



Office National des Forêts

FORMATION

HYDRAULIQUE SUR LE PLATEAU LANDAIS ET GESTION DES LAGUNES

ONF, Agence LNA, BET - Gilles GRANEREAU
Pierre Bécheler

CTC & lagune de Larrabut à Maillas

CTC, 3 octobre 2017



PROGRAMME

- tour de table : perception du drainage : avantages et inconvénients connus ou inculqués
- L'hydraulique (généralités incluant données de Pierre Bécheler)
- analyse d'un contexte hydraulique, celui du camp du Poteau : facteurs naturels (pluviosité, morphologie, géologie, autres facteurs météo...)
- définition des dysfonctionnements hydrauliques
- gestion des lagunes, et lien avec la gestion hydraulique
- 12:00 → 13:00 : repas au mess
- 13:00 → 17:00 : visites sur le camp du Poteau et à Maillas





Office National des Forêts

Tour de table

Votre perception du drainage (est-ce « bien ou mal » ?)

Vos attentes en matière de connaissance de l'hydraulique

Vos questionnements restés en suspens (au regard d'exemples vécus)





Présentation de Pierre Bécheler

Bureau d'études qui nous a assistés sur les travaux

Rédaction d'une première étude (voir ressources documentaires in fine)





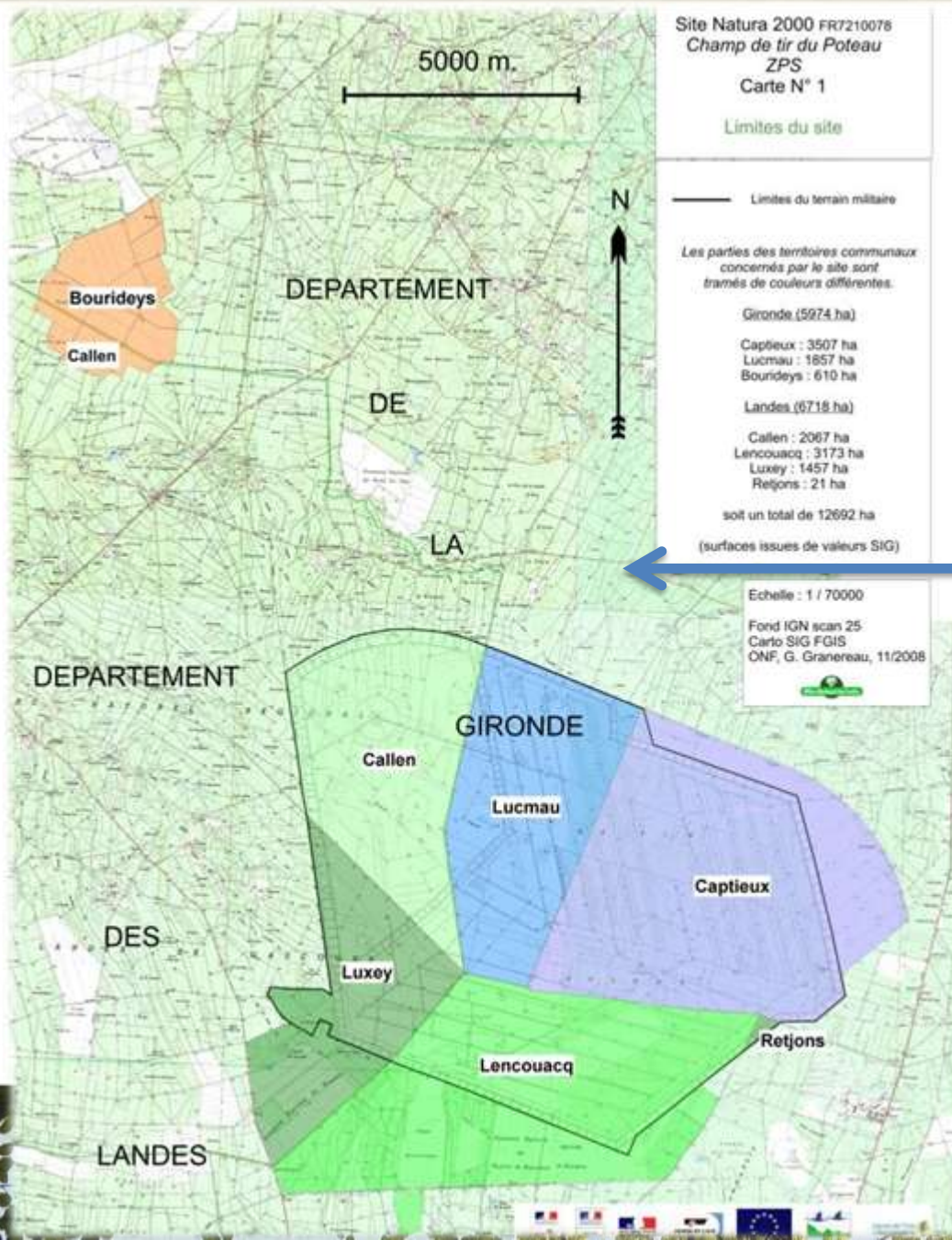
Office National des Forêts

L'analyse du contexte hydrau

Pour connaître le fonctionnement d'un site il faut préalablement l'analyser :

- **Facteurs naturels** : pluviosité, climato, géologie, morphologie, pédologie, cours d'eaux (naturels), etc.
- **Facteurs anthropiques** : pratiques environnantes, drainage, travail du sol, ...





Le site FR7210078 (ZPS)
Champ de tir du Poteau
apparaît en couleurs (12692 ha)

Le site FR7200723 (ZSC)
Champ de tir de Captieux
à son périmètre tracé en noir (9176 ha).

Le CTC (champ de tirs de Captieux) est à la fois en ZPS et en ZSC.





Notion de bassin-versant (BV) : c'est d'une façon générale l'ensemble des terrains sur lesquels l'eau s'écoule vers un cours d'eau.

Pour ce calcul théorique, on prend 10 000 ha (c'est petit pour un BV !)

Quelle quantité d'eau tombe sur le site ?

Pluviosité de 1000 mm par an (1000 l/m²)

Cela représente 10 000 m³/ha

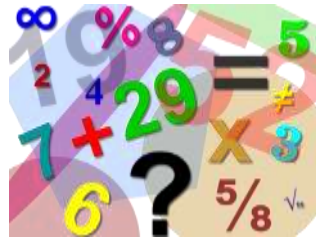
Pour le « BV » du camp (arrondi à 10 000 ha) → 100 000 000 m³

Soit une colonne d'eau de 1 ha de base et 10000 m de hauteur !

Cette eau est précieuse, et on a tout intérêt à ce qu'elle arrive le moins vite possible en aval !



Pour quelle raison doit-on éviter le drainage trop rapide des eaux ?



Refaisons un calcul simple

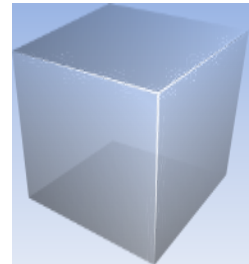


On a un (petit) BV de 10 000 ha fort bien drainé (fossés) sur lequel une pluie (forte) apporte 30 mm d'eau (30 l/m²), soit globalement 3 millions m³ sur le BV.

Cela représente un cube d'eau d'environ 1700 m X 1700 m

Si une partie de cette eau avalise (progressivement) en 1 heure (du fait de l'efficacité des fossés) vers un cours d'eau, cela fait une belle « vague », dont on voit parfois la réalité dans certaines régions (Sud notamment).

Le phénomène s'est produit en 1985 sur le camp, suite à la création de fossés surdimensionnés : résultat → un pont devenu une île et de gros dégâts à Callen (maisons inondées, ensablement...)



Un drainage mal adapté provoque :

- Un afflux d'eau important rapidement avalisé lors de fortes pluies,
- De l'érosion « régressive » avec surcreusement du fossé, élargissement, etc.

Mais pourquoi cela ?



Dans un fossé, l'eau coule rapidement, et en permanence (24 h/24, 7j/7, jamais en grève ou en congés)

Exemple : un fossé ayant un potentiel de 500 l/s (0,5 m³/s)

→ il écoule potentiellement en 24 h 43200 m³

Une conclusion : en théorie, la capacité de drainage d'un fossé modeste évacue potentiellement en un peu plus de 6 heures l'équivalent de la pluie tombée sur 1 hectare en 1 an (10 000 m³).

Bien plus que l'ETP !

À propos ... comment calculer simplement le débit d'un fossé?

Le mot du spécialiste, Pierre Bécheler : calculer le débit d'un fossé, cours d'eau...

* La **section d'écoulement S** est la surface de l'aire ABCD (« petite base + grande base multiplié par hauteur et divisé par 2 »)

* Le **périmètre mouillé P** est la longueur AB + BC + CD (pas AD)

* Le **rayon hydraulique R** est le rapport S / P

* **I** est la **pente du fossé** exprimée en $m.m^{-1}$

Darcy et Bazin, tous deux hydrogéologues et hydrologues, ont montré que : $R \times I = b \times V^2$ avec **b** (« **coefficient de rugosité** ») = $2,8 \times 10^{-5} \times (1 + 1,25 / R)$ pour les parois en terre.

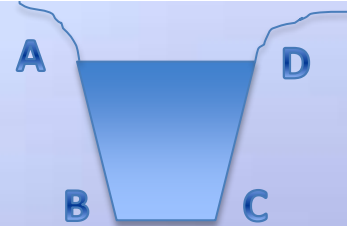
Il s'en suit dans la démonstration de Darcy-Bazin, que la vitesse est :

$$V = (R \times I / b)^{1/2}$$

On pose alors que le débit **Q** est :

$$Q = V \times S$$

Le choix des dimensions du fossé n'est pas ici, anodin ; c'est celui qui mène à un débit de $1 m^3.s^{-1}$, et une vitesse de $0,8 m.s^{-1}$; valeurs classiquement fréquentes dans les landes en bord de piste DFCL, notamment. **On est ici en plein domaine d'érosion et de transport des sables et petits graviers.**



Profil du fossé à pente 1/1 ; si écoulement plein bord $\rightarrow S = 1,25 m^2$
 $P = (1,414 \times 2) + 0,5 = 3,328 m$
 $R = S / P = 0,3756$ arrondi à 0,38

La pente : on prend $2 m.km^{-1}$ soit $I = 2.10^{-3} m.m^{-1}$ (2 pour mille)
 On calcule $b = 2,8 . 10^{-5} \times (1 + (1,25 / 0,38)) = 1,2.10^{-3}$

On a donc $V = ((0,38 \times 2.10^{-3}) / 1,2.10^{-3})^{1/2} \cong 0,8 m.s^{-1}$
 On calcule le débit $Q = V \times S = 0,8 m.s^{-1} \times 1,25 \cong 1 m^3.s^{-1}$

Le mot du spécialiste, Pierre Bécheler : calculer le débit d'un fossé, cours d'eau...

Plus compliqué, le calcul simple sur le terrain

↗ A défaut de calcul, on peut aussi sur le terrain faire une mesure approximative :

Mesure de la vitesse de l'eau avec un décimètre et un débris flottant (en $m.s^{-1}$),

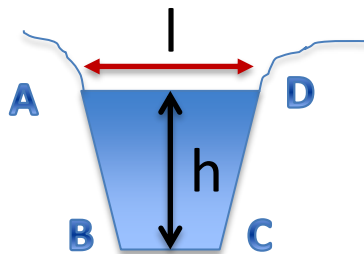
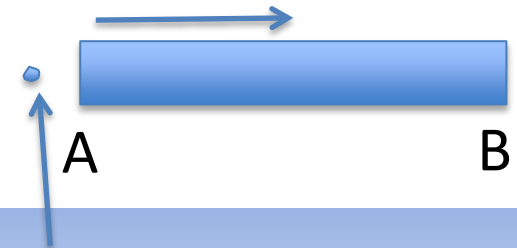
Mesure du tirant d'eau (en m) : **h**

Mesure de la largeur du lit mouillé (en m) : **l**

Calcul de la section : **$S = l \times h$**

Calcul du débit **$Q = S \times V$**

Cela reste peu précis mais aide à avoir un **ordre de grandeur**.



Exemple concret :

- Je mesure le temps que met un « débris » pour faire 10 m (AB ci-dessus) en le posant plus en amont ; 8 secondes comptées, donc $V = 0,8$ m/s
- Tirant d'eau **h** de mon fossé : 0,3 m
- Largeur du lit mouillé **l** : 2 m
- Section **$S = h \times l = 0,3 \times 2 = 0,6$** m²
- Débit **$Q = S \times V = 0,6 \times 0,8 = 0,48$** m³/s, soit arrondi 500 l/s

Ceci confirme :

- *Que plus on draine, plus on s'expose aux risques d'érosion ou inondation,*
- *Que les inondations c'est plutôt pour les voisins en aval ... pas sympa !*
- *Que le drainage conduit à un assèchement estival accru, au moment où la végétation a besoin d'eau...*

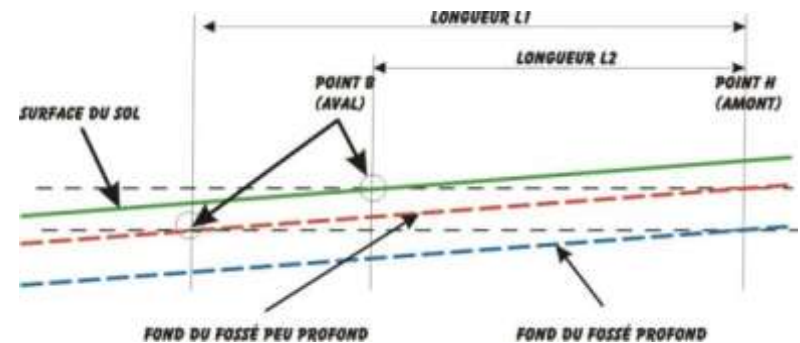


Quelques remarques peuvent être formulées :

- ✓ toute goutte d'eau qui arrive sur terre finira un jour dans l'océan ... plus ou moins vite : cela peut aller de quelques dizaines d'heures avec le drainage, à plusieurs jours, semaines, mois... en ruissellement naturel.
- ✓ sur les sols à pentes faibles et non déstructurés (travail du sol), l'érosion est inexistante à négligeable. Le ruissellement est qualifié de « naturel », l'eau mettra beaucoup plus de temps pour arriver en aval qu'avec un réseau de drainage.
- ✓ un bouchon sur un fossé n'a d'influence en amont que sur une distance faible et proportionnelle à la pente
(cf formule $L = \text{pente} \times P$, où $P =$ profondeur du fossé).
Calcul : avec 3‰, la pente est de 30 cm/100 m. Un seuil de 30 cm placé dans un fossé aura une efficacité sur 100 m

➔ Le drainage contribue à la destruction des zones humides, et réduit la disponibilité en eau pendant les périodes sèches

➔ Ces constats, ainsi que les études menées, permettent de rechercher des solutions cohérentes pour réduire l'efficacité du réseau de drainage.



Quelques problèmes liés à une gestion du réseau de drainage mal comprise ...

Fossé aux dimensions démesurées (quel est l'objectif ?)

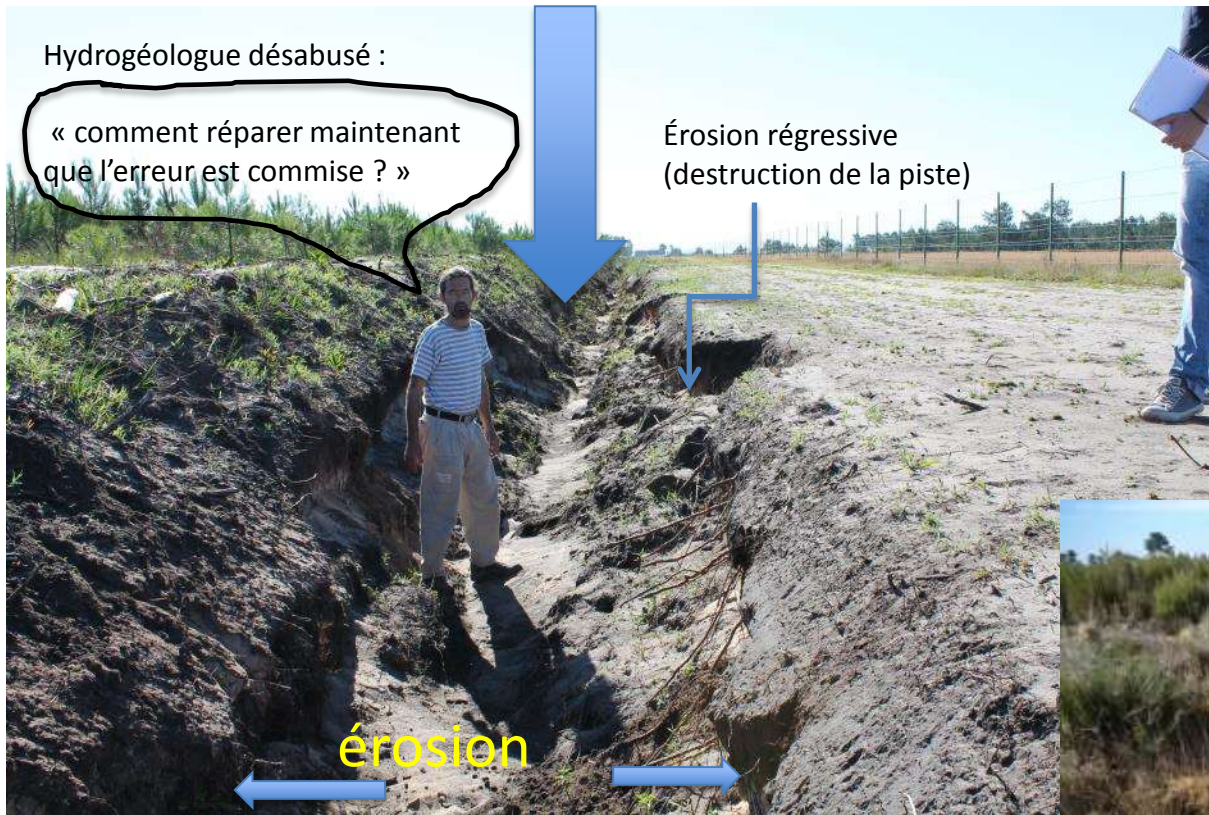
Hydrogéologue désabusé :

« comment réparer maintenant que l'erreur est commise ? »

Érosion régressive
(destruction de la piste)

érosion

Et que ça coule !



Le fonctionnement naturel de la lande, c'est le ruissellement. Une lande drainée meurt, ou se dégrade (lande humide → lande sèche)

- Traditionnellement, les « anciens » réalisaient des petits fossés peu profonds et installaient des seuils pour contrôler le drainage en hiver et conserver l'eau en été.
- C'est au XIXe siècle que le terme « assainissement » est apparu ; il prenait un sens premier, à savoir contrer l'insalubrité.
- De grands collecteurs ont été créés (barades, etc.)
- L'agriculture a apporté au XXe siècle un système industriel fondé sur le drainage couplé avec l'irrigation (n'est-ce pas contradictoire ?)
- Puis les sylviculteurs s'en sont mêlés après les grands incendies (cf Enjalbert qui écrivait dans les années 1950 qu'il faudrait envisager de placer des seuils dans les fossés, au risque d'aboutir à un effondrement des nappes)
- Beaucoup croient encore que sans « assainissement » on ne pourrait rien cultiver ...



Quelle est la nappe superficielle ? :

Le complexe aquifère des landes est constitué de plusieurs nappes superposées.

La nappe superficielle (SL) est dite libre car non limitée vers le haut par un imperméable. Elle est contenue dans une formation fluviatile dite nappe alluviale ancienne. Cette nappe alluviale est constituée de sables, graviers, plus ou moins argileux, incluant des lentilles plus argileuses. Son sommet a été exposé à la fin des périodes glaciaires, à des vents importants qui ont déplacé et étalé les sables tout en faisant un tri granulométrique important.

Legigan a proposé que le sommet éolisé de cette formation corresponde à la notion de Sable des Landes au sens le plus strict. On peut donc retenir que la nappe d'eau qui occupe toute l'épaisseur de la nappe alluviale, ne porte le nom de nappe superficielle que pour sa partie contenue dans la seule partie éolisée. A Captieux, quelques mètres d'épaisseur.



Comment fonctionne-t-elle?

A Captieux, comme sur toutes les zones de rangs **interfluves**, cette nappe superficielle n'est alimentée que par la pluie.

Du fait de la granulométrie très bien classée du Sable des Landes, la perméabilité est importante ; du fait des faibles pentes, la circulation latérale de vidange de la nappe est faible. Elle bat donc au rythme des saisons.

Les deux études que nous avons menées au CPTÉ et à Losse, ont montré qu'en position d'interfluve donc dans les secteurs de landes humides, le niveau de la nappe superficielle battait entre moins de 1 m de profondeur et quelques décimètres au-dessus du sol. Ceci en conditions initiales, c'est-à-dire avant « assainissement » des landes par creusement de milliers de km de crastes, jalles, estey et autres fossés.



On peut concevoir 2 types d'aménagement de fossés.

↗ Le premier est un fossé profond qui affecte plus que la zone de battement de la nappe. On obtient 2 effets :

- Une suppression de la lame d'eau débordante en hiver,
- Un assèchement du sol par abaissement du plancher de la nappe en été.

C'est généralement, systématiquement, ce qui a été fait jusqu'ici.



- ↗ Le second est un fossé très élargi et peu profond, qui évite la submersion du sol tout en préservant la partie « souterraine » de la nappe.

Selon la formule de Darcy-Bazin, une cunette aux dimensions de 8 m d'ouverture en gueule et 0,5 m de profondeur, on arrive à :

$$V = 0,54 \text{ m.s}^{-1}$$

$$Q = 1,08 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$$

- ➔ Le débit est donc conservé, voire amélioré par rapport au fossé profond (1 m X 2,5 m) avec de gros avantages :
- ✓ La vitesse est très nettement réduite et même si elle permet le transport des sables, on peut végétaliser le fond ;
 - ✓ On ne draine plus la nappe en période d'étiage ; on conserve donc au mieux le potentiel de zone humide.
 - ✓ Les engins de lutte contre les incendies peuvent facilement franchir ces ouvrages ;
 - ✓ On peut si besoin, gyrobroyer la végétation du fond sans faire de dégâts.



Gestion des fossés bordiers :

Les solutions doivent être adaptées au contexte local ; sur le camp du Poteau, nous avons la possibilité d'expérimenter plusieurs options, répondant à des objectifs divers.

Fossés bordiers des rues (plus de 200 km sur le polygone) :

- Leur pouvoir drainant reste encore important.
- Pour le réduire, ils ont été déviés à des endroits stratégiques, et raccordés à des mares creusées dans les parcelles ; de là, l'eau poursuit son chemin en écoulement naturel. L'amenée se fait par des **cunettes**. Leur avantage, c'est d'être **franchissables** et faciles, **peu coûteuses à entretenir**.
- Dimensions : environ 4 m en gueule, profondeur max 0,40 m, profil « en rigole »



Création d'une cunette à gauche, et au centre la même en hiver. A droite, on voit le bouchon fermant l'ancien fossé, et les eaux en aval ne courent plus (seuils en aval)

Rattrapage de profil :

En 2017, on a expérimenté avec le Génie des techniques permettant de rectifier le profil de fossés

Le but était, à partir d'un fossé surdimensionné, d'obtenir un profil cunette. Le résultat a permis globalement de réduire au moins par deux la profondeur.



Gauche : fossé avant travaux ; centre : rognage des berges, et compactage de la végétation au fond ; droite : un autre fossé recalibré en cunette

Autre technique : on s'appuie sur les travaux d'entretien des pare-feu :

À gauche : mise à blanc du pare-feu bordier. **Centre :** le sable obture progressivement le fossé.

Droite : l'entretien à l'épareuse est facilité et le fossé est franchissable !



Traitement amont (et aval) des fossés bordiers :

- Mise en place de seuils selon un espacement fonction de la pente
- Seuils pouvant être constitués de billes de pin ; les bouchons sont en sable compacté, sommet réglé au moins à $-0,40$ m par rapport à la chaussée.
- Résultats : l'eau s'écoule dans les pare-feu bordiers, et crée des zones humides temporaires appréciées par la faune.



Billes de pins (expérimentation) ; bouchon de sable ; résultat en hiver ; le surplus d'eau s'écoule en ruissellement naturel, sans provoquer d'érosion.

Ponts semi-perméables

- Pour assurer l'accessibilité (DFCI, exploitations) des ponts semi-perméables ont été réalisés sur le canal nord
- Billes de bois en base + sable. Bonne tenue dans le temps (exploitations depuis 2 ans + accès lors du grand incendie de mai)
- -on considère qu'il n'y a pas d'inconvénient écologique (pas ou pas assez d'eau l'été)



Améliorations à envisager

- *Dans les « petits » fossés, les billes ne sont pas nécessaires, le sable suffit à condition d'espacer les seuils (200 m maxi) et de les réaliser sur 10 m, avec une cote d'environ - 0,40 m par rapport à la chaussée.*
- *Pour les grands fossés, on peut envisager de retenir l'eau sur 1 m et de placer comme déversoir des billes à ce niveau. Le système est à calibrer afin de n'avoir pas d'érosion*



Les mares, une typologie variée selon les objectifs

Une mare n'est pas seulement un trou d'eau : sa forme, ses caractéristiques répondent à des objectifs particuliers. Le maintien de l'eau favorise le retour à la lande et redynamise son cortège végétal ; la faune est également favorisée : dès la création des premières mares, Courlis cendrés et Grues cendrées sont venus les fréquenter.



Haut : mare en été, puis en hiver ; bas : mare à berges profilées après les travaux, et en 2014

**Un travail de longue haleine, qui doit être mené prudemment :
Pas d'action globale, mais plutôt des opérations expérimentales et ponctuelles.**

- Enlèvement des arbres à proximité, avec sélection si nécessaire
- Finition manuelle par bûcheronnage et enlèvement des rémanents
- Broyage mécanique (sans export, mais si on le peut, c'est préférable d'exporter...) au plus près de la lagune



Photos de 2013

Il est nécessaire de prendre en compte les facteurs d'assèchement de la lagune

Création de seuils sur les fossés



Test : création de mare sur fossé : creusement du fossé en amont, et remblai pour créer un seuil



Travaux sur la lagune

- Création d'une zone refuge (eaux permanentes)
- Etrépage mécanisé sur petites zones à $-0,10$, $-0,20$ et $-0,40$ m
- mise en place d'un exclos pour protéger la lagune de la grande faune (et des moutons...)



Creusement de la zone refuge / placette d'étrépage (ici à $-0,20$ m) / clôture exclos

- Concernant les travaux d'étrépage, il est nécessaire de traiter des surfaces plus conséquentes (veiller toutefois à ne pas étréper toute la lagune)
- Le principe de l'exclos limite l'impact du gibier, mais la végétation reprend le dessus très vite et notamment les agrostis. Ceci milite également pour un étrépage plus important,
- Pour protéger les lagunes de la grande faune (sangliers), prévoir à proximité des mares
- Tester un exclos sur la moitié d'une lagune pour mesurer l'impact des sangliers

A G, la lagune avant travaux ; centre après travaux , à droite : octobre 2014 découverte d'un pied de Faux-cresson de Thore (*Thorella verticillatinundata* ex *Caropsis verticillato-inundata*) dans une zone étrépee à -0,40 m,

- ✓ Afin d'évaluer les résultats il est prévu de mettre en place des piézomètres pour mesurer l'impact des fossés.
- ✓ La station météo automatique donnera les valeurs des précipitations, on pourra ainsi calculer la mise en charge et la capacité de drainage.
- ✓ Pour comparer, le même dispositif est à prévoir sur un fossé « cunette »



C'est au prix de ces modes de gestion qu'elle pourra être conservée (améliorée ?)



Pour finir, il semble utile de présenter quelques outils spécifiques, utilisés notamment pour favoriser le maintien des zones humides



→ Les brûlages dirigés menés par les pompiers du camp, des SDIS et de la BA118 permettent de réhabiliter des milieux humides en réduisant la végétation arbustive/arborée.

→ Le pâturage a été testé (plus de 3000 têtes), un cahier des charges a été réalisé pour le rendre cohérent avec les objectifs.

→ Un argumentaire a été réalisé en 2017 pour définir la stratégie de gestion proposée par l'ONF, dans laquelle l'hydraulique occupe une place importante

→ Les pare-feu ont fait l'objet d'une étude afin d'y favoriser la végétation landicole.



Toutes les données relatives aux opérations menées sont sur le site Internet <http://camppoteau-aquitaine.n2000.fr/>

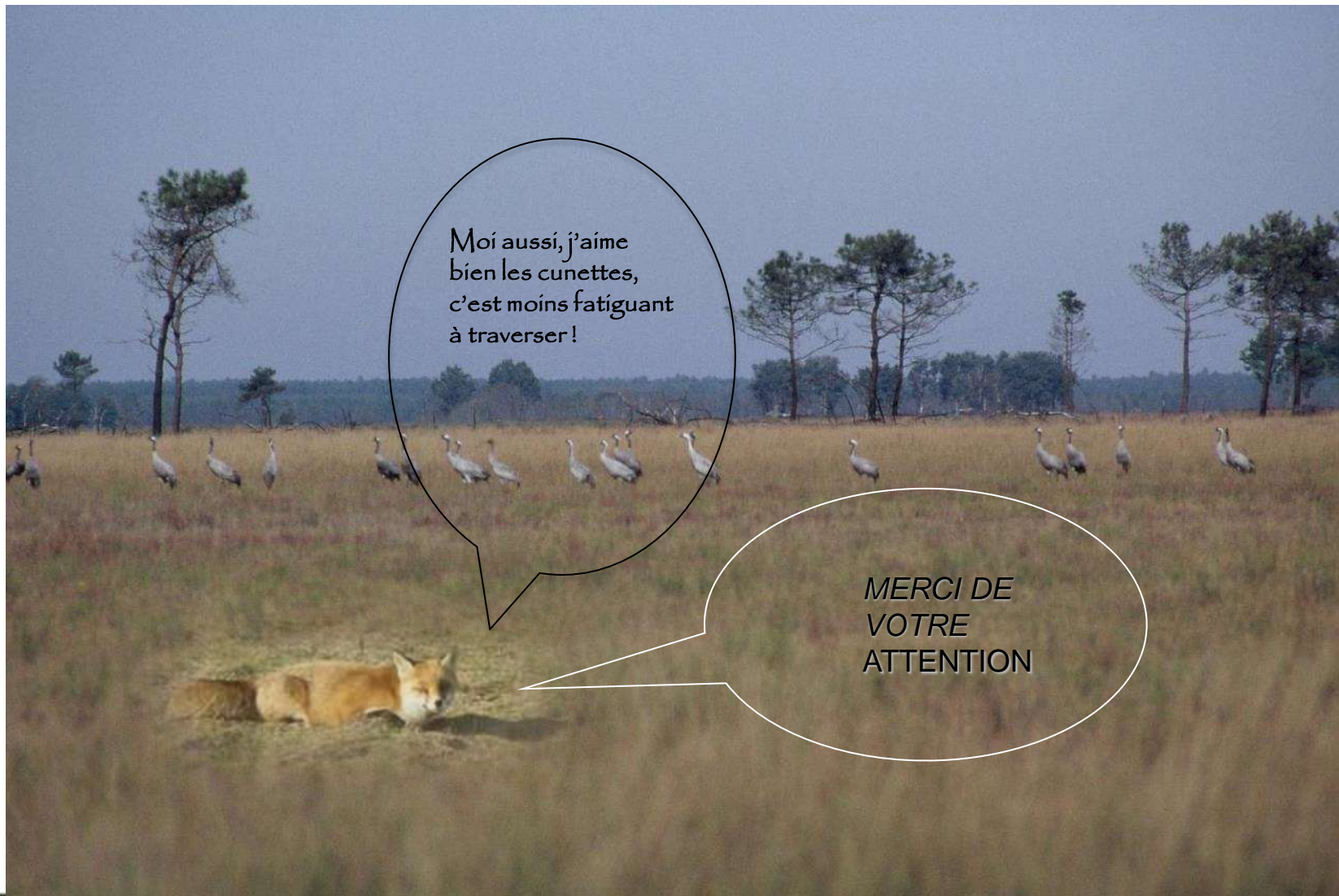


Ressources documentaires transmises par colipostage

- Étude de Pierre Bécheler (etude becheler 2012 et couverture etude becheler) et son résumé (synthese etude hydrau)
- Rapport BRGM sur les lagunes landaises (rapport BRGM lagunes)
- Diagnostic et propositions de gestion des lagunes à Maillas (gestion lagunes maillas)
- Plaquette lagunes 2015 du CD40 (brochurelagunes-bilan-2015)
- Notice sur la gestion hydraulique, document interne de 2014 (notice tech gestion hydrauV2)
- Argumentaire sur la gestion DFCl, sur l'hydraulique et la gestion forestière, relu par F.Bonnet (argumentaire feu hydrau amg-reluFB-CF)

- ce diaporama de la présentation faite le 3 sera transmis après la FOP





Moi aussi, j'aime bien les cunettes, c'est moins fatigant à traverser!

MERCI DE VOTRE ATTENTION