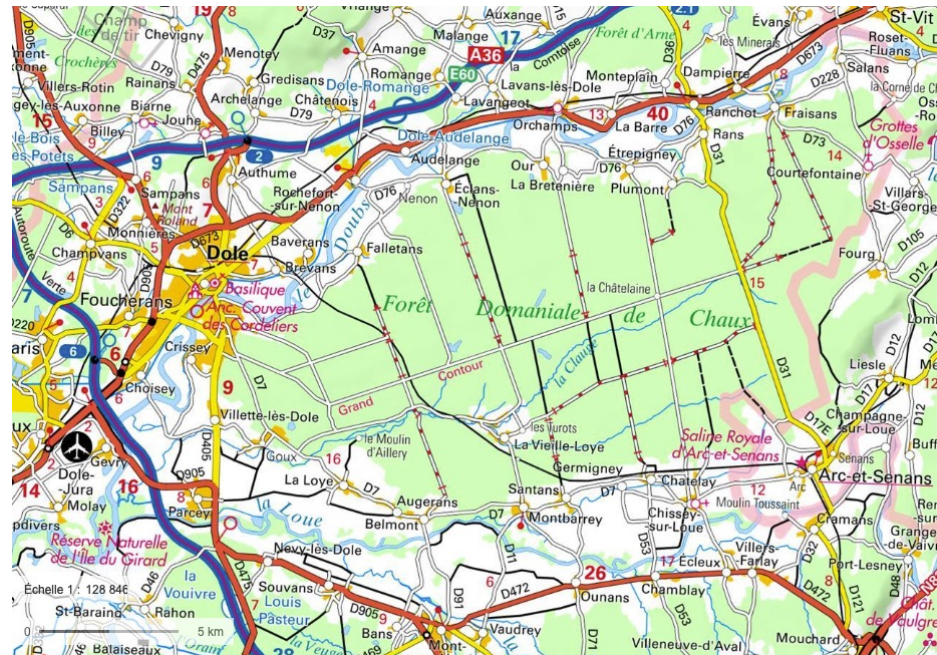


Les sols de la forêt de Chaux Caractéristiques et fonctionnement hydrique



Éric LUCOT
Enseignant-chercheur en pédologie

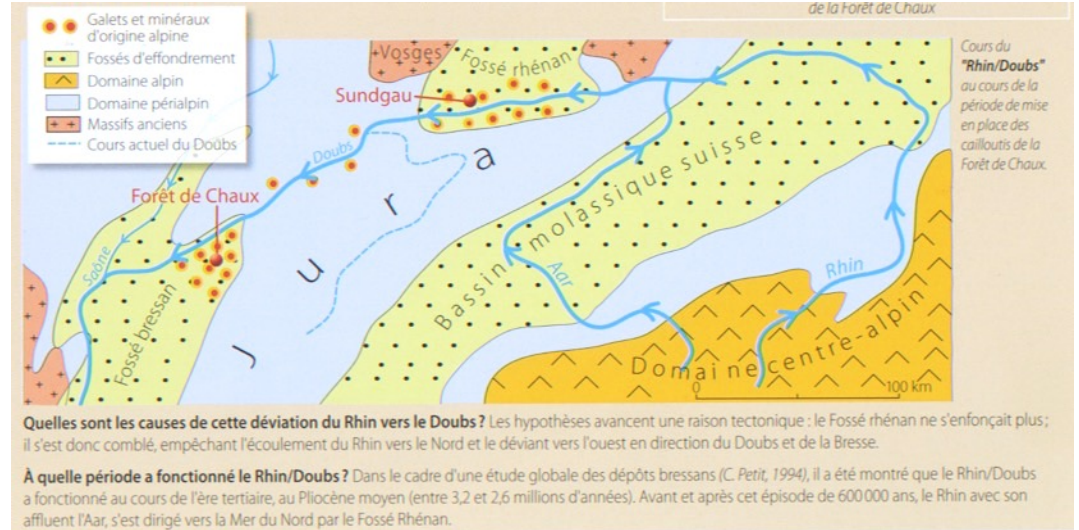
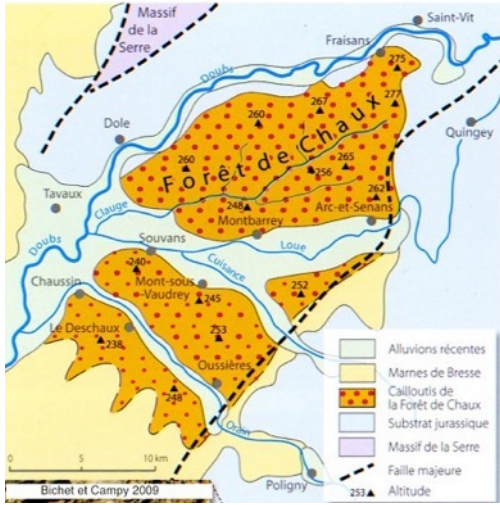
Avec la collaboration de :
François Degiorgi, Jean-Claude Lambert, Marc Steinmann, Pierre-Marie Badot

Université de Franche-Comté
UMR 6249 Chrono-Environnement
16 route de Gray 25030 Besançon
eric.lucot@univ-fcomte.fr

Photographies : E. Lucot

Histoire géologique du massif de Chaux

Elle commence il y a 3,2 millions d'années



Substrat principal = dépôts de l'Aar-Doubs (ancien Rhin) déposés il y a entre -3,2 et -2,4 millions d'années

30 à 120 m d'épaisseur

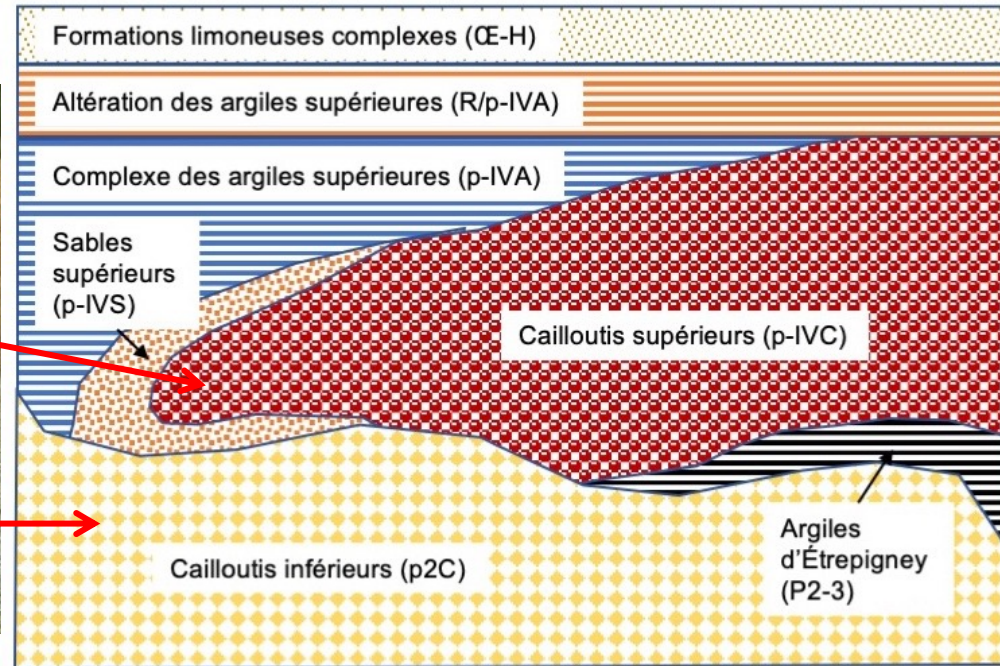


Argiles d'Étrepigny : -2,6 millions d'années

Histoire géologique du massif de Chaux



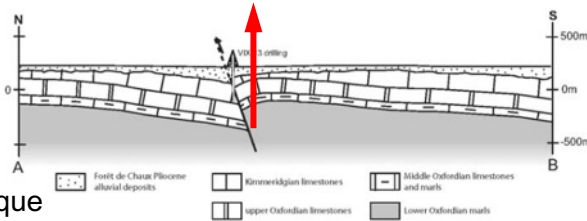
Carrière RF Montjeux



Représentation schématique de l'organisation des formations géologiques en forêt de Chaux (adapté de Bailly 1989)

Histoire géologique *suite*

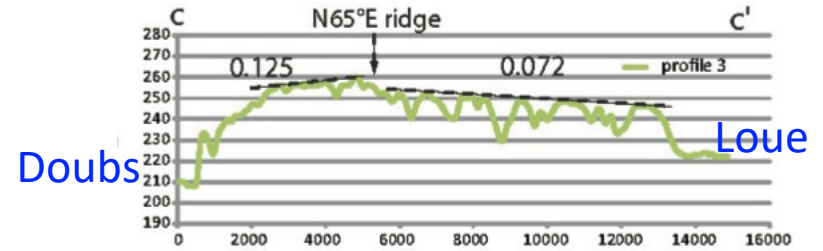
Mise en place du relief actuel : liée à la croissance depuis 2,4 millions d'années d'un plissement des calcaires (anticlinal) qui soulève les dépôts de l'AAR-Doubs (flèche rouge)



Coupe géologique

FIG. 3. – Interpretative N-S cross-section of the Villettes-Dole hidden anticline based on seismic reflection profiles and drilling data [modified after Devaux, 1958]. The location of the cross-section is indicated on the figure 2D.

FIG. 3. – Coupe géologique interprétative N-S à travers l'anticlinal de Villettes-Dole déduite de profils de sismique réflexion et de données de forages [modifié d'après Devaux, 1958]. La localisation de la coupe est indiquée sur la figure 2D.



Coupe topographique

Molliex et al. 2011

Explique le relief avec platières et vallons et l'asymétrie des affluents de la Clauge rive D/rive G

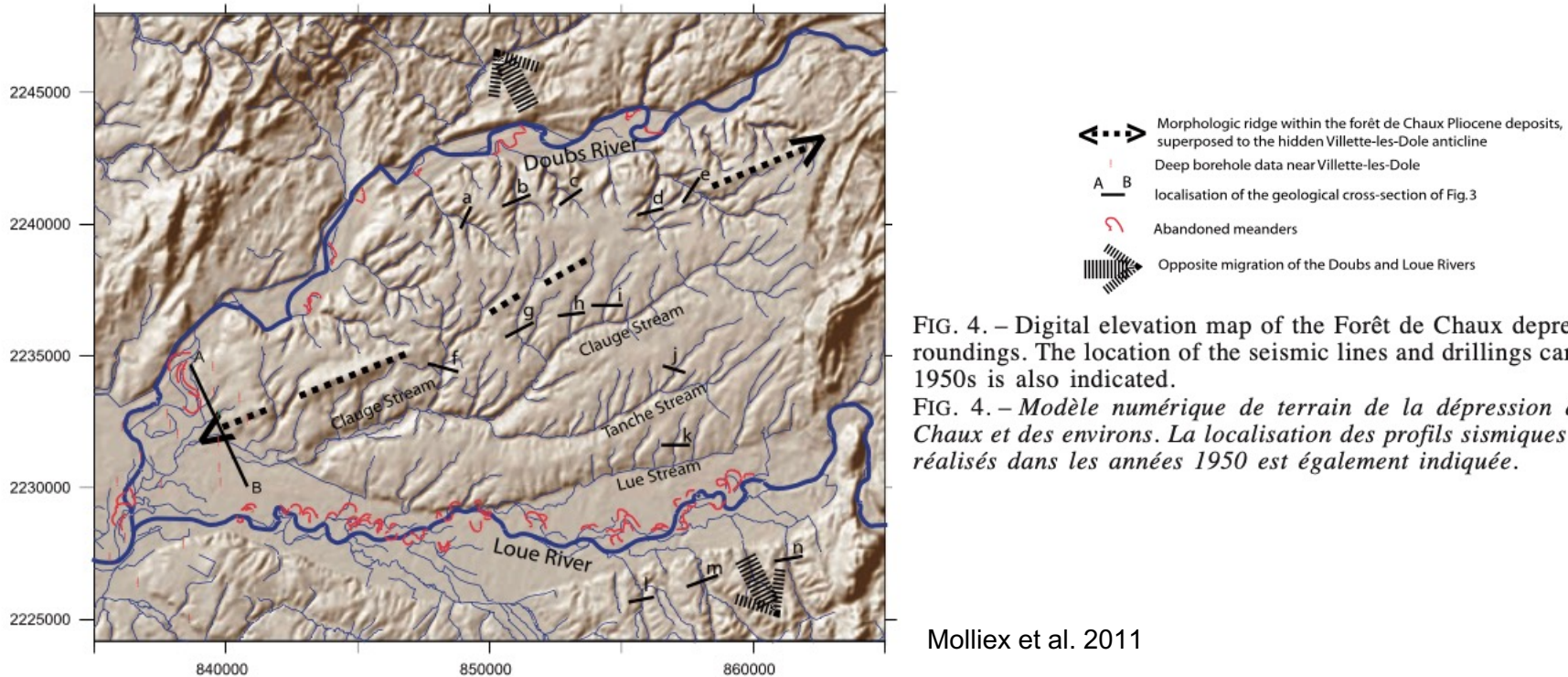


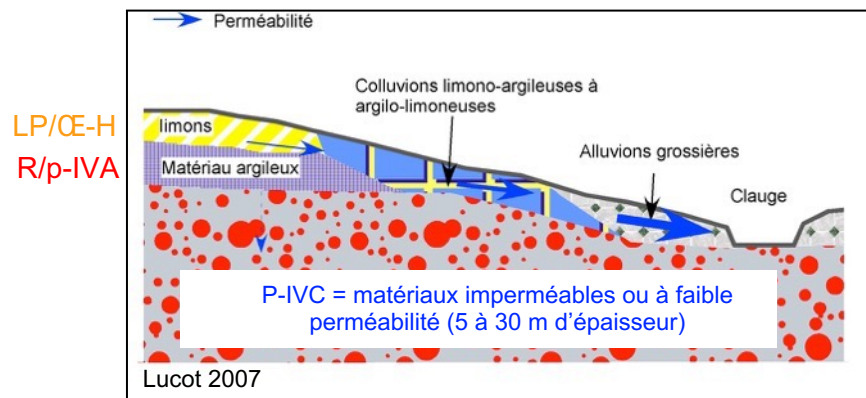
FIG. 4. – Digital elevation map of the Forêt de Chaux depression and surroundings. The location of the seismic lines and drillings carried out in the 1950s is also indicated.

FIG. 4. – *Modèle numérique de terrain de la dépression de la forêt de Chaux et des environs. La localisation des profils sismiques et des forages réalisés dans les années 1950 est également indiquée.*

Molliex et al. 2011

Le résultat : le contexte géologique et le relief actuel

(BRGM, feuille de Dole 1/50 000)



Coupe géologique et pédologique schématique

Substrats géologiques des pentes et platières

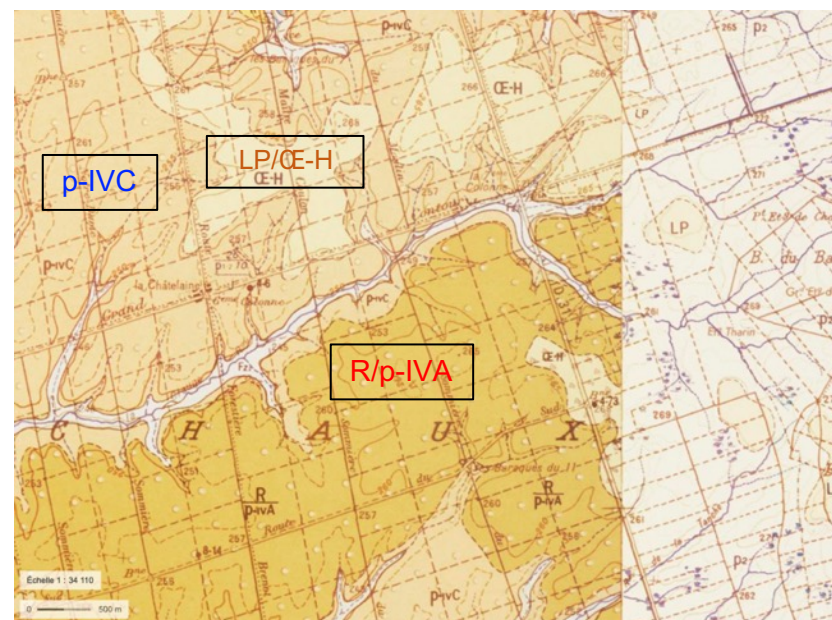
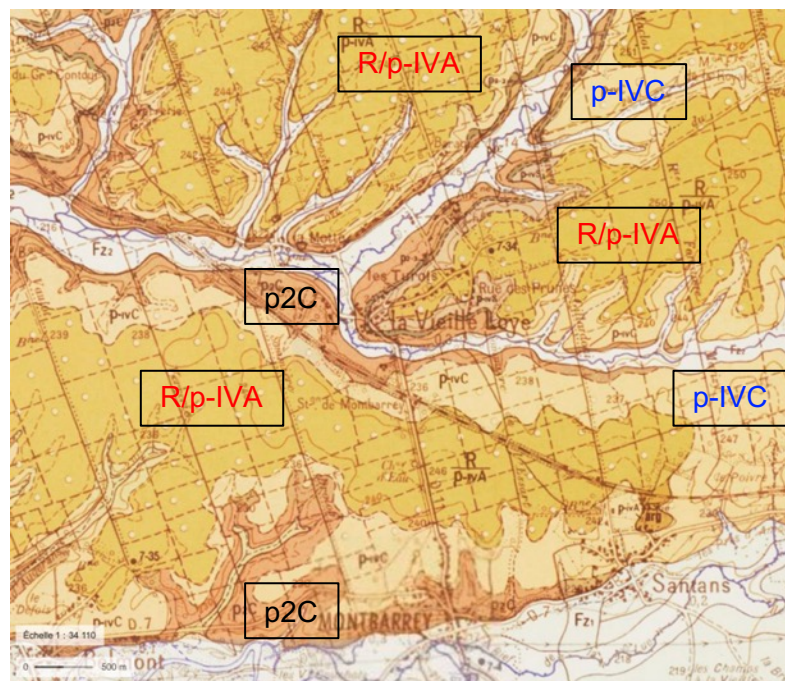
- LP et CE-H : formations limoneuses complexes
- R/p-IVA : couverture d'altération des argiles plio-quaternaires
- p-IVC : cailloutis supérieurs de la forêt de Chaux

= matériaux imperméables ou à faible perméabilité

p2C : cailloutis inférieurs de la forêt de Chaux = perméable

Substrat géologique des vallons

Fz1 : alluvions fluviales récentes à couverture limoneuse



Extraits de la carte géologique (BRGM, 1/50 000)

Origine des formations limoneuses : mélange de dépôts fluviatiles anciens et de dépôts éoliens

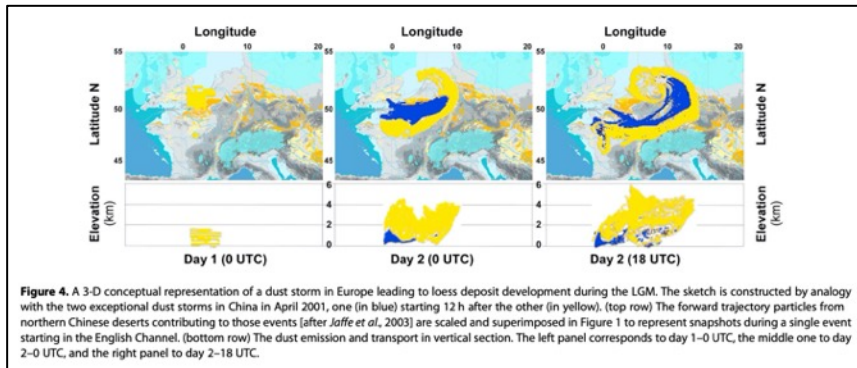
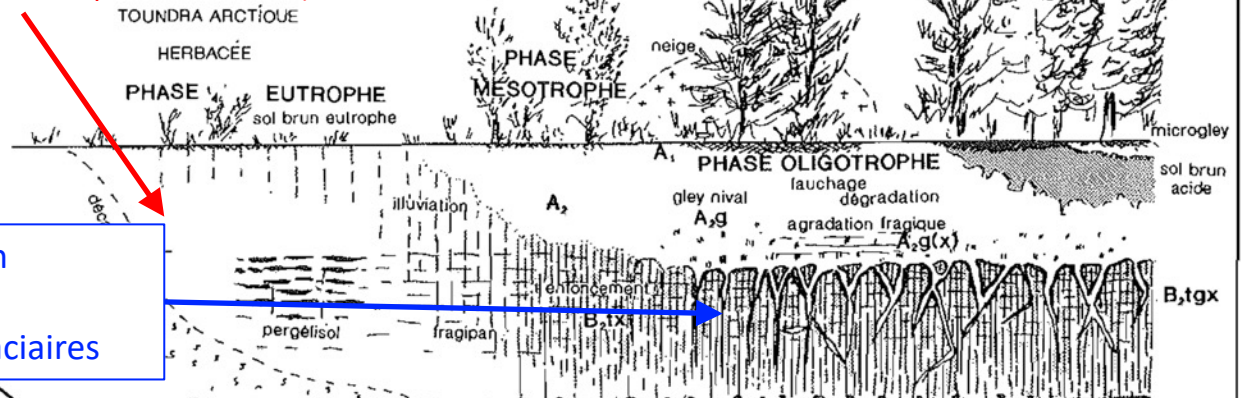


Figure 4. A 3-D conceptual representation of a dust storm in Europe leading to loess deposit development during the LGM. The sketch is constructed by analogy with the two exceptional dust storms in China in April 2001, one (in blue) starting 12 h after the other (in yellow), (top row) the forward trajectory particles from northern Chinese deserts contributing to those events [after Jaffe et al., 2003] are scaled and superimposed in Figure 1 to represent snapshots during a single event starting in the English Channel. (bottom row) The dust emission and transport in vertical section. The left panel corresponds to day 1-0 UTC, the middle one to day 2-0 UTC, and the right panel to day 2-18 UTC.

Modélisation dépôts éoliens entre -30 000 et -18 000 ans
 = apports jusqu'en forêt de Chauz (Rousseau et al. 2014)
 Apports éoliens alpins possibles jusqu'à la fin du Dryas récent il y a 11 500 ans (Martignier 2013)

Dépôts éoliens limono-argileux (ici cas des dépôts carbonatés)



Influence du gel + hydromorphie => fragipan
 = horizon à faible perméabilité
 Probablement issu de plusieurs périodes glaciaires

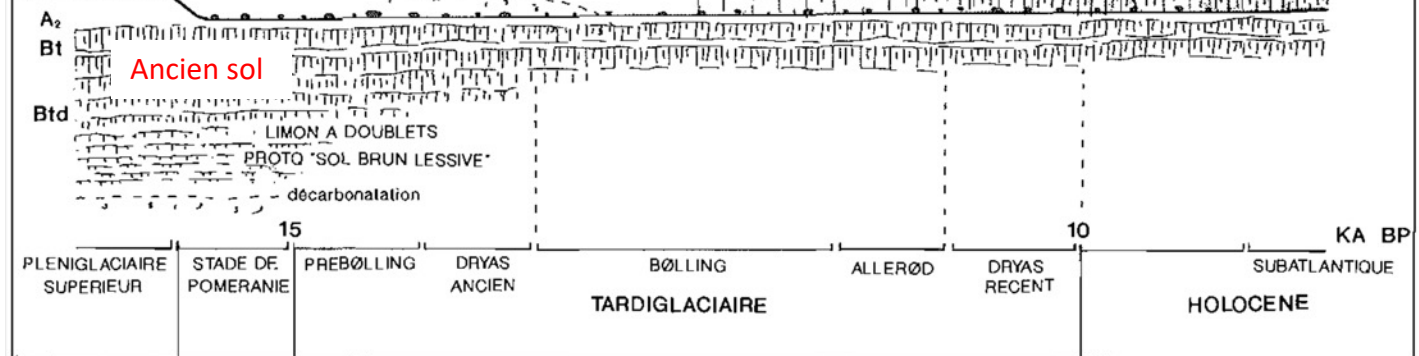
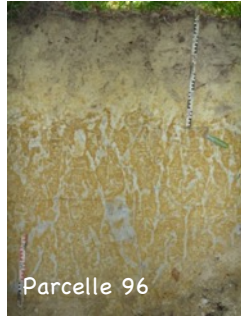


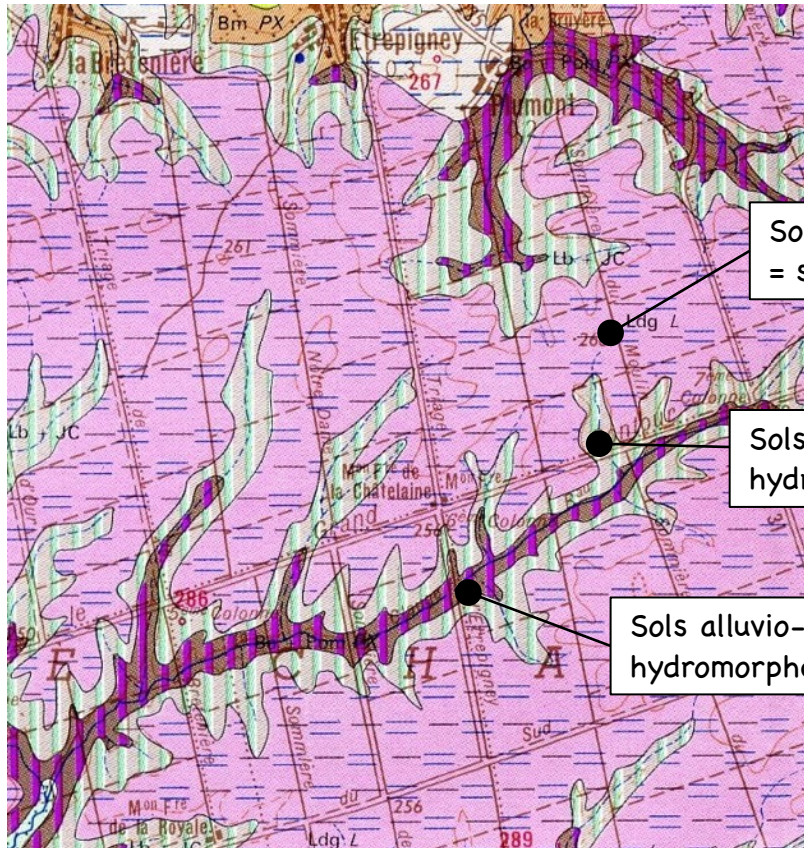
Figure 5 : Schéma de l'évolution pédologique du sol de surface en milieu loessique, de la fin du Pléniglaciaire à l'Holocène.

Les sols du massif de Chaux



= des sols

- > à nappe, hydromorphes à très hydromorphes
- > acides à très acides (= pauvres)
- > limoneux en surface, argileux en profondeur ± caillouteux



Plateaux

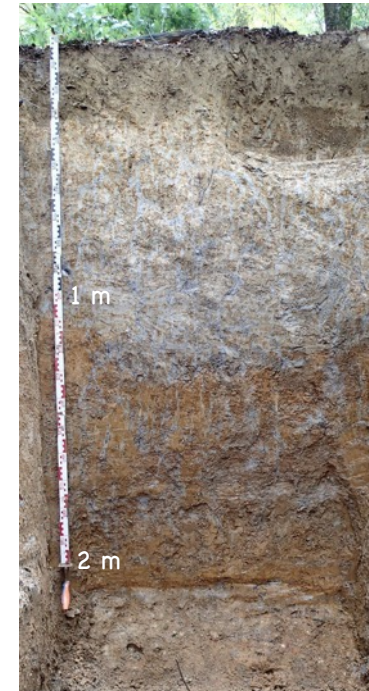
Sols lessivés glossiques
= sols à marbrures = à fragipan

Pentes

Sols lessivés et colluviaux
hydromorphes

Vallons

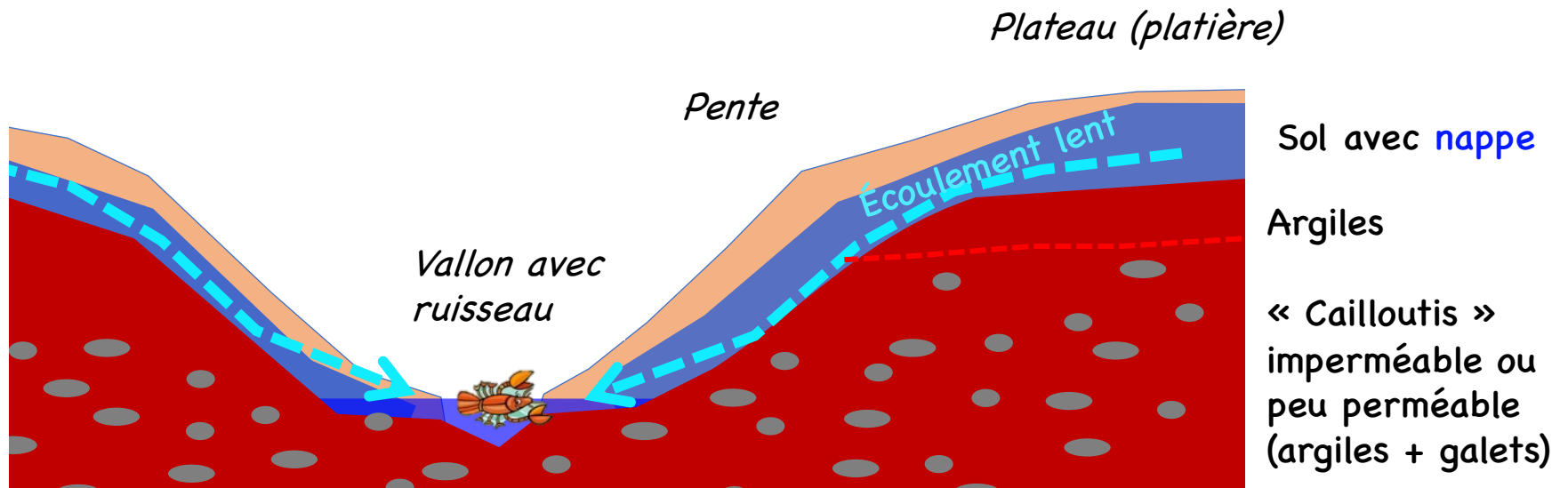
Sols alluvio-colluviaux
hydromorphes



Sol de plus de 2 m de profondeur
avec des horizons profonds
probablement très anciens
(parcelle 87)

Flux d'eau

= la nappe des sols s'écoule depuis les plateaux vers les ruisseaux



Variabilité est-ouest à l'échelle du massif, localement peut être plus sableux

Les principales caractéristiques des sols du massif

Sols de plateau



Texture

pH

Limoneuse

4,3 - 4,5

Limoneuse

4,4 - 4,6

Limono-argileuse

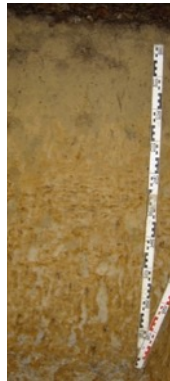
4,6 - 4,7

Argilo-limoneuse ou limono-argileuse

4,7 - 4,9

Horizons à fragipan

Sols de pente moyenne



Limoneuse

4,4 - 4,5

Limoneuse

4,4 - 4,6

Limono-argileuse

4,6 - 4,7

Argilo-limoneuse ou limono-argileuse

4,7 - 5,0

Présence galets dans certains sols, importante en pente
Fragipan présent en haut de pente

Sols de fond de vallon



Limoneuse

4,3 - 5,0

Limoneuse à limono-a.

4,5 - 5,5

Limono-argileuse

4,5 - 5,2

Argilo-limoneuse ou limono-argileuse

4,7 - 5,2

Abondance des galets variable, augmente vers l'aval

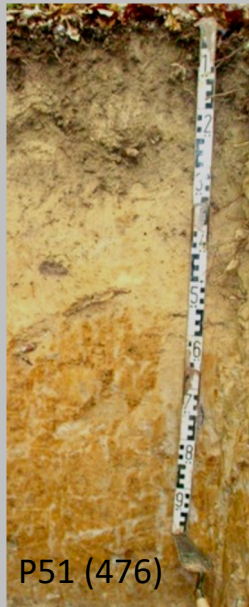


La diversité des sols du massif de Chaux

Sols de plateau



Sols de pente Moyenne à faible

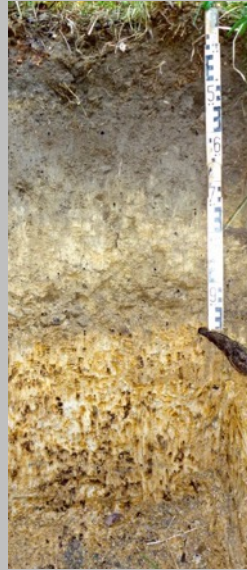


Sols de vallon en bordure de plateau



La diversité des sols du massif de Chaux

Amont



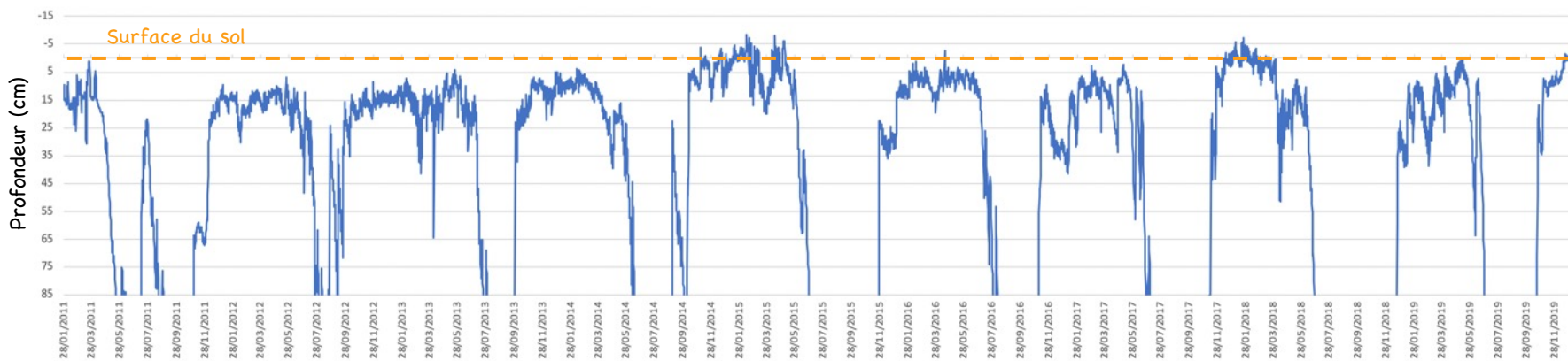
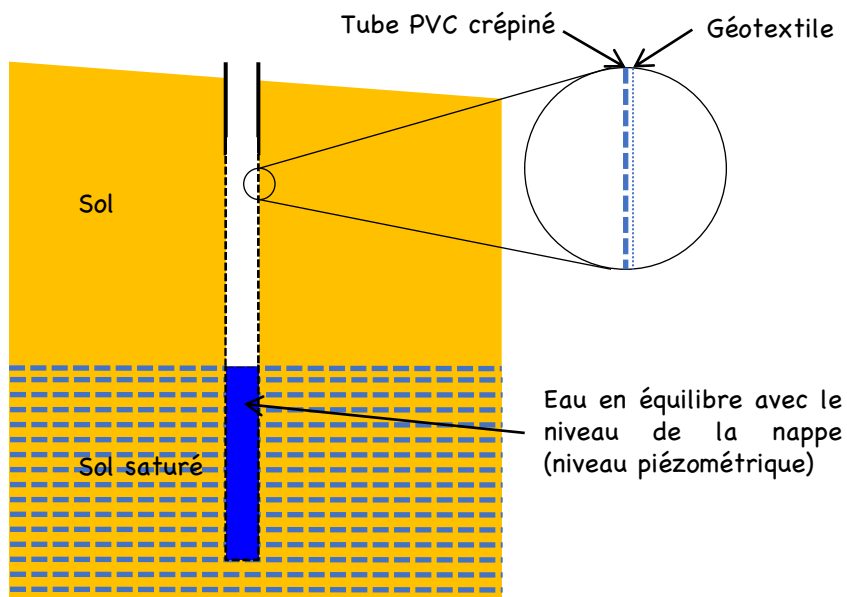
Sols de
fond de
vallon



Aval

=> Textures, teneur en galets, profondeur et durée de présence de nappe sont très variables

Suivi piézométrique : enregistrement de la profondeur d'apparition de la nappe d'eau

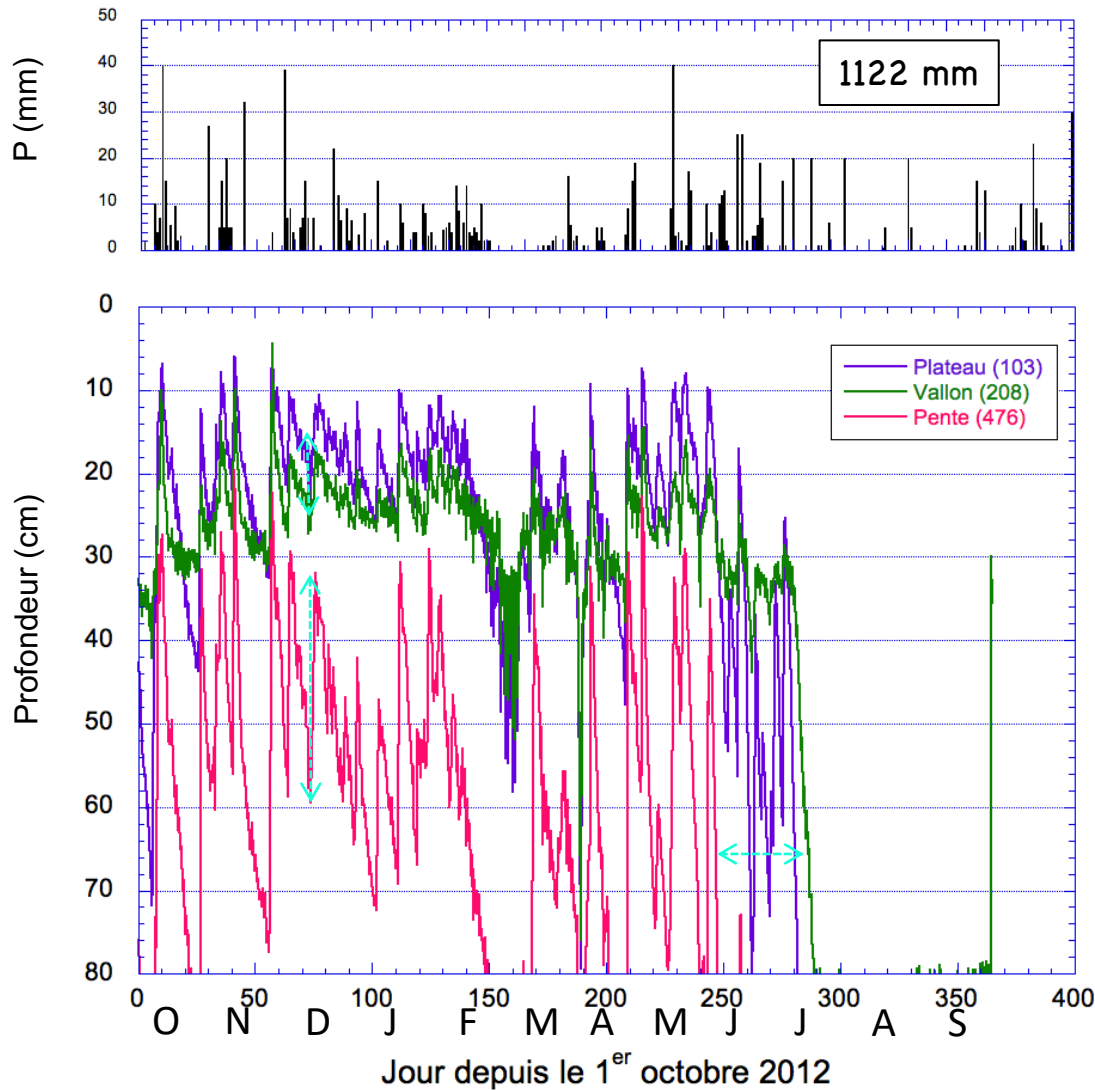


Exemple de suivi des battements de nappe

Parcelle 37, fond de vallon (RBI 208) suivi de janvier 2011 à décembre 2019 : variabilité inter-annuelle importante

Exemples de battements de nappe en forêt de Chaux

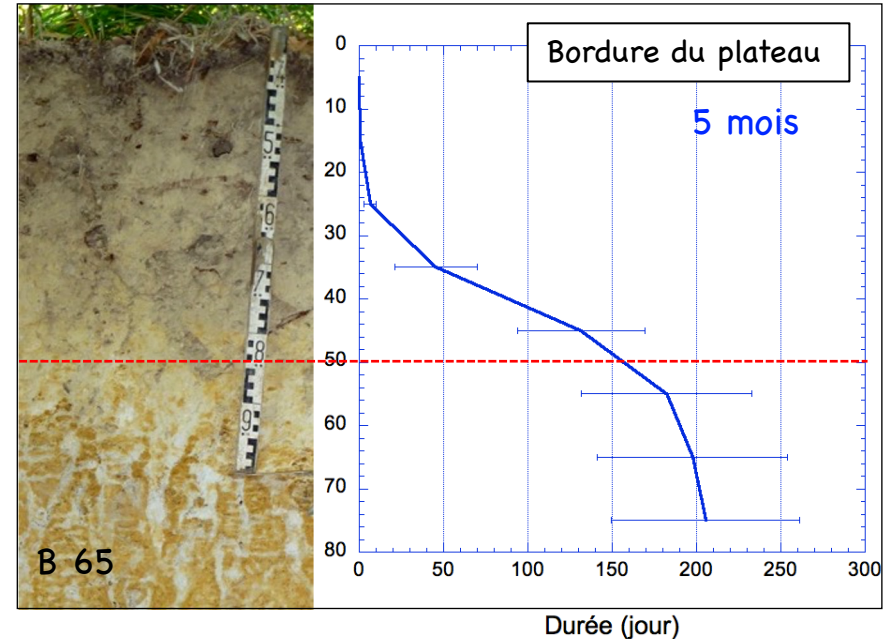
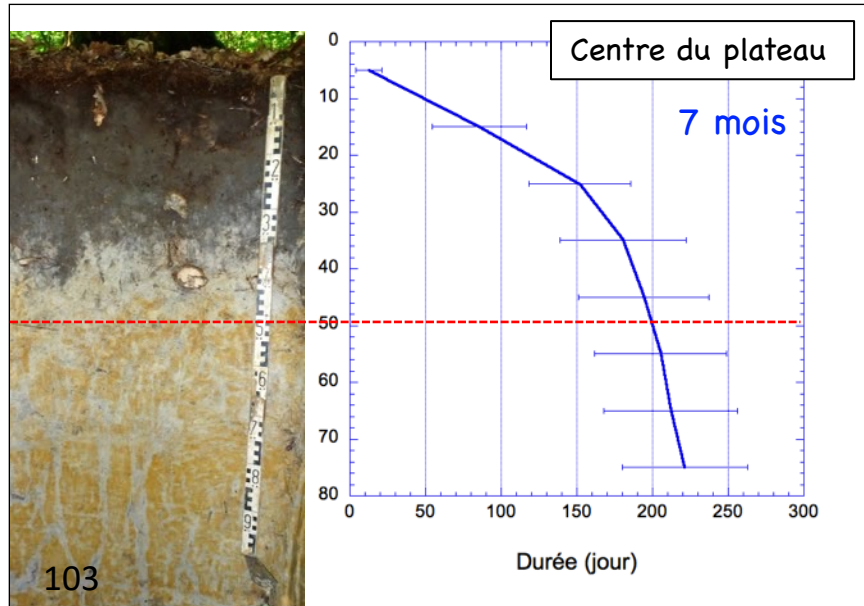
Suivi par sonde automatique, 1 mesure toutes les 12 heures



Précipitations et cumul annuel

Profondeur d'apparition de la nappe

Sols de plateau



Lucot et al. 2014

En bleu : durée moyenne de présence de la nappe à moins de 50 cm de profondeur

Précipitations (cumul annuel)

2009-2010 : 1054 mm

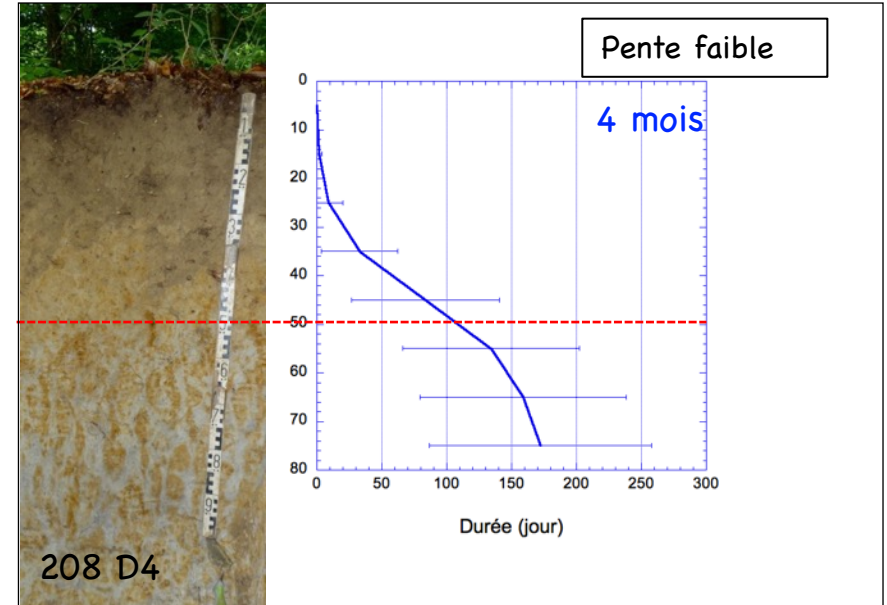
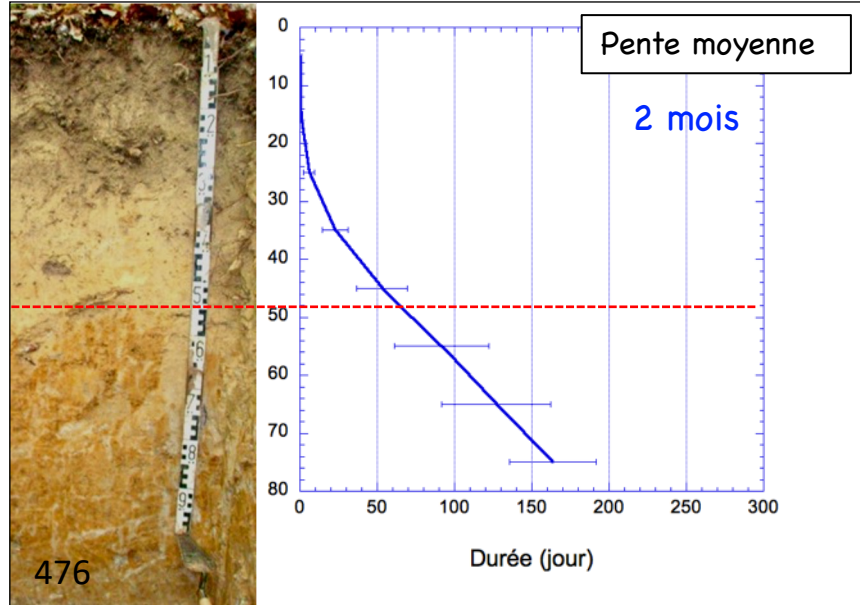
2010-2011 : 908 mm

2011-2012 : 1017 mm

2012-2013 : 1122 mm

Moyenne 1954-1986 : 1044 mm

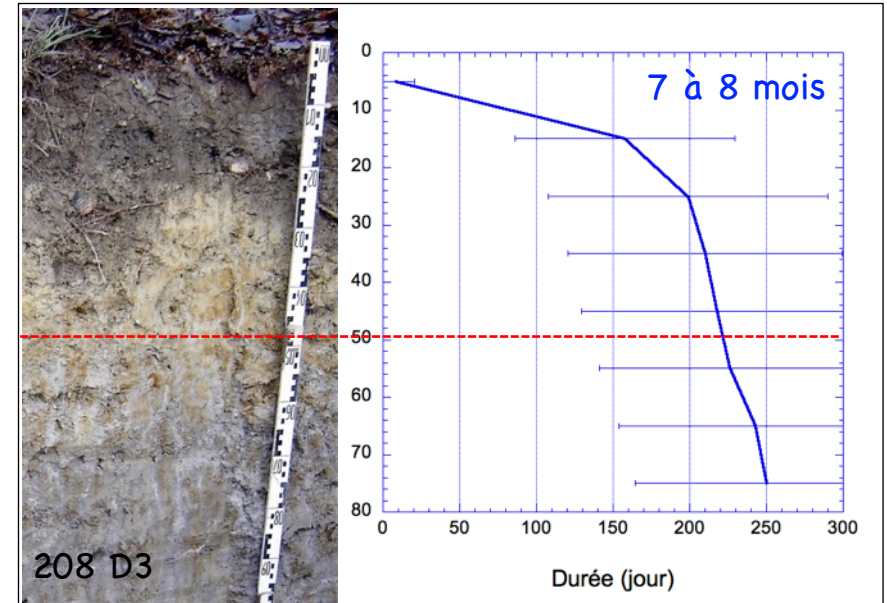
Sols de pente



Lucot et al. 2014

Sols de fond de vallon amont

En bleu : durée moyenne de présence de la nappe à moins de 50 cm de profondeur



En résumé

Durée de présence de la nappe d'eau

> Sols de plateau

Durée à moins de 50 cm : 5 mois à 7 mois
Profondeur minimum < 10 cm

> Sols de pente faible à moyenne

Durée à moins de 50 cm : 2 mois à 5 mois
Profondeur minimum : 20 cm

> Sols de fond de vallon

Durée à moins de 50 cm :
Amont : 7 à 8 mois
Aval : 2 à 3 mois
Profondeur minimum < 10 cm

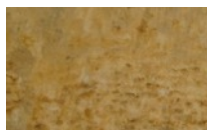
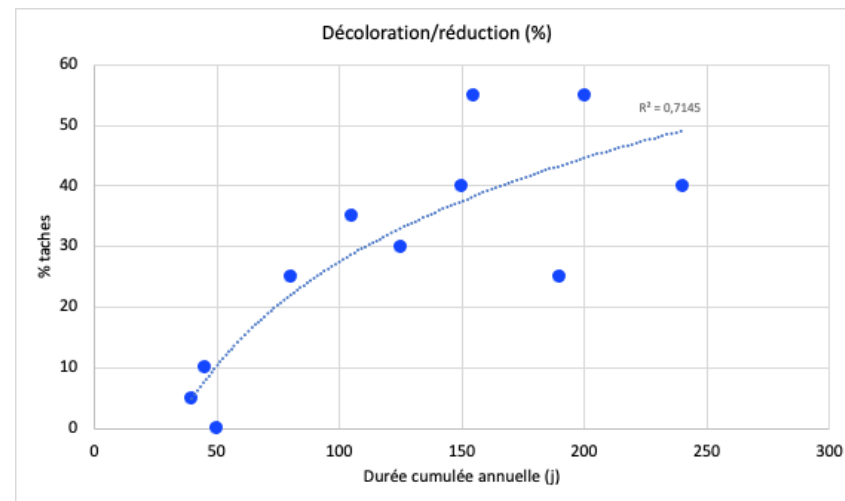
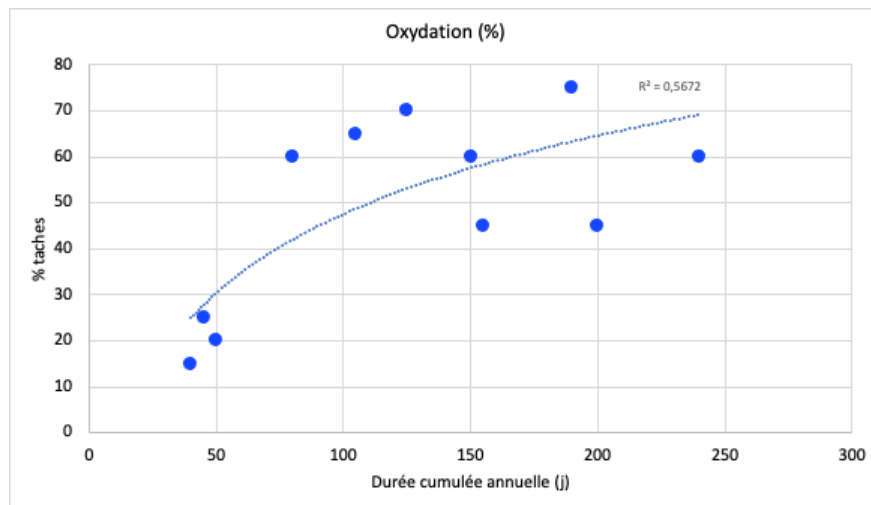
> **Amplitude** de battement de la nappe
vallon < plateau << pente

> **Date d'apparition** de la nappe
Octobre à décembre

> **Date de disparition** de la nappe
Mai à juillet
vallon > plateau >> pente

En fond de vallon, les caractéristiques de l'engorgement sont fortement influencées par la présence de travaux de drainage (curage, rectification, érosion) et par les travaux de restauration des écoulements (reméandrement).

Relation entre abondance des taches et durée d'engorgement en forêt de Chaux :



Présence de taches en quantité significative (> 50 %), oxydation dominante
⇔ durée cumulée annuelle comprise entre **2 et 5 mois**



Présence de taches contrastées avec taches de réduction-dégradation abondantes
⇔ durée cumulée annuelle comprises entre **5 à 8 mois**



Présence de taches de réduction /décoloration dominantes
⇔ durée cumulée annuelle > **8 mois**

Ces durées ne s'appliquent pas aux sols alluviaux à forte perméabilité

La matière organique est abondante à très abondante dans l'horizon de surface
⇔ durée cumulée annuelle > 40 jours dans l'horizons concerné

=> Les sols de la forêt de Chaux sont très sensibles au tassement

le plus souvent limoneux, acides, hydromorphes

mais sensibilité variable selon l'humidité, texture et la charge en galets



Pour résumer, c'est l'état d'humidité du sol qui constitue le facteur déterminant de sa sensibilité au tassement,

traduite dans le schéma synthétique suivant :

Texture au sol	Etat d'humidité du sol			
	Sol sec sur 50 cm de profondeur	Sol frais	Sol humide	Nappe d'eau à moins de 50 cm de la surface
Sol très caillouteux (éléments grossiers ≥ 50 %)	[Orange]			[Orange]
Sol très sableux (sable ≥ 70 %)	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]
Sol à argile dominante	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]
Sol à limon dominant et sol sablo-limoneux	[Orange]	[Orange]	[Orange]	[Orange]

1. Pierrosité

C'est la teneur en éléments grossiers (particules de diamètre > 2 mm, incluant cailloux, graviers et gravillons) ; cette teneur peut être déterminée selon deux méthodes :

Méthodes	Critères	Sensibilité au tassement
Tarière	Bloquée systématiquement malgré plusieurs essais	Pierrosité forte (taux d'éléments grossiers ≥ 50 %) => Sensibilité au tassement nulle ou faible mais, en période d'engorgement, les sols caillouteux alluviaux ou de fond de vallon peuvent perdre leur structure sous le passage d'engins
	Non bloquée systématiquement lors de plusieurs essais <i>(peut être bloquée lors d'un essai par des cailloux, même en faible quantité)</i>	
Examen d'un profil pédologique existant ou creusé à la pioche	Les éléments grossiers se touchent	Pierrosité faible (taux d'éléments grossiers < 50 %) => Sensibilité au tassement variable
	Les éléments grossiers ne se touchent pas	