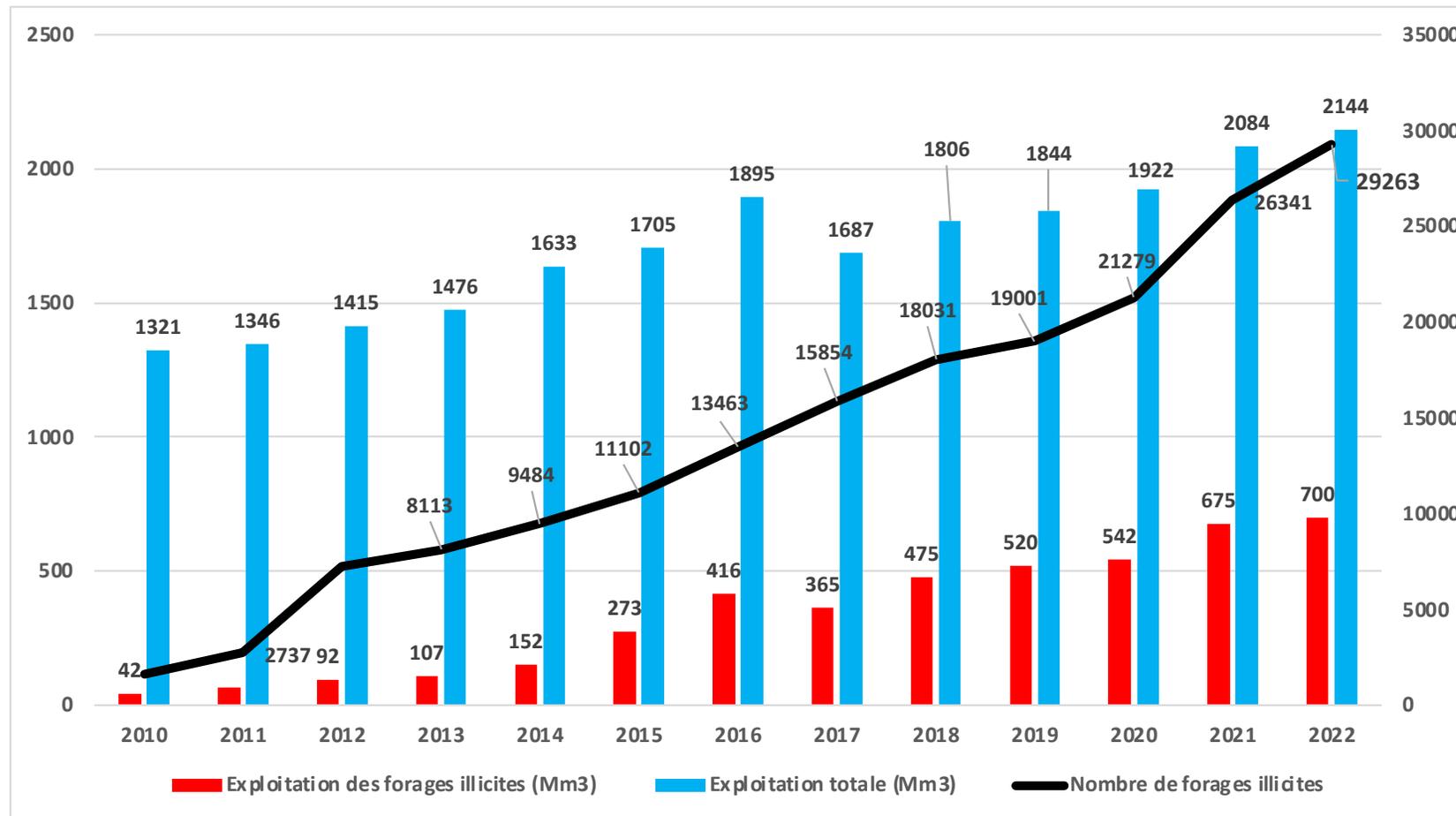
# Surexploitation des eaux souterraines inévitables

## Et accès illégal

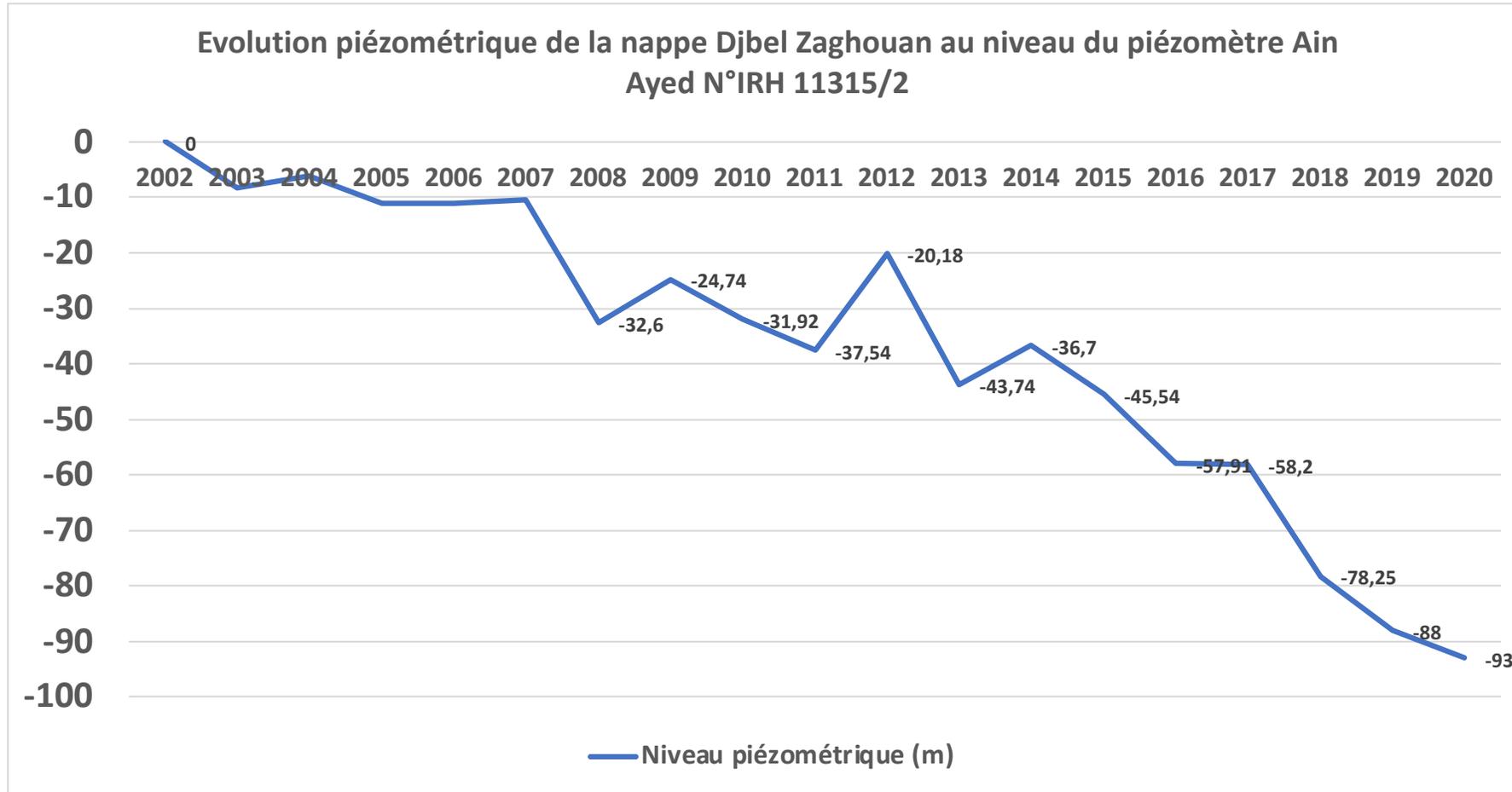
Eaux fortement chargées ce qui implique la salinisation des sols et la perte de rendement agricole

Exploitation	2010	2015	2020
Nappes phréatiques:	855	903	914

### Exploitation des eaux souterraines NON contrôlées

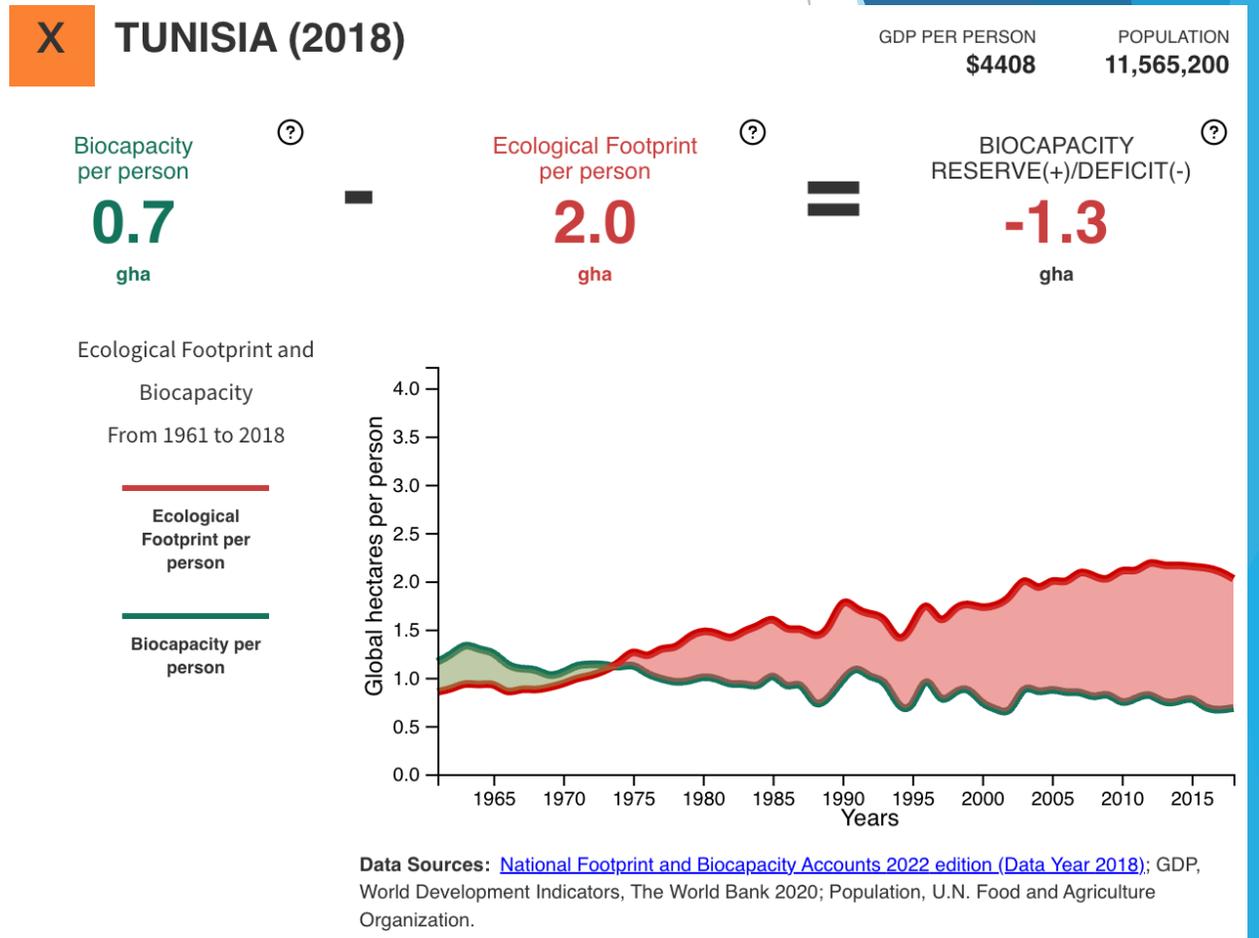


# Assèchement en 2020



# Le déficit écologique s'accroît : exprime la surexploitation des ressources naturelles (pollution, perte de biodiversité, dégradation des services environnementaux)

- Pollution croissante des écosystèmes et réduction des surfaces des zones humides nuisent à leurs fonctions vitales et impactent la disponibilité de l'eau
- Absence de la prise en compte **des besoins vitaux en eau douce (700 Mm<sup>3</sup>)** des écosystèmes dans la planification générale des ressources en eau
- Feux de forêts
- Dégradation des terres (**69% en Tunisie**) : La capacité de stockage de l'eau par les sols est menacée  
→ coûts économiques de la dégradation importants (2 à 7% du PIB)



Exploitation	Volumes (Mm3)			% en 2022
	2020	2021	2022	
Eau de surface	808	839	652,7	17,2%
Eaux souterraines (phréatique)	914	914	914	
Eaux souterraines profondes	1922	2084	2155	80,9%
Eau de mer dessalée	12	12,9	14,5	0,4%
Eaux usées traitées	61,6	63,9	59,7	1,6%
<b>Total</b>	<b>3718</b>	<b>3914</b>	<b>3796</b>	<b>100,0%</b>

Usage	Volume (Mm3)			% en 2022
	2020	2021	2022	
Agricole	2725	2780	2809	74,00%
AEP (domestique/municipale)	803	823	856	22,5%
Industrie	62	61	66	1,7%
Tourisme	12	46	33	0,9%
Recharge des nappes/Zones humides	41	42	25	
Espaces verts et terrains de golf (EUT)	7	7	7	0,8%
<b>Total</b>	<b>3649</b>	<b>3759</b>	<b>3796</b>	<b>100,0%</b>

La superficie agricole utile est estimée à **5,3 millions d'Ha** dont 4,9 millions d'Ha (93%) sont labourables et le reste (387 300 Ha) sont des terres de parcours et de pâturages. La superficie agricole irriguée est estimée à 441000 Ha, soit 8% de la superficie cultivée

**Les eaux de surface contribuent à moins de 11% dans les besoins de l'agriculture irriguée en 2022**

## Projection des principaux drivers climatiques

Les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5. Pour l'ensemble de la Tunisie, et par rapport à la période de référence (1961-1990):

Le scénario RCP 4.5 estime que les températures s'élèveraient **de +1.1°C en moyenne annuelle à l'horizon 2030 et +2.1°C à l'horizon 2050.**

Selon le scénario RCP 8.5 ces augmentations atteindraient respectivement **+2.0 °C en 2030 et +2.3°C en 2050.** Les modèles révèlent une tendance générale à la baisse des précipitations moyennes : -5% au Nord, -8% au Cap Bon et dans le Nord-est et -10% à l'extrême Sud selon RCP 4.5. Selon le scénario plus pessimiste (RCP 8.5), on pourrait atteindre en moyenne une baisse des précipitations de 14% en 2050.

Aux horizons temporels 2030 et 2050, les phénomènes météorologiques extrêmes tels que sécheresses, vents, inondations vont augmenter en fréquence et en intensité, notamment par une succession d'années très sèches.

# Projection des ressources en eau face au changement climatique

Les ressources en eau de surface pourraient passer de 2700 Millions de m<sup>3</sup> en moyenne actuellement à moins de 1600 Millions de m<sup>3</sup> en 2050 et à moins de 1400 Millions de m<sup>3</sup> en 2100.

En considérant uniquement l'élévation de température et en prenant une pluviométrie constante jusqu'à 2100, les écoulements baisseraient de 7 à 11% en 2050 et de 9 à 20% en 2100. Ainsi nous constatons que le tiers de la diminution des écoulements est dû à l'augmentation de l'évapotranspiration et les deux tiers reviennent à la diminution de la quantité de pluie.

Le quota en ressources renouvelables par habitant et par an passerait à 200 m<sup>3</sup> en 2050 et moins de 150 m<sup>3</sup> en 2100.

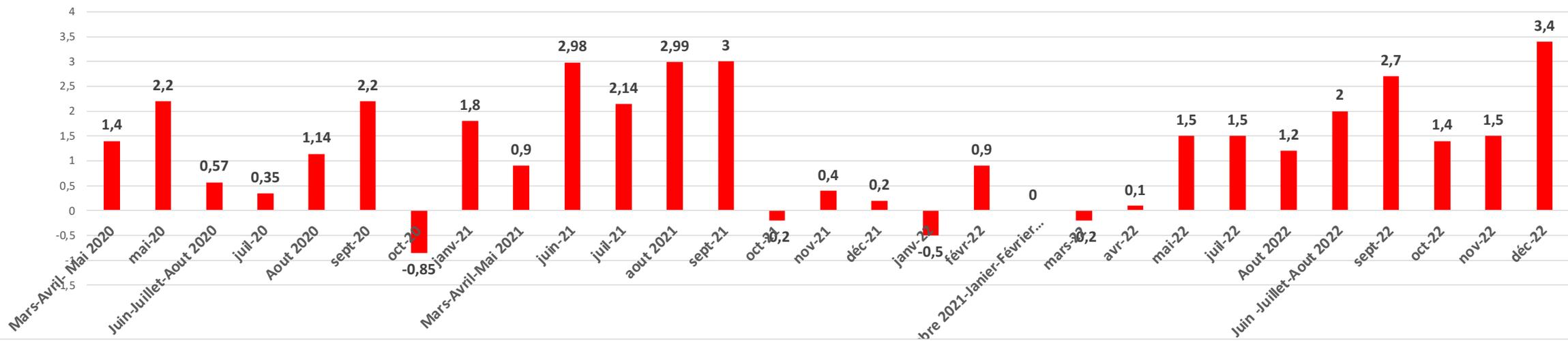
Les eaux souterraines renouvelables pourraient passer de 1524 Millions de m<sup>3</sup> actuellement à pratiquement 1000 Millions de m<sup>3</sup> en 2050 et 700 Millions de m<sup>3</sup> en 2100

**(SANS OUBLIER LES EFFETS DE L'ÉLÉVATION ACCÉLÉRÉE DU NIVEAU DE LA MER)**

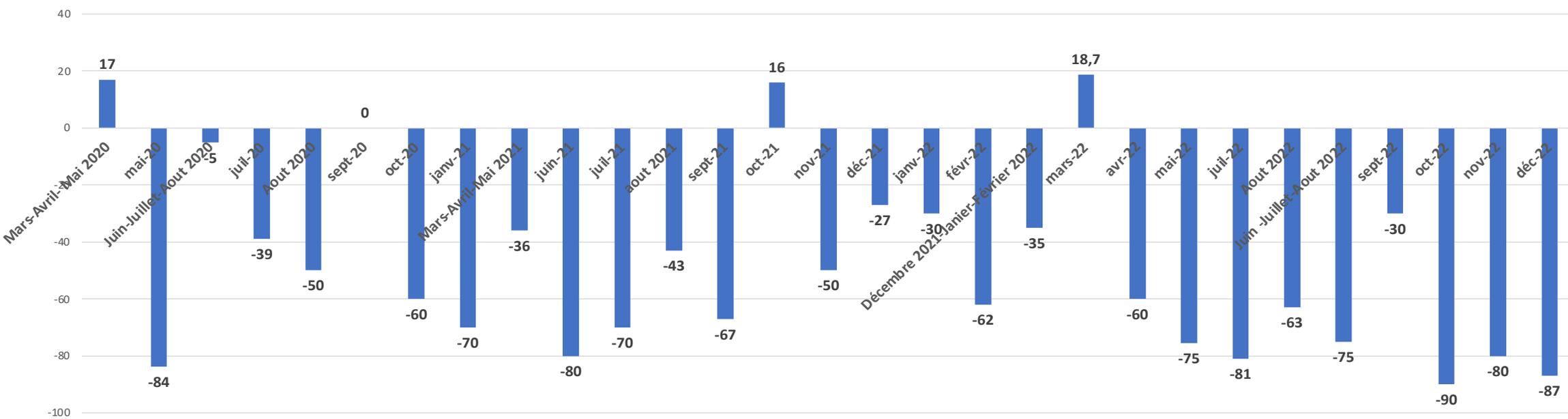
Sous l'effet conjugué de la demande et du changement climatique, le phénomène de surexploitation va s'accroître et une grande partie des prélèvements sera prise sur les réserves géologiques des nappes avec toutes les conséquences sur la qualité des eaux et la durabilité de la ressource.

Le plus grand souci de l'effet du changement climatique serait l'intensification des périodes de sécheresse où les apports pourraient baisser de plus de 50% avec l'assèchement des sols et l'augmentation des besoins de toutes les cultures y compris celles menées en pluvial.

### Ecart de la température moyenne observée (°C) par rapport aux normales

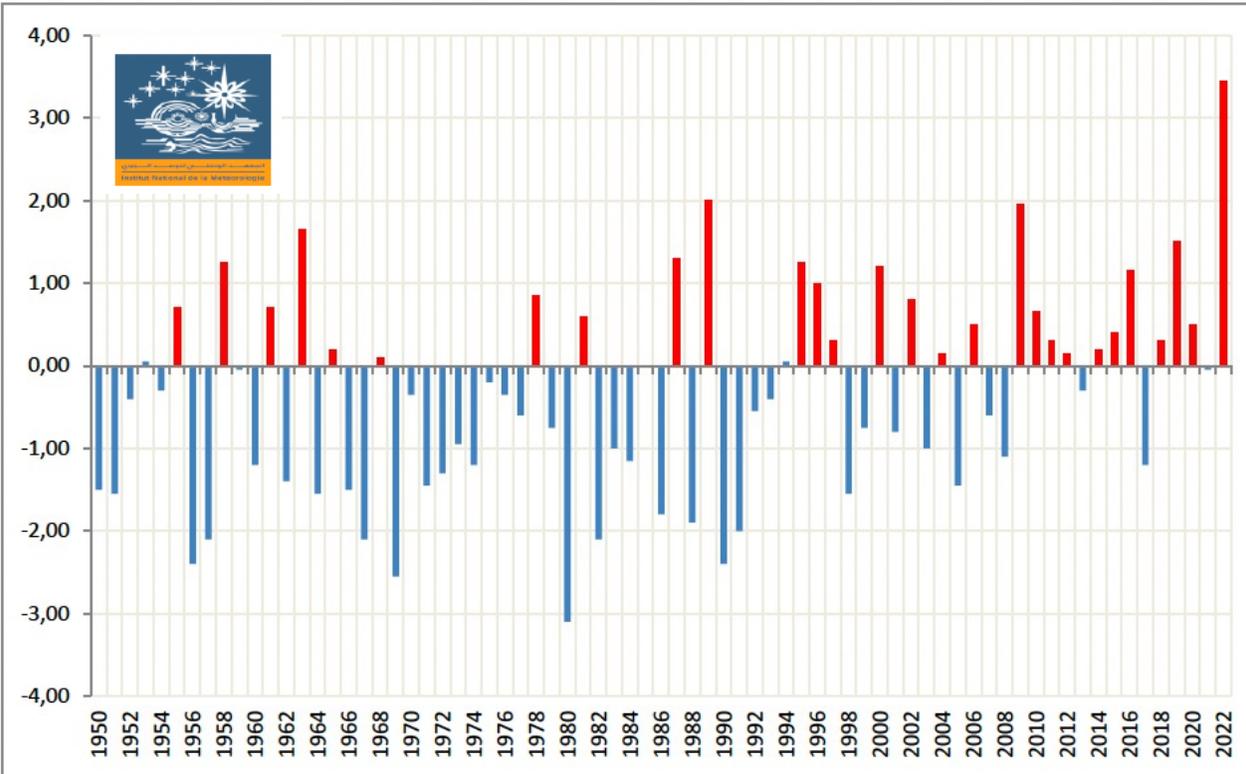


### Déficit (surplus) en % par rapport à la pluviométrie normale

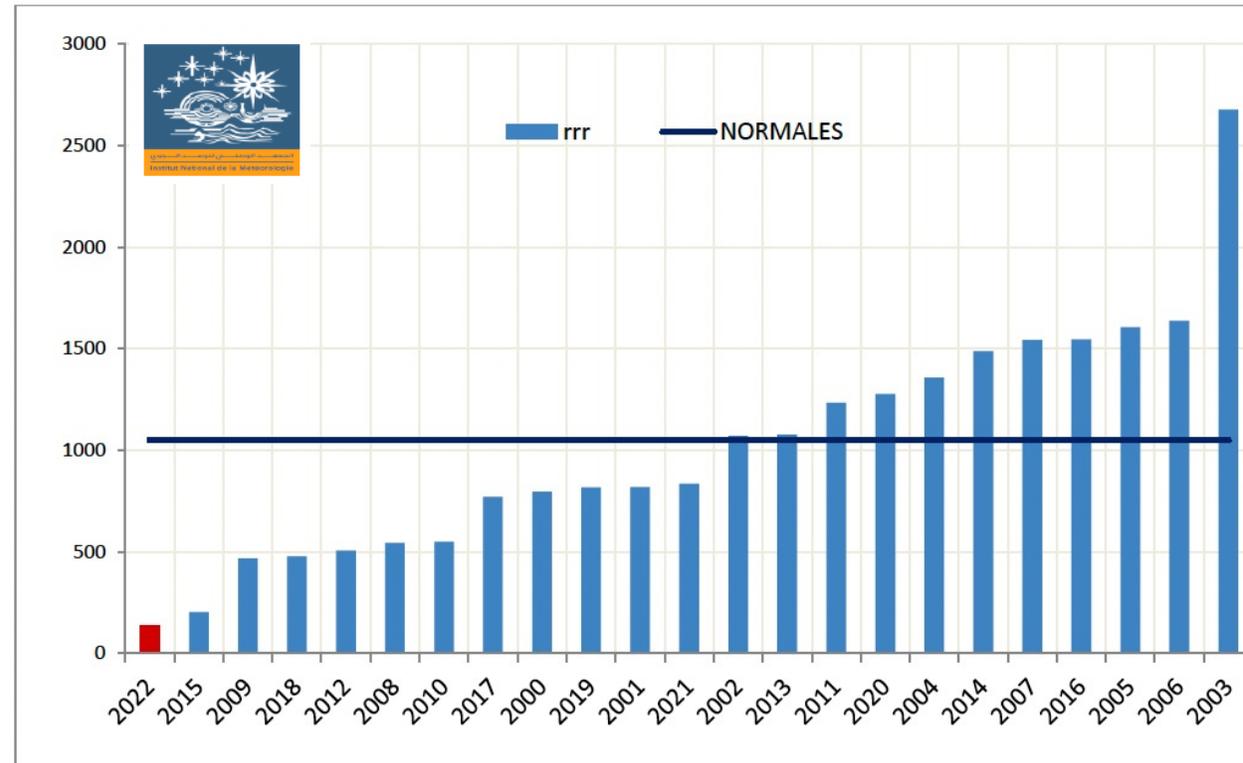


Selon l'OMM: une normale est la moyenne arithmétique calculée pour chaque mois de l'année à partir des données climatiques enregistrées quotidiennement sur une période de 30 ans.

# Décembre 2022: le plus chaud et le plus sec depuis 1950

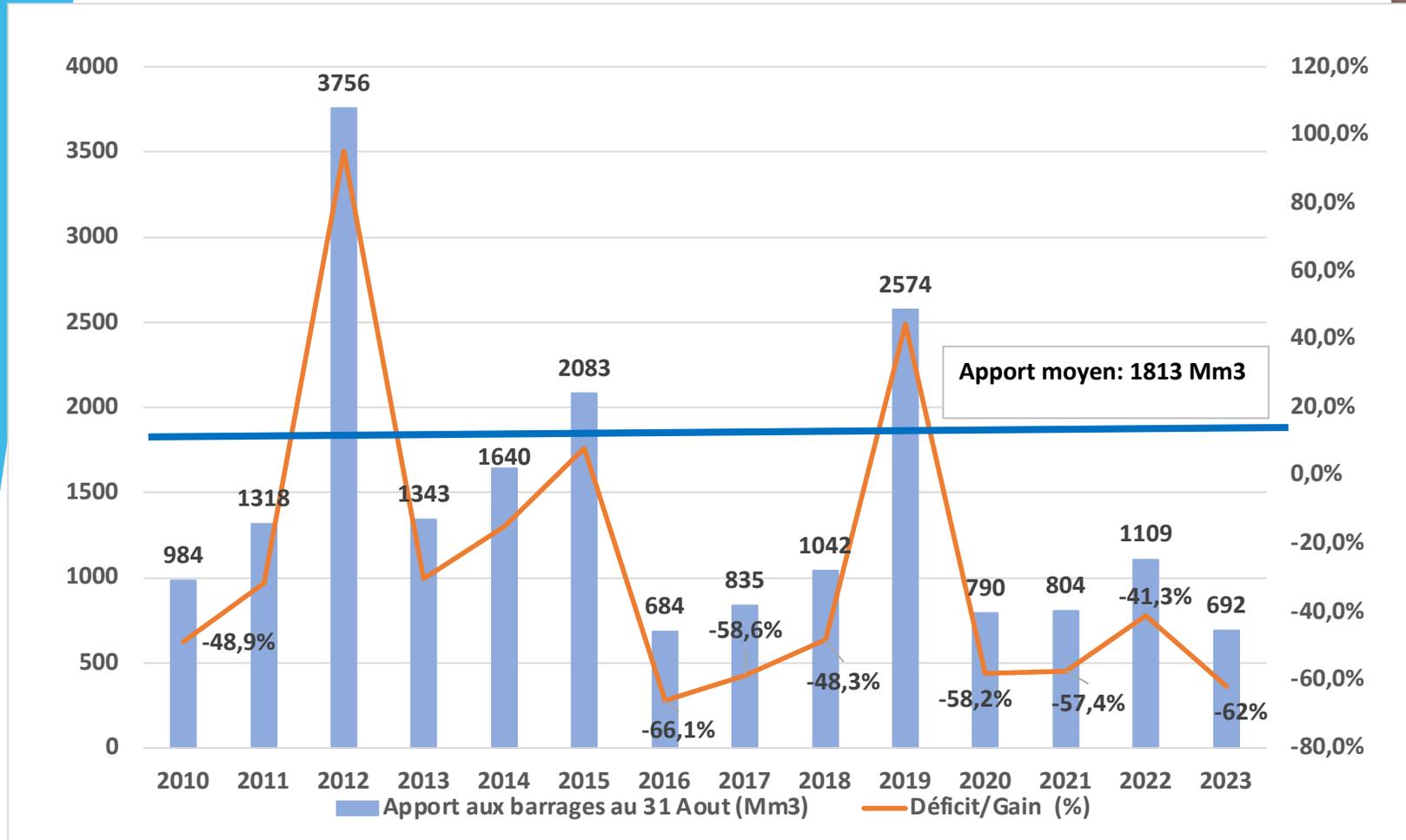


Écart à la normale ( 1991-2020 ) des températures moyennes depuis 1950 : Mois de Décembre



Classement des cumuls des précipitations du mois de décembre : 2000-2022

# Changement climatique: Grande dérive du cycle de l'eau



Inondations meurtrières à Nabeul en septembre 2018



**Baisse des apports et phénomènes extrêmes cumulés, Accélération, perturbation du cycle de l'eau**

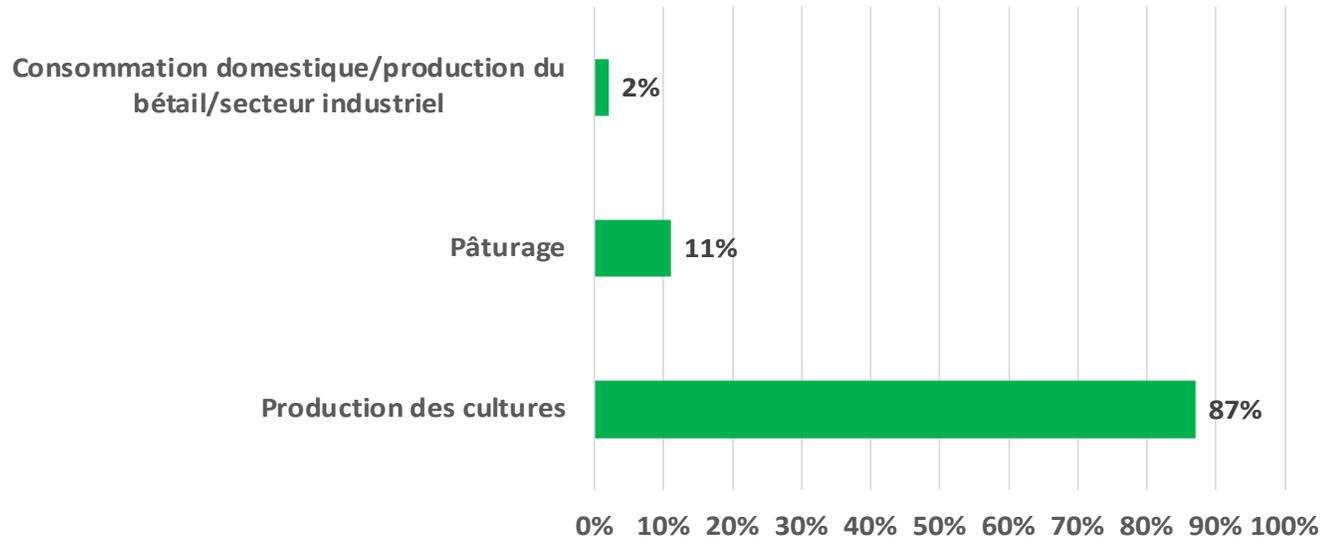
Inondations meurtrières à Gabes Novembre 2017

# Equivalent Eau de la demande alimentaire

Equivalent eau de la demande alimentaire: **19**  
**Milliards de m3**

La production des cultures consomme 16,6 milliards de m3/an (89% eau verte, 8% eaux bleues, et 3% eaux grises)

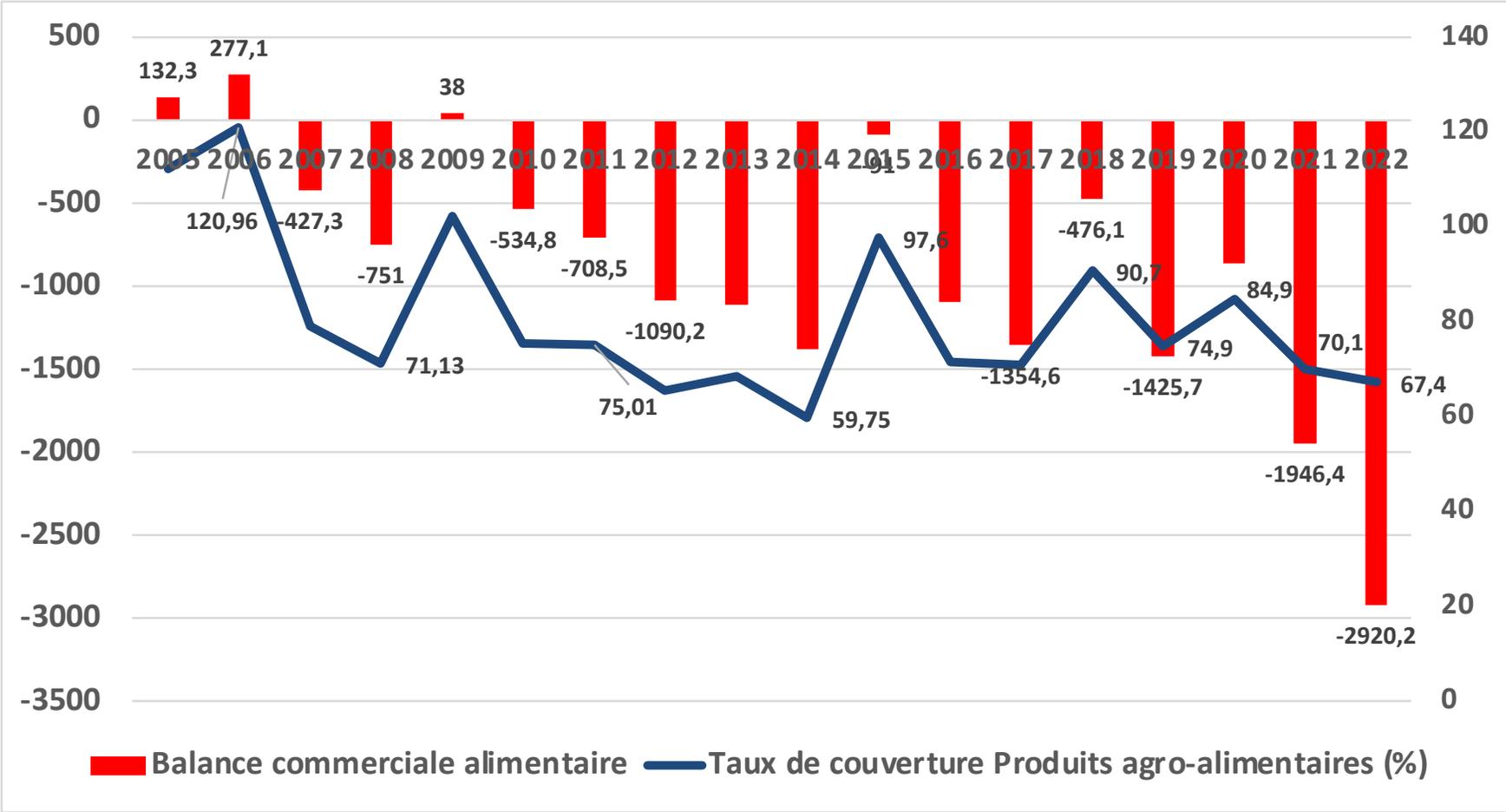
Composition de l'équivalent de la demande alimentaire (%)



79% de l'eau verte est consommée par l'oliviers (7,3 milliards de m3), le blé (3,2 milliards de m3) et l'orge (1,2 milliards de m3).

**En cas de sécheresse avec un déficit pluviométrique de 60% c'est un déficit de plus de 8 milliards de m3 qu'il faudra combler !!!!.**

# Déséquilibre structurel de la balance agroalimentaire



# L'eau dans l'économie nationale

# L'empreinte eau: dépendance plus forte de l'extérieur

Mode de consommation: L'empreinte eau de **consommation de la Tunisie (2217 m<sup>3</sup>/an/Hab. = 5 fois la dotation, ou 21 Milliards de m<sup>3</sup>/an )**

Le 1/3 de cette empreinte est importé

La moyenne mondiale de 1345 m<sup>3</sup>/hab/an

- Gaspillage du pain (900.000 pains jetés par jour)
- Pertes d'eau dans les infrastructures de l'eau
- Pertes et/ou gaspillage de la nourriture (68 dt/mois/personne)
- Pertes de productions in situ et inefficience de l'utilisation de l'Eau

# Coûts de mobilisation de l'eau de surface

L'évaluation du coût de mobilisation et de transfert des eaux de surface indique un coût économique de l'eau de 1,661 DT par m<sup>3</sup>.

Coût total de l'eau s'élève à près de 3,8 milliards de DT pour une année de référence (2017 ou 2018 selon les opérateurs) de l'ensemble du cycle de l'eau depuis la mobilisation au niveau des barrages jusqu'à l'assainissement et la réutilisation,

Alors que le chiffre d'affaires généré par les ventes de services et de l'eau s'établit à 0,7 milliards de DT

Une différence de 3,1 milliards de DT qui est supportée par l'Etat. Rapportée au m<sup>3</sup> produit, cette part du coût total s'établit à 1,5 DT/m<sup>3</sup>.

# Tarification de l'eau

Tarif de l'eau d'irrigation des périmètres publics irrigués à partir des grands barrages a été gelée pour plusieurs années et évaluée en 2018 à 65 millimes le m<sup>3</sup> (Le taux global de l'efficacité dans les PI n'est que de 53 %, traduisant les grandes pertes d'eau)

Coût de revient évalué par l'étude de tarification de l'eau élaborée par la DGGREE en 2018 à 437 millimes/m<sup>3</sup>, ce qui ne représente que 15% du coût et ce depuis 2018

# Tarifs de vente de l'eau de surface des grands barrages - SECADENORD

SONEDE: 54,13 mill/m<sup>3</sup> (Tunis) et 56,63 mill/m<sup>3</sup> (Sousse)

CRDA Bizerte : 54,13 mill/m<sup>3</sup> et 36,43 mill/m<sup>3</sup> à Teskraya

CRDA Monastir, Sousse, Kairouan et Mahdia: 69,43 mill/m<sup>3</sup>

CRDA Nabeul: 56,43 mill/m<sup>3</sup>

## Redevance du prélèvement de l'eau souterraine

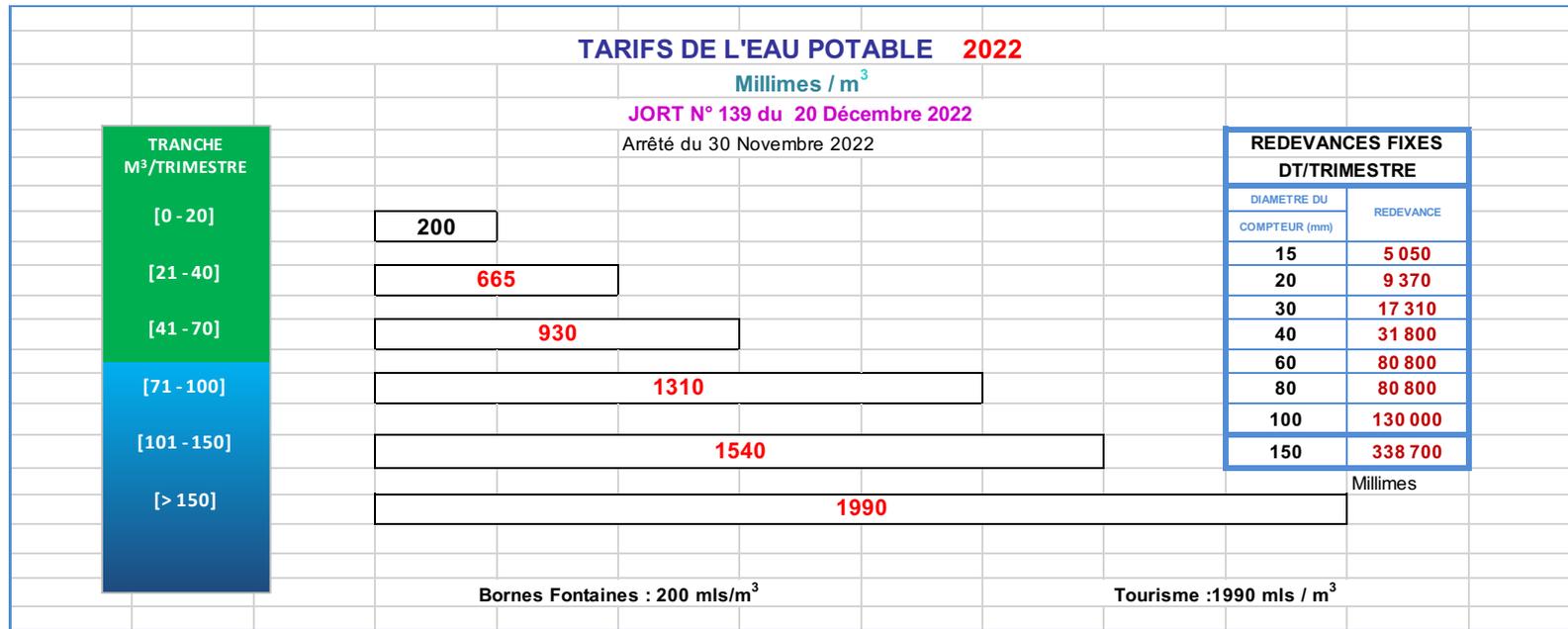
Usage agricole: 5 mill/m<sup>3</sup>

Autre usage (commercial, industriel, hotellerie) : 50 mill/m<sup>3</sup>

La SONEDE ne paye pas la redevance

# Coûts et tarifs de l'eau potable – SONEDE/GDA

La SONEDE achète environ 45% de ses besoins à la SECADENORD



1,302 Dinar en 2021 alors que le tarif de vente moyen a évolué de 0,56 Dinar en 2015 à 0,94 dinar en 2021.

Le tarif de l'eau potable dont les réseaux sont gérés par les GDA varie d'un GDA à un autre et peut dépasser 2 dinars le m<sup>3</sup>.

Le coût du dessalement de l'eau de mer = 4 dinars (production et distribution)

# Couts et tarifs de l'assainissement et de l'épuration des eaux usées – ONAS

En 2021 : le coût d'exploitation de l'assainissement et d'épuration de l'eau a été de 1,201 Dinars/m<sup>3</sup>

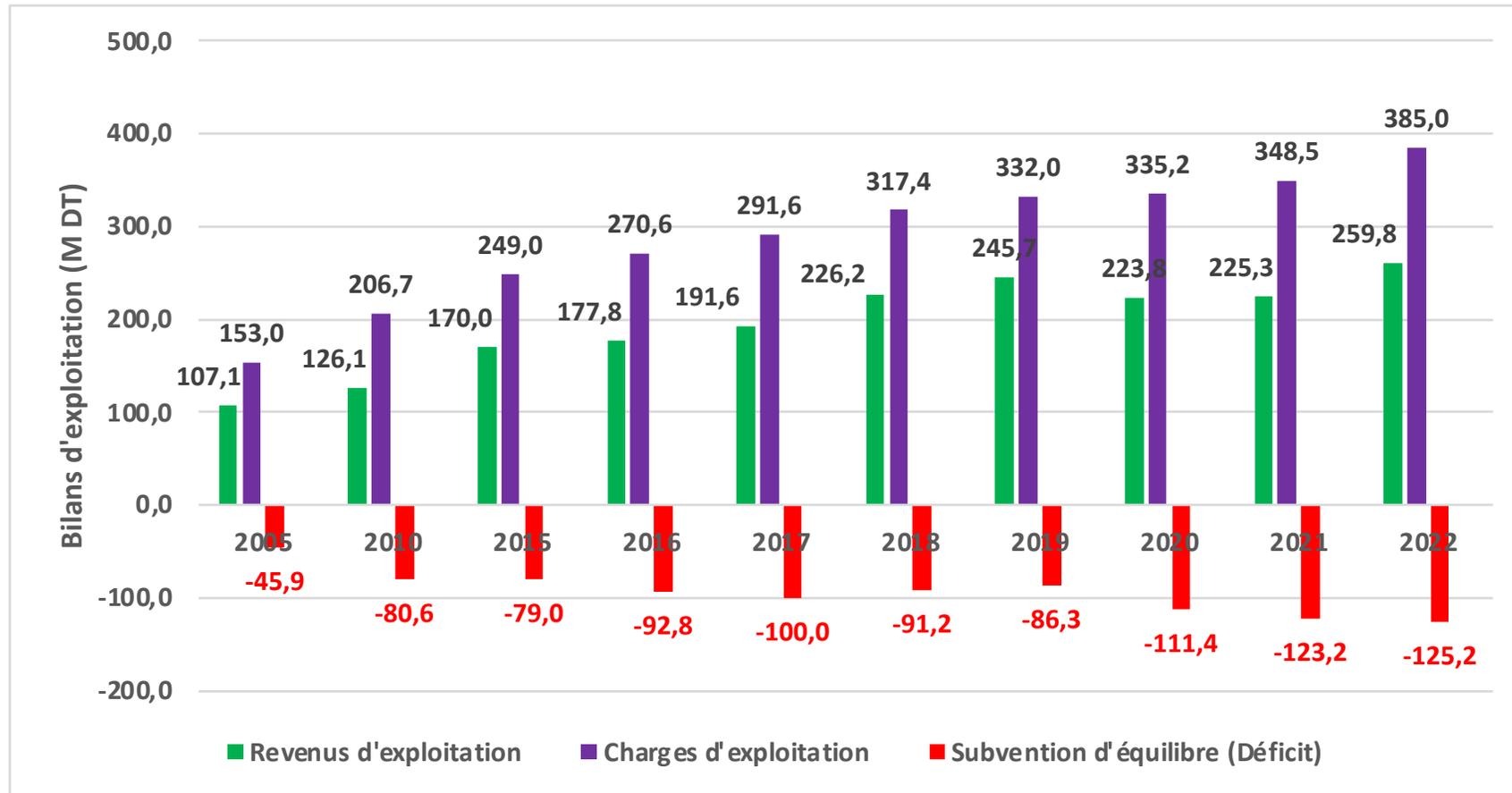
La redevance reçue des clients de l'ONAS est en moyenne de 0,750 Dt/m<sup>3</sup>.

Le déficit est comblé par l'Etat sous forme de subvention d'équilibre.

Aucune des catégories d'abonnés ne paie un prix qui couvre ce dernier coût, à l'exception de la catégorie « Industrie non conforme aux normes ».

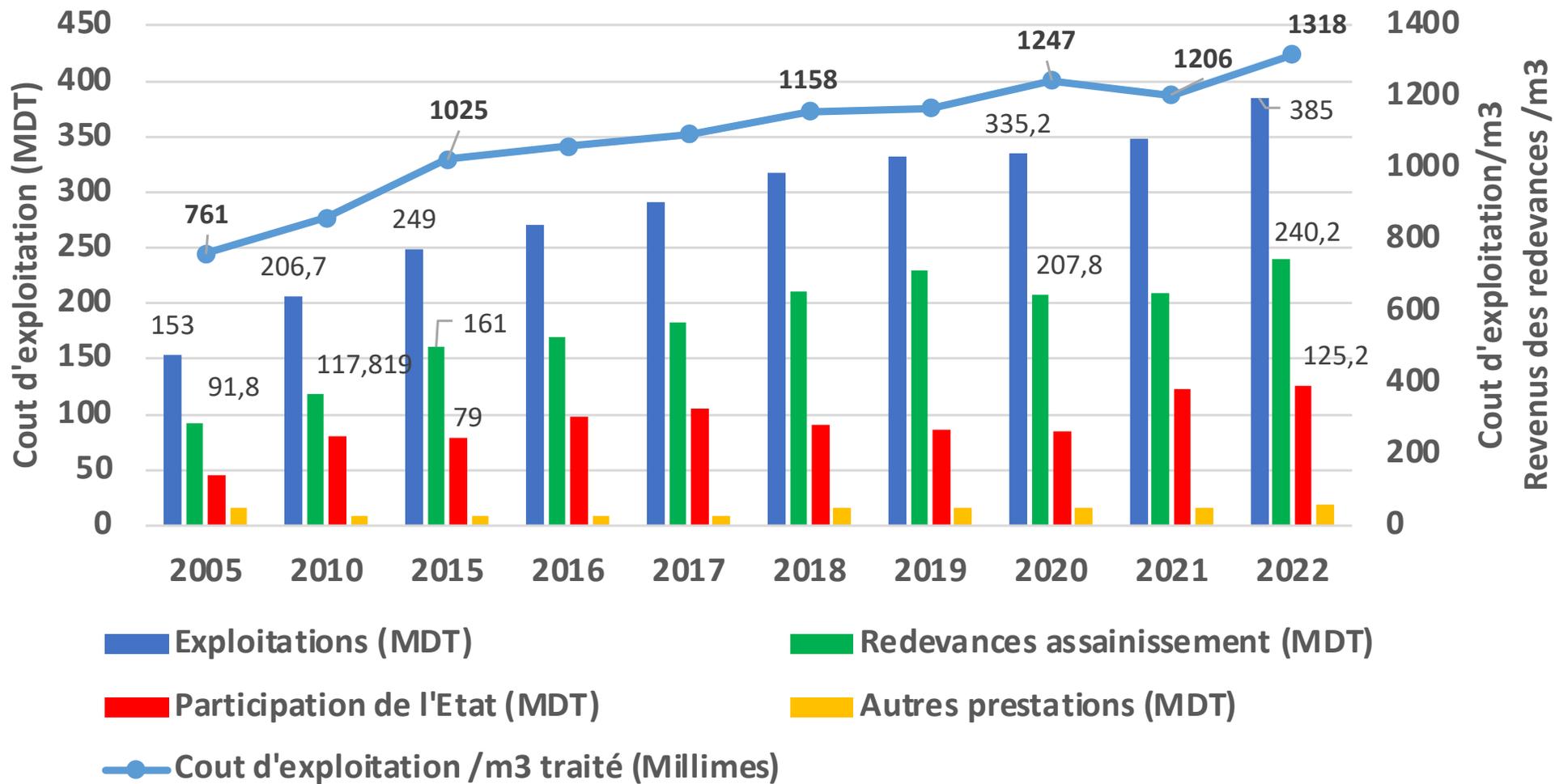
**En 2021, les dépenses d'exploitation des stations d'épuration indiquent un coût de 0,166 Dinars le m<sup>3</sup> d'eau usée traitée alors que le CRDA vend l'eau épurée aux GDA à 20 millimes (coût partiel du pompage) L'ONAS ne récupère rien de la réutilisation des EUT**

# Bilans d'exploitation– ONAS



Défis:

Couverture de 193 communes sur les 350  
Zones rurales : absence de tissu industriel



## Pertes économiques

Même si les sécheresses sont les plus fréquentes (54% des catastrophes identifiées entre 1957 et 2018), les dégâts des inondations comptent pour plus de 60% des pertes économiques sur la même période. Les pertes dues aux catastrophes climatiques sur la période de 2014 à 2022 ont été évaluées à 345 Millions de Dinars pris en charge par l'Etat à hauteur de 40%.

Banque Mondiale, 2023. Tunisia Climate Change and Development Report (CCDR).

## Pertes économiques

L'étude menée par la FAO en 2020 indique qu'en Afrique du Nord les pertes de terres dues à la dégradation des sols sont parmi les plus élevées au monde. Dans la sous-région du Maghreb, les taux de dégradation des sols sont de 69% au Maroc et en Tunisie et de 93% en Algérie. La même étude, évalue l'impact économique de la dégradation des terres entre 2% à 7% des PIB nationaux.

*FAO, 2020. Assurer la durabilité de l'environnement dans le contexte -de la pénurie d'eau et du changement climatique. Conférence régionale de la FAO pour le Proche-Orient*

# Pertes économiques

Selon l'Institut National de la Consommation (INC):

- Les Tunisiens jettent en moyenne 900.000 pains par jour, soit l'équivalent de 113000 tonnes en 2016 ce qui correspond à un budget de 100 millions de dinars par an. Aussi au niveau du gaspillage des aliments,
- Les pertes par gaspillage sont évaluées à environ 68 dinars/personne/mois soit 18% du total des dépenses alimentaires et l'équivalent de 9643 Millions de Dinars/an en 2021.
- 450 millions de dinars ont été alloués du Budget de l'Etat en 2017 pour subventionner la farine du pain

## Pertes économiques

Etude de la FAO 2021 « **l'analyse des pertes alimentaires. Causes et solutions. Etude de cas de la chaîne de valeur du lait en Tunisie** », Les pertes de lait enregistrées totalisent, pour les deux gouvernorats de Bizerte et de Mahdia, 21,13 millions de dinars tunisiens par an. L'impact eau, pour les deux gouvernorats, est estimé à 201 millions de litres d'eau perdue par an (soit l'équivalent des besoins en eau potable de 5500 habitants par an à raison de 100 litres/jour) et l'impact empreinte carbone est estimé à 20,10 millions d'équivalent CO<sub>2</sub>.

La production nationale des céréales n'est pas consommée puisque selon la FAO, les pertes moyennes pour la Tunisie s'élèvent à 7 millions de quintaux par an répartie entre 2,5 millions de quintaux perdus et 4,5 millions de quintaux gaspillés.

*FAO. 2021. Analyse des pertes alimentaires : causes et solutions – Étude de cas de la chaîne de valeur du lait en Tunisie. Tunis. <https://doi.org/10.4060/ca7334fr>*

## Echelle mondiale: Pertes économiques

Le nouveau rapport publié par WWF en octobre 2023, intitulé “Le coût de l’eau bon marché” estime la valeur économique quantifiable totale des usages de l’eau en 2021 à l’échelle mondiale à environ 58 000 Milliards de dollars, soit 60 % du PIB mondial de la même année. Les avantages directs (pour les ménages, l’agriculture et différentes industries) sont évalués à un minimum de 7 500 milliards de dollars par an alors que les bénéfices indirects de l’eau douce sont eux constamment sous-évalués. Ces bénéfices, qui vont de la conservation de la biodiversité à la protection contre les sécheresses et les inondations, représentent pourtant une valeur sept fois supérieure, soit 50 000 Milliards de dollars par an.

# Ecosystèmes/biodiversité: Pertes économiques

La valeur économique des services écosystémiques de l'écosystème de l'Ichkeul a été évaluée à 6,270 millions DT en 2015 ou 498 DT/ha (254 \$/ha en 2015), une valeur supérieure à la moyenne mondiale (74 \$/ha - prix 2015).

- **73% : la valeur des services de régulation, ou les bénéfices d'usage indirect,**
- 18% : services d'approvisionnement
- 9%: culturels

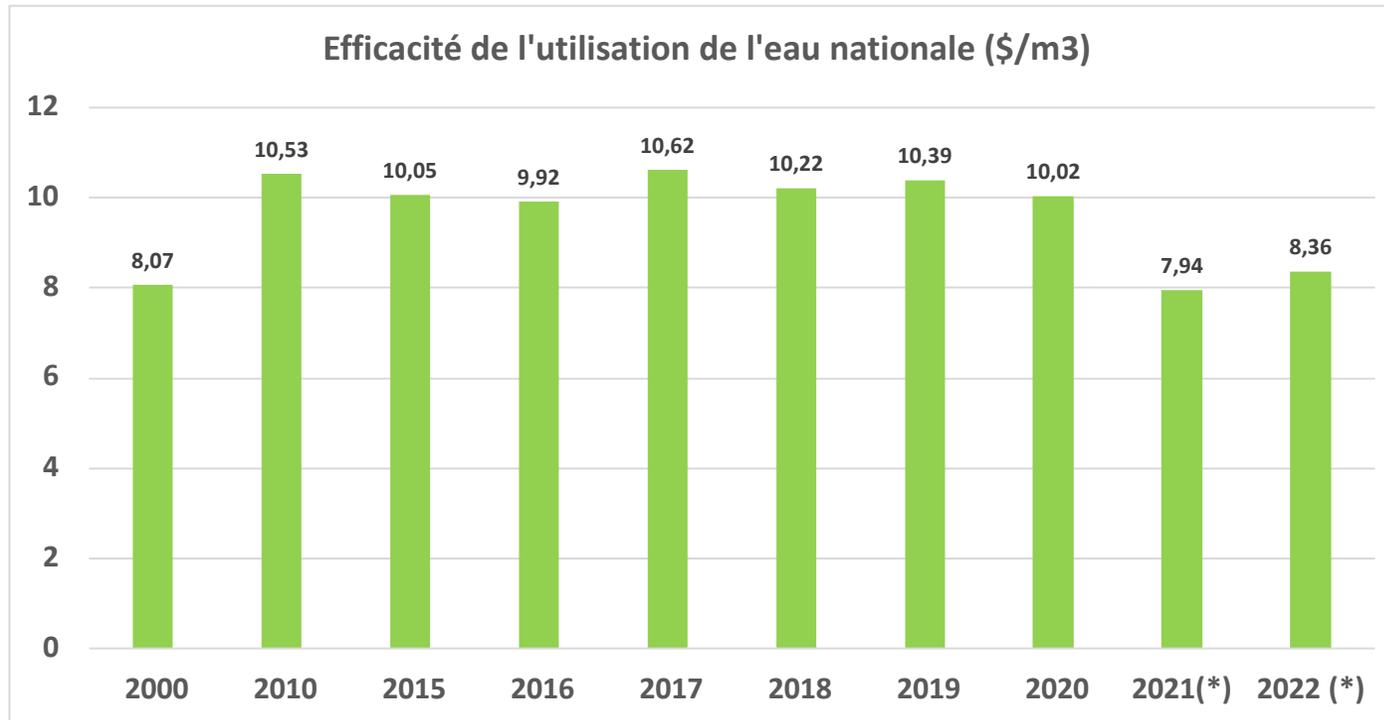
Les valeurs importantes obtenues correspondent aux services de protection contre les inondations (33,8% de la valeur agrégée), de la recharge de la nappe phréatique (23,2%), de la rétention des sédiments (12,4%), du pâturage (10,4%), de la récréation (8,9%) et des poissons (7,0%), en plus du rôle joué par les forêts dans la rétention des terres (2,3%) et la séquestration du carbone (1%), la production d'olives (0,2%), la production du miel (0,4%), et l'utilisation des eaux thermales (0,4%).

*Daly-Hassen, H. (2017). Valeurs économiques des services écosystémiques du Parc National de l'Ichkeul, Tunisie. Gland, Suisse et Malaga, Espagne : UICN. 104pp.*

## Feux de forêts (pertes économiques)

La valeur des bénéfices de la forêt tunisienne a été estimée à 208 millions DT en 2012, soit 0,3% du PIB du pays en 2012. Ces bénéfices comprennent le fourrage (38%), la séquestration du carbone (24%), les produits forestiers non ligneux (12%), la protection contre l'érosion (12%), le bois (5%), la valeur d'option issue des produits pharmaceutiques (6%) et la valeur culturelle (2%) (onagri.nat.tn)

# Efficacité de l'utilisation de l'eau



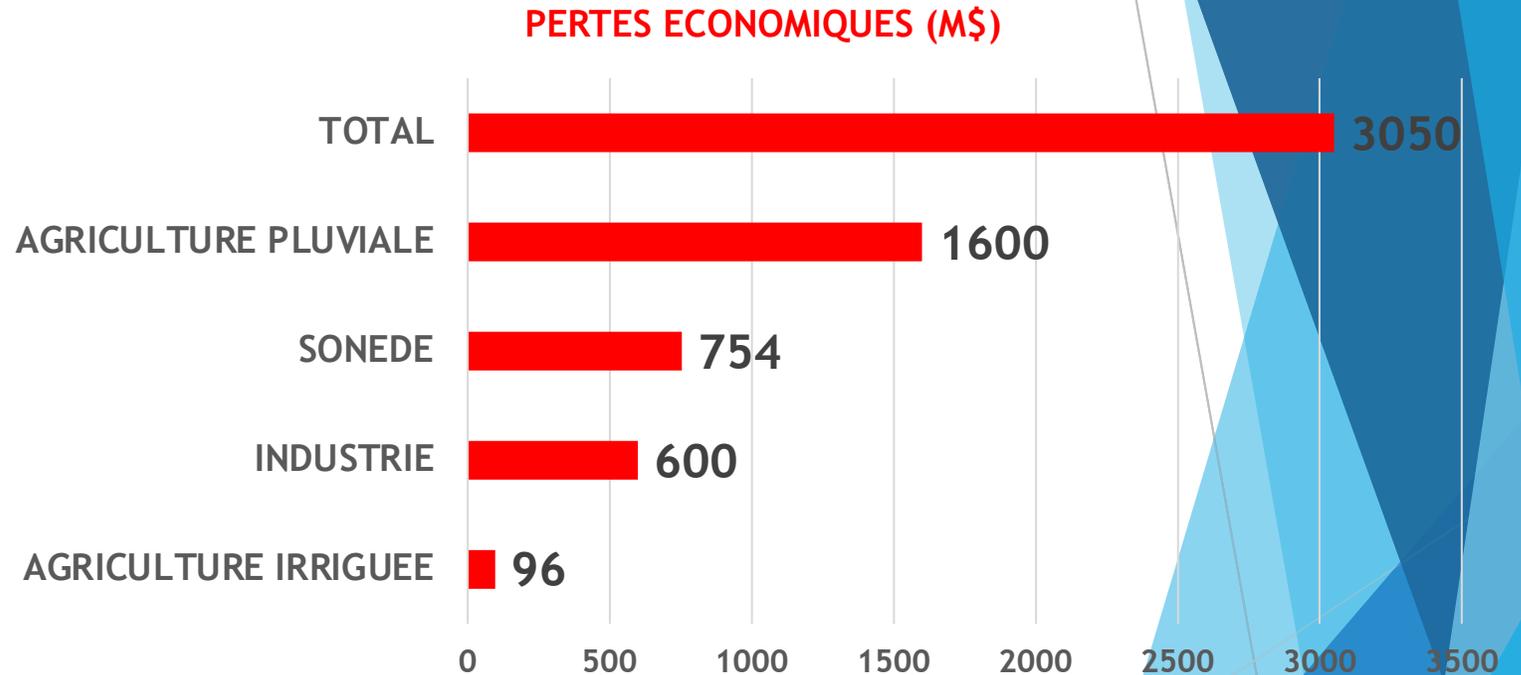
# Cout économique de sècheresse

<u>Les prélèvements pour usages</u>	3764,18
Usages agricoles	2809,34
Usages domestiques	855,68
Usages Industriels	65,82
Usages Touristiques	33,34

Effacité de l'utilisation de l'eau (\$/m3)	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021(*)	2022 (*)
Effacité de l'utilisation de l'eau par l'agriculture irriguée	0,18	0,18	0,27	0,25	0,27	0,31	0,3	0,32	0,569	0,604
Effacité de l'utilisation de l'eau par les industries	60,2	68,21	112,25	136,1	111,5	225,48	149,84	143,33	177,994	165,907
Effacité de l'utilisation de l'eau par les services	39,18	47,16	38,66	37,48	33,11	32,39	34,38	32,14	32,316	34,125

# Cout économique de sécheresse

- 200.000 m<sup>3</sup>/jour en moins pour la SONEDE
- 20% en moins d'eau pour le secteur industriel
- 300 Mm<sup>3</sup>/an en moins agriculture irriguée (1/3 du PIB agricole)
- 50% à 60% de pluviométrie en moins c'est en moyenne 60% de pertes de production pluviale/paturage (2/3 du PIB Agricole)

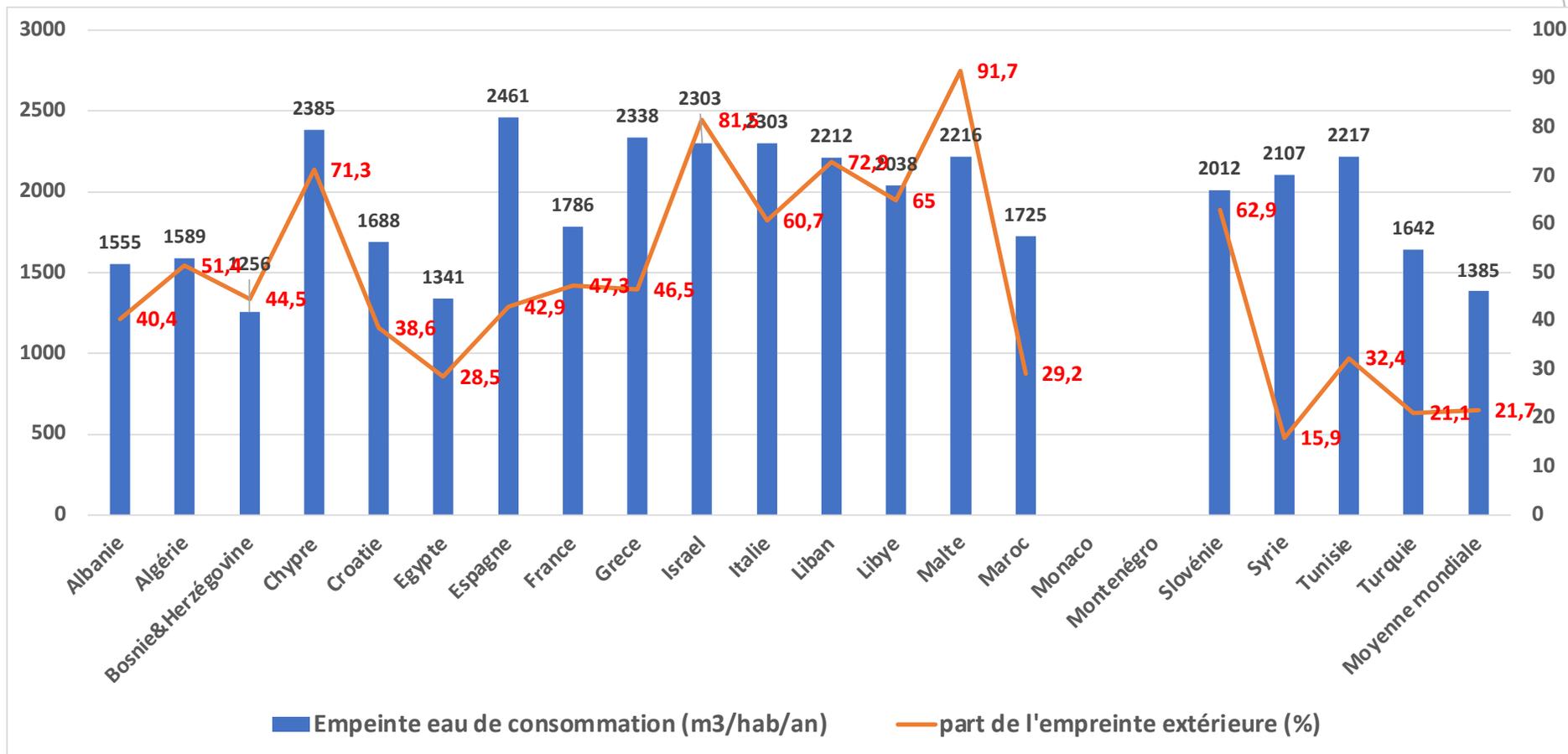


6,4% du PIB

# Conclusions

**L'eau en tant qu'élément de paix  
dépend des phénomènes globaux**

## Empreinte eau de consommation - pays de la méditerranée



- 1. Dérive du climat:** grande perturbation du cycle mondial de l'eau et intensification des extrêmes
- 2. L'homme s'est accaparé la ressource** et a oublié les besoins en eau douce des écosystèmes et de la biodiversité
- 3. FORT POTENTIEL DE PERTES ET GASPILLAGES** à différents niveaux
- 4. Les états ont largement investi dans la mobilisation des eaux de surface** alors que **l'essentiel de l'eau de pluie (+90%) est retenu par le sol hautement dégradé**
- 5. UNESCO: 99% de l'eau douce sur la terre se trouve sous la terre avec un accès non contrôlé (absence de comptage de l'eau) et seulement 10% des ressources souterraines ont été constitués sur les 50 dernières années**
- 6. La valeur directe et indirecte des usages de l'eau est très élevée :** ni les couts ni les tarifs ne sont reflétés dans les économies nationales

**7. Dès que l'écosystème naturel (aquatique) est modifié, certains des services initiaux et des avantages associés qui en découlent sont perdus et remplacés par des avantages tirés de ces modifications (A saisir: une grande capacité d'adaptation)**

**8. Besoin de considérer l'empreinte eau pour diriger les investissements et les mesures pour plus de résilience**

## Gestion de la rareté avec les principales recommandations

- L'eau a une dimension territoriale **MONDIALE**
- Renforcer la connaissance scientifique sur le cycle mondial de l'eau en tant que patrimoine mondial commun et tous les cycles des éléments naturels (fer, carbone, etc.)
- Retenir les besoins en eau douce des écosystèmes en tant qu'usage proprement dit et éliminer toute forme de pollution
- **L'EAU = POLITIQUE**
- **EAU = POUVOIR**
- Réglementer, comptabiliser **ET METTRE SOUS HAUTE AUTORITE** l'accès à la ressource souterraine à tous les niveaux (temporal et spatial, comptage de l'eau)
- Renforcer et innover les mécanismes de la coopération intérieure et extérieure (approche WEFÉ) pour une meilleure compréhension des interactions entre les différents écosystèmes et anticiper les risques de conflits sur toutes les ressources partagées.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

[Raoudha63@gmail.com](mailto:Raoudha63@gmail.com)  
(98769866/20447922)

