



**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, 2  
décembre 2021, Tour du Valat*

Séance d'exercices

*Crédit photo: Simon Baudoin*



Pour réaliser les exercices proposés ci-dessous, il faut se **connecter** sur [mar-o-sel.net](http://mar-o-sel.net), sélectionner la **région Nîmes-Corbassac**, puis le *numéro de l'exercice* choisi dans **Scénario**

- 1- Comment configurer Mar-o-Sel (MoS) pour **modéliser** un **marais** particulier **avec** des données de **hauteurs d'eau** ?
- 2- Comment configurer MoS pour **modéliser** un **marais** particulier dont on connaît seulement les **règles de gestion** (ex : apport d'eau au printemps) avec une évaluation qualitative de son hydrologie (ex : assèchement estival) ?
- 3- **Comment créer une règle de gestion** qui s'adapte aux variations du climat ou aux périodes de disponibilité d'eau en minimisant les apports d'eau ?
- 4- Quels sont les **calendriers** de mise en eau **optimaux** pour la **croissance du roseau** dans un marais saumâtre ?
- 5- Quelle est la **meilleure stratégie** de gestion à long-terme **pour** favoriser la **nidification du héron pourpré et des passereaux paludicoles** tout en conservant la qualité (hauteur et densité) du roseau ?
- 6- Comment **favoriser le développement d'herbiers** à haute valeur patrimoniale et cynégétique d'un marais tout en évitant le développement de la jussie ?
- 7- Comment **diminuer la salinité des eaux souterraines** d'un marais par la gestion de l'eau ?
- 8- Comment **quantifier l'impact des CC** sur la faune/flore d'un marais non géré grâce à l'outil d'**exportation de données** de MoS ?
- 9- Quel **impact** des **CC** sur les **besoins en eau** d'un marais ? **Comment** adapter les règles de gestion pour **en atténuer les effets** ?

# Réponse Exercice 1

**Énoncé:** Calibrer les paramètres physiques d'un marais (niveau débordement, coefficient bassin versant, hauteur nappe phréatique) en utilisant des données mensuelles de hauteurs d'eau. Les objectifs sont de maintenir le marais en eau de septembre à mai. La mise en eau se fait essentiellement de septembre à octobre, les interventions en hiver sont rares mais il est souvent nécessaire d'ajouter de l'eau en mai pour prolonger l'inondation jusqu'à la fin du mois. Pas d'intervention de juin à aout.

	2013	2014	2015	gestion
J	9	47	45	Rarement
F	10	40	40	rarement
M	16	33	34	Fréquent
A	15	20	36	Jamais
M	9	12	9	Jamais
J	sec	sec	sec	Jamais
J	sec	sec	sec	Jamais
A	sec	sec	0	Jamais
S	8	12	10	Toujours
O	33	31	32	Toujours
N	32	56	28	Rarement
D	36	39	27	Rarement

Années Conditions hydrologiques Modes de gestion

1 2012 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun

2 2013 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun

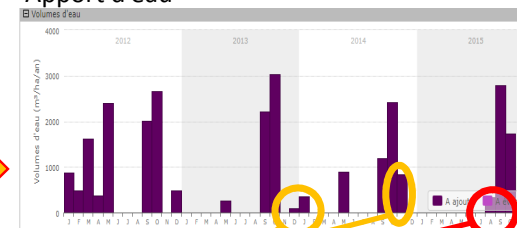
3 2014 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun

4 2015 Mode 1 Mode 2 Mode 3 Aucun

### Paramétrage des modes de gestion : définition des niveaux d'eau mensuels souhaités (cm)

	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Janvier	9 min max	47 min max	45 min max
Février	10 min max	40 min max	40 min max
Mars	16 min max	33 min max	34 min max
Avril	15 min max	20 min max	36 min max
Mai	9 min max	12 min max	9 min max
Juin	0 min max	0 min max	0 min max
Juillet	0 min max	0 min max	0 min max
Août	0 min max	0 min max	0 min max
Septembre	8 min max	12 min max	10 min max
Octobre	33 min max	31 min max	32 min max
Novembre	32 min max	56 min max	28 min max
Décembre	36 min max	39 min max	27 min max

Apport d'eau

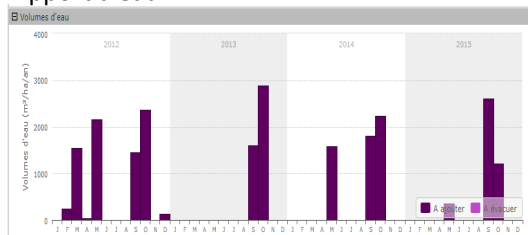


Peu probable

Impossible >> ajuster progressivement Bassin versant  
Valeur 1.3 ok

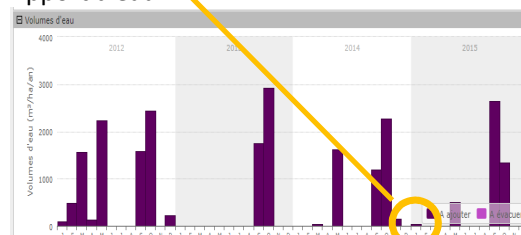
Conforme à la gestion

Apport d'eau



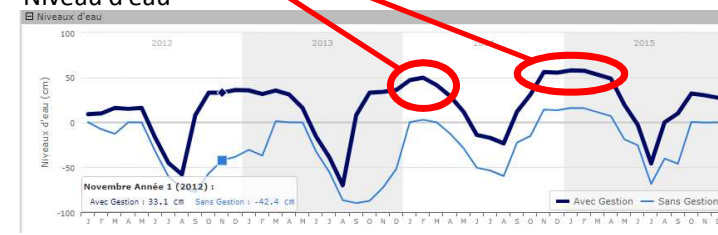
Peu probable >> réajuster Bassin versant  
valeur 1.4 ok

Apport d'eau



Valeurs trop élevées >> ajuster niveau de débordement: 40 cm ok

Niveau d'eau

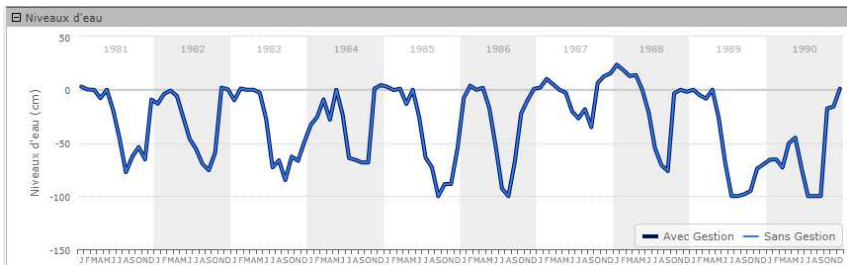


## Réponse Exercice 2

**Énoncé:** Calibrer les paramètres physiques d'un marais endigué et déconnecté de son bassin versant (niveau débordement, hauteur nappe phréatique) à l'aide des indications suivantes : Dans les années 80, avant la mise en place de la gestion actuelle, le marais était inondé au moins 3 mois par an, une année sur deux. Depuis les années 2000, la remise en eau s'effectue à partir d'août avec une baisse des niveaux d'eau en février pour garder une lame d'eau pour la coupe de roseau. Le marais est remis en eau en avril-mai et aucune intervention n'est réalisée de mai à août. Le marais a débordé en janvier 2009.

Marais déconnecté de son bassin versant: **Coefficient de bassin versant = 1**

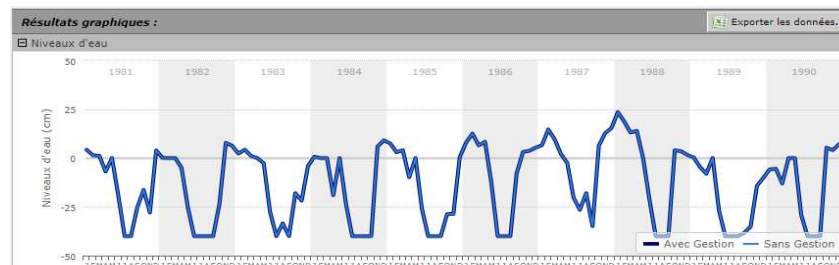
*Niveau d'eau dans les années 80*  
Nappe phréatique à -1 m = impossible



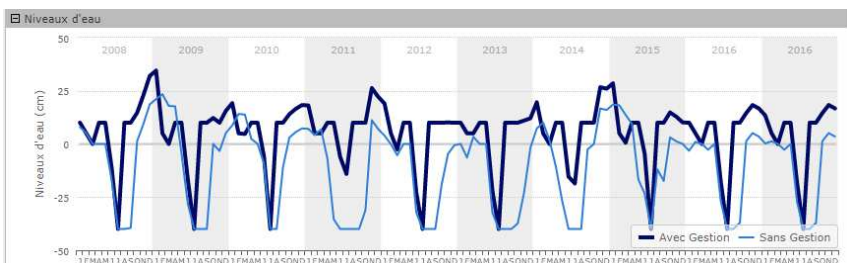
Faire varier progressivement le niveau de la nappe phréatique



**Nappe phréatique à -40 cm : Cohérent avec l'énoncé**



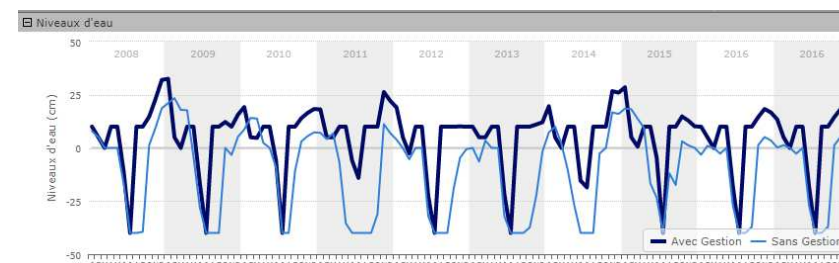
*Niveau d'eau dans les années 2000*  
Niveau de débordement à 1 m = impossible



Ajuster le niveau de débordement



**Niveau de débordement à 30 cm: Cohérent avec l'énoncé**



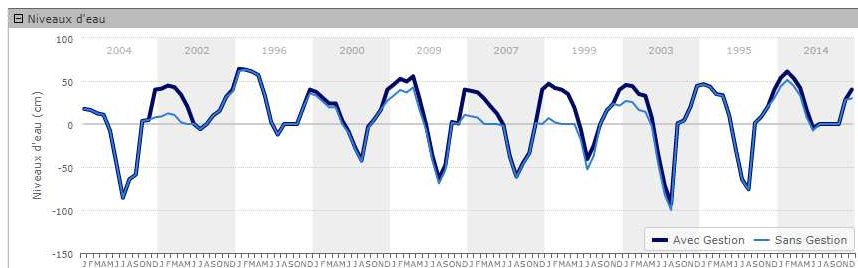
# Réponse Exercice 3

**Énoncé:** Créer une règle de gestion qui permet d'avoir presque systématiquement de l'eau en mai, alors que l'eau de bonne qualité n'est disponible que de septembre à décembre et que le nombre maximum de m<sup>3</sup> qui peut être pompé chaque mois est de 20 000, le tout en minimisant les coûts de pompage.

Niveau d'eau actuel sans gestion = impossible



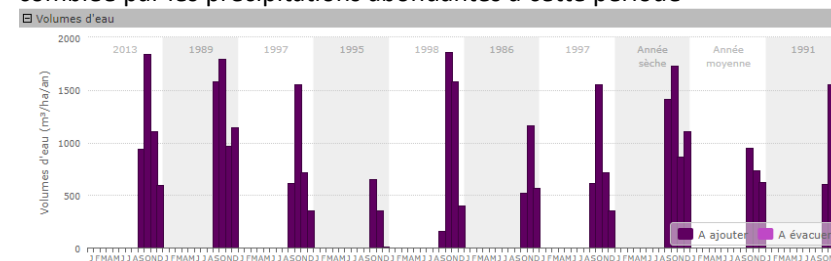
Identifier itérativement le niveau d'eau nécessaire en décembre pour avoir systématiquement de l'eau en mai l'année suivante mais si possible pas en juin (économie d'énergie) = 40 cm en décembre est ok



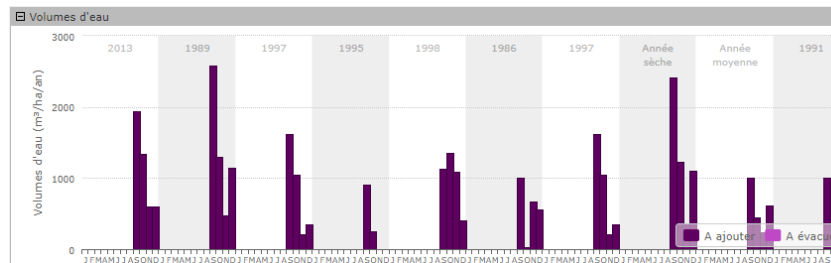
Répartir progressivement l'apport entre septembre et décembre pour arriver à 40 cm



L'option de 0 cm en septembre, 15 en octobre, 30 novembre et 40 en décembre = idéal. Septembre = 0 alors que évapotranspiration importante; la différence de 10 cm entre nov. et déc. sera souvent comblée par les précipitations abondantes à cette période



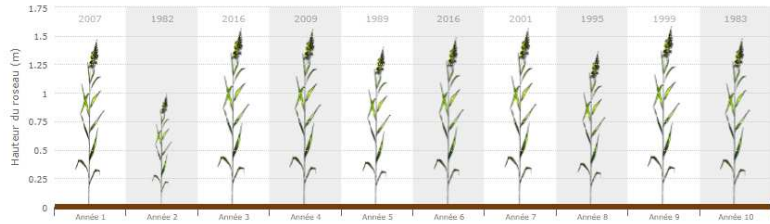
L'option de 10 cm en septembre, 20 en octobre, 30 en novembre et 40 en décembre = impossible. Septembre est souvent le mois où la demande d'eau est maximum et le pompage dépasse les 20 000 m<sup>3</sup>



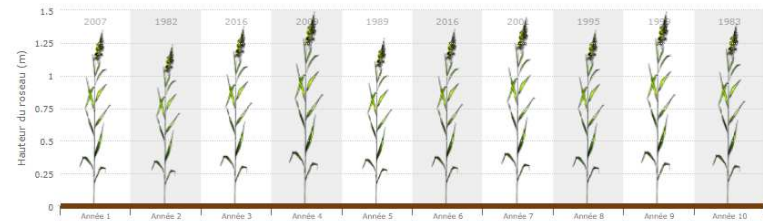
# Réponse Exercice 4

**Énoncé:** Trouver un calendrier de mise en eau optimal pour la croissance du roseau dans ce marais saumâtre, le but étant d'avoir un roseau d'environ 1.5 m de hauteur à tous les ans.

Hauteur du roseau sans gestion = impossible



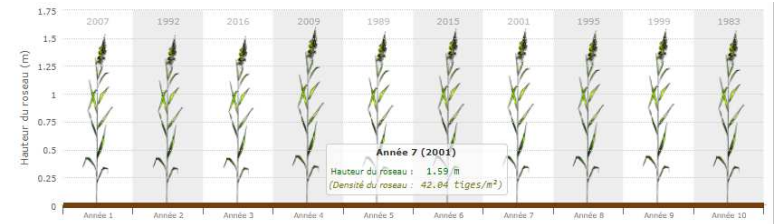
Le roseau est une plante émergente qui pousse les pieds dans l'eau. Elle apprécie la présence d'eau, donc on met 10 cm toute l'année = Mieux, mais on n'atteint pas 1,5 m de hauteur tous les ans



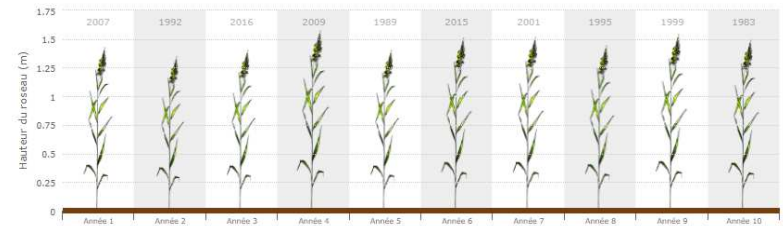
Il est probable que les mises en eau estivales augmentent la salinité de ce marais saumâtre et le sel nuit à la croissance du roseau. Il faut trouver par itérations la bonne période d'assec estival



Pour favoriser la croissance du roseau sur ce site saumâtre, il faut faire baisser la concentration de sel dans le sol. Une forte mise en eau en décembre (50 cm min) suivi d'un lessivage (0 max en février) avec remise en eau de 10 cm min en mars et avril = objectif atteint



L'absence d'apport d'eau de mai à août permet d'éviter les entrées d'eau salée = Mieux mais encore pas assez

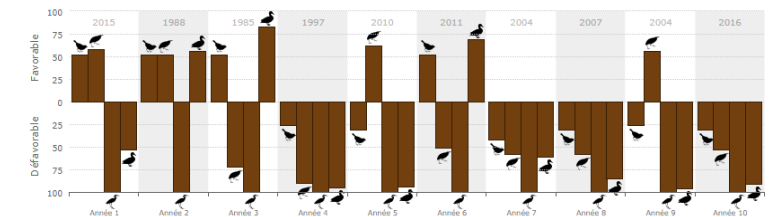




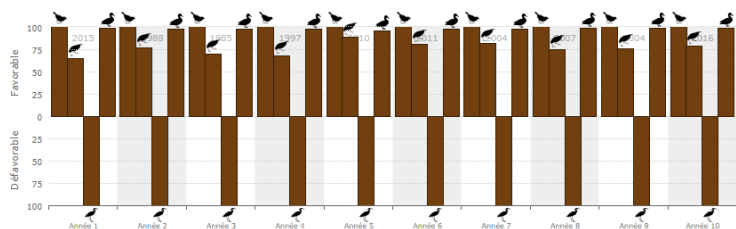
# Réponse Exercice 5

**Énoncé:** Trouver la meilleure stratégie de gestion d'eau à long-terme pour favoriser la nidification du héron pourpré et des passereaux paludicoles tout en conservant la qualité (hauteur et densité) du roseau.

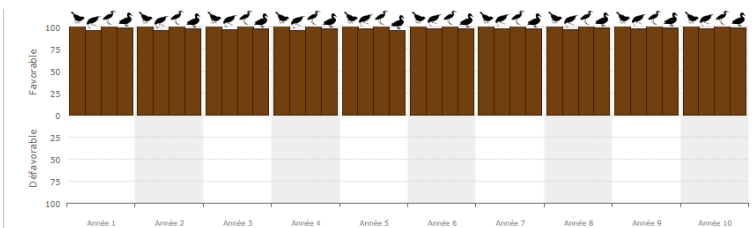
Sans gestion ce site n'est pas favorable au héron pourpré et peu favorable aux passereaux paludicoles



On part sur 10 cm d'eau toute l'année = parfait pour les passereaux mais gestion non favorable au héron pourpré



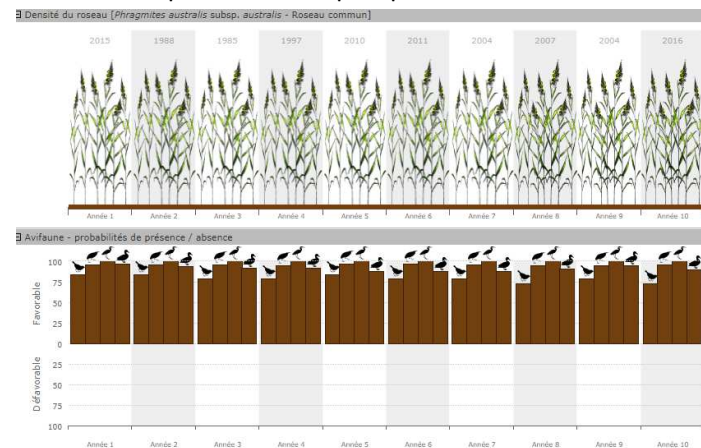
Le héron pourpré a besoin de hauts niveaux d'eau au printemps pour la protection des nids contre les prédateurs terrestres. On met 50 cm en avril-mai = tous les groupes d'oiseaux sont au maximum



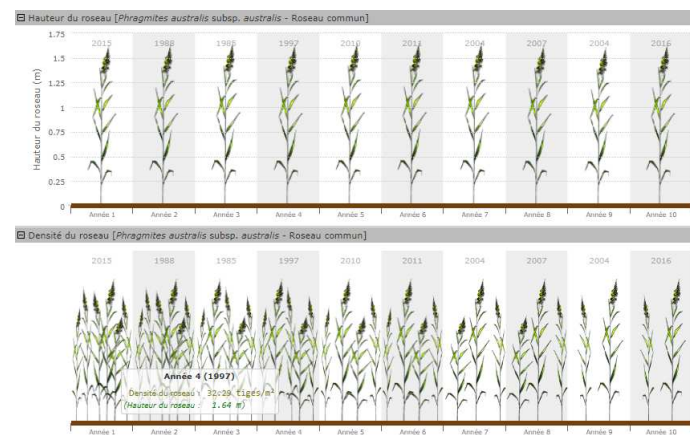
Mais l'impact de cette gestion sur la qualité du roseau est négatif



On interrompt les apports d'eau en juillet et août afin de permettre un assèchement naturel de la roselière = les passereaux, le pourpré et le roseau sont contents!



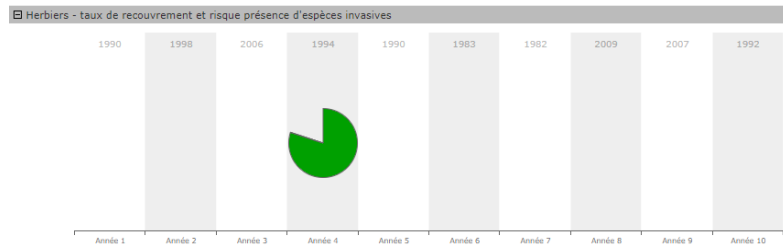
La hauteur du roseau reste stable mais sa densité décroît énormément



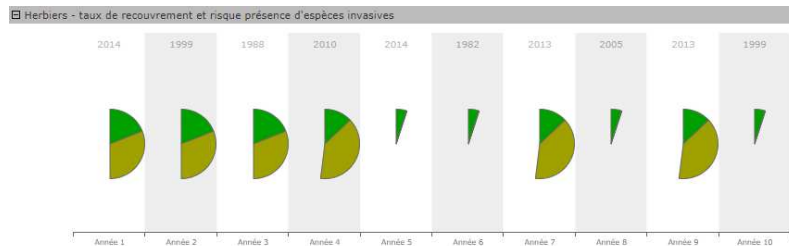
# Réponse Exercice 6

**Énoncé:** Trouver comment favoriser le développement d'herbiers essentiellement à haute valeur patrimoniale de ce marais tout en évitant le développement de la jussie.

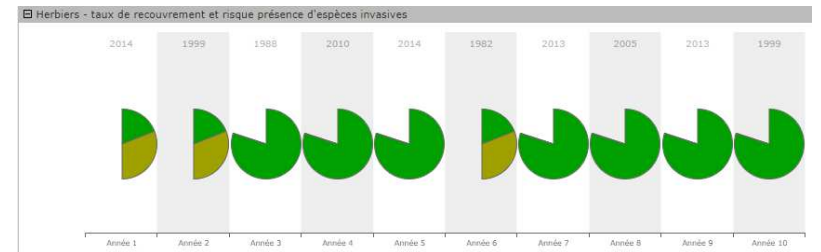
En l'absence de gestion, le site est très peu favorable au développement des herbiers submergés



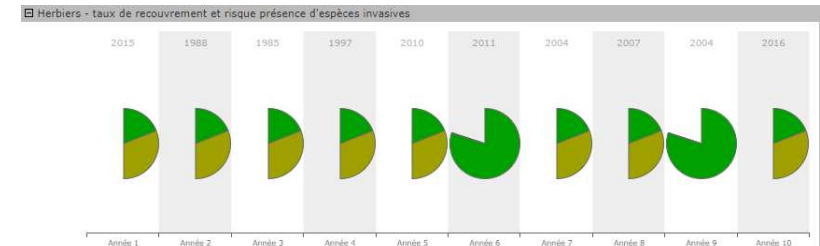
Pour se développer, les herbiers ont besoin d'eau, donc on met 10 cm toute l'année = Mieux mais forte proportion d'espèce non patrimoniale



L'absence d'apports d'eau en juillet, août et septembre semble optimal



Les espèces d'herbiers typiques de la région méditerranéenne ont besoin d'un assec estival pour mieux se développer, on laisse donc le marais s'assécher naturellement en août = Mieux mais pas assez

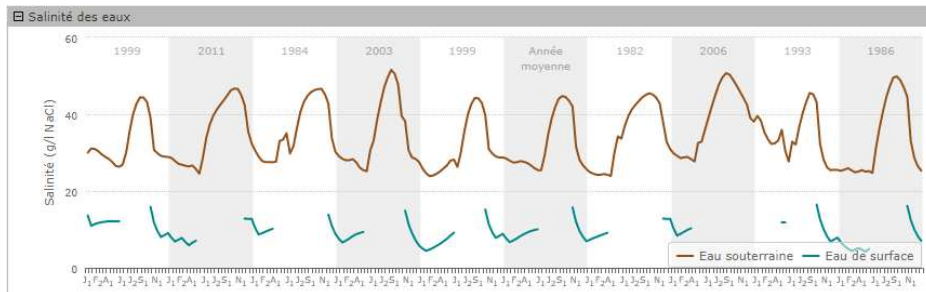




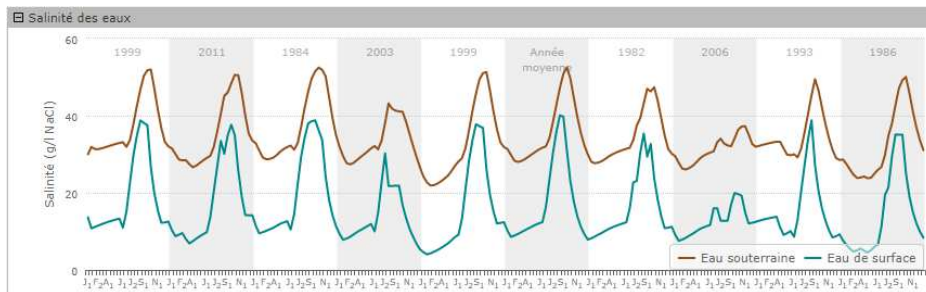
# Réponse Exercice 7

**Énoncé:** Trouver comment diminuer la salinité des eaux souterraines d'un marais par la gestion de l'eau de surface

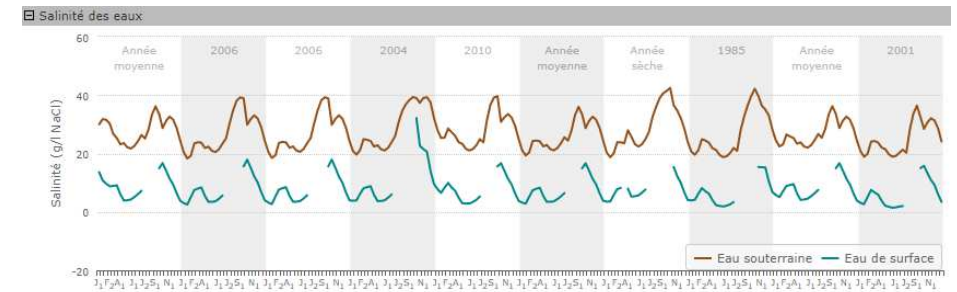
Sans gestion, la salinité d'eau de surface oscille entre 25 et 50 g/l



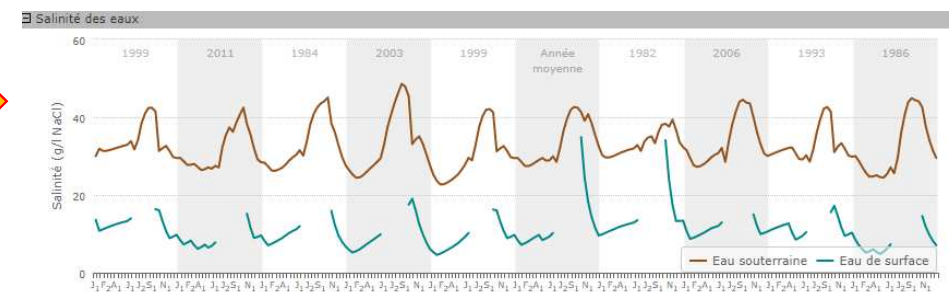
Pour faire baisser la salinité de l'eau souterraine on peut essayer d'avoir un minimum de 20 cm d'eau toute l'année = Pas vraiment d'impact



Si comme pour l'exercice 4 on fait une forte mise en eau en décembre (75 cm min) suivi d'une vidange en février puis d'une forte remise en eau en mars (50 cm maintenu jusqu'en mai) = diminution de la salinité souterraine



Pour éviter de faire entrer de l'eau saumâtre pendant la période estivale, on laisse le marais s'assécher naturellement de juillet à septembre (pas d'apport d'eau à cette période) = Mieux mais pas assez



# Réponse Exercice 8

Énoncé: Quantifier l'impact des changements climatiques sur la faune et la flore de ce marais non géré grâce à l'outil d'exportation de données de MoS

Sans gestion, la variabilité interannuelle au sein d'une même période de temps peut être très importante. Pour pouvoir comparer les périodes, il est préférable de comparer des années typiques comme les années sèches, moyennes et humides. Etant donné que les années exceptionnelles peuvent avoir des impacts sur l'année suivante, il est préférable d'imposer une année moyenne l'année précédent chaque simulation.

Années Conditions hydrologiques Modes de gestion

Mode 1 Mode 2 Mode 3  Aucun

1 Année moyenne  Mode 1  Mode 2  Mode 3  Aucun

2 Année moyenne  Mode 1  Mode 2  Mode 3  Aucun

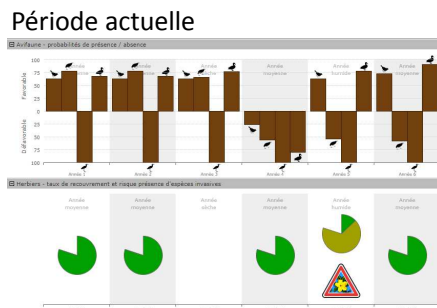
3 Année sèche  Mode 1  Mode 2  Mode 3  Aucun

4 Année moyenne  Mode 1  Mode 2  Mode 3  Aucun

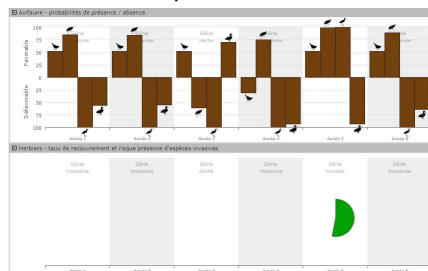
5 Année humide  Mode 1  Mode 2  Mode 3  Aucun

6 Année moyenne  Mode 1  Mode 2  Mode 3  Aucun

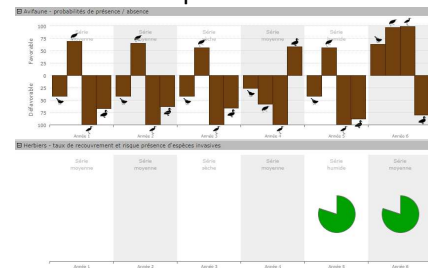
## Résultats MoS



### Période 2050 pessimiste



### Période 2100 pessimiste



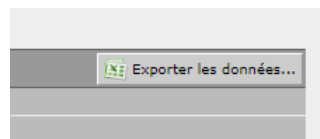
## Exportation dans Excel

Condition hydrologique	Avifaune				Herbiers		
	Passeraux paludicoles (%)	Butors étoilés (%)	Hérons pourprés (%)	Canards nicheurs (%)	Espèces patrimoniales (%)	Autres espèces (%)	Espèces envahissantes
Série moyenne	62.9	77.7	-100	68.2	80	0	Aucun risque
Série moyenne	62.9	77.9	-100	68.1	80	0	Aucun risque
Série sèche	62.9	65.6	-100	77.1	0	0	Aucun risque
Série moyenne	25.7	-55.6	-100	-80.1	80	0	Aucun risque
Série humide	62.9	-54.3	-100	77.6	13	67	Aucun risque
Série moyenne	73.5	-57.7	-100	90.6	80	0	Aucun risque

Condition hydrologique	Avifaune				Herbiers		
	Passeraux paludicoles (%)	Butors étoilés (%)	Hérons pourprés (%)	Canards nicheurs (%)	Espèces patrimoniales (%)	Autres espèces (%)	Espèces envahissantes
Série moyenne	52.3	84.7	-100	-56	0	0	Aucun risque
Série moyenne	52.3	84.1	-100	-54.7	0	0	Aucun risque
Série sèche	52.3	-61.3	-100	70	0	0	Aucun risque
Série moyenne	31	75	-100	-93.4	0	0	Aucun risque
Série humide	52.3	98.6	100	-92.6	53	0	Aucun risque
Série moyenne	52.3	88.7	-100	-63.6	0	0	Aucun risque

Condition hydrologique	Avifaune				Herbiers		
	Passeraux paludicoles (%)	Butors étoilés (%)	Hérons pourprés (%)	Canards nicheurs (%)	Espèces patrimoniales (%)	Autres espèces (%)	Espèces envahissantes
Série moyenne	41.6	69.3	-100	-67.1	0	0	Aucun risque
Série moyenne	41.6	65.2	-100	-63	0	0	Aucun risque
Série sèche	41.6	56.3	-100	-66	0	0	Aucun risque
Série moyenne	25.7	-58.4	-100	58.3	0	0	Aucun risque
Série humide	41.6	56.5	-100	-87.7	80	0	Aucun risque
Série moyenne	62.9	96.6	99.2	-79.8	80	0	Aucun risque

Pour extraire les données de Mar-O-Sel, il suffit d'utiliser l'option exportation



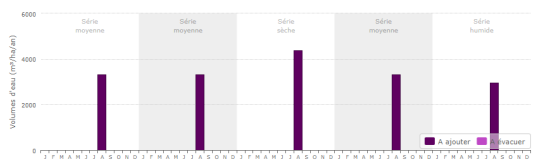
# Réponse Exercice 9

**Énoncé:** Estimer l'impact des changements climatiques sur les besoins (apports) en eau de ce marais et adapter les règles de gestion pour en atténuer les effets sur la faune

## Gestion actuelle : volumes pompés

### Période actuelle

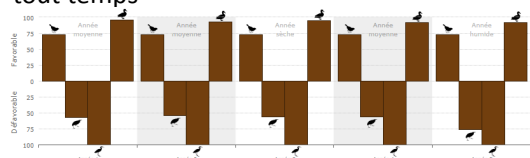
Entre 2949 et 4373 m<sup>3</sup>/ha



## Gestion actuelle : attractivité pour l'avifaune

### Période actuelle

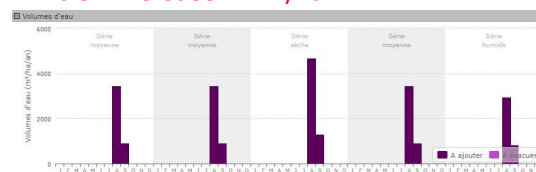
Favorable aux passereaux et aux canards en tout temps



## Nouvelle gestion pour conserver attractivité pour l'avifaune : Volumes pompés

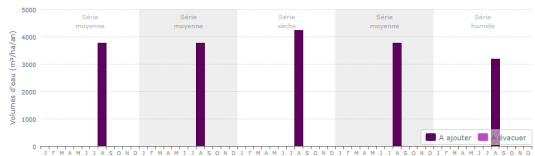
### 2050 scénario pessimiste

Entre 4273 et 5941 m<sup>3</sup>/ha



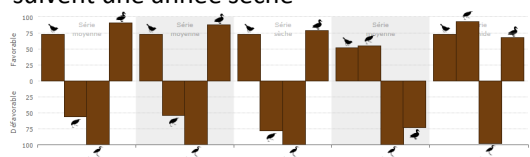
### 2050 scénario pessimiste

Entre 2925 et 4795 m<sup>3</sup>/ha



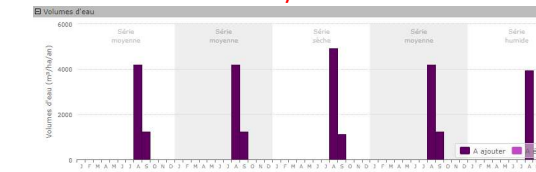
### 2050 scénario pessimiste

Défavorable aux canards les années qui suivent une année sèche



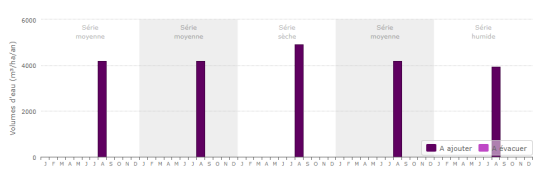
### 2100 scénario pessimiste

Entre 3929 et 6024 m<sup>3</sup>/ha



### 2100 scénario pessimiste

Entre 3928 et 4901 m<sup>3</sup>/ha



### 2100 scénario pessimiste

Défavorable aux passereaux et aux canards les années qui suivent une année sèche

