



## Adaptation au changement climatique dans le Haut-Jura : forêts, tourbières et alpages



Rencontre Adaptation des territoires au changement climatique – 5 mars 2019

# LE CHANGEMENT CLIMATIQUE À TRAVERS LA CHARTE DU PARC

## CONSTATS

- Des hivers plus doux
- Un enneigement plus aléatoire
- Un front de neige qui remonte d'année en année
- Des étés alternant périodes caniculaires et périodes pluvieuses



Interrogation sur l'évolution des écosystèmes locaux, ainsi que les modes de gestion agricoles, pastoraux et sylvicoles qui leur sont associés.

## STRATÉGIE

**EQUILIBRE**  
Nature – Economie – Territoire



**CAPACITE D'ADAPTATION**  
Anticipation et prospective

## PRORITÉS

Renforcer la cohésion territoriale

Faire de la culture le fer de lance de la cohésion sociale

**Anticiper les conséquences du changement climatique**

**Urbanisme de qualité et d'architecture contemporaine**

**Economie durable, respectant et valorisant les ressources naturelles**

# LE CHANGEMENT CLIMATIQUE À TRAVERS LA CHARTE DU PARC

## RÉPONSES

**Gouvernance, aménagement du territoire, culture, communication, éducation et services**



Réponses adaptées et durables aux défis que le Haut-Jura doit relever

**Préservation des patrimoines naturels**



Acquisition de connaissances, fonctionnalité des milieux

**Rechercher la performance énergétique**



Economies d'énergie et énergies renouvelables

**Préserver le capital eau du territoire**



Protéger et économiser la ressource en eau

**Pratiques agricoles conciliant compétitivité et bénéfiques environnementaux**



Programmes de recherche visant à anticiper les impacts des évolutions climatiques

**Gestion forestière respectueuse des équilibres**



Offre touristique quatre saisons, adaptation de l'offre hivernale, éco-mobilité touristique, éco-tourisme

**Adapter l'offre touristique**



# L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ACTIONS

## **Acquisition de connaissances**

Etude sur les oiseaux nicheurs du Risoux  
Suivi intégré de la flore et de l'entomofaune  
Amélioration du réseau de mesures météorologiques

## **Forêt**

Analyse des impacts du changement climatique  
sur les milieux forestiers

## **Fonctionnalité des milieux et ressource en eau**

Réhabilitation des tourbières du Jura pour s'adapter aux  
changements des régimes hydriques

## **Agriculture**

Mise en place d'un réseau d'alpages sentinelles

## **Tourisme**

« Route » des lacs (éco-mibilité)  
Station Vallée Pôle de Nature (AURA)  
Projet de voie verte, Espace des mondes polaires (Station des Rousses)

# ZOOM SUR TROIS ACTIONS

## Acquisition de connaissances

Etude sur les oiseaux nicheurs du Risoux  
Suivi intégré de la flore et de l'entomofaune  
Amélioration du réseau de mesures météorologiques

## Forêt

Analyse des impacts du changement climatique  
sur les milieux forestiers

## Fonctionnalité des milieux et ressource en eau

Réhabilitation des tourbières du Jura pour s'adapter aux  
changements des régimes hydriques

## Agriculture

Mise en place d'un réseau d'alpages sentinelles

## Tourisme

« Route » des lacs (éco-mibilité)  
Station Vallée Pôle de Nature (AURA)  
Projet de voie verte, Espace des mondes polaires (Station des Rousses)

# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

## Objectif général

Apprécier les impacts potentiels du changement climatique sur les forêts et apporter des réponses adaptées en matière de gestion forestière en tenant compte des équilibres écologiques

## Description de la l'action

- Etude de la vulnérabilité des forêts du Haut-Jura vis-à-vis du changement climatique
- Conception d'une méthode pratique de diagnostic des sols
- Diffusion des résultats auprès des propriétaires et des gestionnaires
- Sensibilisation du grand public (expositions et animations)



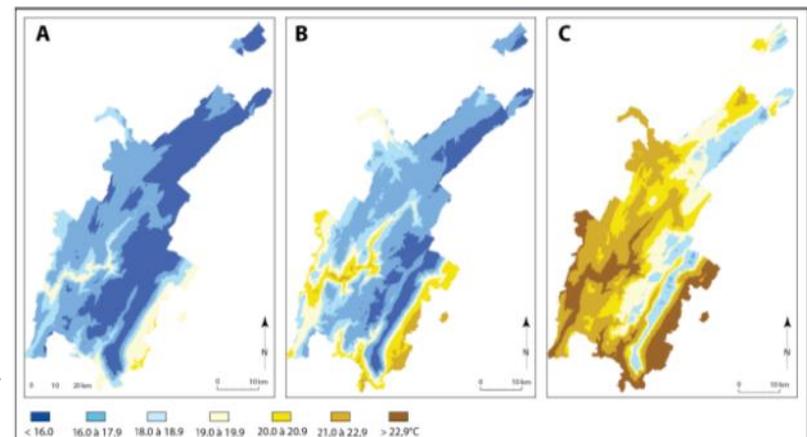
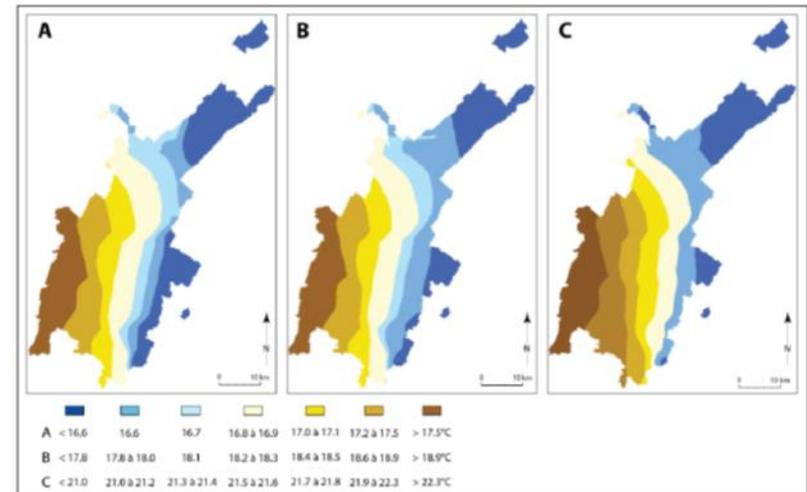
# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

## Une étude composée de 2 volets :

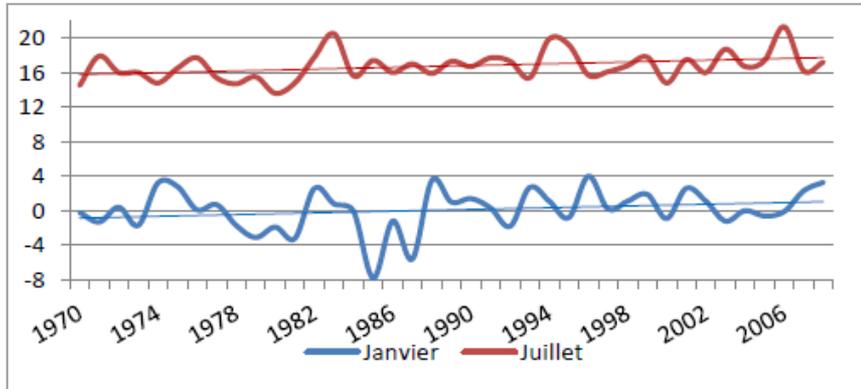
- Analyse des caractéristiques du climat actuel et évaluation de leur évolution probable au cours du 21<sup>e</sup> siècle (laboratoire ThéMA)
- Cartographie des sols et de leur réserve utile en eau (laboratoire Chrono-environnement)

## Volet « climat »

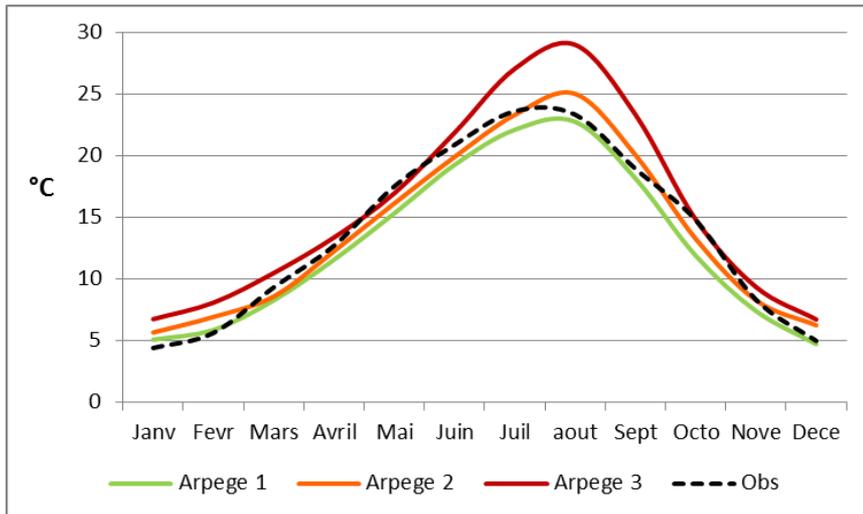
- Etude basée sur les données MétéoFrance et sur des simulations à petite échelle du modèle Arpège-climat
- Estimation de l'évolution des :
  - >Températures
  - >Précipitations
  - >Bilans hydriques (=précipitations – ETP)
- Etude de 3 normales :
  - >1981-2010 (A)
  - >2021-2050 (B)
  - >2071-2100 (C)



# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



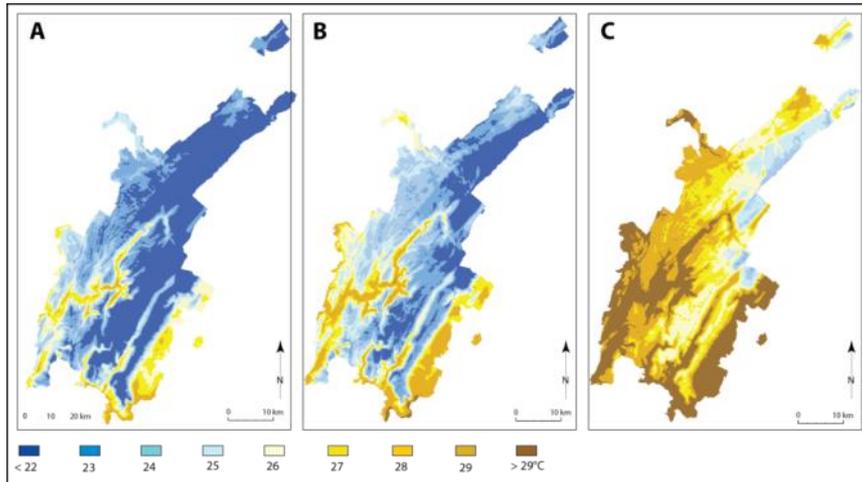
Entre 1970 et 2008, augmentation des températures de 1,7°C, soit 5°C sur un siècle (station MF de Supt)



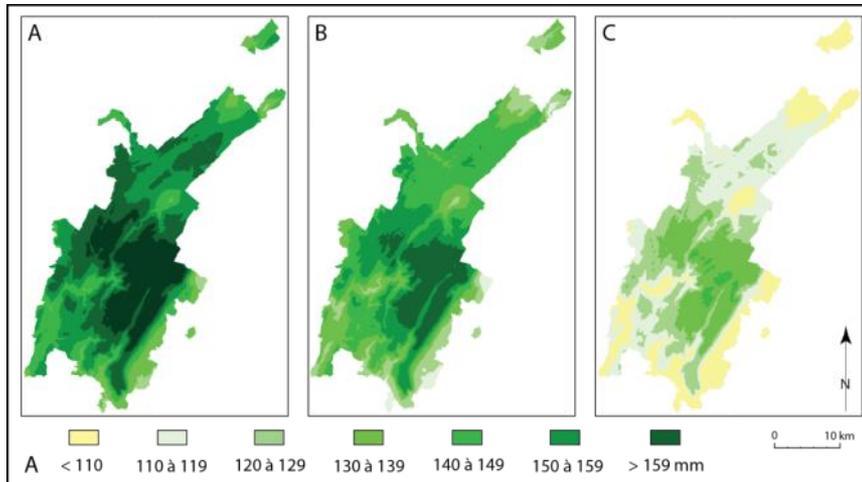
Le réchauffement climatique c'est :

- augmentation de 4,6°C sur le siècle (juillet)
- une progression vers le sud de 10 m/jour ;
- une perte de 1 cm/jour d'altitude.

# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

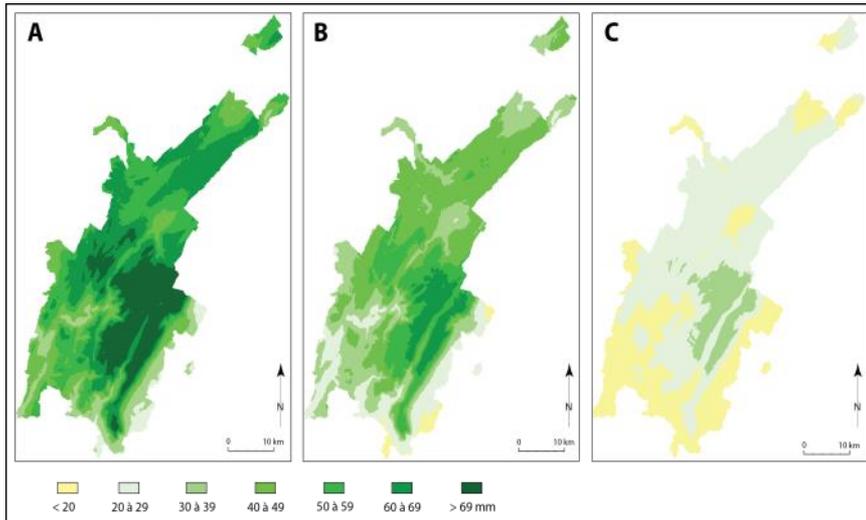


Une augmentation des températures maximales de juillet

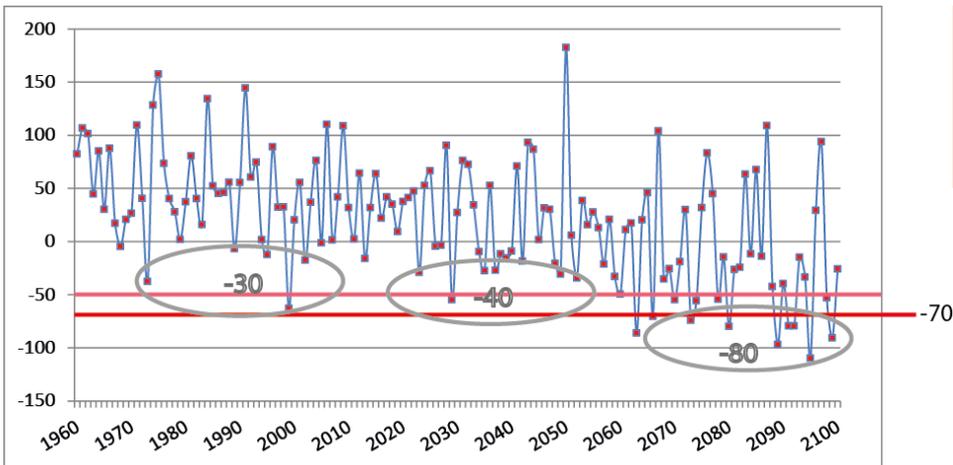


Des précipitations en légère baisse qui restent globalement abondantes (environ -45 mm en juillet)

# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

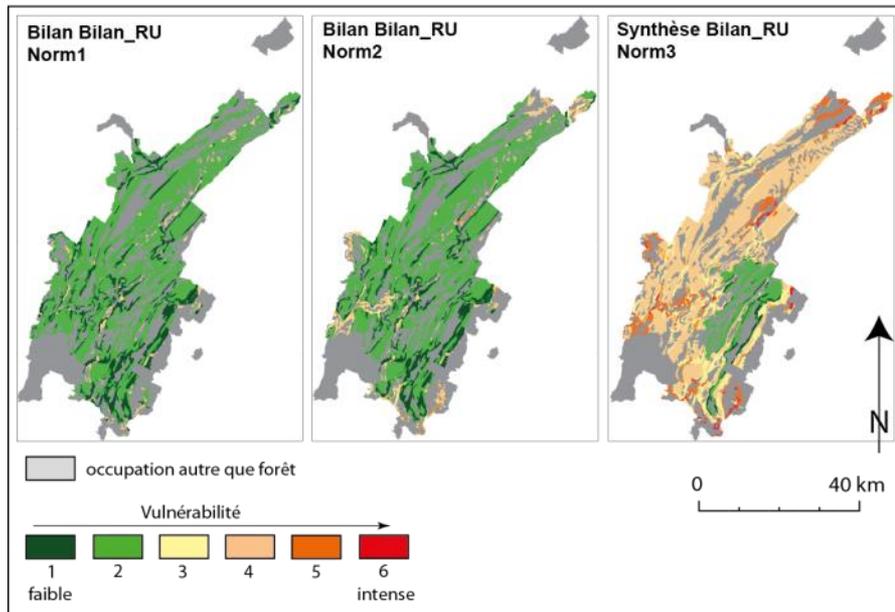
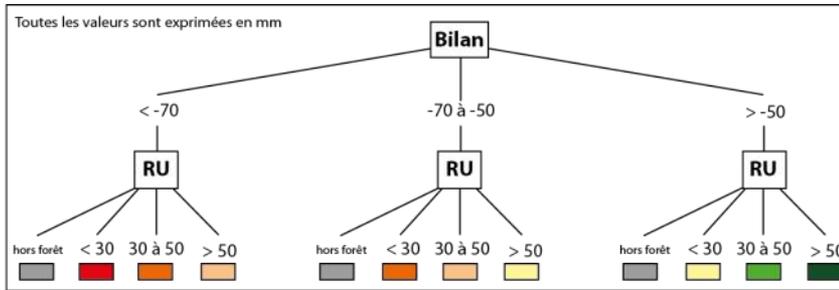


Un bilan hydrique de juillet qui ne pose pas de problème si les précipitations sont bien réparties tout au long de l'été...



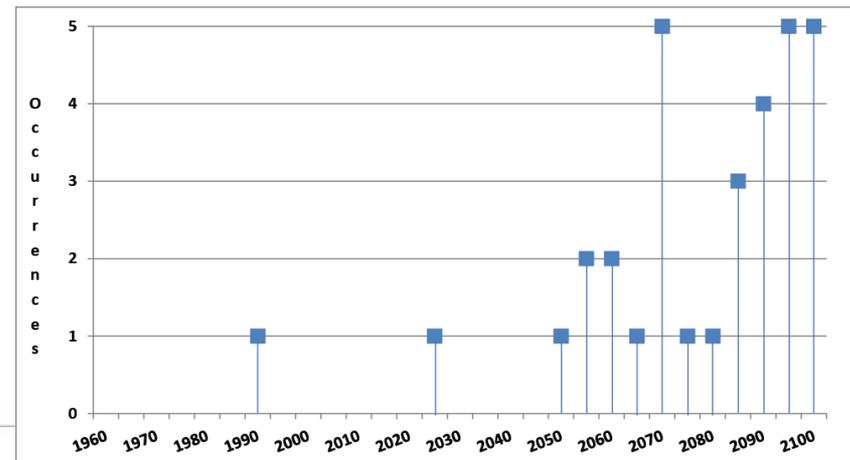
... qui masque des variations interannuelles importantes et des mois de juillet déficitaires et problématiques pour la végétation

# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



## Vulnérabilité de la forêt :

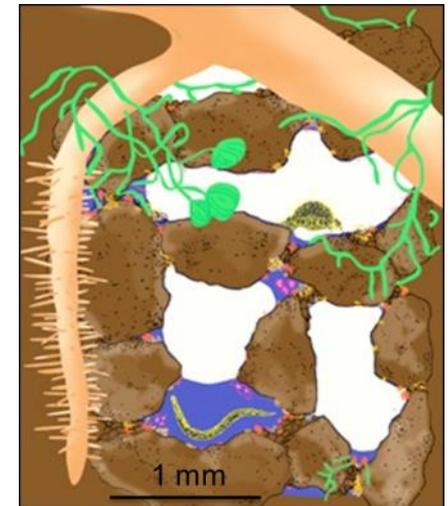
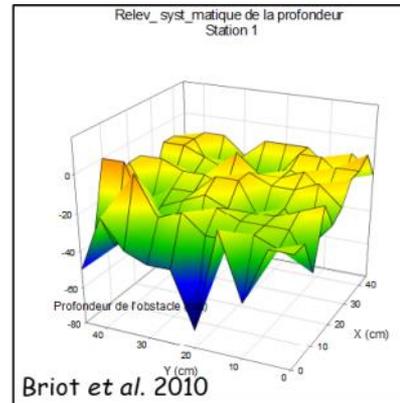
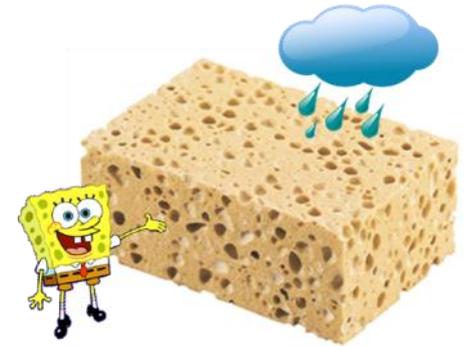
- basé sur le croisement du bilan hydrique de juillet des 5 années les plus déficitaires et la réserve en eau,
- jusqu'en 2050, la situation reste globalement satisfaisante,
- la situation se dégrade sur la troisième normale,
- en considérant une répartition des précipitations tout au long de l'été...
- ... mais augmentation du nombre de périodes sèches (type 2003)



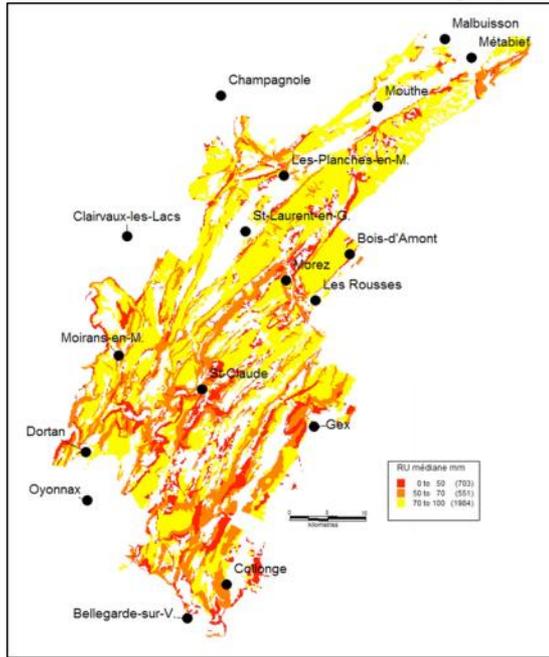
# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

## Volet « sols »

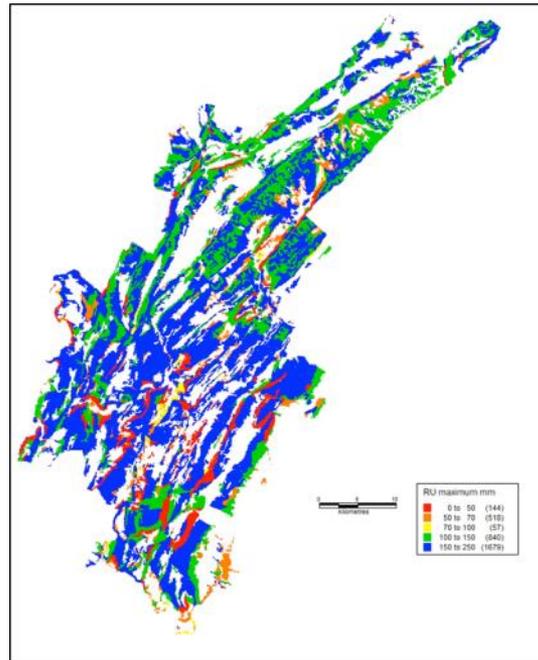
- La réserve en eau des sols, un critère déterminant pour que la forêt résiste au changement climatique
- Comment connaître les réserves en eau dans les sols ?
- Une grande variabilité des sols forestiers des forêts du Haut-Jura (profondeur, cailloux, texture, matière organique)
- Mise au point d'une méthode de cartographie adaptée aux sols du Haut-Jura



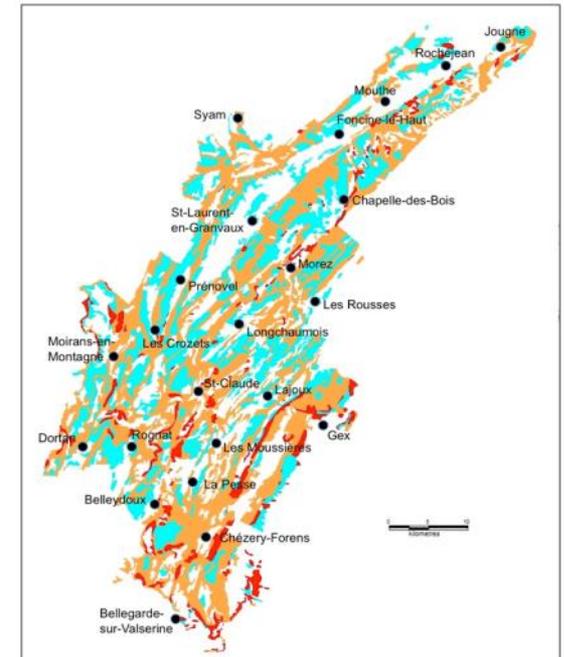
# VULNÉRABILITÉ DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Réserve en eau minimum (L/m<sup>2</sup>)



Réserve en eau maximum (L/m<sup>2</sup>)

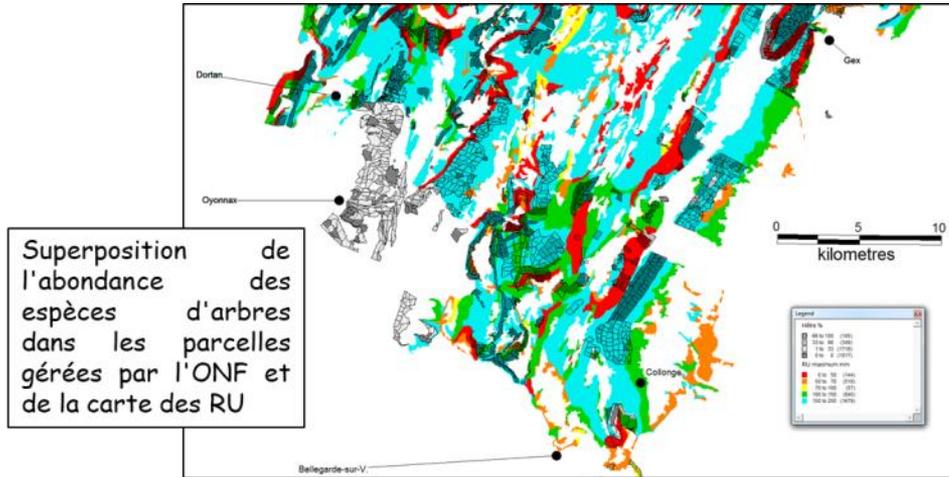


Réserve en eau médiane (L/m<sup>2</sup>)

En cas d'épisode de sécheresse intense :

- des arbres risquent de dépérir dans toutes les forêts du Haut-Jura
- des arbres pourront résister dans 40 à 90 % des forêts (en fonction de l'intensité de la sécheresse)

# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



**Tableau 2.** Évaluation de la sensibilité des forêts du PNRHJ au changement climatique. Valeurs en mm.

Critère	Indice de sensibilité			
	4	3	2	1
RU totale du sol	< 50	50 - 70	70 - 150	> 150
Bilan hydrique selon zone climatique, échéance ou événement	< -120	-70 à -120	-50 à -70	> -50
Capacité d'enracinement	Épicéa	Hêtre	Hêtre/sapin*	Sapin
Adaptation à la sécheresse quand RU épuisée**	Épicéa	Hêtre	Sapin	
Type de peuplement		Monospécifique équien	Futaie régulière mélangée	Futaie jardinée

\* selon type d'éléments grossiers

\*\* d'après la régulation stomatique et sensibilité à la cavitation

## Comment faire un diagnostic à l'échelle de la parcelle ?

- Croisement des cartes de RU et données d'abondance des essences d'arbre (Épicéa, Sapin, Hêtre)
- Clé de détermination de la RU à partir d'un sondage à la tarière
- Grilles d'évaluation de la sensibilité de la parcelle



# VULNÉRABILITE DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

## Diffusion des résultats et sensibilisation :

- Journées d'information des gestionnaires forestiers en partenariat avec l'ONF et le CRPF : 4 réunions – 66 participants
- Réunion d'information pour les propriétaires privés en partenariat avec le CRPF : 4 réunions – 59 participants
- Sensibilisation du grand public : conférences et sorties en forêt, exposition itinérante, module dédié dans l'exposition du Parc

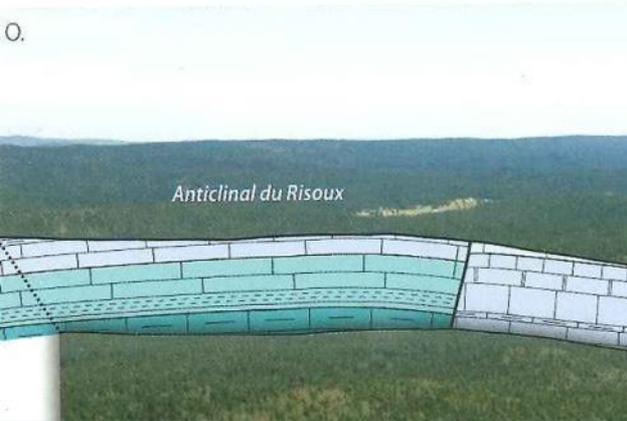


## Bilan et perspectives :

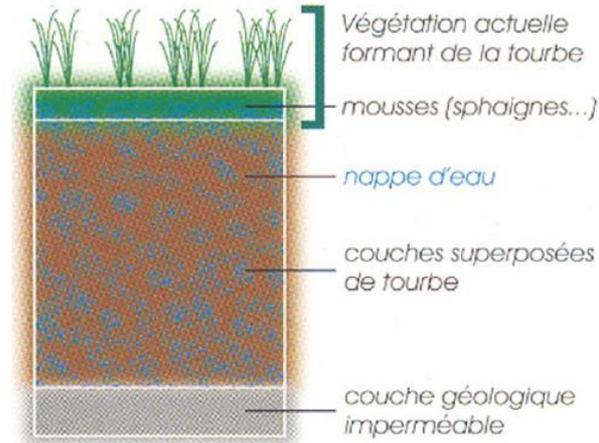
- Intérêt marqué pour la thématique mais difficultés pour passer à l'action (complexité du diagnostic, pas de recette universelle, incertitudes sur les évolutions, interactions avec d'autres enjeux...)
- Manque de sites démonstratifs et documentés sur le territoire pour illustrer les résultats des études
- Pas de retour sur l'utilisation des résultats des études par les gestionnaires (plus d'animation spécifique après la fin de l'action)
- Vers la mise en place d'un observatoire pour mesurer sur le terrain les impacts du changement climatique et participation au programme Phénoclim

# RESTAURATION DES TOURBIÈRES

# RESTAURATION DES TOURBIERES



- **Zone humide** qui se développe sur des sols gorgés d'eau et pauvres en oxygène
- Activité des micro-organismes décomposeurs réduite



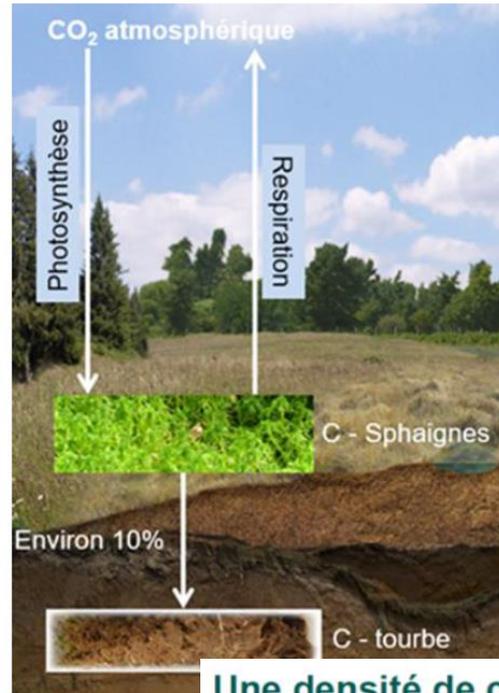
- Production végétale nette > Décomposition de la matière organique



# RESTAURATION DES TOURBIÈRES

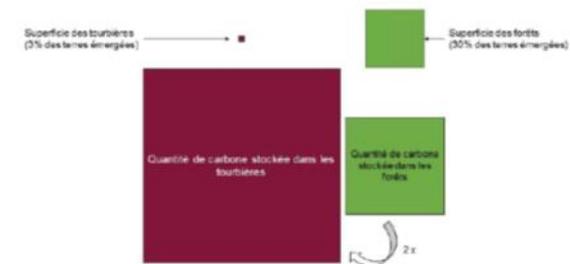
## Les tourbières : un puits de carbone

- Environ 10% du CO<sub>2</sub> capté par les végétaux (photosynthèse) reste stocké dans la tourbe....
- ... le flux est lent : ~30 gC./m<sup>2</sup>/an
- Mais une accumulation depuis des milliers d'années!



## Une densité de carbone exceptionnelle

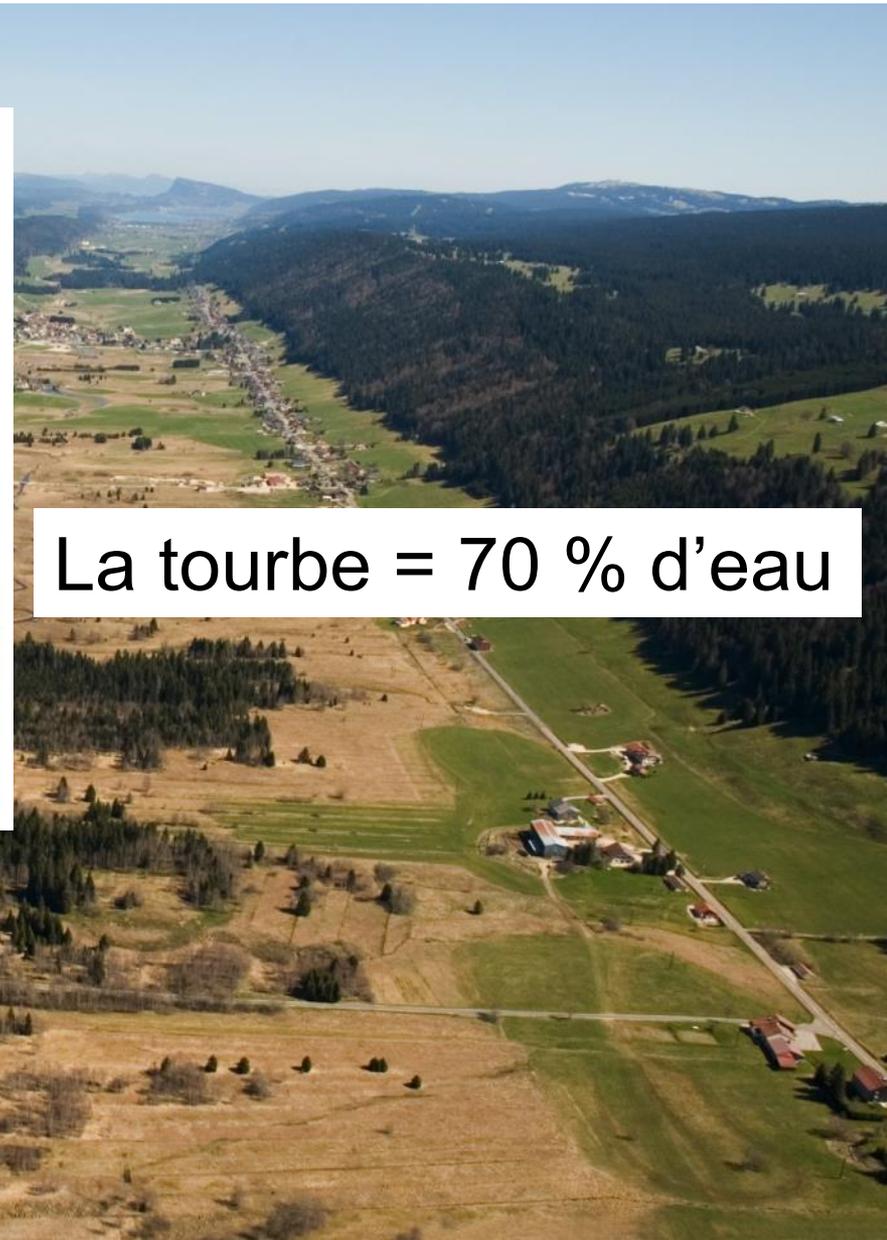
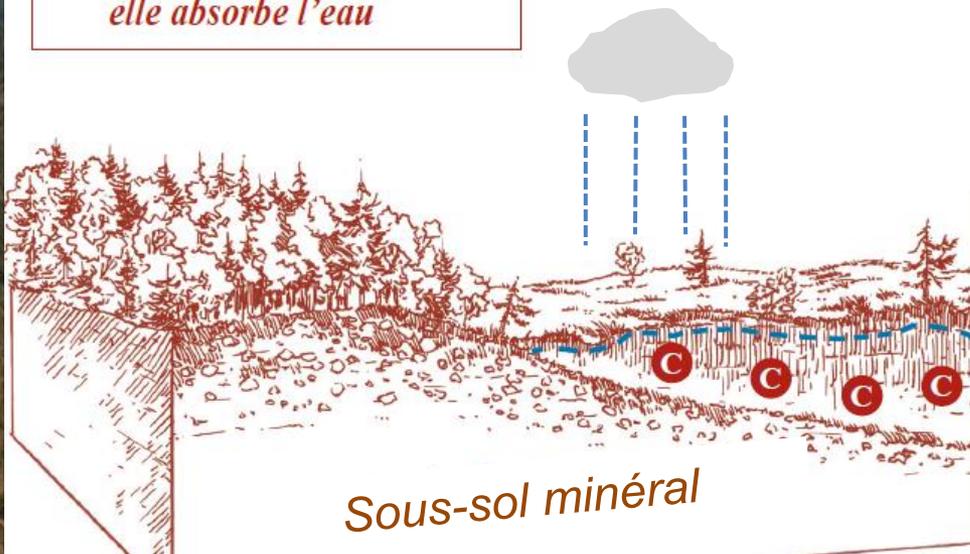
- Stock 1/3 du carbone du sol mondial dans seulement 3% de la surface!
- Stock équivalent à 75 % du Carbone de atmosphère (750 Gt C, d'après IPCC 2001)
- **Ecosystème terrestre le plus efficace pour le stockage de carbone à long terme**



# RESTAURATION DES TOURBIERES

**tourbière en bon état**

*elle stocke le carbone  
elle absorbe l'eau*



La tourbe = 70 % d'eau

# RESTAURATION DES TOURBIERES



*Exploitation familiale à la Pesse © collection P. Perrier*



*Ouvriers chargeant des waggonnets © Louis Mercier*

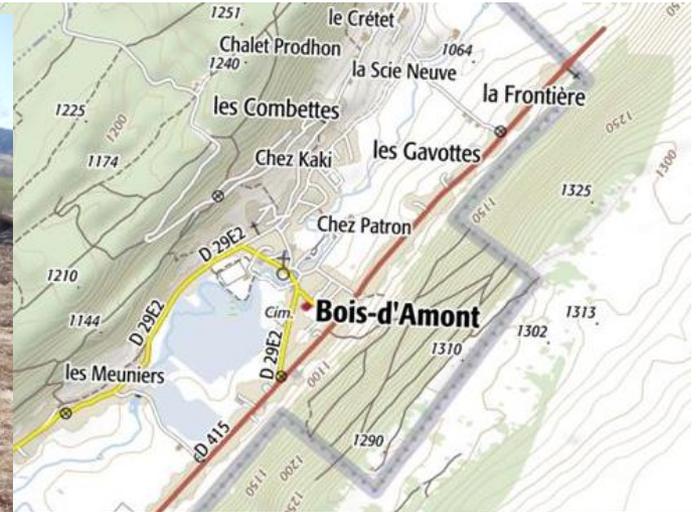


*Lanternes de briquettes de tourbe en assèchement © collection J.-P. Devaud*



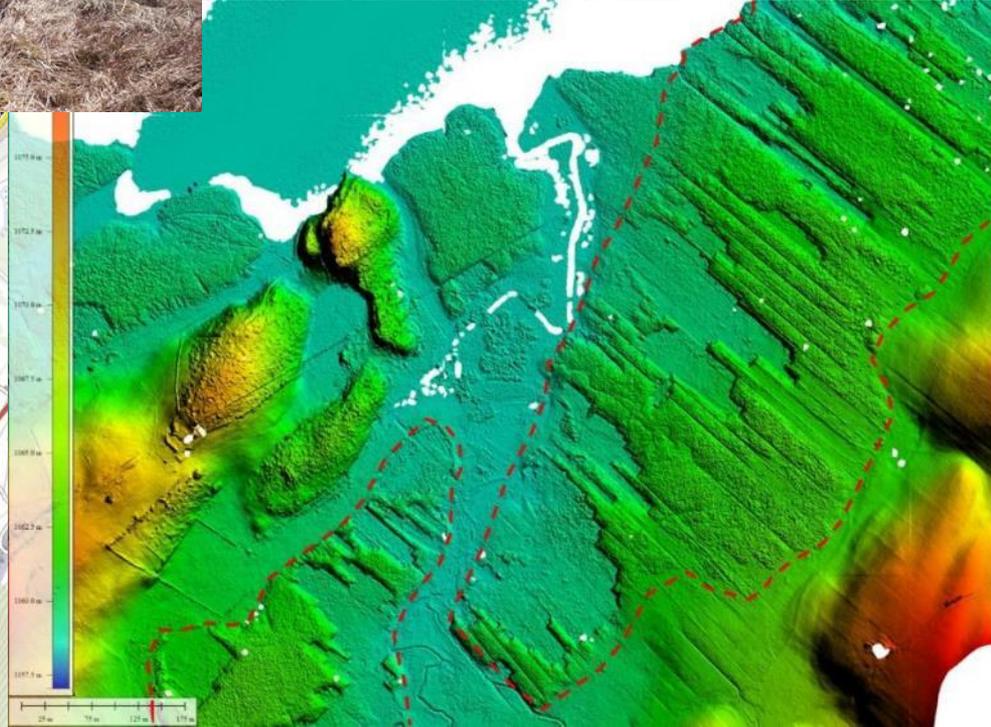
*Les femmes élevaient les lanternes pour assécher la tourbe ©collection J.-P. Devaud*

# RESTAURATION DES TOURBIÈRES



150 000 m<sup>3</sup> exploités sur la tourbière des Berthets  
> 10 % du stock disponible

**120 000 m<sup>3</sup> de stock d'eau disparu**



# RESTAURATION DES TOURBIÈRES



# RESTAURATION DES TOURBIÈRES



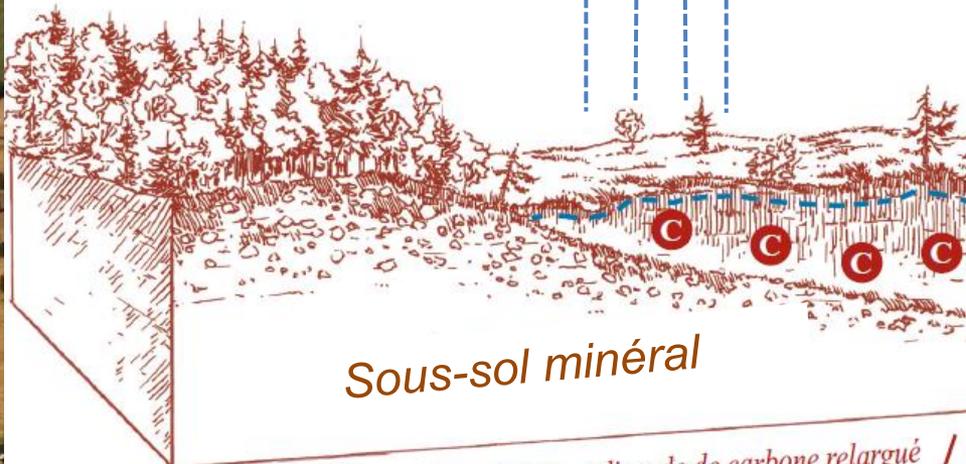
Perte des fibres, du carbone, de l'azote,  
de la porosité



# RESTAURATION DES TOURBIÈRES

**tourbière en bon état**

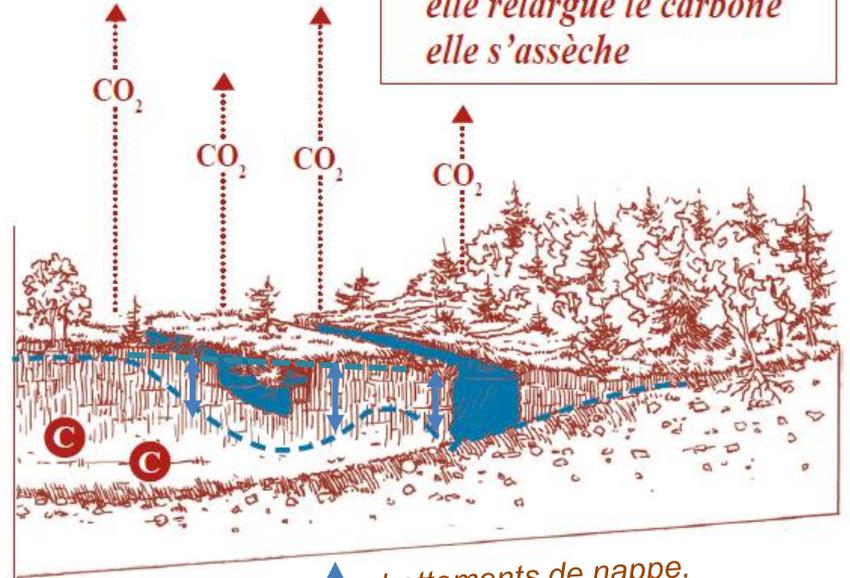
*elle stocke le carbone  
elle absorbe l'eau*



Sous-sol minéral

**tourbière dégradée**

*elle relargue le carbone  
elle s'assèche*



CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>

--- : niveau de la nappe

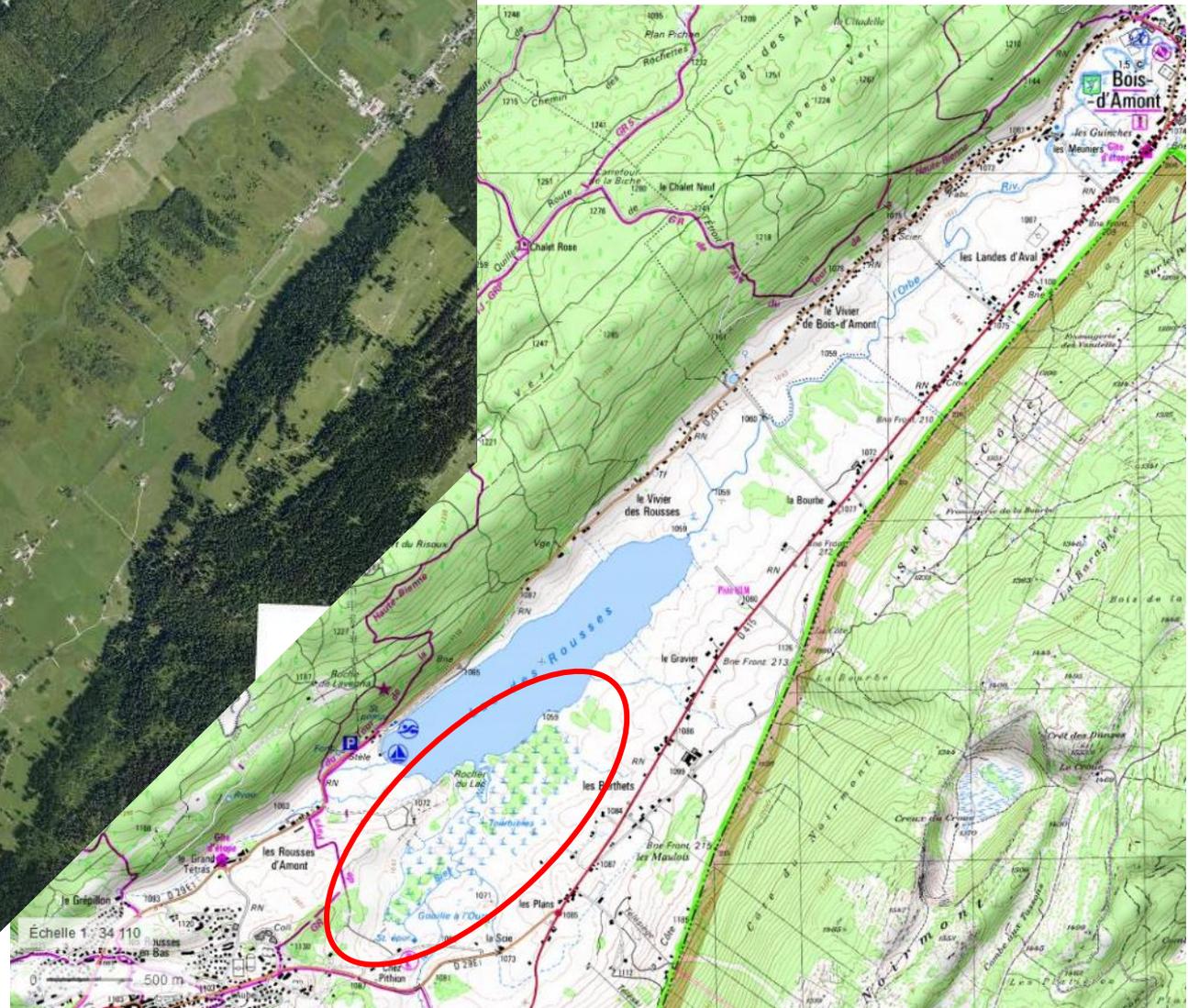
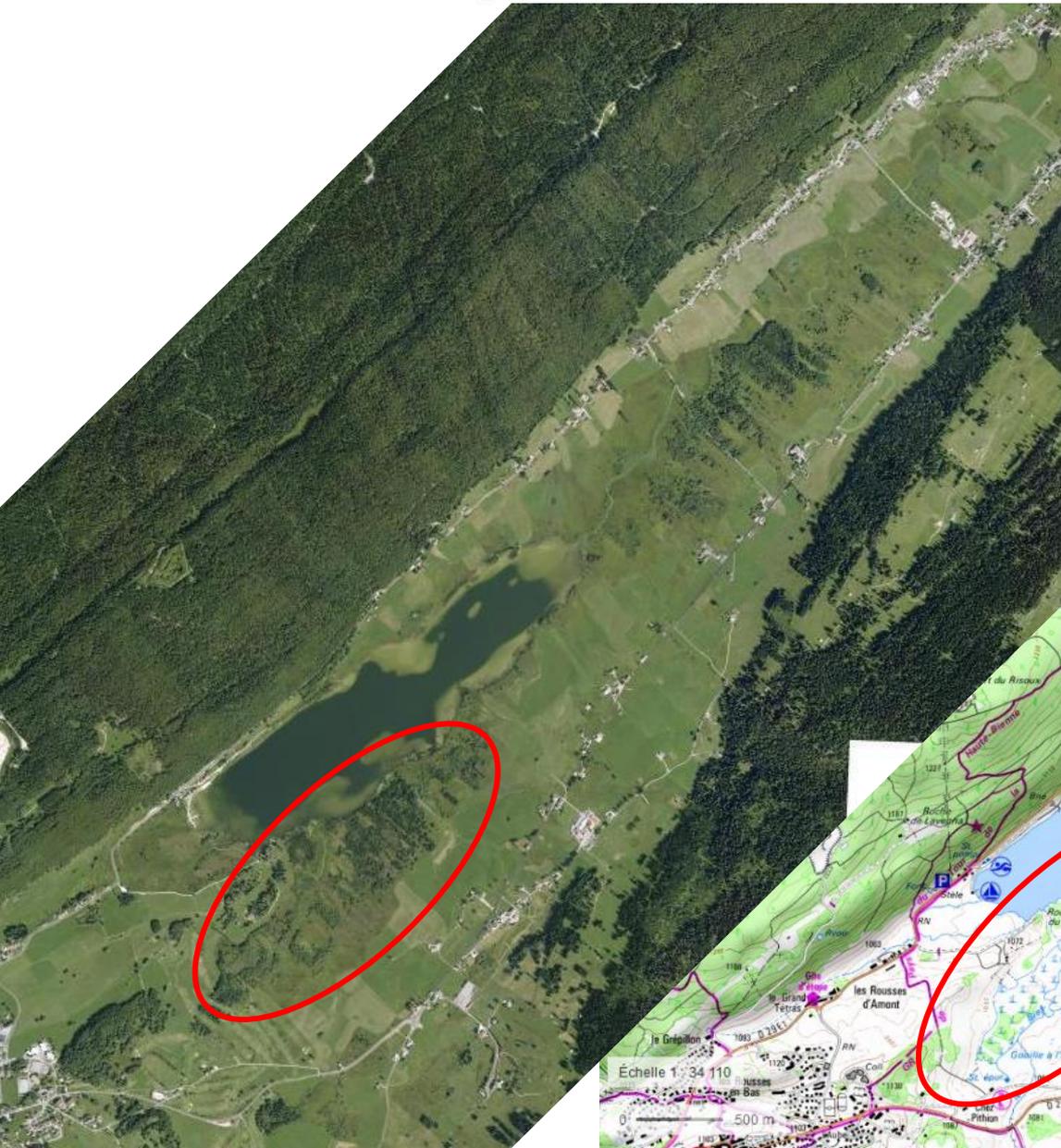
↕ battements de nappe, résultant du drainage

Légende : **C** : carbone / CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone relargué

**Une tourbière qui peut devenir une source de gaz à effet de serre sous l'effet de l'assèchement ;  
qui perd une partie de son rôle dans le cycle de l'eau.**

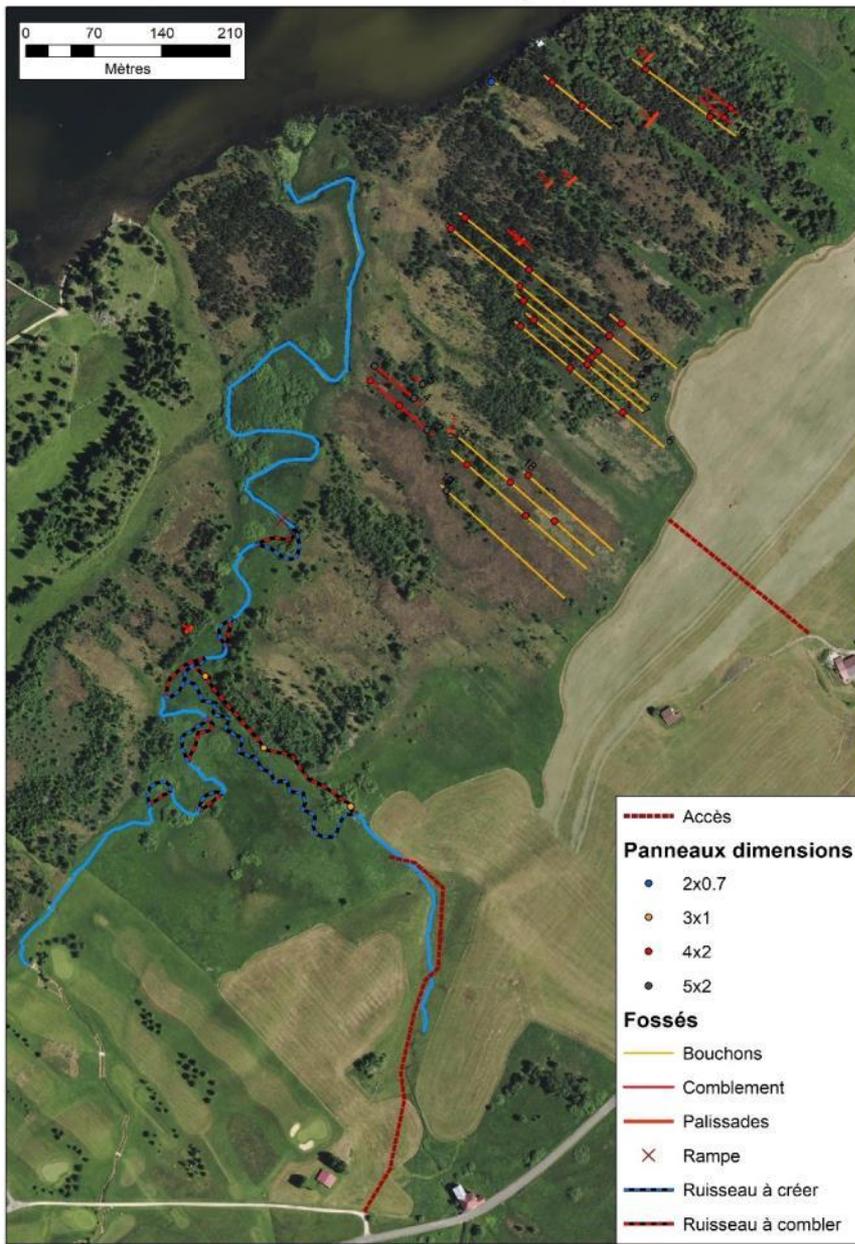
# RESTAURATION DES TOURBIERES

## Un exemple - revitalisation de la tourbière des Berthets



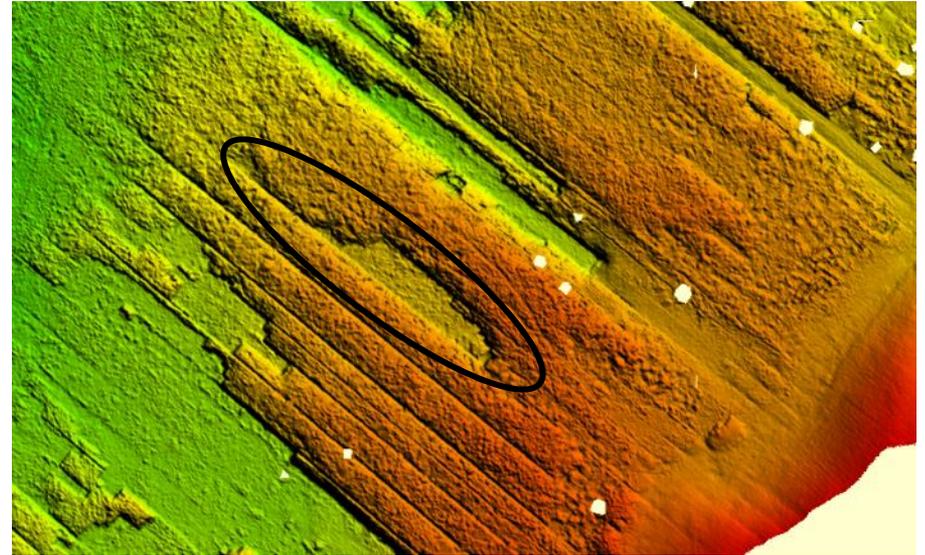
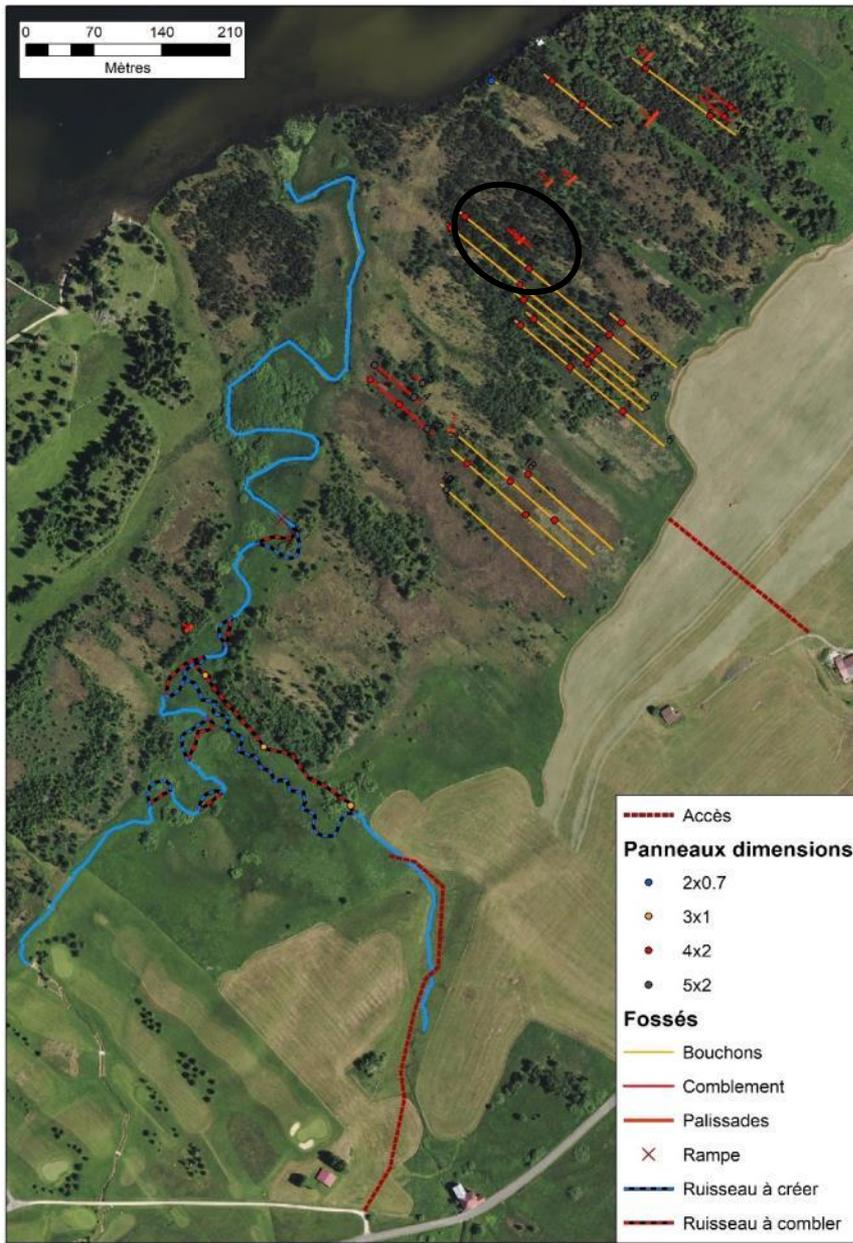
# RESTAURATION DES TOURBIERES

## Un exemple - revitalisation de la tourbière des Berthets



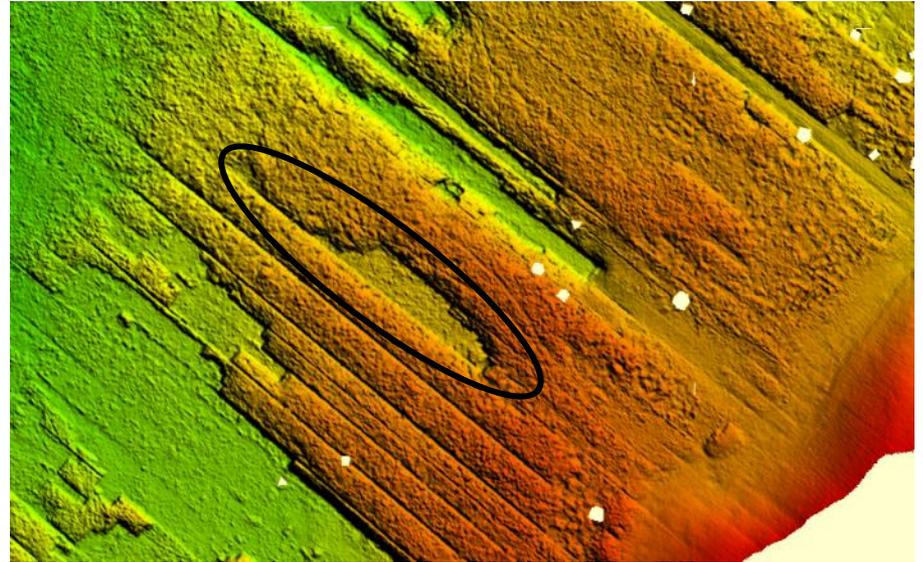
# RESTAURATION DES TOURBIERES

## Un exemple - revitalisation de la tourbière des Berthets



# RESTAURATION DES TOURBIERES

## Un exemple - revitalisation de la tourbière des Berthets



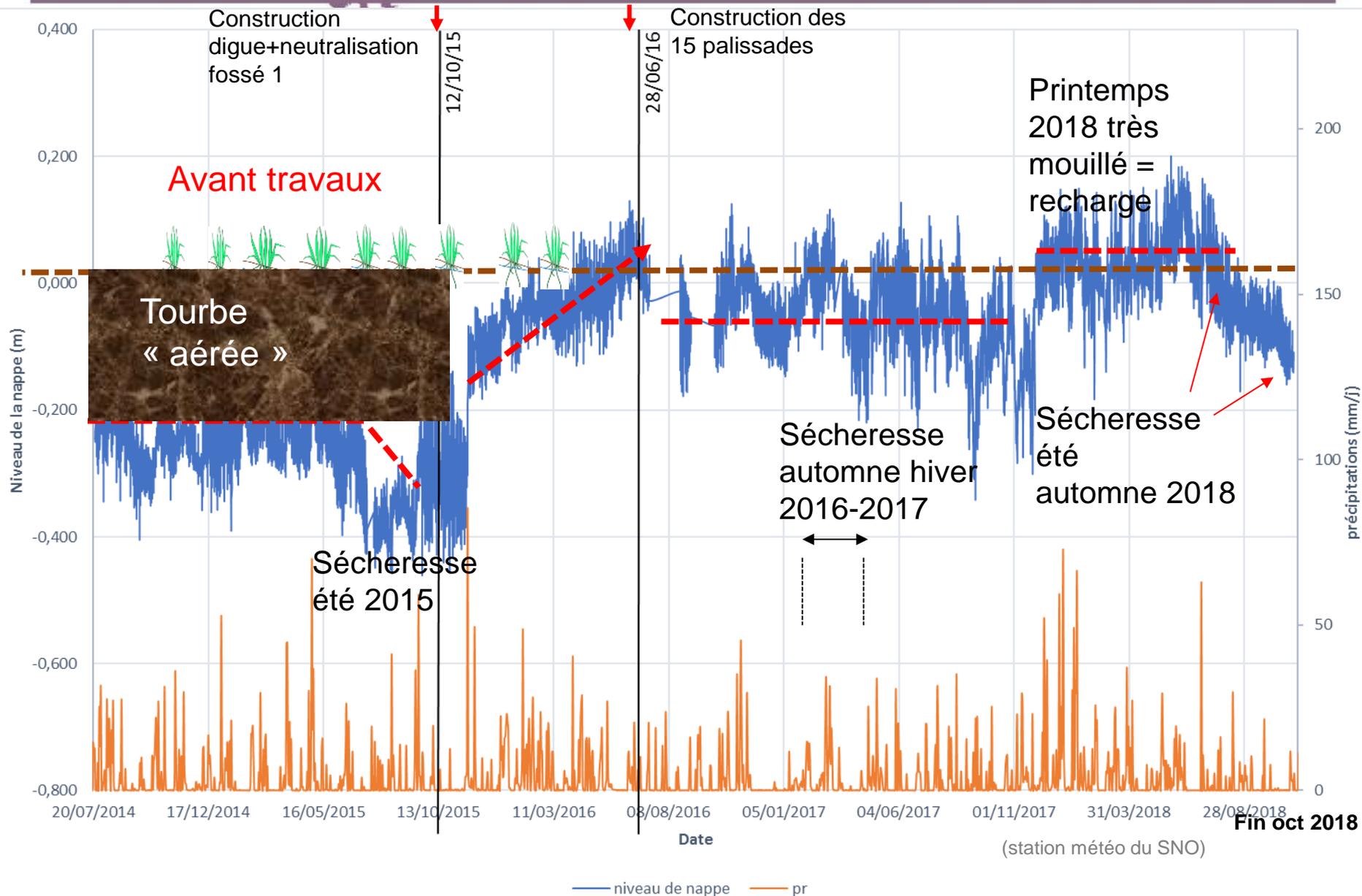
# RESTAURATION DES TOURBIERES

## Un exemple - revitalisation de la tourbière des Berthets



# RESTAURATION DES TOURBIERES

## Des résultats venus de Frasne



# RESTAURATION DES TOURBIÈRES

## Des résultats venus de Frasné

### Aujourd'hui : le constat

- rapidité de la reprise de végétation « typique » des mousses
- ↗ de rétention en eau



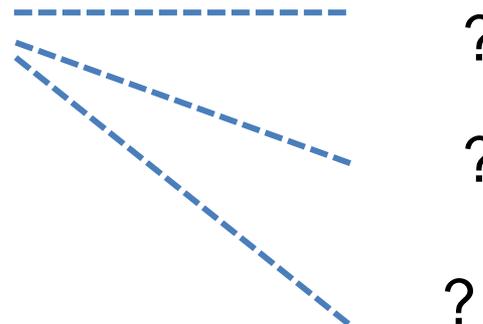
↗ résilience / situation antérieure, drainée



Et dans quelques années, s'il fait trop chaud ? S'il ne pleut plus suffisamment ?

2030

2040



Où se situe la limite de la résilience du milieu ?

# RESTAURATION DES TOURBIERES

## Et à l'avenir ?



Anomalie du cumul de précipitations : écart entre la période considérée et la période de référence [mm] ,  
Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France

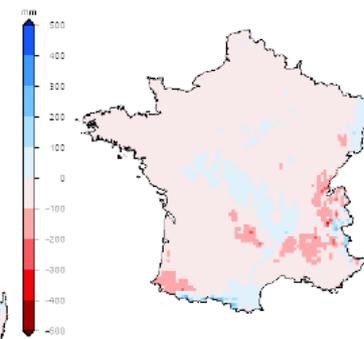
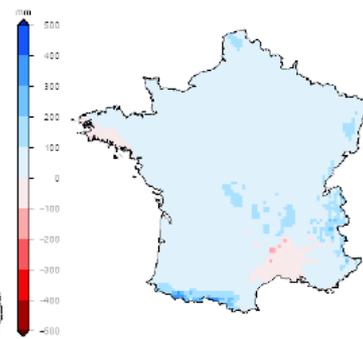
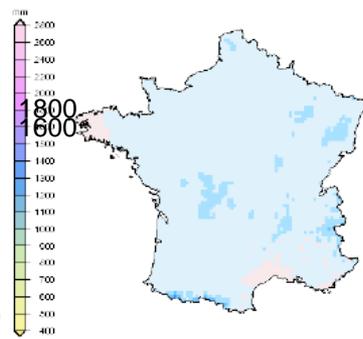
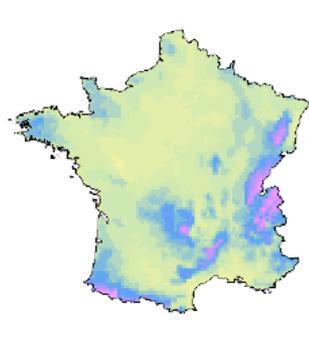
Scénarios d'émissions Référence (1976-2005)

Horizon proche (2021-2050)

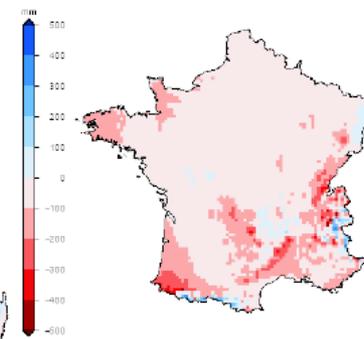
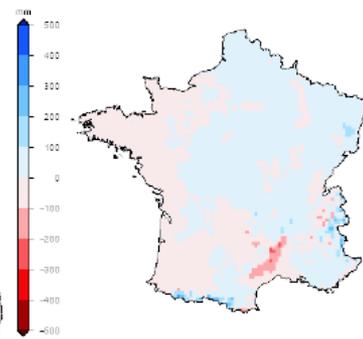
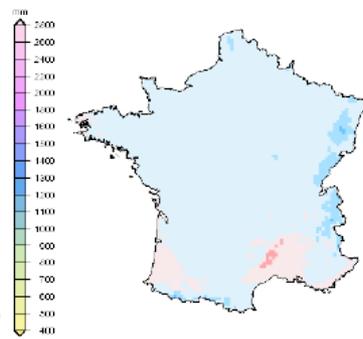
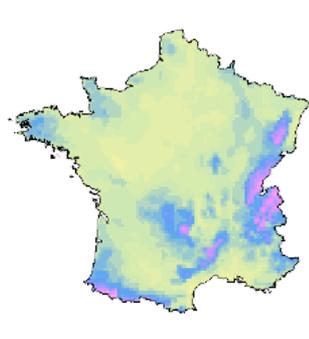
Horizon moyen (2041-2070)

Horizon lointain (2071-2100)

Scénario RCP4.5



Scénario RCP8.5



-200  
-300  
-400  
-500

# RESTAURATION DES TOURBIÈRES

## Seule la massification des actions permettra l'adaptation

Life  
tourbières  
du Jura



### Des acteurs engagés

- 
**Parc naturel régional du Haut-Jura**  
 Interventions sur 8 sites Natura 2000 pour 171 hectares impactés
 
  - 
**Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté**  
 Interventions sur 5 sites Natura 2000 pour 22 hectares impactés
 
  - 
**Association des amis de la Réserve naturelle du lac de Remoray**  
 Interventions sur 1 site Natura 2000 pour 11 hectares impactés
 
  - 
**Syndicat mixte des milieux aquatiques du Haut-Doubs**  
 Interventions sur 3 sites Natura 2000 pour 257 hectares impactés
 
  - 
**Syndicat mixte d'aménagement du Dessoubre et de valorisation du bassin versant**  
 Interventions sur 2 sites Natura 2000 pour 42 hectares impactés
 
- DREAL Franche-Comté :**  
Interventions sur les actions préparatoires aux travaux.

Bénéficiaire coordinateur



Bénéficiaires associés



Avec le soutien financier de



# RESTAURATION DES TOURBIERES

Les milieux les plus fonctionnels seront les plus résilients



Le Bief Rouge, restauré en 2012

# ALPAGES SENTINELLES

# ALPAGES SENTINELLES

## Contexte

- Evolutions climatiques et contexte socio-économique impactent le fonctionnement des exploitations agricoles en particulier dans leur pratique du pastoralisme
- Difficulté de disposer de données permettant d'objectiver les observations ponctuelles et les débats, mais aussi de faire le lien entre évolution des pratiques et évolutions environnementales et climatiques
- Protocole des Alpes Sentinelles développé par IRSTEA dans le massif des Alpes



## Objectifs

- Mieux comprendre les interactions entre climat, activités pastorales et biodiversité
- Savoir comment les éleveurs adaptent leurs pratiques pastorales face aux variations de ressources
- Connaître les marges de manœuvre et les capacités de résilience que présentent les alpages en cas d'aléas climatique
- Constituer un espace de dialogue avec l'ensemble des gestionnaires engagés dans les MAEC
- Comparer les alpages du Parc avec les alpages alpins qui ont plus de recul sur les effets du changement climatique

# ALPAGES SENTINELLES

## Descriptif de l'action

- Initier, sur le territoire du Parc, la mise en place d'un réseau d'alpages sentinelles, en intégrant les méthodologies d'enquête et de suivi du réseau alpin.
- Acquérir des méthodes d'enquête et de suivi pour analyser, sur le moyen terme, l'influence des évolutions climatiques et des pratiques pastorales sur les caractéristiques agronomiques et environnementales des alpages.

## Partenariats

- IRSTEA : accompagnement méthodologique
- Conservatoire Botanique National de Franche-Comté : relevés botaniques
- Chambres d'agriculture : mesures de biomasse, tournées de fin d'estive, enquêtes auprès des gestionnaires et utilisateurs d'estives et journées d'échanges avec les acteurs du pastoralisme



# ALPAGES SENTINELLES

## Choix des alpages

- En comité technique
- Gradient altitudinale et diversité des formes de gestion pastorale
- Les alpages retenus : >Alpage de Sorgia  
>Alpage de la Pillarde  
>Alpage de la Dollarde  
>Alpage de la Grangette – Mont d'Or

## Données collectées

- Données météorologiques
- Estimation annuelle de la biomasse pastorale
- Identification des cortèges floristiques en présence
- Recueil de données relatives aux pratiques pastorales
- Recueil de données relatives aux systèmes d'élevage

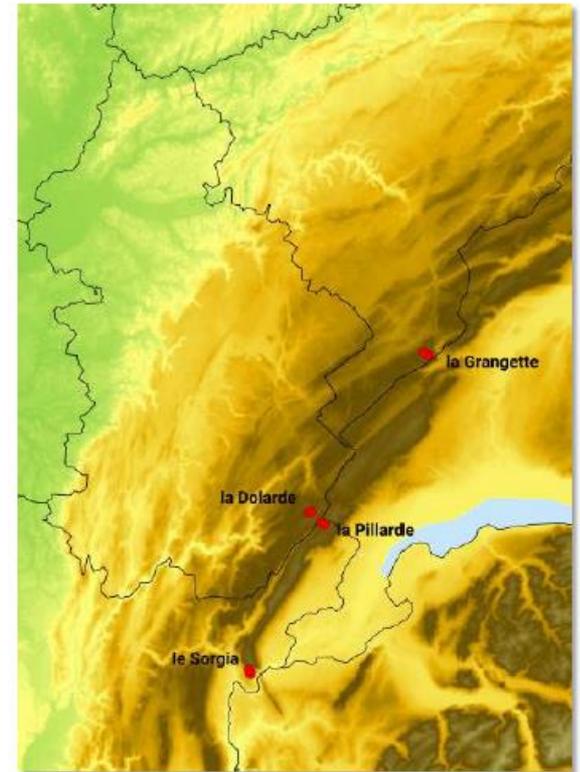


Figure n°1 - Localisation des quatre alpages sentinelles sur le massif du Jura.

**2017** : état initial

**2018 à 2021** : suivis annuels ou bi-annuels, analyses croisées, rencontres de restitution et d'échanges

## **Thématique « forêts »**

Carole ZAKIN

[c.zakin@parc-haut-jura.fr](mailto:c.zakin@parc-haut-jura.fr)

## **Thématique « tourbières »**

Pierre DURLET

[p.durlet@parc-haut-jura.fr](mailto:p.durlet@parc-haut-jura.fr)

## **Thématique « alpages »**

Jean-Yves VANSTEELANT

[jy.vansteelant@parc-haut-jura.fr](mailto:jy.vansteelant@parc-haut-jura.fr)