

# La vulnérabilité socio-économique face à une élévation du niveau de la mer due changement climatique

## La vulnérabilité socio-économique

La vulnérabilité socio-économique est le dernier maillon de la chaîne des vulnérabilités elle est fonction de :

- l'ampleur de l'ENM,
- la vulnérabilité du milieu naturel à l'ENM,
- de l'occupation humaine et de sa sensibilité à l'ENM.

\*\*\*\*\*

Plan

I/ Approche

II/ Vulnérabilité par zone littorale

III/ Bilan

## I / L'Approche

Un diagnostic sur le milieu socio-économique, ainsi qu'un inventaire des projets envisagés

Cette partie présente une évaluation :

- des pertes de superficies agricoles au niveau des terres potentiellement submersibles
- une estimation des pertes en ressources en eau suite à l'ENM

Approche / pertes des superficies agricoles

**MNT : cartographie des occupations du sol du Nord au Sud du littoral par zone ::**

**L'extrême Nord**

**La côte du golfe de Tunis**

**La côte du golf de Hammamet**

**La côte du grand Sahel**

**La côte du golfe de Gabés**

**L'extrême Sud**

**Les îles de Kerkena et de Djerba**



**Superposition des cartes de l'occupation des sols et celles des zones submersibles  
Cette évaluation de la vulnérabilité sera abordée du Nord au Sud du littoral par zone**

## La vulnérabilité socio-économique

La première étape a dressé un diagnostic sur le milieu socio-économique et un inventaire des projets envisagés sur ce milieu

Cette partie présente une évaluation de l'occupation des sols dans l'arrière-pays potentiellement submersibles, et ce afin d'une évaluation des pertes des superficies agricoles.

La superposition de la carte des zones à risque de submersion et celle de l'occupation du sol au niveau de ces terres, laisse apparaître que

\* L'étude présente aussi une estimation des pertes en ressources en eau suite à l'ENM

## La vulnérabilité socio-économique

Approche / perte des ressources en eau

Au niveau des nappes phréatiques

La vulnérabilité des nappes phréatiques à l'ENM est fonction de plusieurs facteurs (Localisation, structure piézométrique, pression anthropique, la recharge climatique de la nappe...)

Une évaluation tenant compte essentiellement de la structure spatiale de la piézométrie et du niveau de l'ENM

## II Vulnérabilité par zone

### 1/ L'extrême Nord

De la frontière avec l'Algérie à Rass Ettarf.

Vue la morphologie de sa côte, globalement il est moins vulnérable à l'ENM que la côte orientale. Mais localement, certaines zones sont très vulnérables et les surfaces qui risquent d'être perdues sont importantes. **55% des terres submersibles sur les berges de l'ensemble des lagunes** du pays se situent autour du lac de Bizerte et celui d'Ichkeul (**soit 5841 ha sur un total de 10 861**

## La vulnérabilité socio-économique

Pour ce tronçon de côte, les zones à risque de submersion concernent :

- Essentiellement les berges de deux lagunes de Bizerte et de l'Ichkeul;
- Ensuite les embouchures des oueds Zwara, El Barka, Ziatine, Gamgoum et Eddamous;
- A côté de quelques zones basses à Bizerte et à l'extrême Nord.

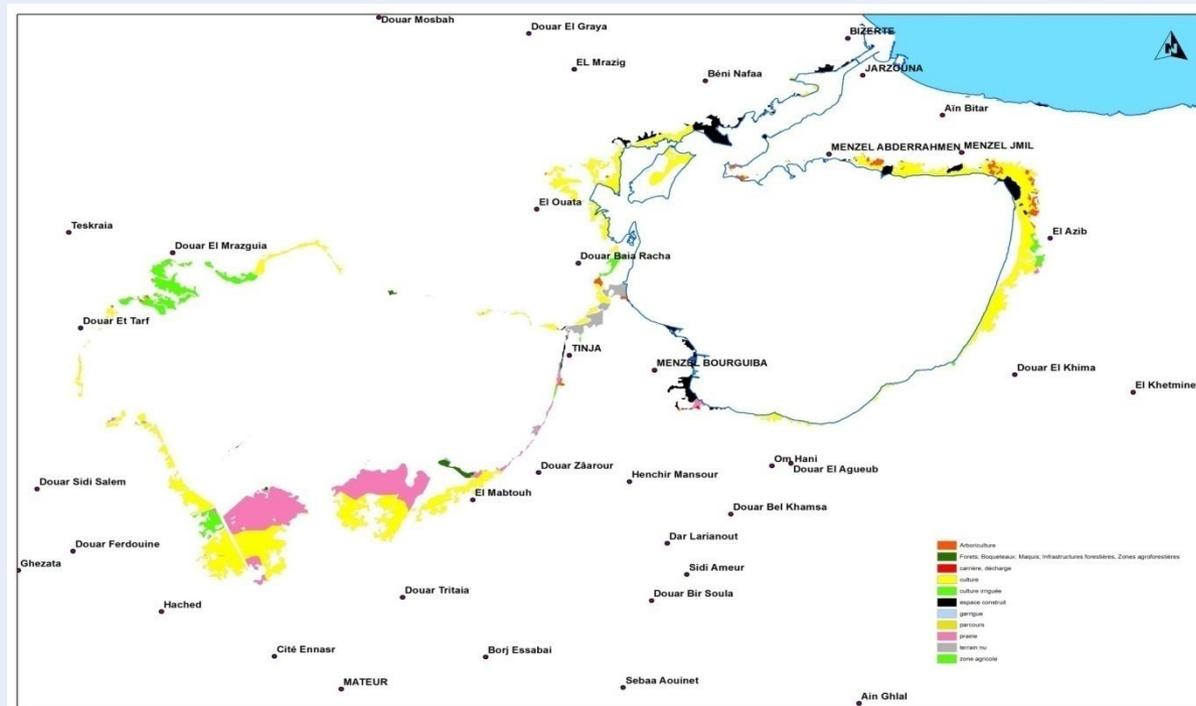


Figure 1 : Occupation des sols dans les zones vulnérables des berges des lagunes d'Ichkeul et de Bizerte

## La vulnérabilité socio-économique

**Occupation du sol et agriculture** : le risque porte sur :

- **2 225 ha** de terres agricoles ( dont 1812 ha de culture annuelle et 253 ha de culture irriguée),
- **764 ha** de végétation spontanée;
- **100 ha** de terrain nu.

Ceci à côté des terres humides incultes et qui ne portent pas aujourd'hui d'installations humaines. Ces terres sont délaissées à cause de la nature très salée et gorgée d'eau de leurs sols. La valeur économique de ces terres est difficile à évaluer. En fait ces terres humides jouent des fonctions multiples et ont surtout une grande valeur de biodiversité et écologique et une fonction de valorisation du paysage.

### **Les ressources en eau**

**Dans** ce secteur du littoral tunisien, la question de l'eau ne se pose pas avec la même acuité que sur la façade orientale du pays. Le climat y est plus humide et la pression sur la ressource est moins forte, d'où une vulnérabilité de cette ressource à l'ENM moins marquée qu'ailleurs.

Une ENM affectera, par le phénomène de l'intrusion marine, notamment deux nappes littorales de ce secteur : la nappe de Tabarka et celle de Berkoukech- Ouechtata qui perdront **10 à 15 %** de leur ressource par salinisation.



## La vulnérabilité socio-économique

### *Agriculture et occupation des sols*

Avec ses deux lagunes et ses nombreuses sebkhas et embouchures d'oued et la configuration essentiellement plate de ses côtes, le golfe de Tunis présente, avec un scénario d'une ENM d'un mètre, des étendues importantes de terres potentiellement submersibles **(10000 ha)**. Sa vulnérabilité à l'ENM est accrue par le fait que sa côte et son arrière pays supportent une forte occupation humaine.

- **Plus de 6000 ha de superficies agricoles** (tous types de cultures confondues) seront perdus (dont plus de 2200 ha de cultures irriguées et plus de 3000 ha de cultures annuelles)
- **Plus de 1000 ha de végétation spontanée et de 900 ha de terres de parcours et presque 200 ha de terrain nu.**

Les pertes économiques seront importantes aussi au niveau des terres humides bordant le rivage de la mer ou des lagunes, qui jusqu'à récemment sont souvent délaissées à cause de leur sol très salé et fréquemment gorgé d'eau. Aujourd'hui, les installations humaines commencent à empiéter sur ces terres notamment à proximité de Tunis (secteur de Raoued, les berges du lac). D'importants projets au niveau de certains secteurs de ces terres sont annoncés (projet de sebkha Ariana).

### *Resource en eau*

Une INM d'un mètre affectera fortement les nappes phréatiques de l'Ariana, d'Ariana-Soukra et celles de Mornag et de Grombalia.

Le taux d'exploitation élevé de ces deux dernières renforce leur vulnérabilité à l'ENM. **Ces nappes perdront entre 70 et 75% de leurs ressources, soit une perte totale en ressource en eau de ces nappes de 55,5 Mm<sup>3</sup> d'eau.**

## La vulnérabilité socio-économique

### 3/ Le golf d'Hammamet



Figure 1: Occupation des sols dans les zones vulnérables des berges de la côte orientale du Cap Bon, Secteur Kélibia –Menzel Tmime



Figure 2: Occupation des sols dans les zones submersibles du fond du golfe d'Hammamet

## La vulnérabilité socio-économique

### ***Agriculture et occupation des sols***

Ce tronçon de côte s'étend d'El Haouaria jusqu'à Hergla. Sa vulnérabilité à l'élévation du niveau de la mer vient :

- de la faiblesse de sa topographie et de sa bathymétrie ; il s'agit d'une côte plate, basse (altitude de 1 à 2 m, jusqu'à quelques décimètres à l'approche du rivage), bordée par des plages sableuses alternant avec des sebkhas dont le fond se situe parfois à une altitude légèrement inférieure à celle de la mer ;
- ce secteur compte **19 sebkhas longeant le littoral** souvent sur des grandes distances ;
- La forte pression anthropique perceptible à travers l'étendue du linéaire urbanisé et touristique et les nombreuses exploitations agricoles.

Avec une ENM d'un mètre, ce secteur du littoral tunisien perdrait plus de **5000 ha**, dont la majeure partie (4 620 ha) dans les zones des sebkhas.

Une ENM d'un mètre affectera **995 ha de terres agricoles** tous types de cultures confondus, **3824 ha de parcours** à côté d'une centaine d'hectares de végétation spontanée,

## La vulnérabilité socio-économique

### Les ressources en eau

Une ENM d'un mètre affectera fortement les nappes phréatiques littorales du golfe d'Hammamet. Les pertes totales en eau de ces nappes par suite de l'intrusion marine seront de l'ordre de **91 Mm<sup>3</sup>**, soit plus de 76% de la ressource actuelle. La salinisation des eaux de ces nappes aura, dans les secteurs densément occupés notamment, des impacts sur les conditions de vie des populations littorales..Plusieurs infrastructures socio-économiques se trouvant sur le littoral peuvent en effet en souffrir

Tableau 1 : Pertes estimées des ressources en eau des nappes phréatiques littorales (golfe d'Hammamet)

Nappes	Ressources actuelles (Mm <sup>2</sup> )	Salinité max(g/l)	Salinité min (g/l)	Taux d'exploitation	Perte en ressource (Mm <sup>2</sup> ) avec une ENM + 1m)
Plaine d'El Haouaria	38,5	5.0	1,5	167%	<b>28,9</b>
<b>Côte orientale</b>	50.0	6.0	2.0	101%	<b>42,5</b>
Plaine Nabeul-Hammamet	25.1	5.0	2.0	60% (70)	15.0
Bouficha	1.0	5.0	1.5	80% (75)	0.88
Chegarnia	3.71	6.0	2.0	78%	2.8



## La vulnérabilité socio-économique

### ***Agriculture et occupation des sols***

Le risque de submersion, avec une ENM d'un mètre, y affectera une étendue de terre de **815 ha localisés autour des sebkhas** (Sebkha Sahline, Sebkha Eddimmas, Sebkha Ben Ghayadha, et Sebkha Enjila) et 99 ha autour du lac de Monastir.

En considérant l'occupation des sols actuelle, nous pouvons dire que **400 ha de terres de parcours et 174 ha de terre agricole**, tous types de cultures confondus, sont menacés par la submersion, à côté **55 ha d'espace vert artificiel et 7 ha de végétation spontanée**.

### ***Les ressources en eau***

Le Sahel dispose de plusieurs nappes phréatiques littorales qui sont vulnérables à l'ENM. Il s'agit souvent de petites unités mais fortement exploitées et leurs eaux ne sont pas toujours de bonne qualité. Avec une ENM d'un mètre et par l'effet de l'intrusion marine, **12 Mm3 d'eau seront perdus au niveau de ces nappes, soit autour de 75% de leurs ressources actuelles**.

**Tableau : Pertes estimées des ressources en eau des nappes phréatiques littorales (Sahel central)**

Nappes	Ressources actuelles (Mm3)	Salinité max(g/l)	Salinité min (g/l)	Taux d'exploitation	Perte en ressource (Mm3) avec une ENM + 1m)
Oued Kheirat	0,75	5	2	16%	0.48
Chegarnia	1,77	4	1	100%	1.4
<b>Oued Laya</b>	<b>2,64</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>101%</b>	<b>2,1</b>
Chott Mariem	0,80	6	2	52%	0.56
<b>Chegarnia 2</b>	<b>3,71</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>78%</b>	<b>2,96</b>
Synclina Msaken	1,46	6	1	68%	1,0
Mahdia - Ksour Essaf	2.91	10	3	206%	2.7
Chebba-Ghedabna	1,2	6	2	215%	0.91

## 5 / Le golfe de Gabès

### *Agriculture et occupation des sols*

Le tronçon de côte s'étend entre la pointe de Rass Kaboudia (à Chebba) et le Jorf

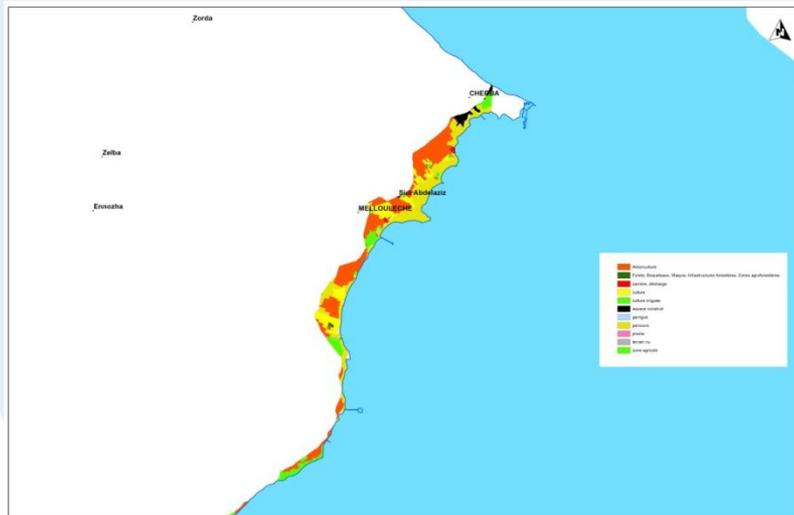


Figure 1 : Occupation des sols dans les zones submersibles au nord du du golfe de Gabès

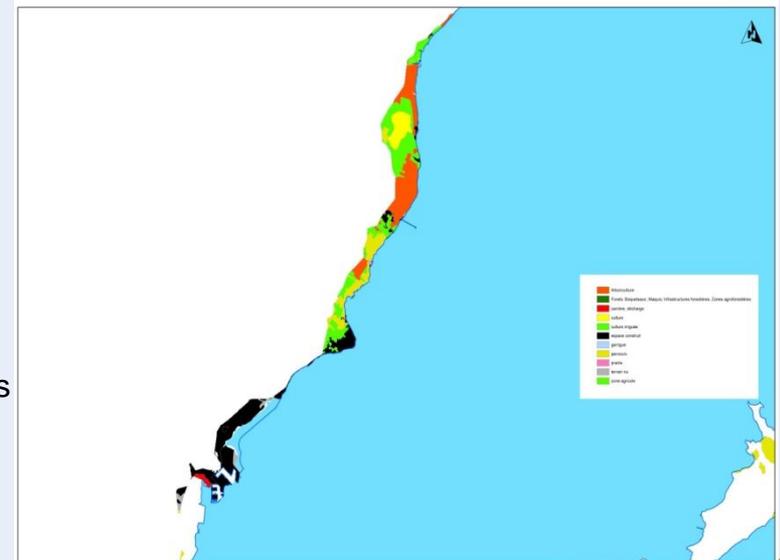


Figure2 : Occupation des sols dans les zones submersibles au nord du du golfe de Gabès (secteur de Sfax)



## La vulnérabilité socio-économique

### ***Agriculture et occupation des sols***

- Les pertes en terre les plus importantes affecteront :
  - les zones des sebkhas (plus de 4000ha)
  - les zones des schorres maritimes.
  - à côté des terrains perdus au niveau des embouchures et estuaires d'oueds.

En considérant l'occupation du sol dans les zones à risque de submersion au niveau du golfe de Gabès, nous trouvons qu'autour de **6000 ha de terres de parcours et 6380 de terrains agricoles** (tous types de cultures confondus) seront perdus avec une ENM d'un mètre.

### ***Ressources en eau***

Le littoral du golfe de Gabès compte trois nappes phréatiques parmi les nappes littorales du pays les plus vulnérables à l'ENM : **la nappe de Sfax, celle de Gabès Nord et celle de Gabès Sud**. Ce sont des nappes fortement exploitées et affichent déjà au niveau de certains secteurs des intrusions des eaux marines. Avec une ENM d'un mètre, ces nappes perdront 90 à 95% de leurs ressources, soit autour de **61Mm<sup>3</sup> d'eau**.

## 6/ L'extrême Sud Tunisien

Ce tronçon du littoral s'étend du Jorf à la frontière libyenne

Les zones qui y sont potentiellement submersibles par suite de l'ENM concernent:

- Les deux lagunes de Boughrara et El Bibane.
- Les sebkhas côtières;
- Les schorres maritimes.

Figure 1: Occupation des sols dans les zones submersibles dans la secteur de Boughrara- El Quantara



## La vulnérabilité socio-économique



Figure 2: Occupation des sols dans les zones submersibles dans la secteur de Boughrara - Zarzis



Figure 3: Occupation des sols dans les zones submersibles sur les berge de la lagune d'El Bibane

## La vulnérabilité socio-économique

### *Agriculture et occupation du sol*

- **Au total, autour de 6000 ha courent le risque de submersion avec une ENM d'un mètre** (notamment autour des sebkhas, plus de 3000 ha au niveau de Sebkha Bou Jmel, de 2000 ha autour de sebkha El Maleh et autour de 500 ha au niveau de sebkha de Hassi Jerbi. Dans la zone de la lagune de Boughrara, les secteurs à risque de submersion concernent surtout les sebkhas et les schorres situés sur ses abords. Les berges de la lagune d'El Bibane perdront 270 ha par submersion).

-Au niveau de l'occupation du sol actuelle, les terres à risque de submersion correspondent à **2750 ha de terre de parcours, 707 ha d'arboriculture et presque 600 ha de terrains nus** à côté des espaces construits.

### *Les ressources en eau*

C'est un domaine aride, où la pression sur les eaux souterraines est très forte et très ancienne. Les nappes phréatiques littorales sont déjà dans un état très dégradé comme la nappe de Zarzis. La nappe de Ben Gardane a une salure très élevée 'due à la nature des sols gypseux et salifères de cette zone endoréique et à la présence d'un grand nombre de Sebkhas côtiers. La majorité des résidus secs des puits se situe entre 9 et 15 g/l.

### 7/ Les îles

#### *Agriculture et occupation du sol*

Les îles de la façade nord (la Galite, Cani, Pilau, Zemba et Zembtretta) restent peu vulnérables à l'élévation du niveau de la mer. En revanche, une dizaine d'îles localisées sur la façade orientale, seront confrontées au risque d'une submersion totale ou partielle. **Huit îles seront totalement submergées**, il s'agit de l'île de Chekli, de Kuriat, de la flèche de Ras Eddimass, de l'île d'El Bsila, de Gataya Bahria, Gueblia et de Jlij.

Quant aux deux grandes îles Kerkena et Djerba, elles perdront respectivement 57% et 11% de leur superficie.

Au niveau de l'ensemble des îles, les pertes totales des terres suite à une ENM d'un mètre atteindront 15 160 ha,

Sur les 15160 ha des terres à risque de submersion au niveau des îles, 8640 ha reviennent à Kerkena et 5370 ha reviennent à Djerba. Les pertes seront enregistrées surtout autour des sebkhas et des schorres.

## La vulnérabilité socio-économique

### Kerkenena et Djerba

La vulnérabilité socio-économique de ces deux îles vient non seulement de l'importance des terres qui seront perdues mais aussi de la valeur économique de ces terres qui supportent aujourd'hui des fortes densités humaines et des activités économiques variées et qui sont appelées à supporter dans le futur une pression anthropique plus importante.

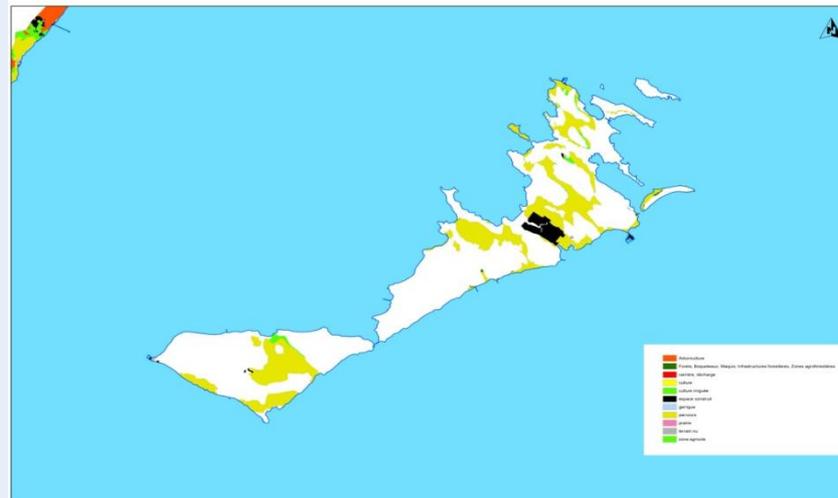


Figure 1 : Occupation des sols dans les zones submersibles à Kerkenena

D'une superficie totale de **15 284 ha**, **Kerkenena perdra 8 640 ha**. Le secteur nord de l'archipel sera plus affecté que la zone centrale ou méridionale.

Les zones à risque de submersion à Kerkenena comptent aujourd'hui **plus de 3300 ha de terres de parcours à côté de 121 ha de terres agricoles**.

## La vulnérabilité socio-économique



Figure 2 : Occupation des sols dans les zones submersibles à Djerba

**A Djerba, l'ENM affectera autour de 2750 ha de terres de parcours et 1040 ha de terre agricole dont 700 ha d'arboriculture et 19 ha de culture annuelle.**

### ***Les ressources en eau***

Les deux îles comptent de plus en plus sur la ressource non conventionnelle pour satisfaire leur besoin en eau

### III/ Bilan

#### 1.1. Le secteur agricole

- Avec une ENM d'un mètre, les terres potentiellement submersibles sur la frange littorale atteindront **116 000 ha**.

Les plus grosses pertes seront sur les pourtours des sebkhas, des lagunes, des schorres et plus particulièrement au niveau des îles plates.

Sur ces espaces **43 000 ha** ont une valeur agricole. Les principales pertes se répartissent approximativement à 9 % d'arboriculture, à 14 % de cultures annuelles, 5,8 % de cultures irriguées, 49 % de parcours et 9,9 % de zones agricoles diverses

A noter que les pertes économiques seront beaucoup plus importantes que ne le laisse supposer l'occupation des sols actuelle, vu que :

- d'autres étendues de terres subiront l'effet indirect de l'ENM, comme les terres irriguées par les eaux des nappes phréatiques affectées par l'intrusion marine,

- des terres humides incultes, aujourd'hui délaissées et ne semblant pas avoir une grande valeur économique, peuvent être d'une grande valeur pour des projets futurs et pour les générations futures,

- la valeur économique des fonctions multiples que jouent aujourd'hui les zones humides, comme celles entourant le lac d'Ichkeul, est difficile à évaluer.

## La vulnérabilité socio-économique

### Bilan global des secteurs submersibles par types d'occupation du sol, pour tout le littoral (Superficies en ha)

OCCUPATION	Extrême nord	Golfe de Tunis	Golfe d'Hammamet	Sahel	Golfe de Gabès	Extrême sud	Kerkna	Jerba	Total	% tage
Arboriculture	100,8	122,5	55,4	57,9	2784,2	707,9		32,1	<b>3 861</b>	9,0%
boqueteau		3,2		4,2					<b>7</b>	0,0%
carrière, décharge	3,9	42,4			65,9	0,0		7,1	<b>119</b>	0,3%
culture		47,2	265,9		25,7				<b>339</b>	0,8%
culture anuelle	1812,4	3330,1	382,1	21,4	837,0	19,5			<b>6 402</b>	14,9%
culture irriguée	253,4	2243,9	0,4	9,4					<b>2 507</b>	5,8%
foret	0,6	0,1							<b>1</b>	0,0%
Forets et boqueteaux	32,9	162,0	13,6	3,0	25,9		9,3		<b>247</b>	0,6%
garrigue		30,6	12,9		4,9				<b>48</b>	0,1%
infrastructures forestieres	0,0	21,1							<b>21</b>	0,0%
Maquis	5,5	12,7	3,0						<b>21</b>	0,0%
Maquis et guarrigues	3,5	0,3							<b>4</b>	0,0%
parcours		894,1	3824,7	416,6	6641,3	2748,8	3337,5	3362,5	<b>21 226</b>	49,4%
plantation d'alignement		0,3				2,6			<b>3</b>	0,0%
plantation de berge	23,0	92,3	880,2	3,8	6,7			8,7	<b>1 015</b>	2,4%
prairie	721,3	753,3							<b>1 475</b>	3,4%
réserve		23,9				4,9			<b>29</b>	0,1%
terrain nu	100,8	196,4	6,2		93,3	592,8	10,6	93,3	<b>1 093</b>	2,5%
vegetation ripicole		5,5	86,4	3,1	146,2				<b>241</b>	0,6%
zone agricole	58,2	325,4	281,0	85,0	2734,0	314,1	121,6	338,7	<b>4 258</b>	9,9%
zone agroforestiere		4,5							<b>5</b>	0,0%
espace vert artificiel			0,0	54,5				32,8	<b>87</b>	0,2%

## La vulnérabilité socio-économique

### 2. Les ressources en eau

- Effets directs et indirects de l'ENM / le phénomène de l'intrusion des eaux marines dans les nappes phréatiques littorales.

En tenant compte essentiellement de la structure spatiale de la piézométrie des nappes phréatiques littorales :

-les pertes totales en ressources en eau de ces nappes évaluées à **208 Mm<sup>3</sup>**.

Les pertes pourraient être plus importantes. En effet l'évaluation des pertes en eau des ces nappes, est une opération difficile du fait que ces pertes sont fonction non seulement de l'ENM, mais de différentes caractéristiques de la nappe, de sa recharge (par les eaux de la pluie et par l'apport des cours d'eau) et de la pression anthropique.

La quantification de l'impact de ces différents facteurs qui peuvent renforcer la dégradation de la ressource, occasionnée par l'ENM, reste aujourd'hui et dans l'état actuel des choses difficile à réaliser. Le renforcement de la pression anthropique sur ces nappes dans les années à venir et la diminution de la recharge par les eaux pluviales (dans le cas où la pluie diminue par suite de l'effet des CC) sont de nature à favoriser le phénomène de l'intrusion marine dans ces nappes.

Les pertes en ressource seront alors plus importantes.

## La vulnérabilité socio-économique

Tableau 2: Pertes estimées des ressources en eau des nappes phréatiques littorales

Nappes	Ressources actuelles	Salinité maximale	Salinité minimale	Taux d'exploitation actuel	Perte en ressource estimée	Perte en ressources estimée
	(Mm3)	g/l	g/l	%	(Mm3)	%
Tabarka	0,5	3	1	80%	0,07	14%
Berkoukech-Ouechtata	5,6	1	0,5	17%	0,6	11%
Ariana	10	5	3	59%	7	70%
Ariana-Soukra	11,5	4,2	2	34%	8	70%
Mornag	18,5	6	1	130%	13,9	75%
Takelsa	12	2	1	80%	1,2	10%
Grombalia	35,5	4	1,5	253%	26,6	75%
Plaine d'El Haouaria	38,5	5	1,5	167%	28,9	75%
Côte orientale	50	6	2	101%	42,5	85%
Plaine Nabeul-Hammamet	25,1	5	2	60% (70)	15	60%
Bouficha	1	5	1,5	80% (75)	0,88	88%
Chegarnia	3,71	6	2	78%	2,8	75%
Oued Kheirat	0,75	5	2	16%	0,48	64%
Chegarnia	1,77	4	1	100%	1,4	79%
Oued Laya	2,64	6	2	101%	2,1	80%
Chott Mariem	0,8	6	2	52%	0,56	70%
Chegarnia 2	3,71	6	2	78%	2,96	80%
Synclina Msaken	1,46	6	1	68%	1	68%
Mahdia - Ksour Essaf	2,91	10	3	206%	2,7	93%
Chebba-Ghedabna	1,2	6	2	215%	0,91	76%
Sfax	50,9	4,2	2,8	103%	48,4	95%
Gabès Nord	3,71	8	3,5	94%	3,5	94%
Gabès Sud	9,6	10	2,5	83%	9,1	95%
<b>TOTAL</b>	<b>291</b>				<b>221</b>	<b>76%</b>