



# Formation sur l'utilisation de Mar-O-Sel un outil interactif et prospectif pour une gestion adaptative des marais méditerranéens

par Brigitte Poulin & Gaëtan Lefebvre



*Journée de formation et d'échanges du PRLM,  
14 octobre 2022, Tour du Valat*



*Credit photo: Simon Baudoin*





**Objectifs** : Utilisation des fonctionnalités de Mar-O-Sel grâce à des exercices réalisés en interaction avec le concepteur de l'outil basés sur des cas concrets proposés par les participants

## Agenda

### Matinée

- 10h00-10h30 : Petit rappel de l'outil Mar-O-Sel (20 min)
- 10h30-12h30: Exercices pratiques utilisant les données des participants (2h)

**Pause déjeuner 12h30-13h45** (cantine de la Tour du Valat)

### Après-midi :

- 13h45-16h15: Exercices pratiques utilisant les données des participants (2h30 min)
- 16h15-16h30: Débriefing sur l'appréciation de la formation par les participants (15 min)

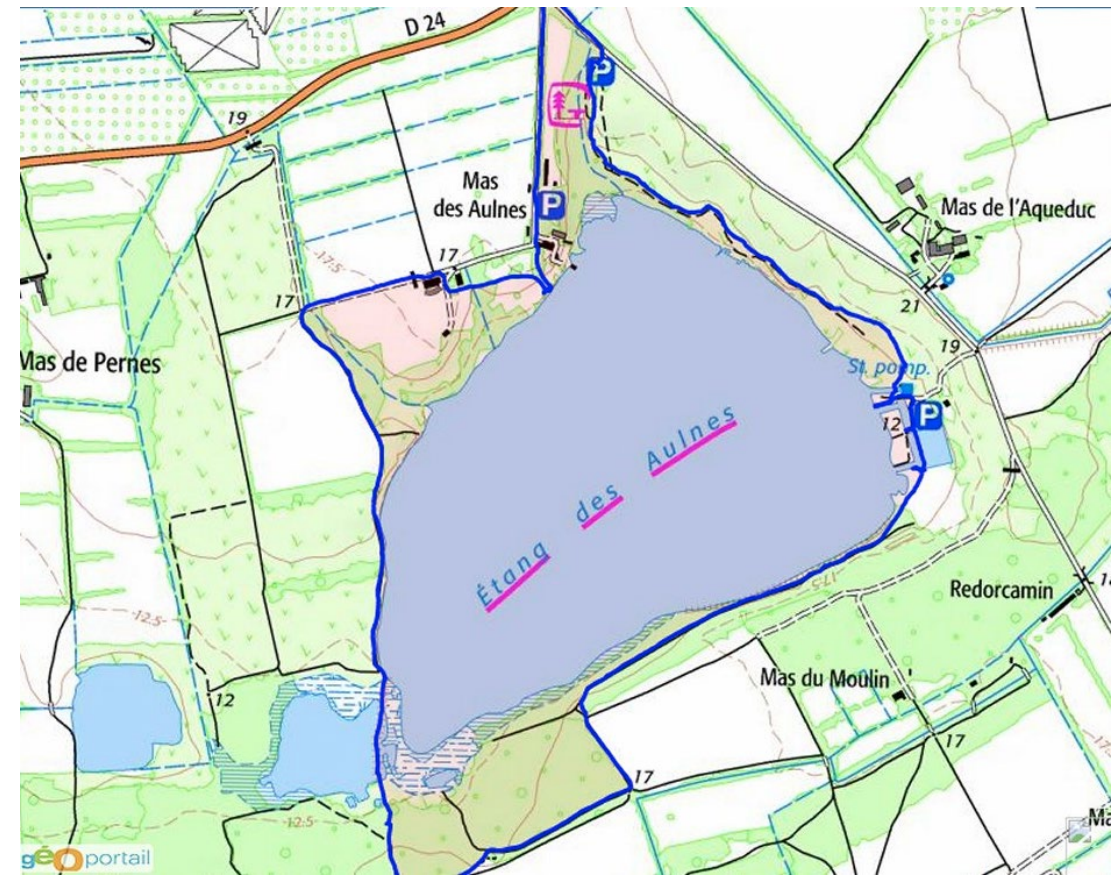
**Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
= hauteur d'eau moyenne**

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies
- Eaux de ruissellement
- Eaux de la nappe
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration
- Débordement
- Fuite par percolation
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)



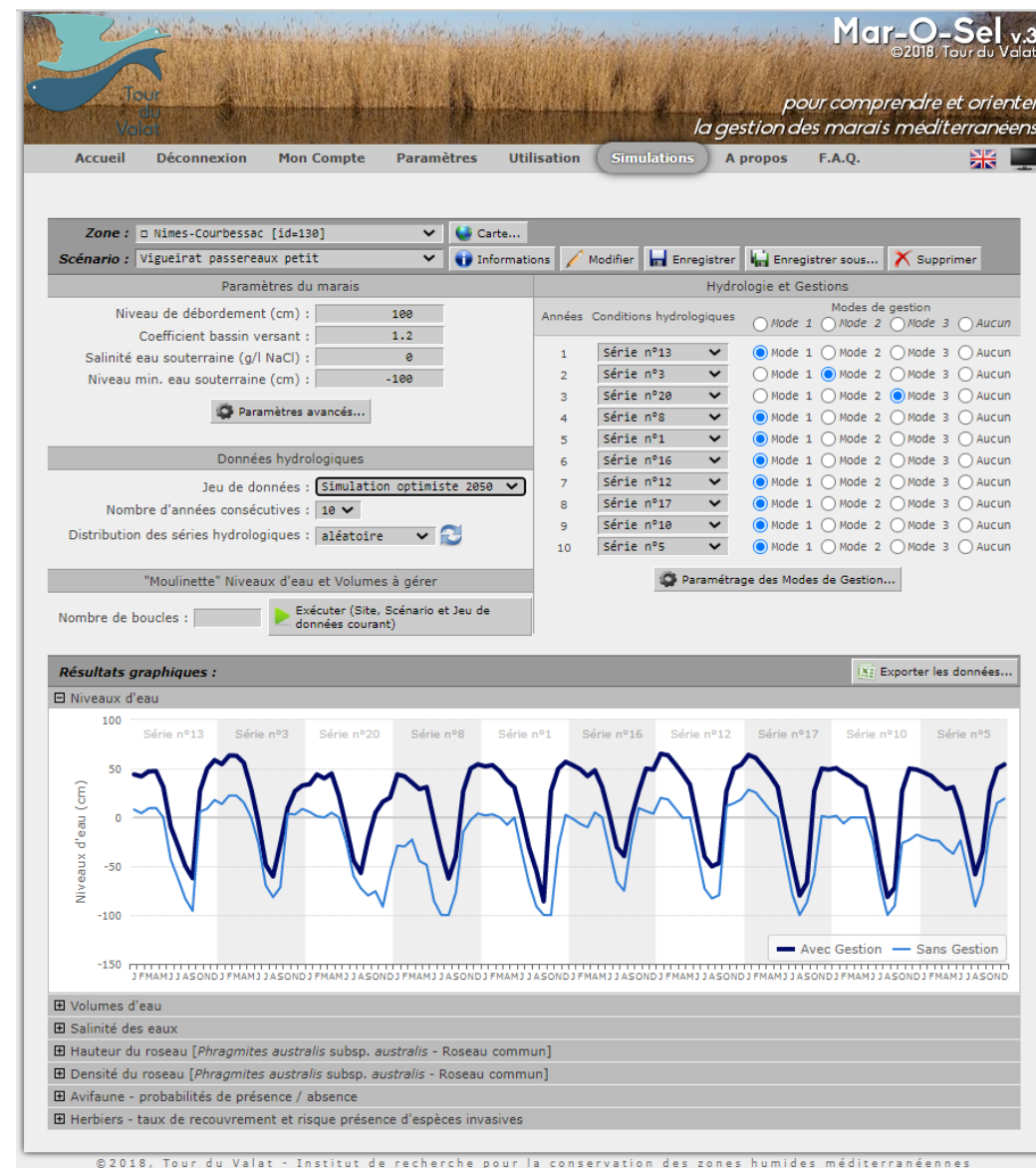
Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
**= hauteur d'eau moyenne**

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies
- Eaux de ruissellement
- Eaux de la nappe
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration
- Débordement
- Fuite par percolation
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)





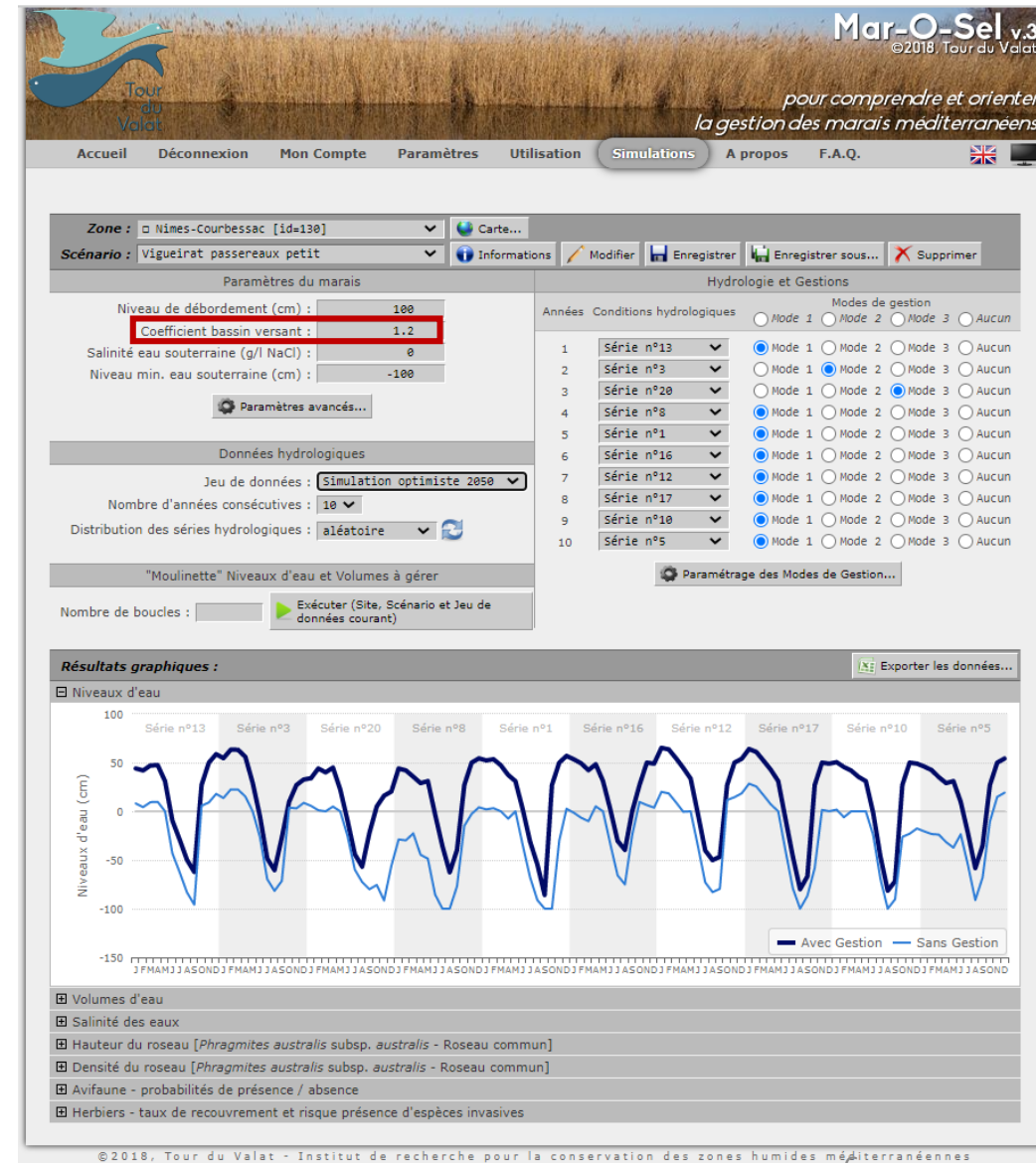
Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
**= hauteur d'eau moyenne**

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Eaux de ruissellement = **Coefficient bassin versant**
- Eaux de la nappe
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration
- Débordement
- Fuite par percolation
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)



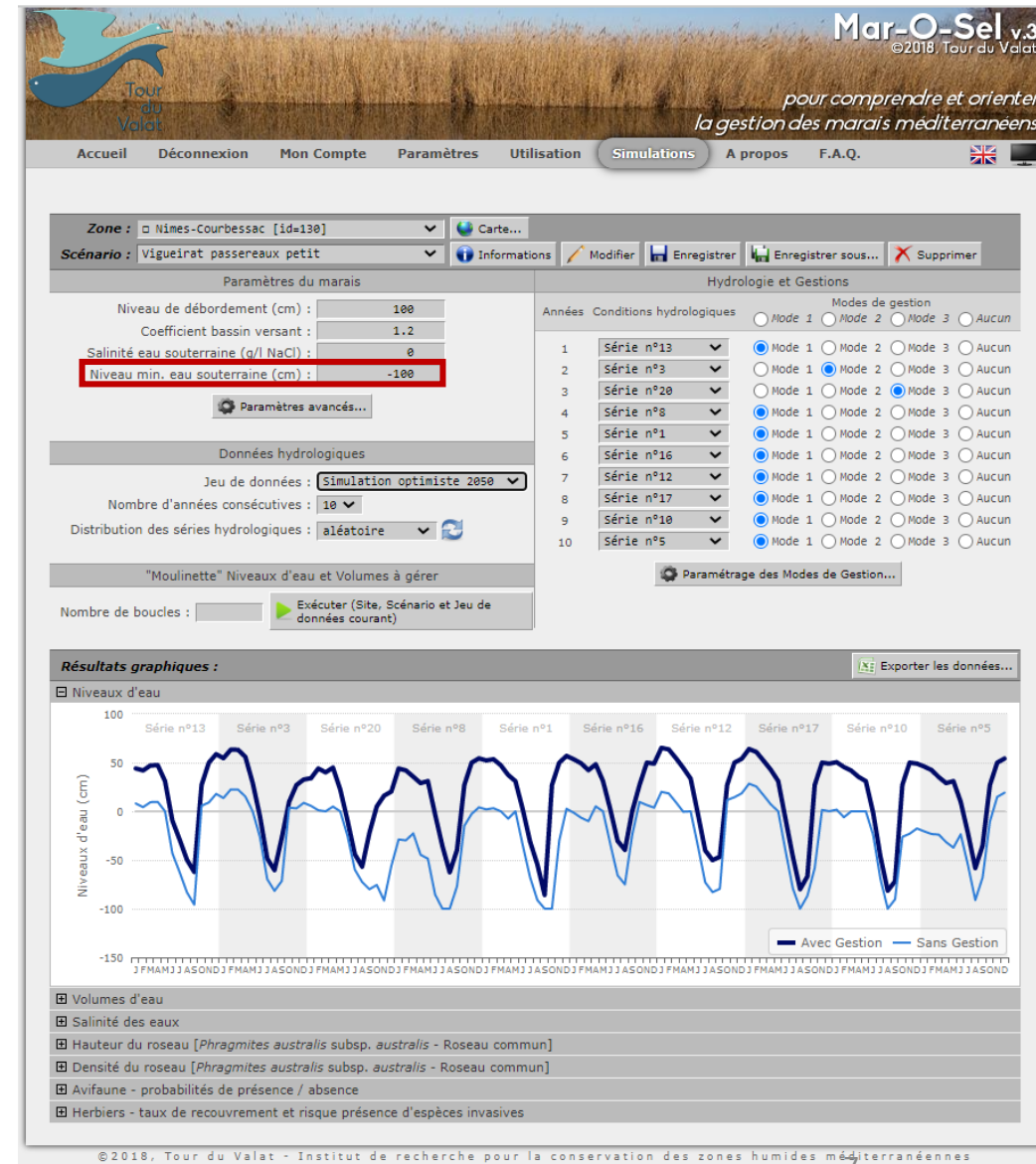
Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
**= hauteur d'eau moyenne**

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Eaux de ruissellement = **Coefficient bassin versant**
- Eaux de la nappe = **Niveau min eau souterraine**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration
- Débordement
- Fuite par percolation
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)



Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
**= hauteur d'eau moyenne**

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Eaux de ruissellement = **Coefficient bassin versant**
- Eaux de la nappe = **Niveau min eau souterraine**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau) = **découle du niveau d'eau désiré, procure les volumes d'eau à ajouter**

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration
- Débordement
- Fuite par percolation
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)

Mar-O-Sel v.3  
©2018, Tour du Valat  
pour comprendre et orienter  
la gestion des marais méditerranéens

Accueil Déconnexion Mon Compte Paramètres Utilisation Simulations A propos F.A.Q.

Zone : Nîmes-Courbessac [id=130] Carte...  
Scénario : Vigueirat passereaux petit Informations Modifier Enregistrer Enregistrer sous... Supprimer

Paramètres du marais  
Niveau de débordement (cm) : 100  
Coefficient bassin versant : 1.2  
Salinité eau souterraine (g/l NaCl) : 0  
Niveau min. eau souterraine (cm) : -100  
Paramètres avancés...

Données hydrologiques  
Jeu de données : Simulation optimiste 2050  
Nombre d'années consécutives : 10  
Distribution des séries hydrologiques : aléatoire

"Moulinette" Niveaux d'eau et Volumes à gérer  
Nombre de boucles : Exécuter (Site, Scénario et Jeu de données courant)

Hydrologie et Gestions  
Années Conditions hydrologiques Modes de gestion  
1 Série n°13 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
2 Série n°3 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
3 Série n°20 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
4 Série n°8 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
5 Série n°1 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
6 Série n°16 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
7 Série n°12 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
8 Série n°17 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
9 Série n°10 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
10 Série n°5 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun  
Paramétrage des Modes de Gestion...

Résultats graphiques : Exporter les données...  
Niveaux d'eau  
Niveaux d'eau (cm)  
Série n°13 Série n°3 Série n°20 Série n°8 Série n°1 Série n°16 Série n°12 Série n°17 Série n°10 Série n°5  
Avec Gestion Sans Gestion  
Volumes d'eau  
Salinité des eaux  
Hauteur du roseau [Phragmites australis subsp. australis - Roseau commun]  
Densité du roseau [Phragmites australis subsp. australis - Roseau commun]  
Avifaune - probabilités de présence / absence  
Herbiers - taux de recouvrement et risque présence d'espèces invasives

© 2018, Tour du Valat - Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes



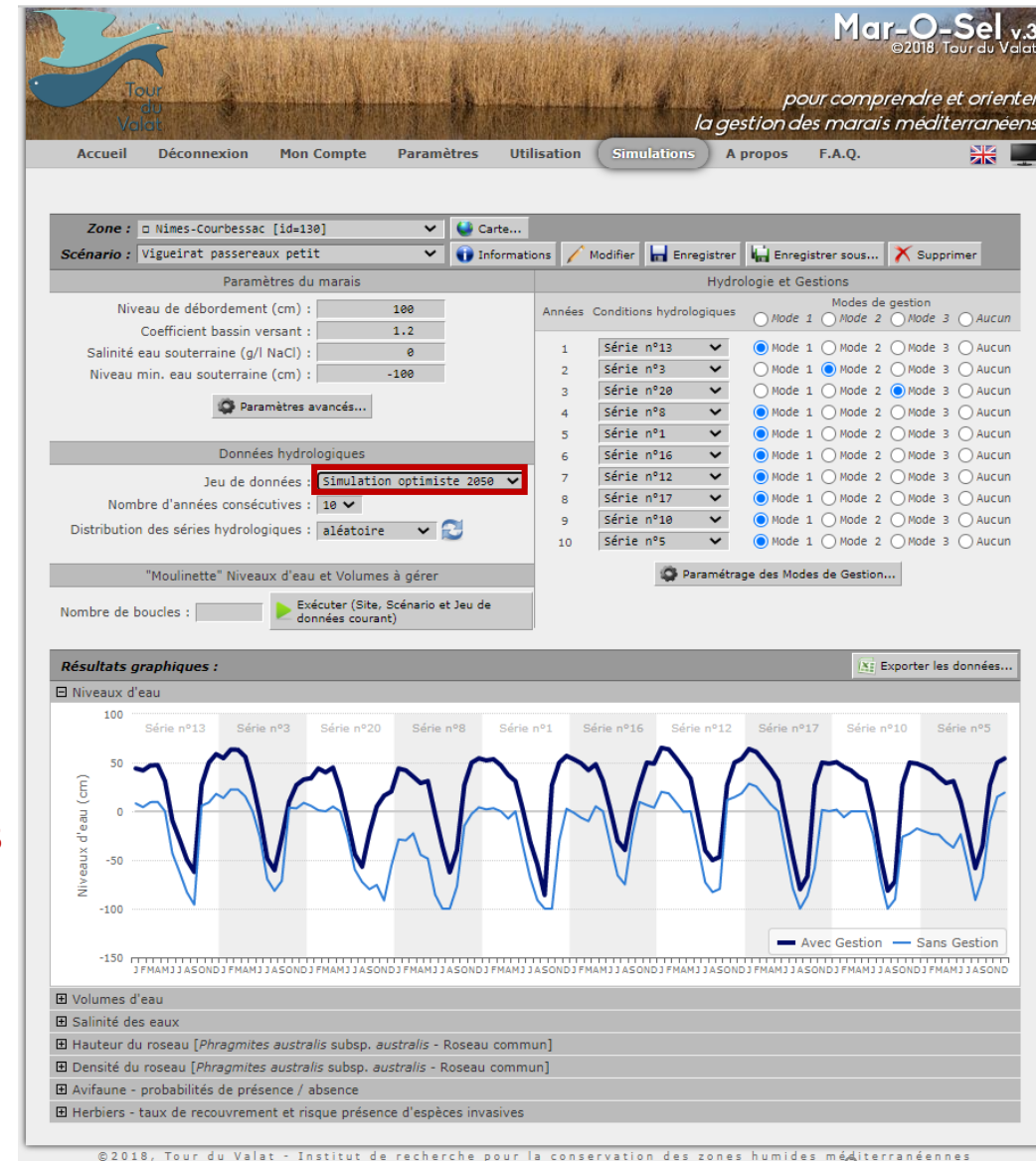
Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
= hauteur d'eau moyenne

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Eaux de ruissellement = **Coefficient bassin versant**
- Eaux de la nappe = **Niveau min eau souterraine**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau) = **découle niveau d'eau désiré, procure les volumes d'eau à ajouter**

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Débordement
- Fuite par percolation
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)

Mar-O-Sel v.3  
©2018, Tour du Valatpour comprendre et orienter  
la gestion des marais méditerranéens

Accueil Déconnexion Mon Compte Paramètres Utilisation Simulations A propos F.A.Q.

Zone : Nîmes-Courbessac [id=130] Carte...

Scénario : Vigueirat passereaux petit Informations Modifier Enregistrer Enregistrer sous... Supprimer

Paramètres du marais Hydrologie et Gestions

Niveau de débordement (cm) : 100  
Coefficient bassin versant : 1.2  
Salinité eau souterraine (g/l NaCl) : 0  
Niveau min. eau souterraine (cm) : -100

Paramètres avancés...

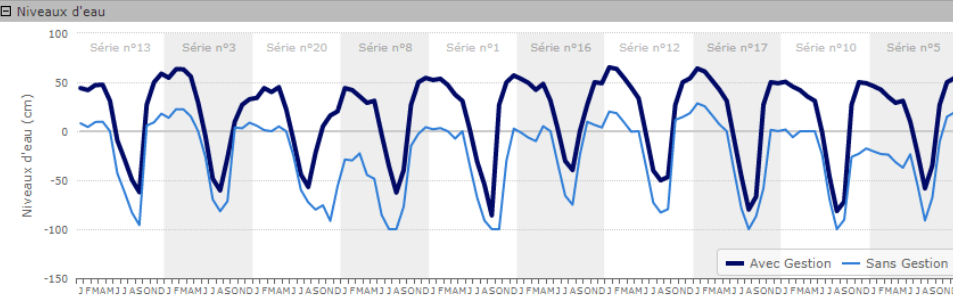
Données hydrologiques

Jeu de données : Simulation optimiste 2050  
Nombre d'années consécutives : 10  
Distribution des séries hydrologiques : aléatoire

"Moulinette" Niveaux d'eau et Volumes à gérer

Nombre de boucles : Exécuter (Site, Scénario et Jeu de données courant)

Résultats graphiques : Exporter les données...



- Volumes d'eau
- Salinité des eaux
- Hauteur du roseau [Phragmites australis subsp. australis - Roseau commun]
- Densité du roseau [Phragmites australis subsp. australis - Roseau commun]
- Avifaune - probabilités de présence / absence
- Herbiers - taux de recouvrement et risque présence d'espèces invasives

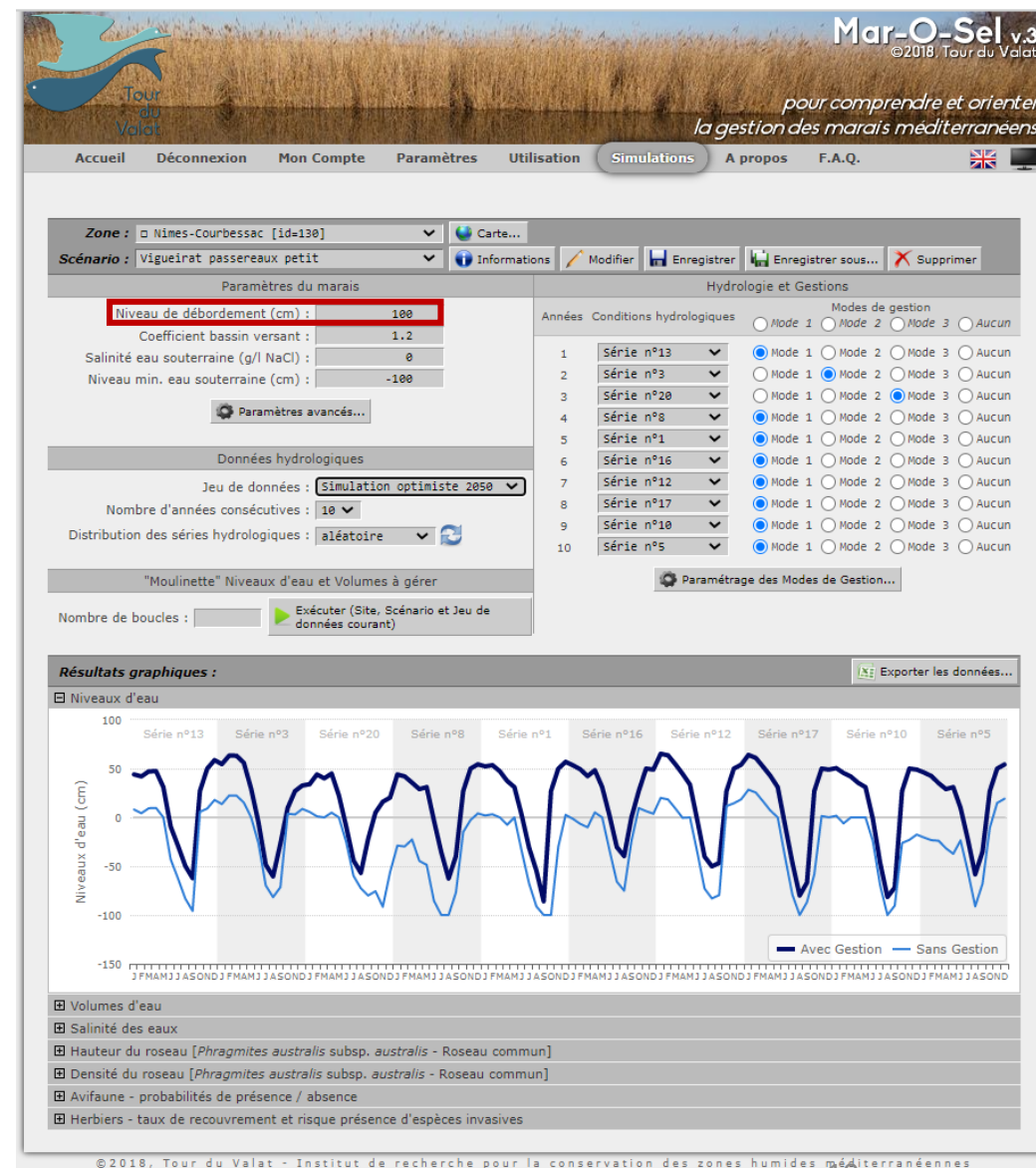
Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
**= hauteur d'eau moyenne**

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Eaux de ruissellement = **Coefficient bassin versant**
- Eaux de la nappe = **Niveau min eau souterraine**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau) = **découle niveau d'eau désiré, procure les volumes d'eau à ajouter**

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Débordement = **Niveau débordement (ex: hauteur digue)**
- Fuite par percolation
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)



Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
**= hauteur d'eau moyenne**

*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Eaux de ruissellement = **Coefficient bassin versant**
- Eaux de la nappe = **Niveau min eau souterraine**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau) = **découle niveau d'eau désiré, procure les volumes d'eau à ajouter**

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Débordement = **Niveau débordement (ex: hauteur digue)**
- Fuite par percolation = **Étanchéité des digues (%)**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau)

Mar-O-Sel v.3  
©2018, Tour du Valat  
pour comprendre et orienter  
la gestion des marais méditerranéens

Accueil Déconnexion Mon Compte Paramètres Utilisation Simulations A propos F.A.Q.

Zone : Nîmes-Courbessac [id=130] Carte...  
Scénario : Vigueirat passereaux petit Informations Modifier Enregistrer Enregistrer sous... Supprimer

Paramètres du marais  
Niveau de débordement (cm) : 100  
Coefficient bassin versant : 1.2  
Salinité eau souterraine (g/l NaCl) : 0  
Niveau min. eau souterraine (cm) : -100  
Paramètres avancés...

Hydrologie et Gestions  
Modes de gestion  
Années Conditions hydrologiques Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun

Année	Conditions hydrologiques	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Aucun
1	Série n°13	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Série n°3	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Série n°20	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	Série n°8	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Série n°1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Série n°16	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Série n°12	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	Série n°17	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	Série n°10	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	Série n°5	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Données hydrologiques  
Jeu de données : Simulation optimiste 2050  
Nombre d'années consécutives : 10  
Distribution des séries hydrologiques : aléatoire

"Moulinette" Niveaux d'eau et Volumes à gérer  
Nombre de boucles : Exécuter (Site, Scénario et Jeu de données courant)

Résultats graphiques : Exporter les données...

Niveaux d'eau  
Niveaux d'eau (cm)  
Série n°13 Série n°3 Série n°20 Série n°8 Série n°1 Série n°16 Série n°12 Série n°17 Série n°10 Série n°5  
Avec Gestion Sans Gestion

Volumes d'eau  
Salinité des eaux  
Hauteur du roseau [Phragmites australis subsp. australis - Roseau commun]  
Densité du roseau [Phragmites australis subsp. australis - Roseau commun]  
Avifaune - probabilités de présence / absence  
Herbiers - taux de recouvrement et risque présence d'espèces invasives

© 2018, Tour du Valat - Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes

Mar-O-Sel simule le bilan hydrologique mensuel  
où les apports en eau moins les pertes en eau  
**= hauteur d'eau moyenne**

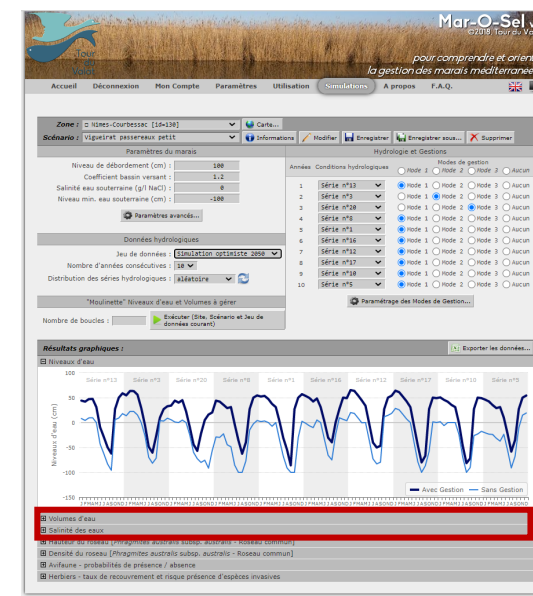
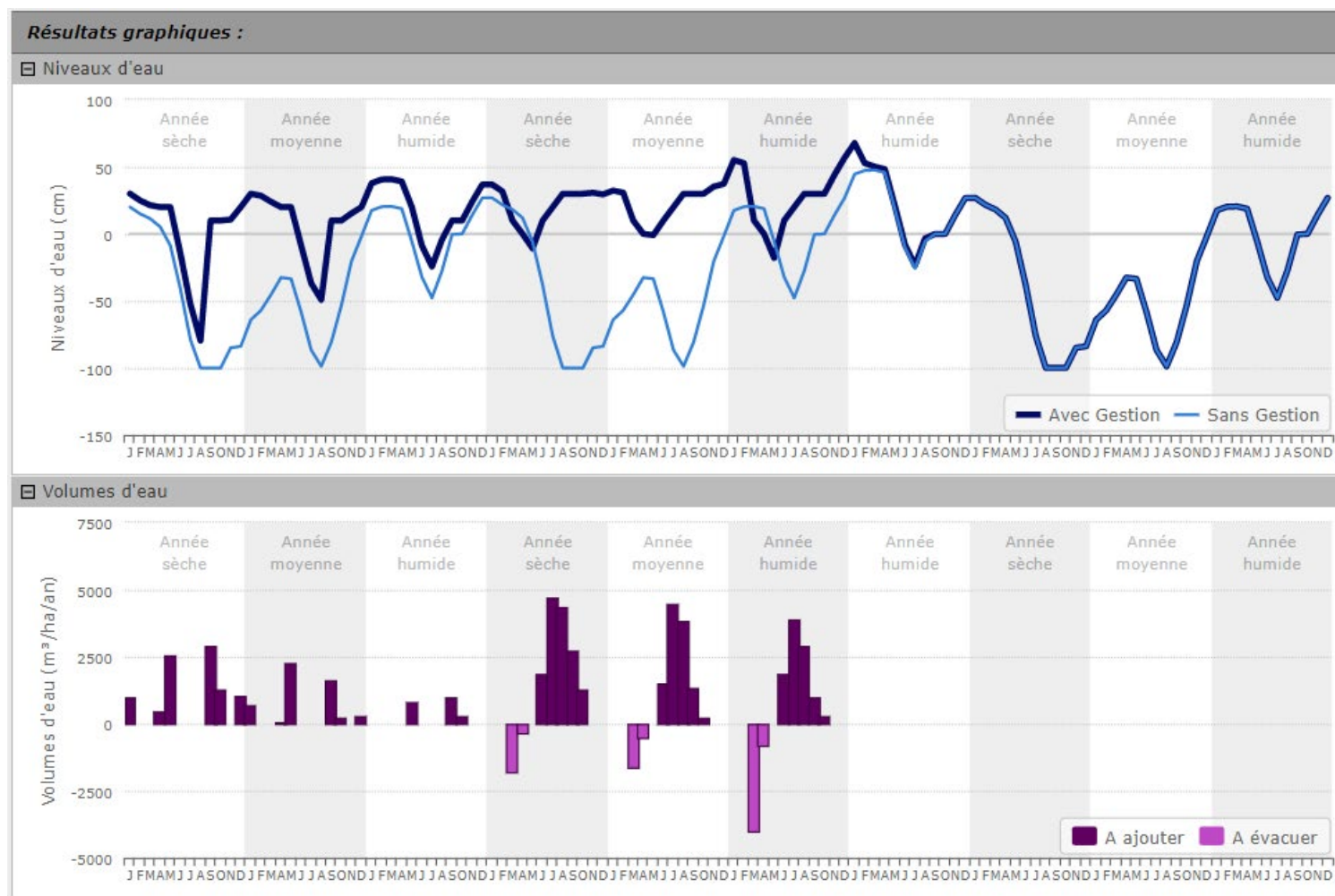
*D'où proviennent les apports en eau d'un marais ?*

- Eaux de pluies = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Eaux de ruissellement = **Coefficient bassin versant**
- Eaux de la nappe = **Niveau min eau souterraine**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau) = **découle du niveau d'eau désiré, procure les volumes d'eau à ajouter**

*A quoi sont dues les pertes en eau d'un marais ?*

- Evapotranspiration = **Données météo historiques, actuelles ou futures**
- Débordement = **Niveau débordement (ex: hauteur digue)**
- Fuite par percolation = **Étanchéité des digues (%)**
- Gestion d'ouvrages (par gravité ou pompage si marais en communication avec autre plan d'eau) = **découle du niveau d'eau désiré, procure les volumes d'eau à évacuer**

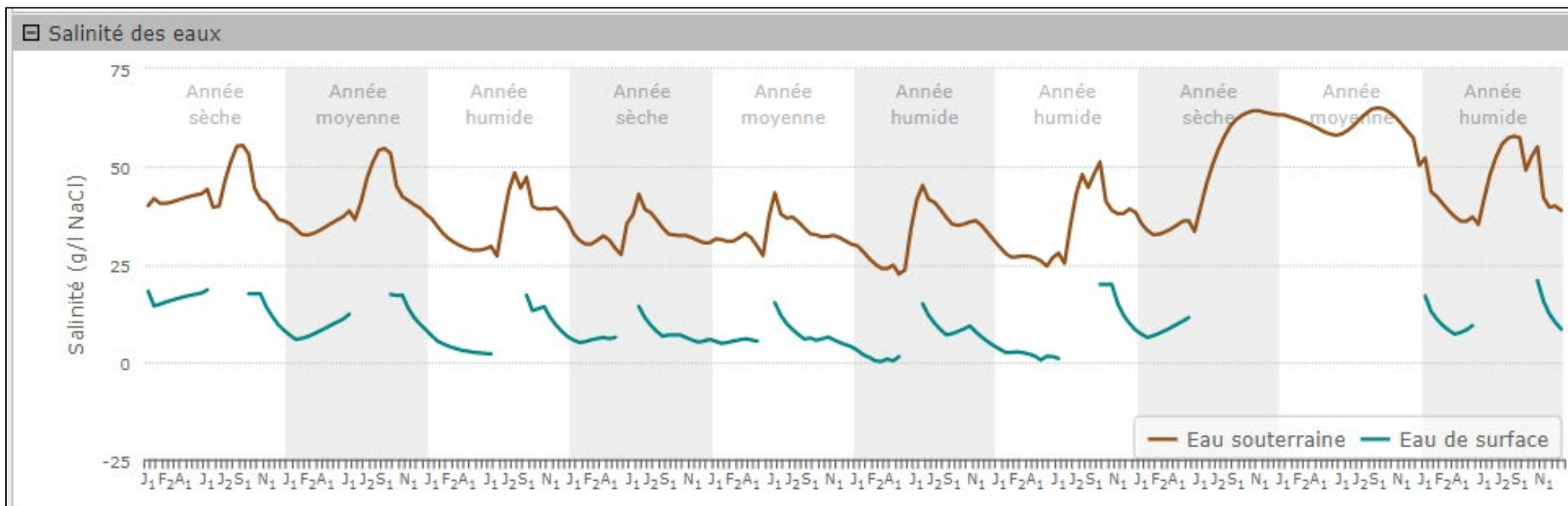
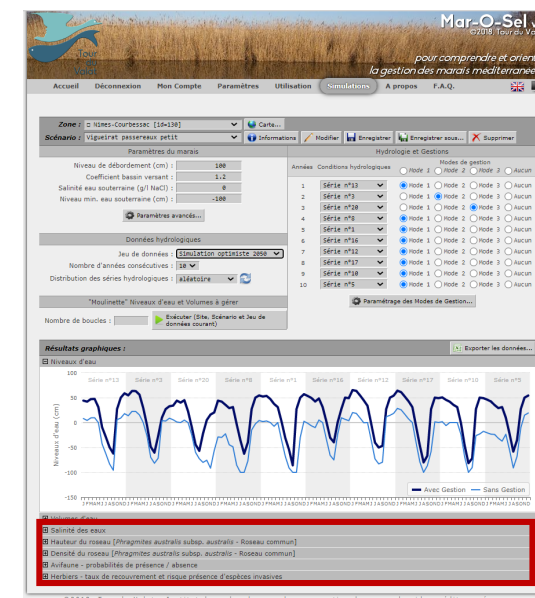
Mar-O-Sel procure les niveaux et volumes d'eau associés aux choix de gestion (ex: naturel, chasse, sans gestion) sous différentes conditions météo (ex: alternance d'années sèche, moyenne, humide):





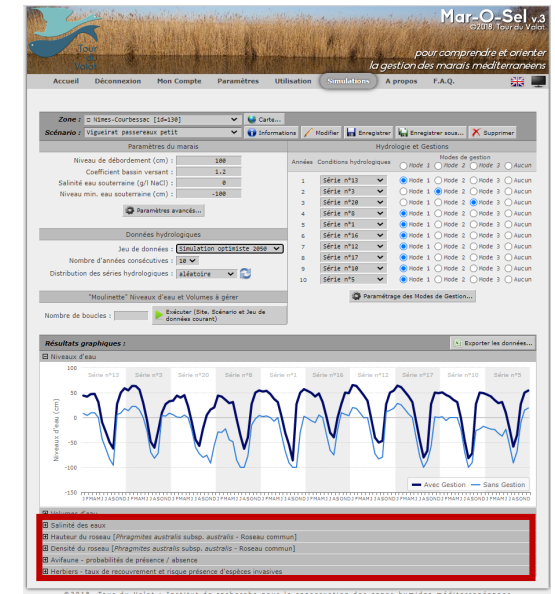
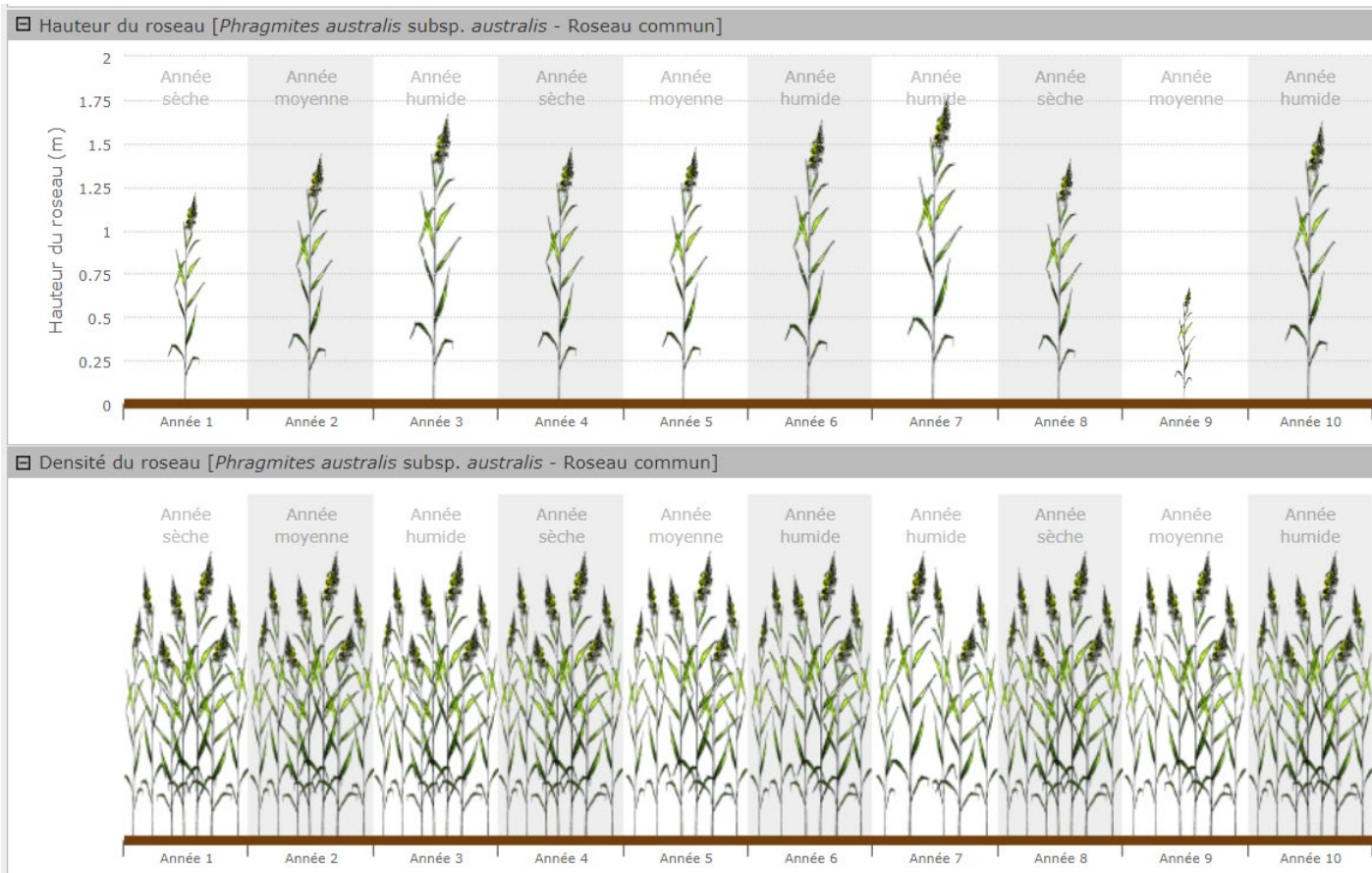
En plus des simulations hydrologiques qui procurent des niveaux et volumes d'eau, Mar-O-Sel intègre divers modèles pour aider aux choix de gestion:

*Un modèle hydro-salin pour visualiser l'impact des entrées d'eaux douces ou salées sur la salinité de l'eau de surface et souterraine*



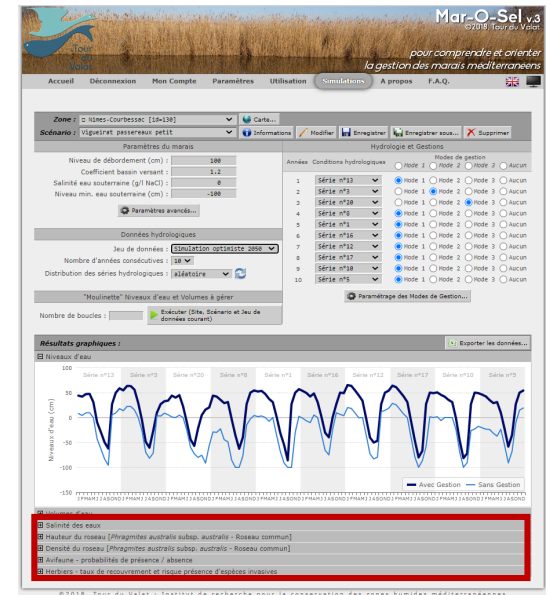
En plus des simulations hydrologiques qui procurent des niveaux et volumes d'eau, Mar-O-Sel intègre divers modèles pour aider aux choix de gestion:

*Un modèle sur la croissance du roseau pour visualiser l'impact des entrées d'eaux douces ou salées sur la hauteur et la densité des tiges vertes au printemps suivant*

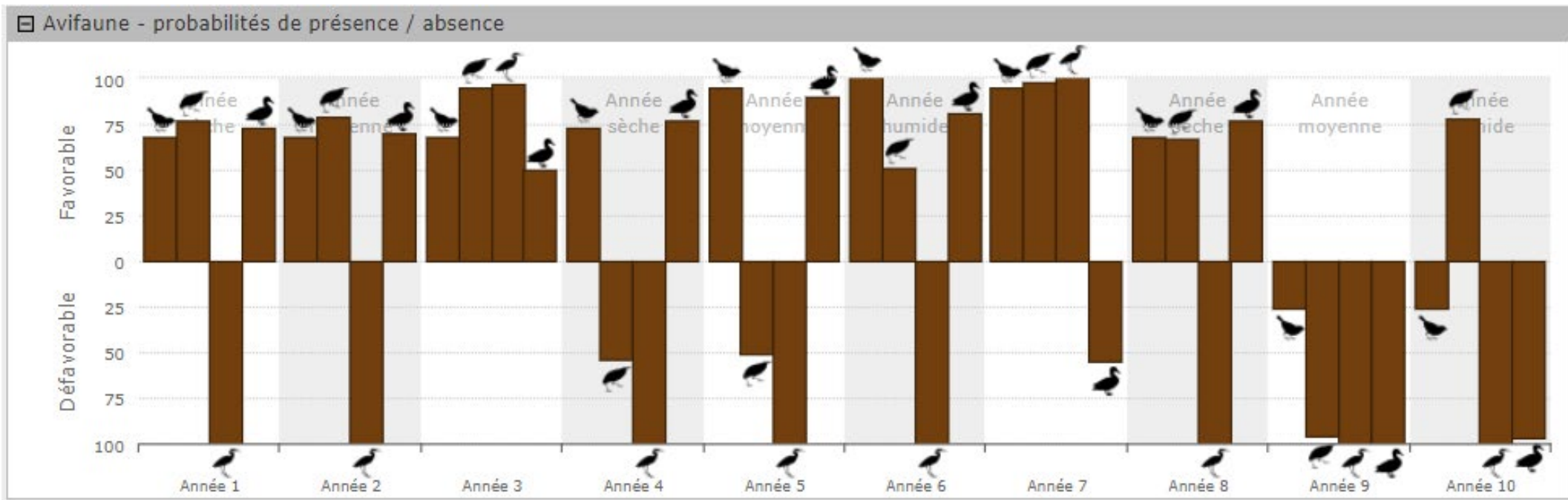




En plus des simulations hydrologiques qui procurent des niveaux et volumes d'eau, Mar-O-Sel intègre divers modèles pour aider aux choix de gestion:



Des modèles sur la probabilité de présence de divers d'oiseaux pour visualiser l'impact des entrées d'eaux douces ou salées sur les potentialités d'accueil de l'avifaune paludicole nicheuse (passereaux, butor, héron pourpré, colvert).

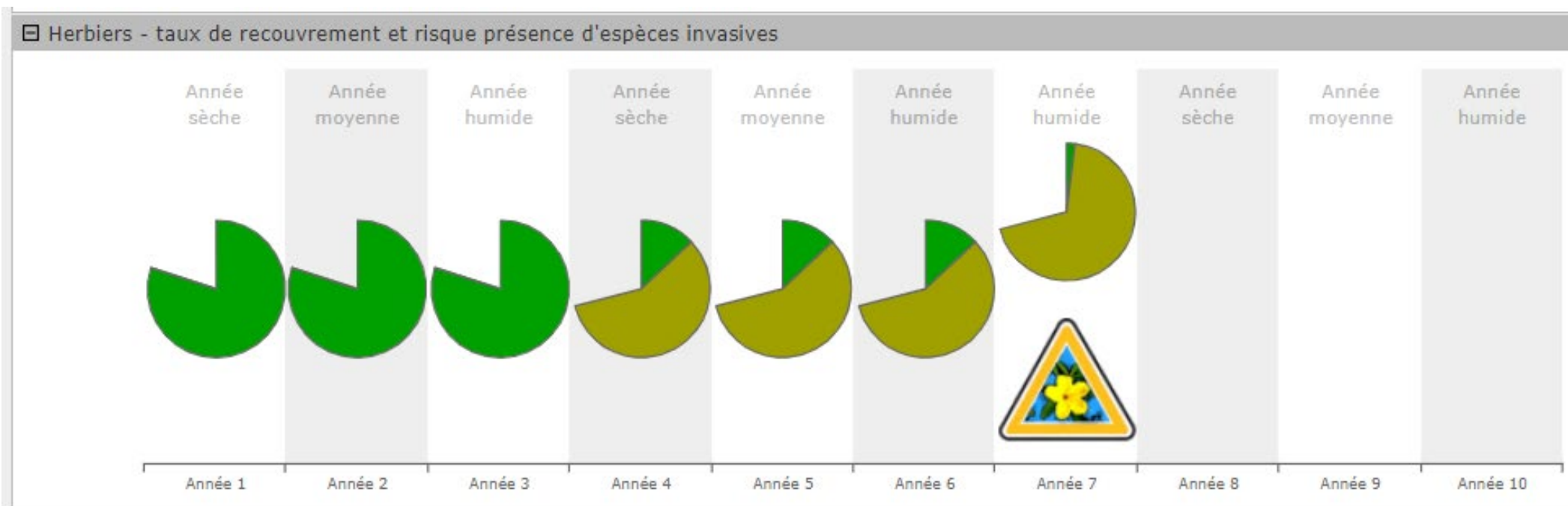
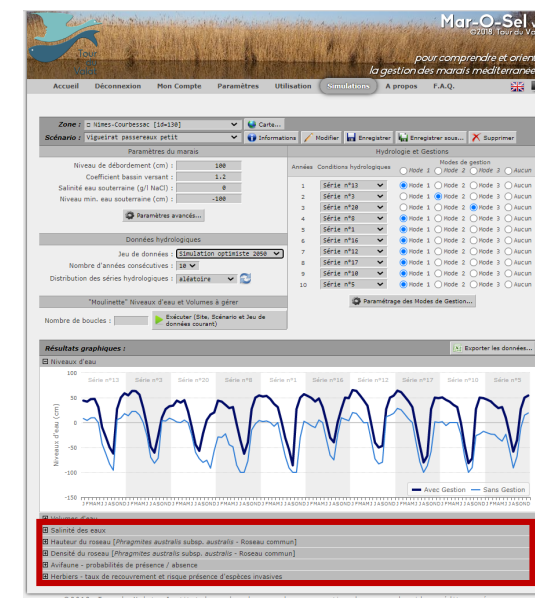






En plus des simulations hydrologiques qui procurent des niveaux et volumes d'eau, Mar-O-Sel intègre divers modèles pour aider aux choix de gestion:

*Un modèle sur le taux de recouvrement des herbiers en fonction de la valeur patrimoniale des espèces, intégrant les risques de colonisation par la jussie pour visualiser l'impact des entrées d'eaux douces ou salées sur les macrophytes submergées*



## Deux façons d'utiliser Mar-O-Sel

### (1) De façon générique ou relative :

Mar-O-Sel n'est pas paramétré pour un site spécifique, on utilise les valeurs par défaut (marais avec bassin versant ou endigué)

Permet de tester différents modes de gestions en fonction de la variabilité du climat (quels sont les volumes prélevés dans le cadre de la gestion actuelle, faudra-t-il plus d'eau pour la maintenir dans le futur ?) ou pour favoriser le développement du roseau ou de la faune associée

Mar-O-Sel v.3  
©2018, Tour du Valat  
pour comprendre et orienter la gestion des marais méditerranéens

Accueil Connexion Mon Compte Utilisation **Simulations** A propos F.A.Q.

Zone :  Nîmes-Courbessac

Scénario : Défait

**Paramètres du marais**

Niveau de débordement (cm) :	70
Coefficient bassin versant :	1.6
Salinité eau souterraine (g/l NaCl) :	10
Niveau min. eau souterraine (cm) :	-200

**Données hydrologiques**

Jeu de données :

Nombre d'années consécutives :

Distribution des séries hydrologiques :

**Hydrologie et Gestions**

Années	Conditions hydrologiques	Modes de gestion			
		<input type="radio"/> Mode 1	<input type="radio"/> Mode 2	<input type="radio"/> Mode 3	<input checked="" type="radio"/> Aucun
1	1901	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2	1902	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3	1903	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4	1904	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5	1905	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6	1906	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7	1907	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8	1908	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
9	1909	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10	1910	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

**Résultats graphiques :**

- Niveaux d'eau
- Volumes d'eau
- Salinité des eaux
- Hauteur du roseau [*Phragmites australis* subsp. *australis* - Roseau commun]
- Densité du roseau [*Phragmites australis* subsp. *australis* - Roseau commun]
- Avifaune - probabilités de présence / absence
- Herbiers - taux de recouvrement et risque présence d'espèces invasives

© 2018, Tour du Valat - Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes



## Deux façons d'utiliser Mar-O-Sel:

(2) En modifiant les paramètres (de façon itérative si besoin) pour que les simulations collent au mieux aux niveaux d'eau observés

Niveau d'eau observé = hauteur moyenne d'eau dans le marais = valeur moyenne des hauteurs mesurées en de multiples points selon un plan quadrillé en intégrant les valeurs négatives

**Mar-O-Sel v.3**  
©2018, Tour du Valat  
pour comprendre et orienter la gestion des marais méditerranéens

Accueil Connexion Mon Compte Utilisation **Simulations** A propos F.A.Q.

Zone :  Nîmes-Courbessac Carte...  
Scénario : Défait Informations

**Paramètres du marais**

Niveau de débordement (cm) :	70
Coefficient bassin versant :	1.6
Salinité eau souterraine (g/l NaCl) :	10
Niveau min. eau souterraine (cm) :	-200

Paramètres avancés...

**Données hydrologiques**

Jeu de données : Epoque préindustrielle  
Nombre d'années consécutives : 10  
Distribution des séries hydrologiques : chronologique

**Hydrologie et Gestions**

Années	Conditions hydrologiques	Modes de gestion			
		Mode 1	Mode 2	Mode 3	Aucun
1	1901	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2	1902	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3	1903	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4	1904	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5	1905	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6	1906	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7	1907	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8	1908	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
9	1909	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10	1910	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Paramétrage des Modes de Gestion...

**Résultats graphiques :**

- Niveaux d'eau
- Volumes d'eau
- Salinité des eaux
- Hauteur du roseau [*Phragmites australis* subsp. *australis* - Roseau commun]
- Densité du roseau [*Phragmites australis* subsp. *australis* - Roseau commun]
- Avifaune - probabilités de présence / absence
- Herbiers - taux de recouvrement et risque présence d'espèces invasives

© 2018, Tour du Valat - Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes

## Comment calculer une hauteur d'eau moyenne à partir de données provenant d'un piezo?

Tout dépend de la position du piezo dans le marais :



**Données piezo corrigées (ajouter  $\approx 25$  cm)**



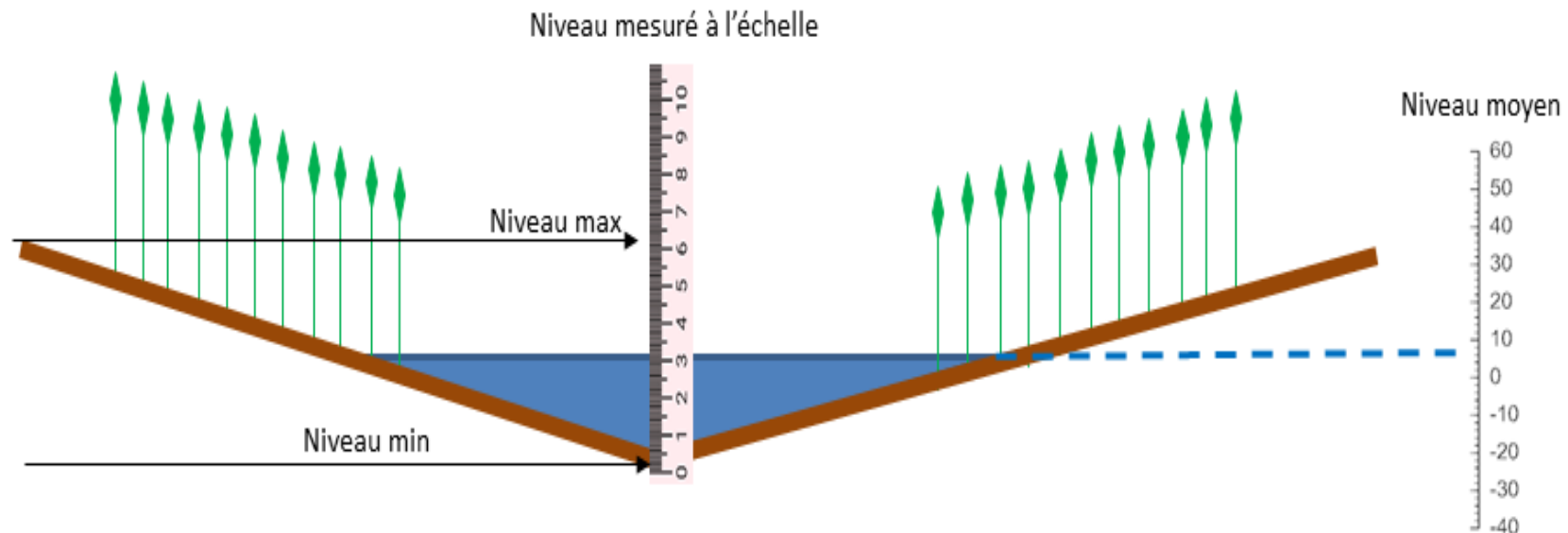
**Données piezo sans correction**

## Comment calculer une hauteur d'eau moyenne à partir de données provenant d'une échelle située au point le plus profond du marais ?

- (1) à dire d'expert (ex: quand la règle indique 40 cm le niveau = 0 car la moitié du marais est alors asséché)
- (2) selon l'équation :

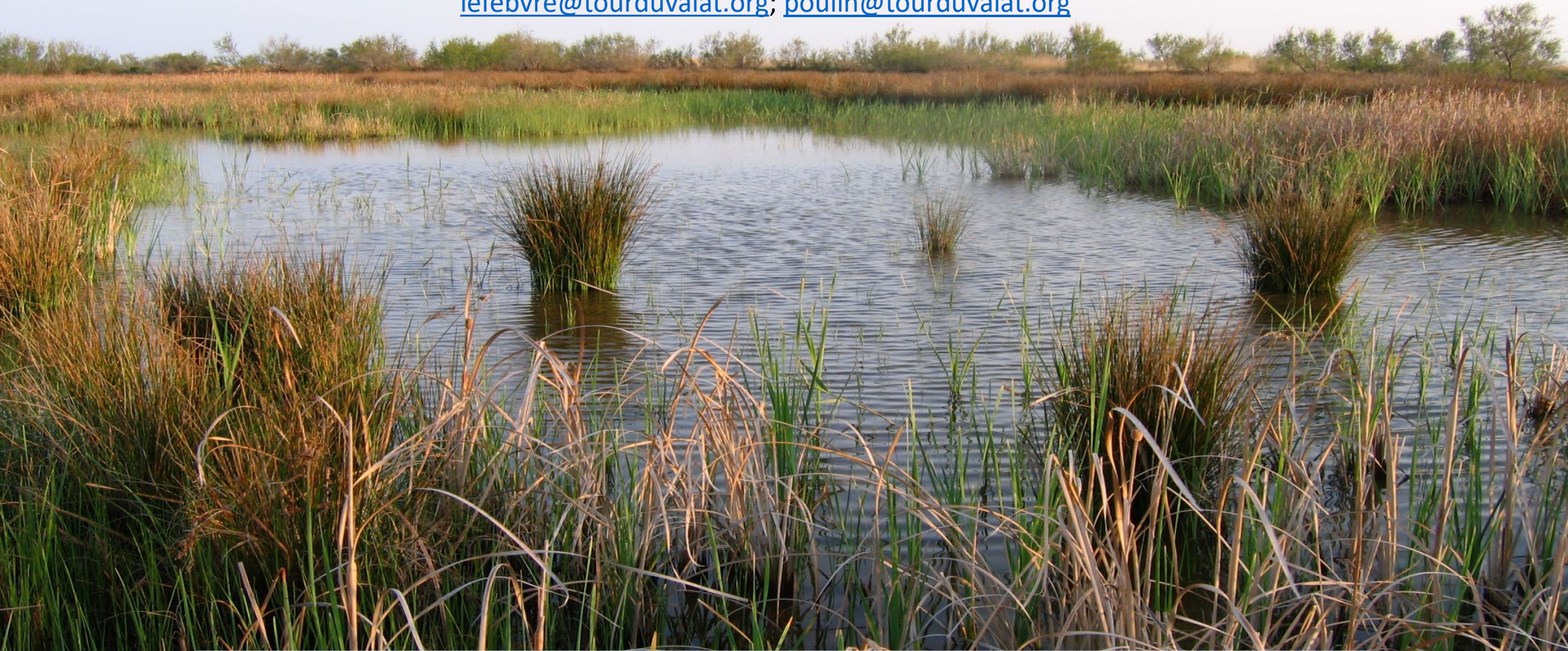
$$H_{\mu} = H_t - H_{\min} - \pi / 10 (H_{\max} - H_{\min})$$

où  $H_{\mu}$  = hauteur d'eau moyenne,  $H_t$  = hauteur d'eau mesurée au temps t,  $H_{\min}$  = hauteur d'eau minimum mesurée et  $H_{\max}$  = hauteur d'eau maximum mesurée.



Merci de votre participation, pour toute question contacter:

[lefebvre@tourduvalat.org](mailto:lefebvre@tourduvalat.org); [poulin@tourduvalat.org](mailto:poulin@tourduvalat.org)



Et merci à ceux qui ont financé le développement de Mar-O-Sel



FONDATION  
**TOTAL**

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur

