



*Un projet agroécologique qui intègre développement agricole, protection de l'environnement et valorisation du territoire sur le Plateau de Valensole*

**Journée technique 7 septembre 2023**

# Programme de la journée



Début	Durée	Intervention/Atelier
9h30	45 min	Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel, contraintes et évolution depuis 2017
10h15	45 min	Stagnation de la fertilité biologique et organique des sols de Valensole depuis 2017 & Composition et minéralisation des produits issus de pailles de PPAM
11h	30 min	Effet des pratiques agricoles sur les indicateurs de fertilité de sol du réseau SOL REGAIN
11h30	30 min	GIEE Essen'Sol : retour d'expérience sur leurs essais de couverts végétaux en lavandins
12h	30 min	Label Bas Carbone – méthode lavande.in
12h30-14h		REPAS offert sur inscription
14h-17h		Ateliers tournants



# **Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel, contraintes et évolution depuis 2017**



## **Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel, contraintes et évolution depuis 2017**

- **Episode 1 : 15 sept 2017 - les contraintes physiques (invariantes)**
- Episode 2 : 11 oct 2019 – les contraintes basiques (invariantes)
- Quelles autres évolutions entre 2017 et 2023 ?
- Potentiel hydrique des sols, capacités de résilience

## Contraintes physiques

### Rappels :

- Les analyses de terre sont normativement exprimées en concentration (pour cent, pour mille, ppm...) sur la terre fine c'est-à-dire les particules de terre inférieures à 2 mm (après séchage et broyage).
- Un sol agricole se raisonne en volume de terre fine et il faut tenir compte à la fois de la **profondeur** du sol et du pourcentage de **cailloux (pierrosité)**.
- **Pour les sols de Regain, le poids de terre fine à l'hectare est, en moyenne, de 2050 t/ha et varie de 1500 à 3100 t/ha**  
(pour un sol céréalier, une terre fine de 3300 t/ha est considérée comme correcte)

## Contraintes physiques

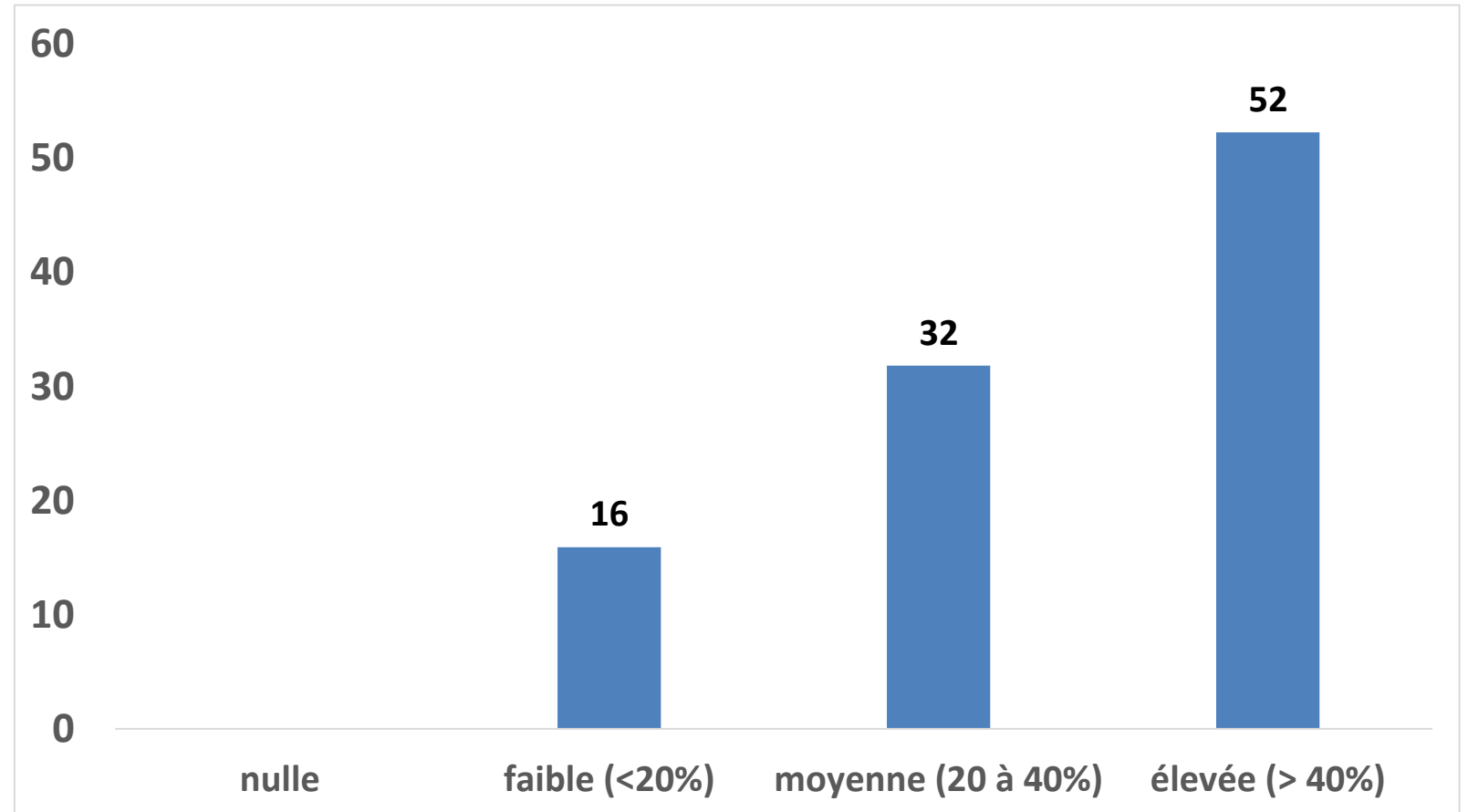
(ensemble des données)

Plus de 80% des sols ont une pierrosité moyenne à élevée.

**Avantages :** pas de risques d'asphyxie (voir SS), réchauffement rapide...

**Inconvénients :** sensibilité thermique, faible proportion de terre fine (<2mm), faibles capacités de rétention, faibles capacités hydriques, peu de pouvoir tampon...

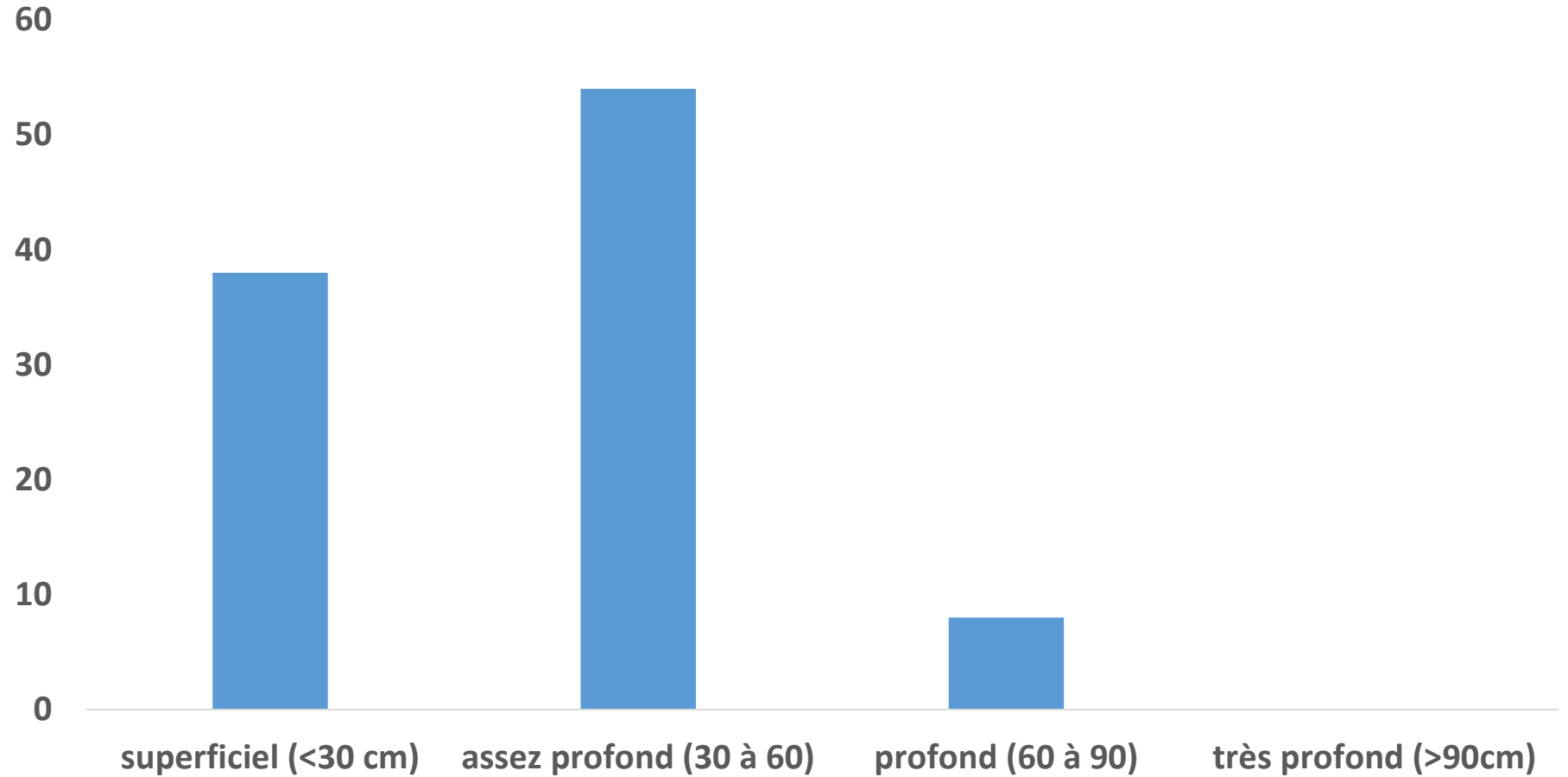
## Pierrosité (répartition en %)



# Contraintes physiques

(ensemble des données)

## Profondeur du sol (répartition en %)



24% des sols sont superficiels.

Paramètre à relier à la proportion de cailloux pour apprécier le volume utile du sol.

# Contraintes physiques

(ensemble des données)

## Volume Utile du Sol (répartition en %)

	PIERROSITE			
	nulle	faible (<20%)	moyenne (20 à 40%)	élevée (> 40%)
PROFONDEUR				
très profond (>90cm)	0	0	0	0
profond (60 à 90)	0	3	4	5
assez profond (30 à 60)	0	9	24	23
superficiel (<30 cm)	0	5	11	15

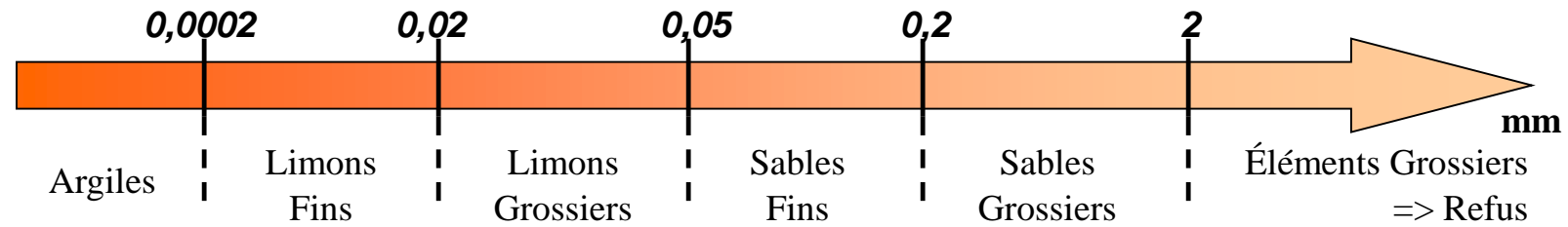


# Contraintes physiques

(ensemble des données)

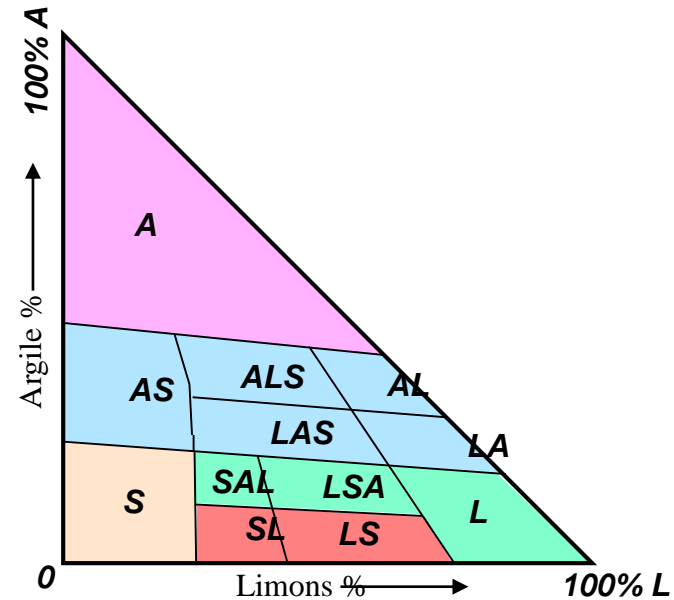
## Notion de texture

↪ Granulométrie : Classification des constituants solides minéraux selon leur taille :



↪ Répartition quantitative des différentes fractions de constituants minéraux :

Application : Triangle des textures  
(d'après G.E.P.P.A.)



# Contraintes physiques

(ensemble des données)

Le sol moyen (terre fine) est de nature limono argileuse avec :

**Argile** (<0,002mm) : 35%

**Limons** (entre 0,002 et 0,05mm) : 46%

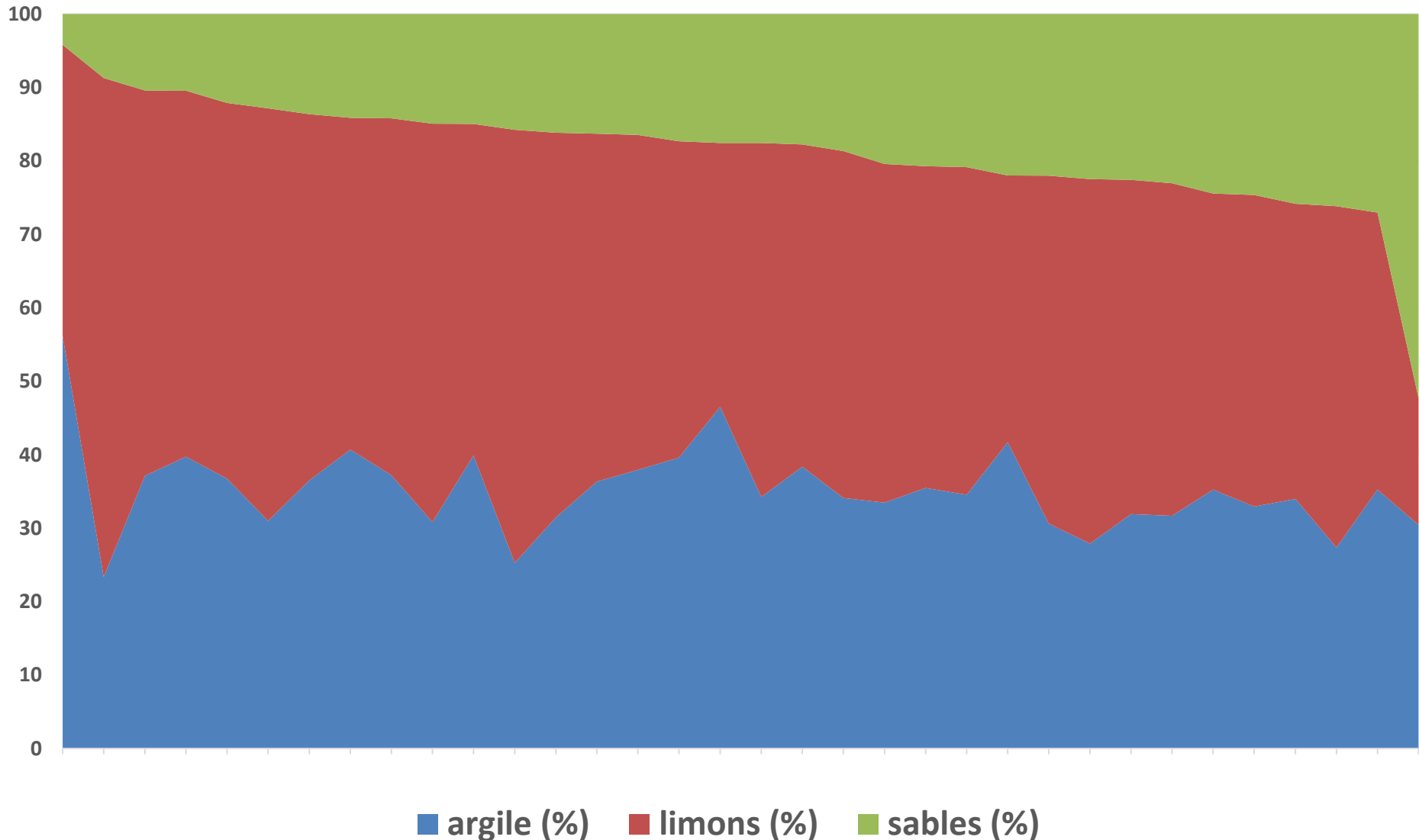
**Sables** (entre 0,05 et 2mm) : 19%

Sauf exception, textures très homogènes sur la zone.

A noter la constance de la proportion d'argile.

*Attention, texture, granulométrie, non issue d'une analyse décarbonatée.*

## Texture

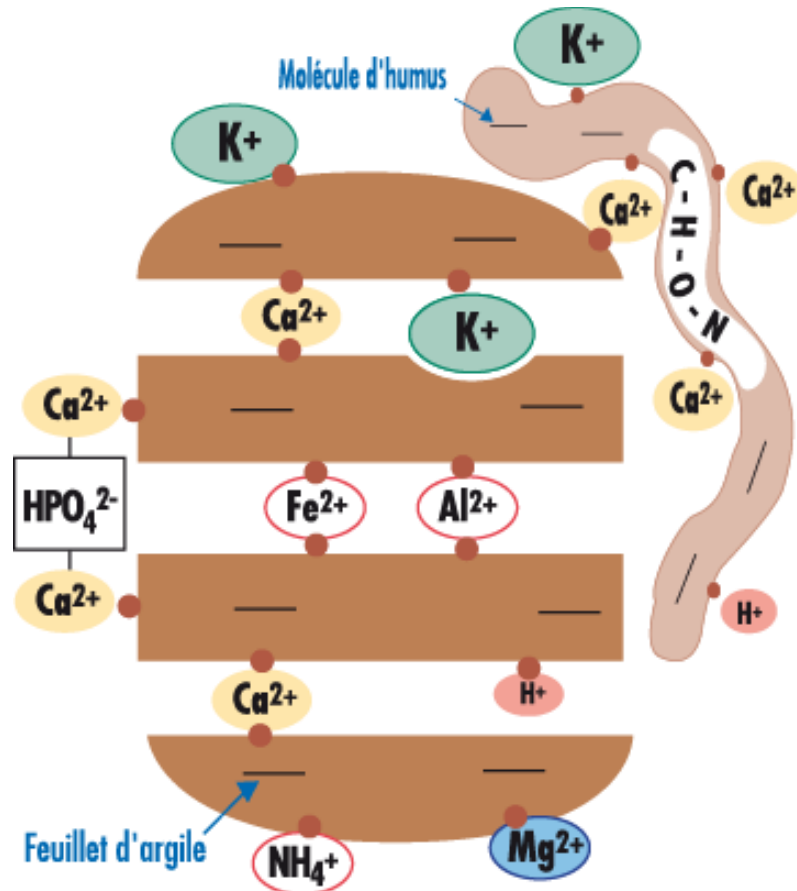


# Contraintes physiques

(ensemble des données)

## Structuration du sol ( cas 1) :

### Le Complexe argilo-humique



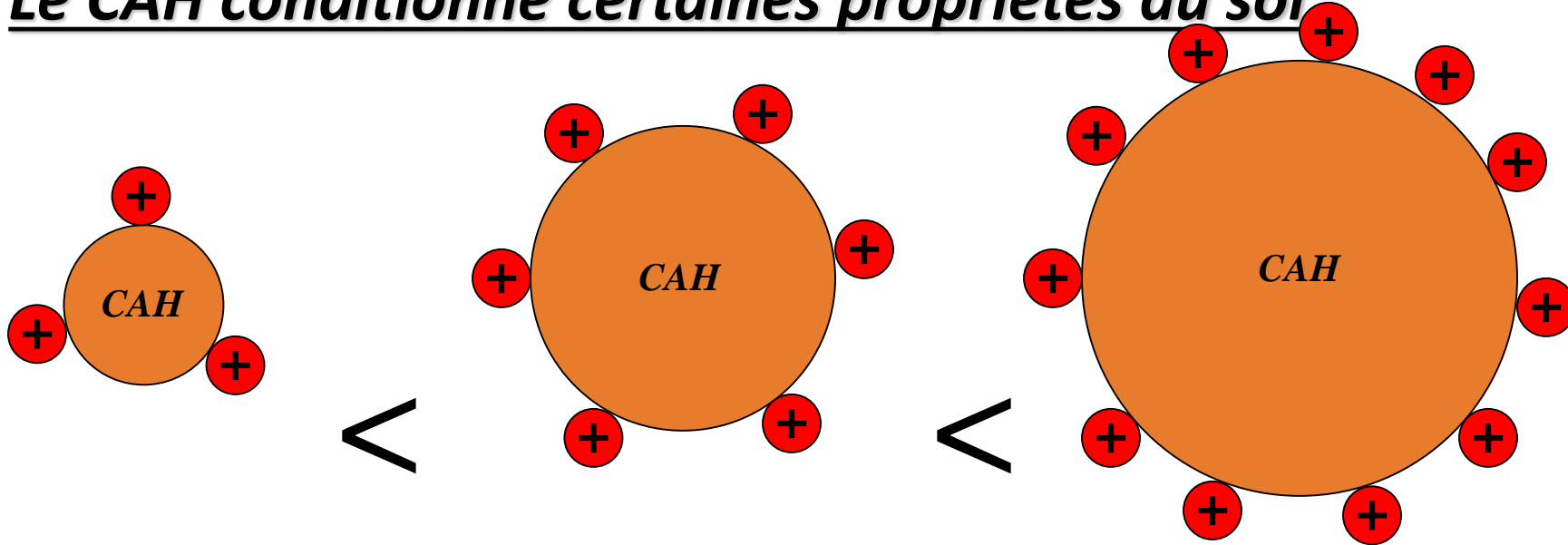
Le complexe argilo-humique est constitué d'argile et de matière organique stable (humus) et intervient sur la stabilité physique du sol

Le complexe argilo-humique est aussi le réservoir en éléments nutritifs du sol

# Contraintes physiques

(ensemble des données)

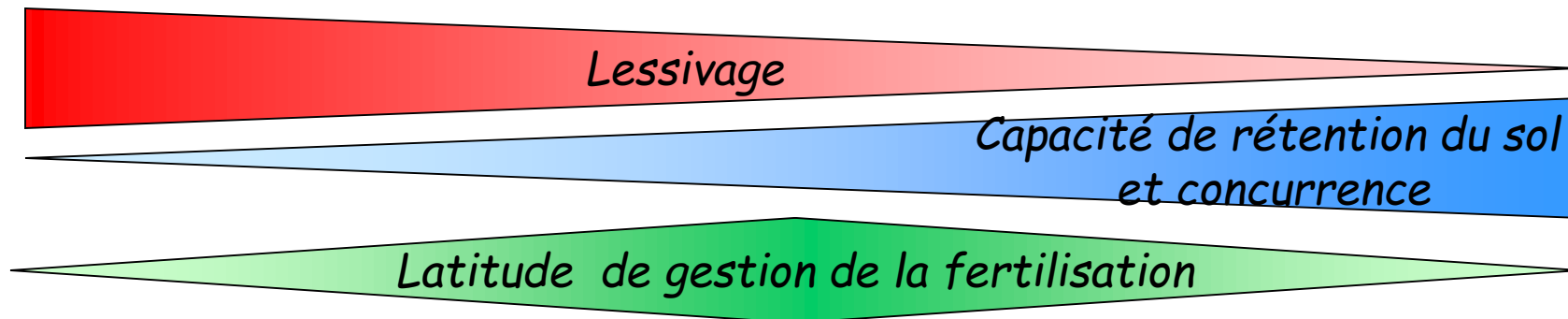
## Le CAH conditionne certaines propriétés du sol



**Sable filtrant :**  
**CEC faible**

**Limon moyen :**  
**CEC moyenne**

**Argile lourde :**  
**CEC élevée**



## Contraintes physiques

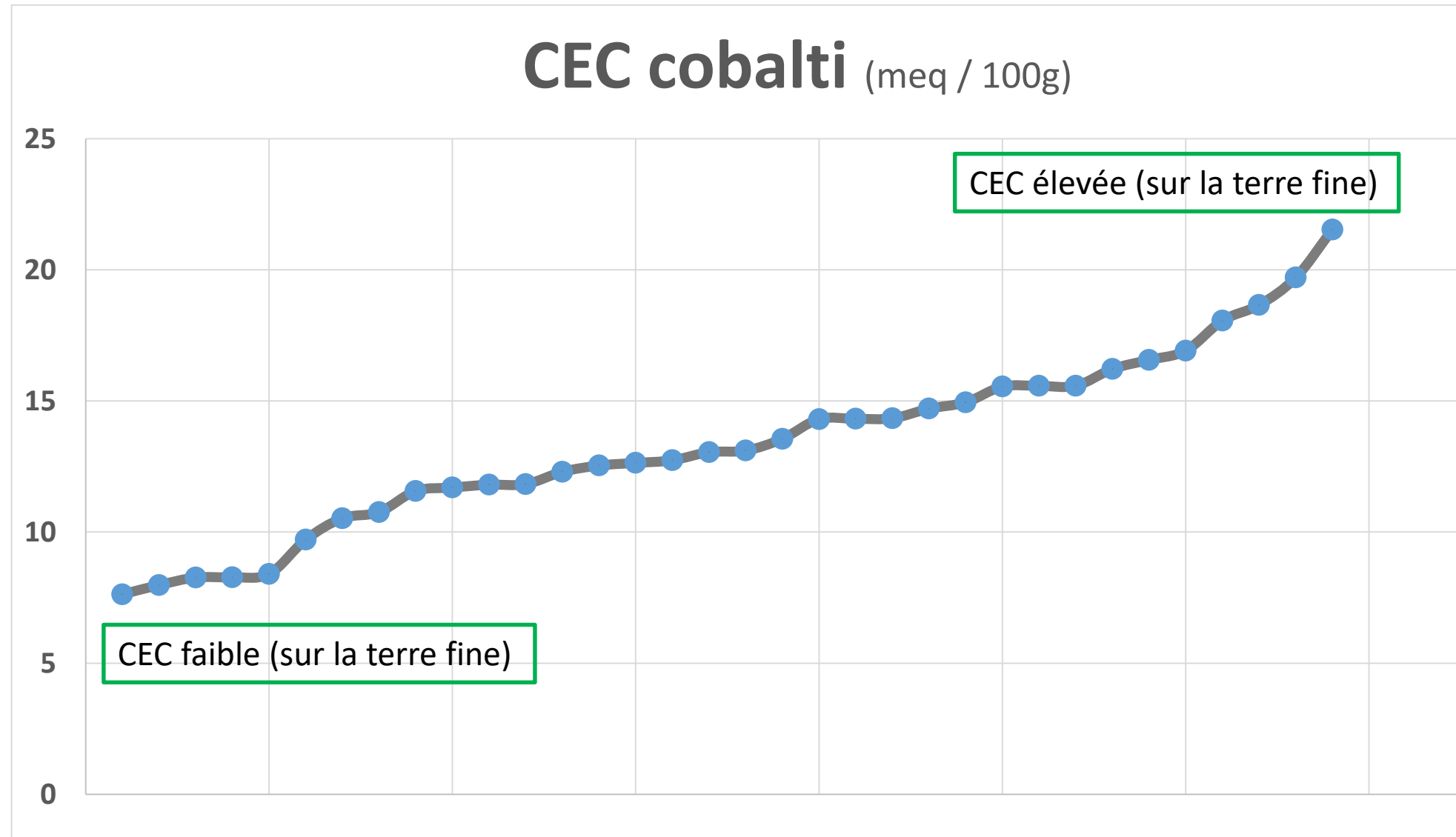
(ensemble des données)

La moyenne de la CEC est de 13,6 meq/100g. (13,6 en 2019 et 13,2 en 2017)

Le potentiel de rétention minéral (et hydrique) est donc cohérent.

A moduler avec la proportion de cailloux !

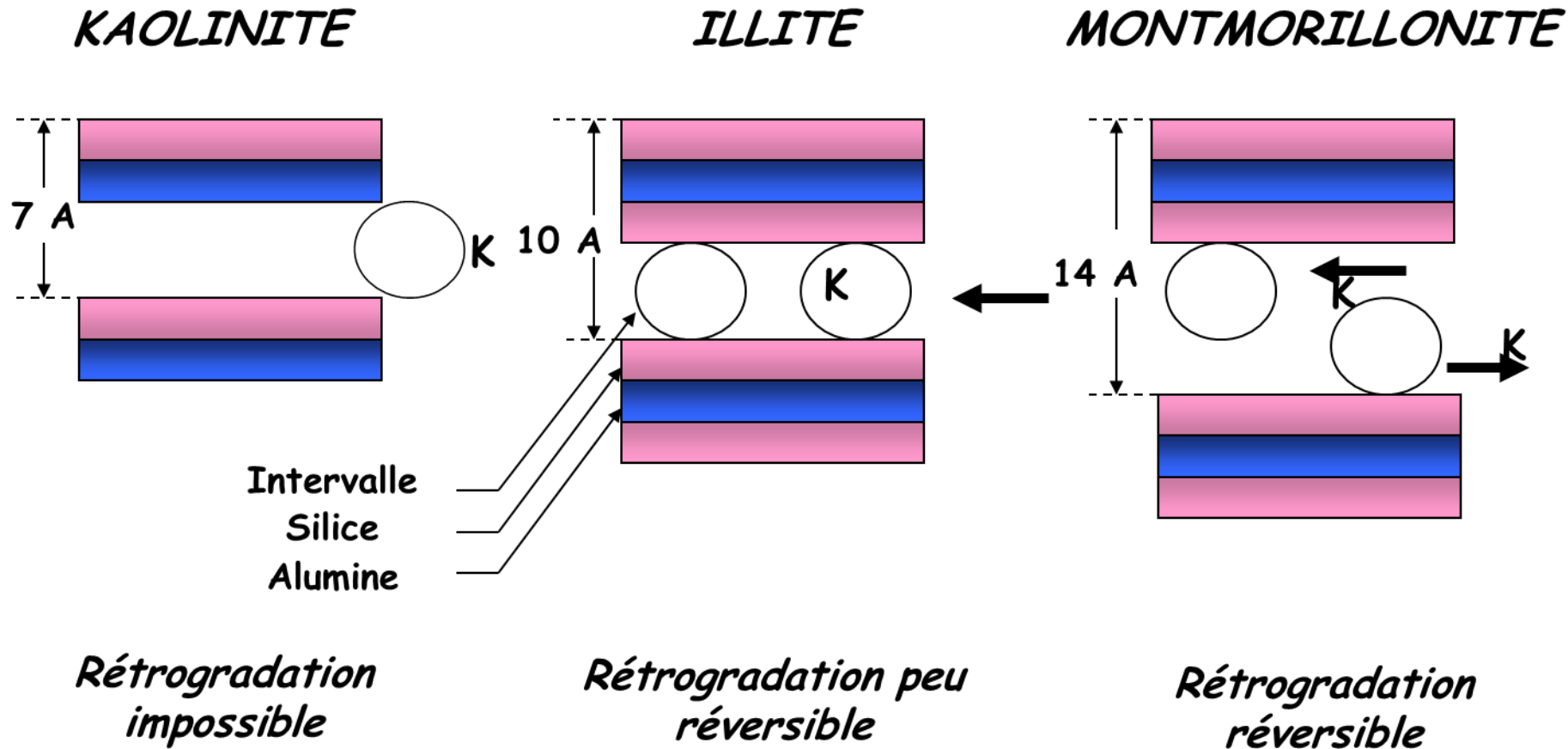
=> La CEC est quasi entièrement conditionnée par la teneur (et nature) des argiles, la teneur (et qualités) de la matière organique et par le pH.



**Contraintes physiques**  
(ensemble des données)

Ne pas confondre argile vraie et argile granulométrique !

L'efficacité des argiles du sol dépend de leur nature.



Le dosage de la Capacité d'Echange en Cations est un moyen d'apprécier la qualité des argiles.

# Contraintes physiques

(ensemble des données)

## LES ARGILES : CONSTITUTION, PROPRIETES ET CAPACITE D'ECHANGE

Caractéristiques	Kaolinites	Illites et argiles micacées	Vermiculites	Smectites (dont Montmorillonite)
Type	1/1	2/1	2/1	2/1
Composition chimique globale	SI, Al, O, OH	SI, Al, Mg, K, Fe, O, OH	SI, Al, Mg, Fe, O, OH, + cations hydratés	SI, Al, Mg, O, OH, + cations hydratés
Caractères dominants	Feuillet ordonnés (espace interfoliaire libre) Echanges possibles sur les bords des feuillets.	Cations des minéraux entre les feuillets assez peu échangeables. Fixation moyenne double de la Kaolinite.	Charge des feuillets voisine de celle des Illites mais les structures trioctaédriques permettent une bonne capacité d'échange.	Empilement souvent désordonné des feuillets. Gonflement important de 14 A jusqu'à 20 A (+ 50%) permettant une forte capacité d'échange.
Capacité d'échange des cations en méq/100g	10 à 20	30 à 40	100 à 150	80 à 120 et plus

=> Voir cartes pédologiques

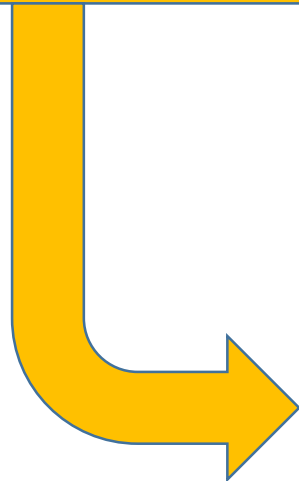
### Structuration du sol ( cas 2) :

On estime que plus de 50% des cas, la structure des sols (cohésion des particules) est liée à l'effet « colle » des mucilages en complément des substances émises par les micro-organismes.

Cet effet, sur la porosité est souvent appelé

«**faux complexe** »

par rapport à celui liant l'argile à la matière organique.

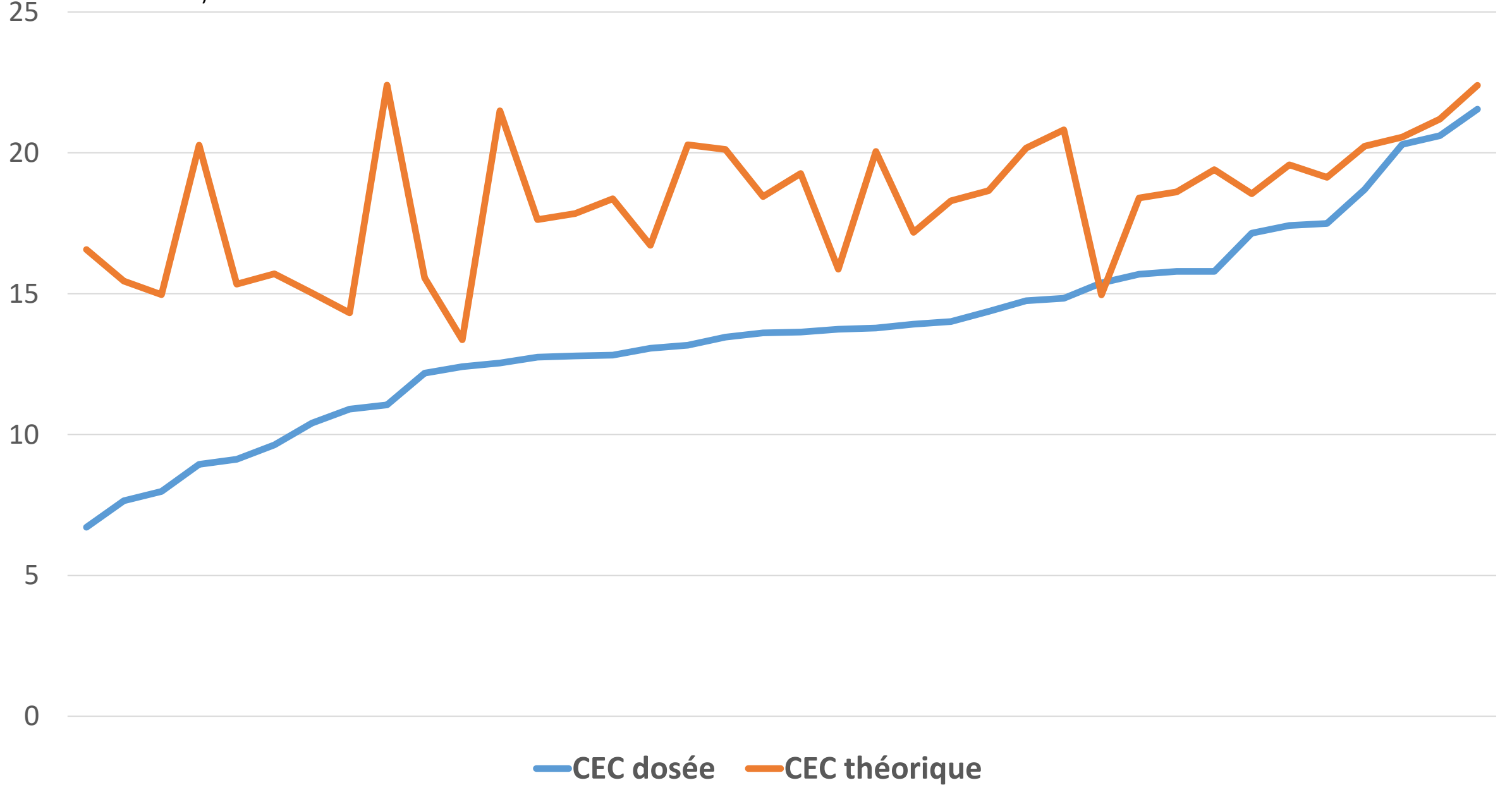


Dans les sols difficiles (basiques, caillouteux, limoneux, asphyxiants...), il faut savoir utiliser ces capacités des racines et micro-organismes.



# Contraintes physiques

(ensemble des données)





## Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel, contraintes et évolution depuis 2017

Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel,  
contraintes et évolution depuis 2017

- Episode 1 : 15 sept 2017 - les contraintes physiques (invariantes)
- **Episode 2 : 11 oct 2019 – les contraintes basiques (invariantes)**
- Quelles autres évolutions entre 2017 et 2023 ?
- Potentiel hydrique des sols, capacités de résilience

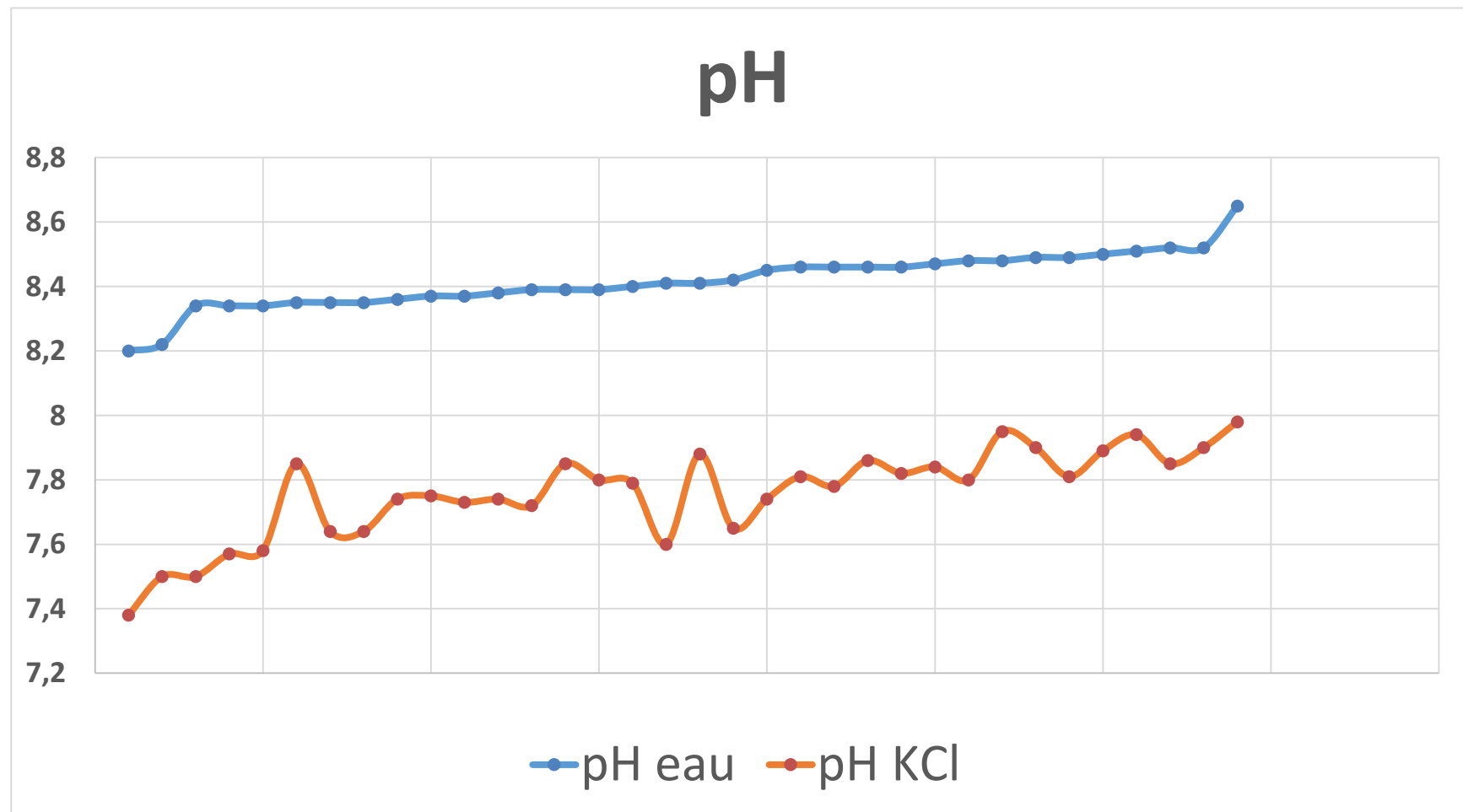
# Contraintes basiques

(ensemble des données)

Les pH sont nettement basiques avec une moyenne des pH eau à 8,5 (8,4 en 2017 et 8,3 en 2019) et une forte homogénéité des pH eau.

Les potentiels d'acidification sont faibles : moyenne pH KCl à 7,9, (7,8 en 2017 et 7,7 en 2019).

Cela perturbera le confort racinaire et la disponibilité du phosphore et des oligo-éléments.

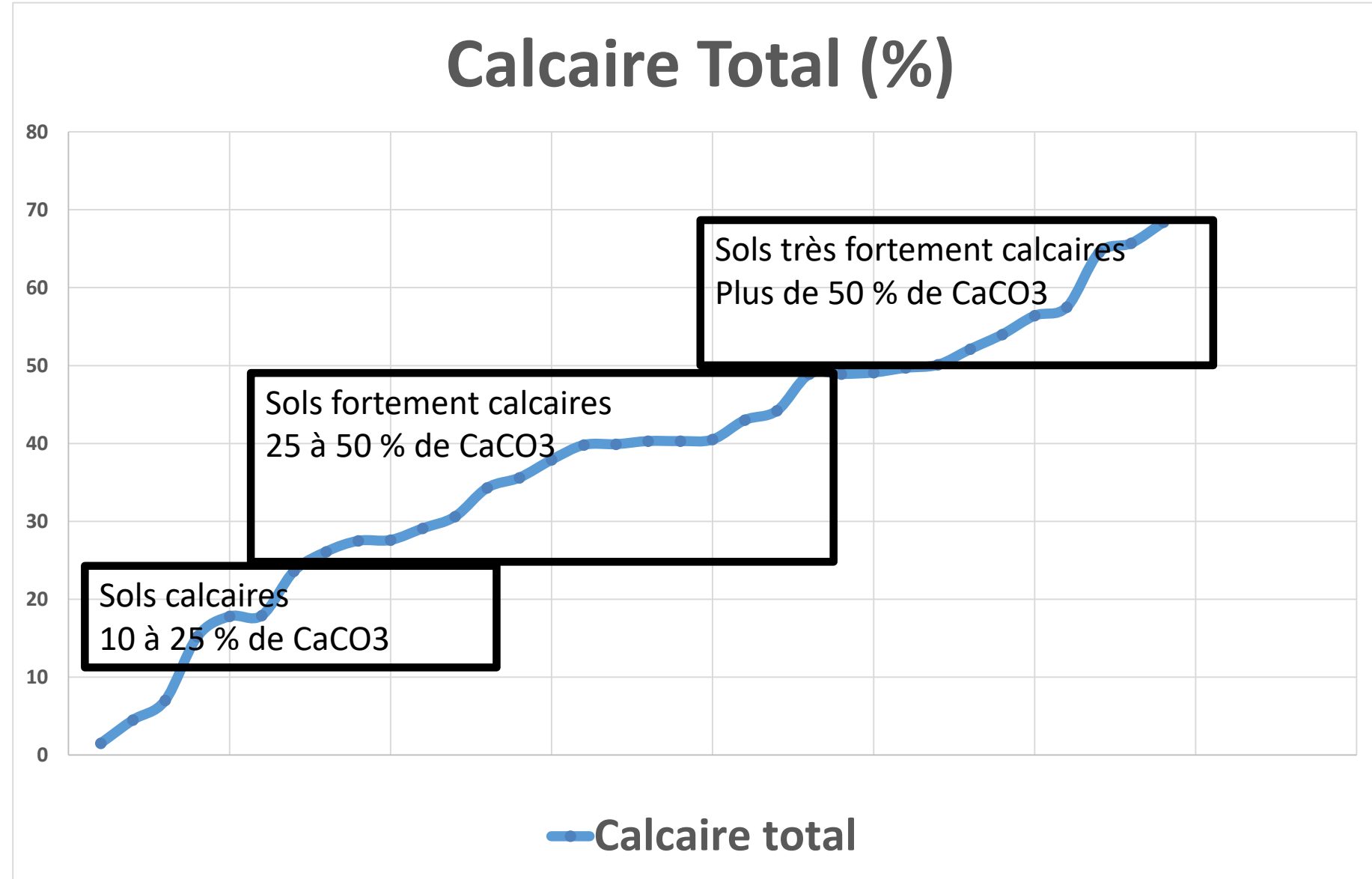


## Contraintes basiques

(ensemble des données)

La majorité des sols sont calcaires à très calcaires avec 48% de  $\text{CaCO}_3$  (38% en 2017 et 40 en 2019).

Cela va totalement conditionner et perturber les échanges nutritionnels (moins de disponibilité du potassium et magnésium, blocage du phosphore et oligo-éléments...) et le « fonctionnement » organo biologique du sol (beaucoup + que le pH basique).

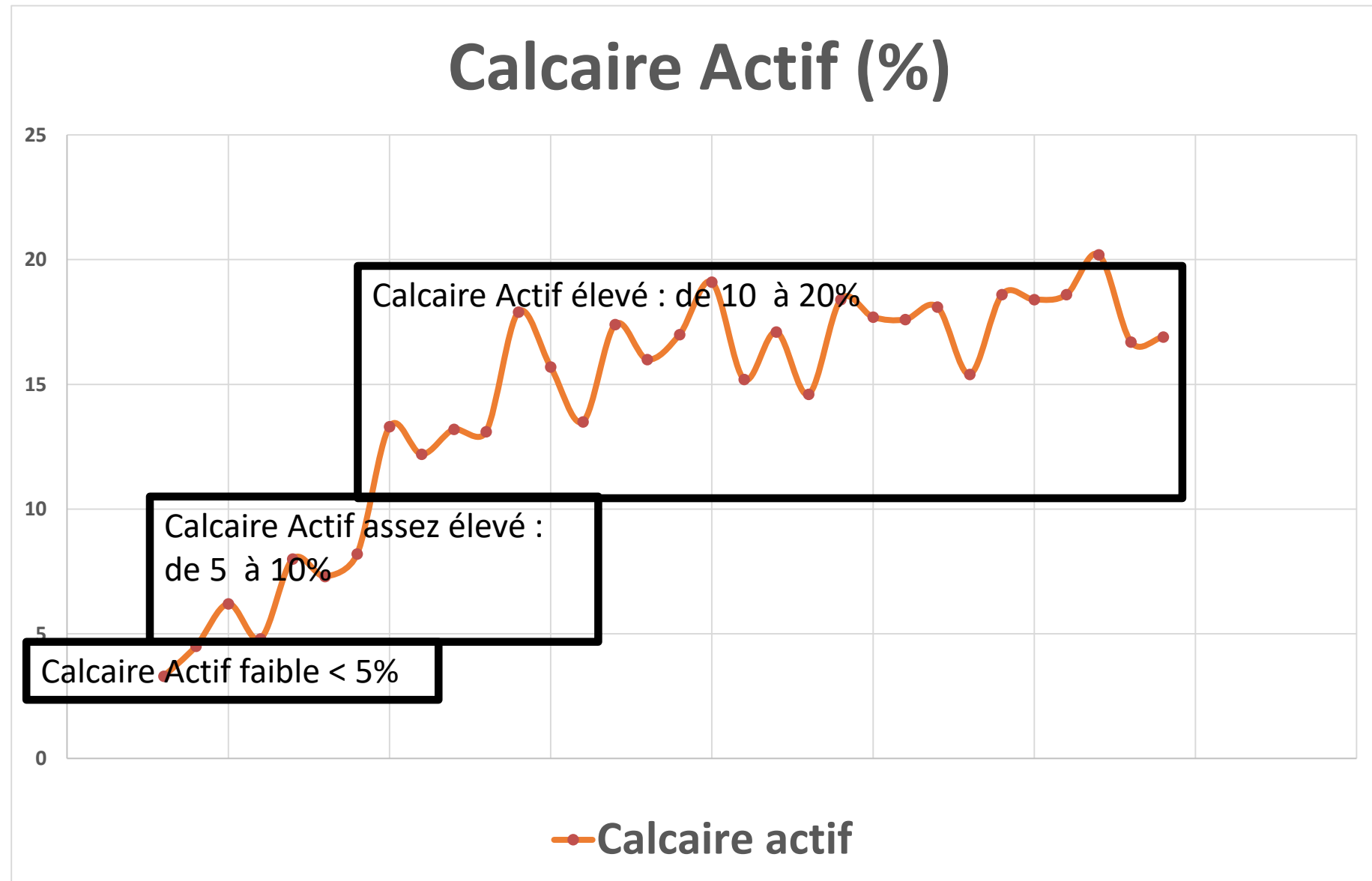


## Contraintes basiques

(ensemble des données)

Ces sols présentent majoritairement des niveaux élevés en calcaire actif à 16% de moyenne (14,7% en 2019 et 14,2% en 2017) avec 75% d'analyses montrant un taux de calcaire actif élevé.

Cela amène des risques significatifs de chlorose et de moindre performance du végétal. Cf agressivité du calcaire actif.





## Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel, contraintes et évolution depuis 2017

Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel,  
contraintes et évolution depuis 2017

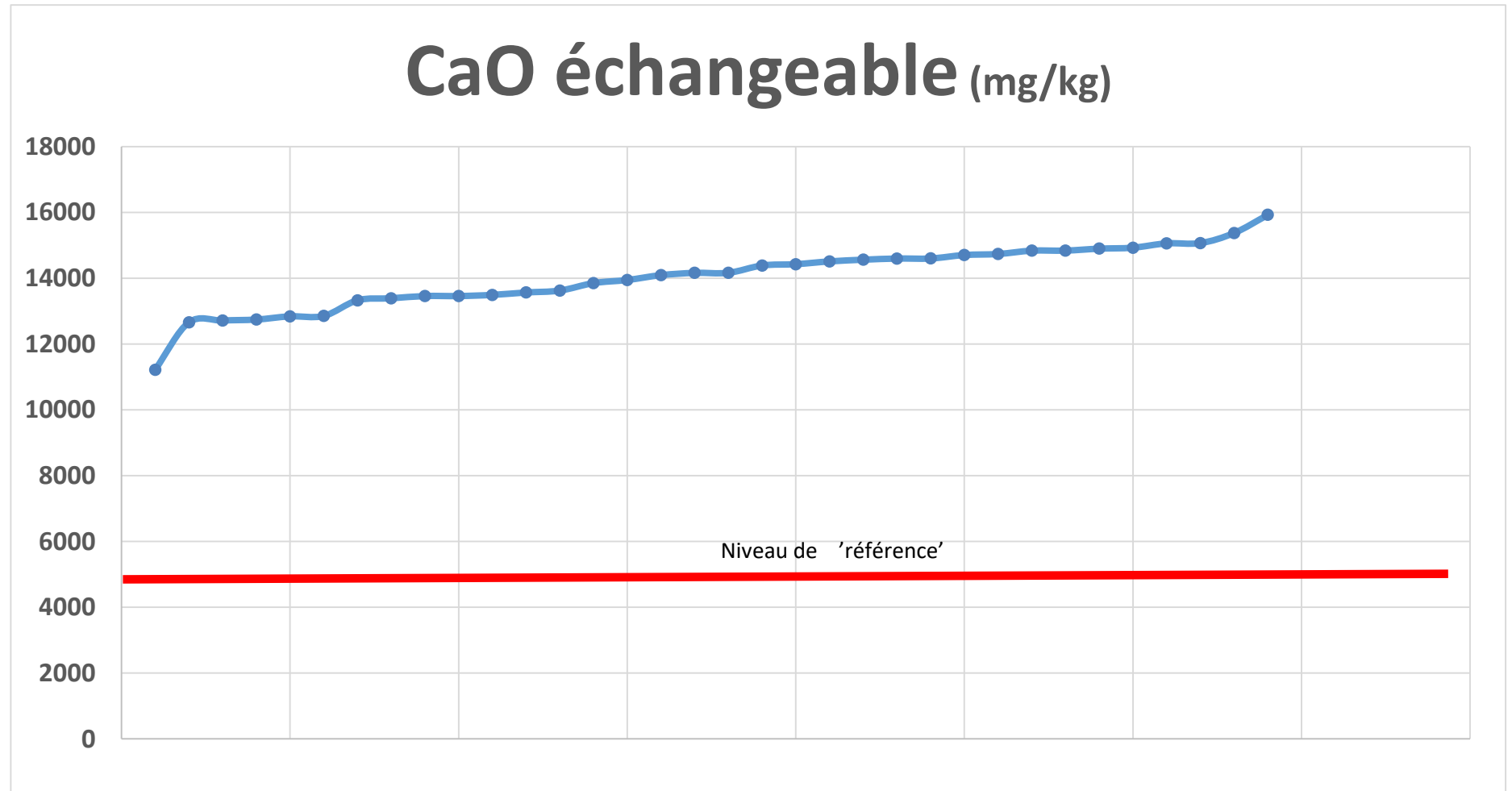
- Episode 1 : 15 sept 2017 - les contraintes physiques (invariantes)
- Episode 2 : 11 oct 2019 – les contraintes basiques (invariantes)
- **Quelles autres évolutions entre 2017 et 2023 ?**
- Potentiel hydrique des sols, capacités de résilience

## Potentiel minéral

(ensemble des données)

Le niveau moyen en CaO (calcium) est de 13800 mg/kg (13900 mg/kg en 2019 et 14000 mg/kg en 2017).

On peut considérer ce paramètre comme un invariant S'il y a un problème de nutrition en calcium, la cause n'est pas liée à sa disponibilité (voir excès d'azote, manque d'oxygène, vie biologique...).



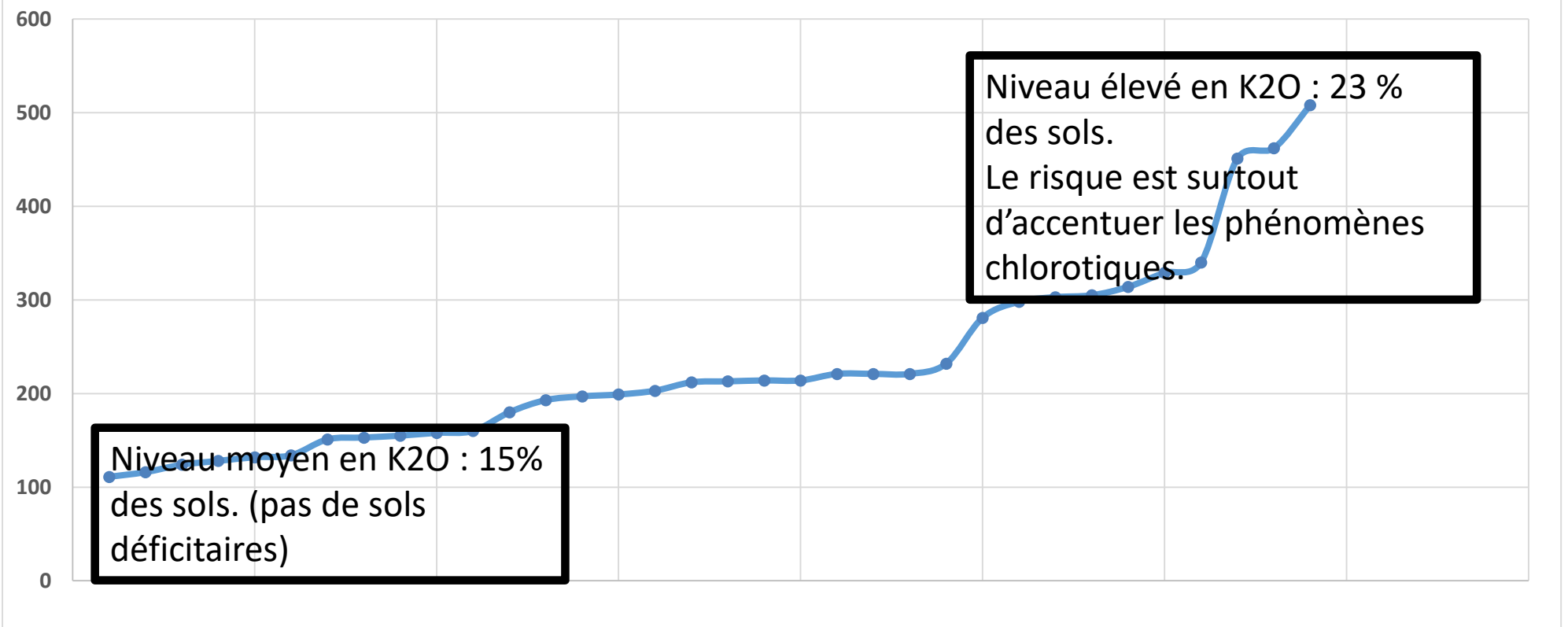
# Potentiel minéral

(ensemble des données)

Le niveau moyen en K2O (potassium) est de 250 (230 en 2019 et 2017).

Le potentiel hydrique (régularité du flux d'eau dans le végétal) explique plus de 70% de la présence de cet élément dans la plante.

## K2O échangeable (mg/kg)





## Potentiel minéral

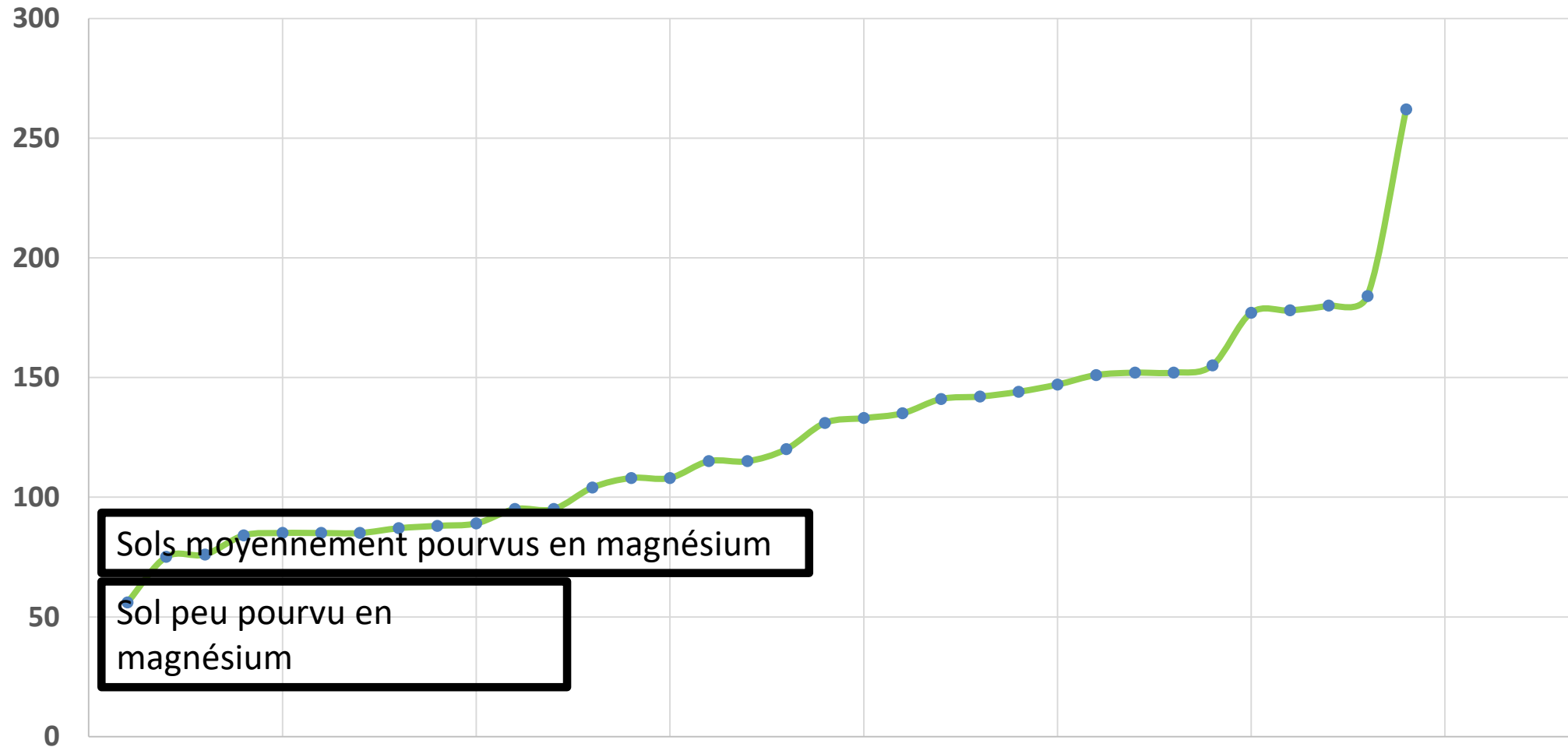
(ensemble des données)

Le niveau moyen en MgO (magnésium) est de 119 mg/kg (125 en 2017 et 2019).

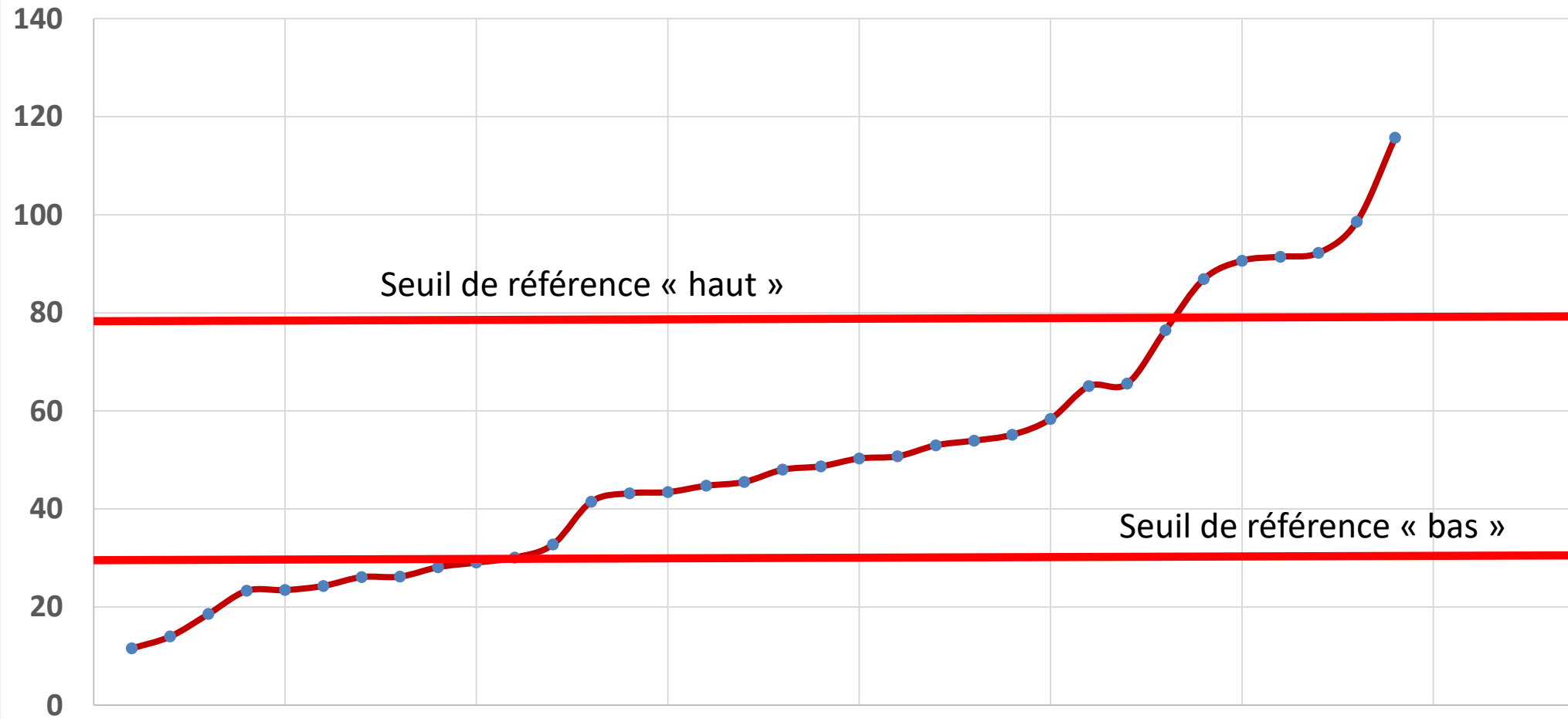
40% des sols sont peu pourvus en magnésium.

Le risque est surtout de participer aux phénomènes chlorotiques et à une moindre performance photosynthétique. Attention, l'excès de MgO est plus dangereux que le manque.

## MgO échangeable (mg/kg)



# P2O5 Olsen (mg/kg)



Seuil de référence « haut »

Seuil de référence « bas »

Le niveau moyen en P2O5 (phosphore Olsen) est de 59mg/kg (54 en 2019 et 50 en 2017). 23% des sols sont peu pourvus en phosphore et 18% excessifs. Le phosphore intervient surtout pour l'élongation racinaire (attention aux jeunes plantation) et la respiration de la plante. La présence de phosphore dans le sol explique moins de 10% de sa présence dans le végétal (voir pH, état organo-biologique..)



## Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel, contraintes et évolution depuis 2017

Analyses physico-chimiques des sols de Valensole : potentiel,  
contraintes et évolution depuis 2017

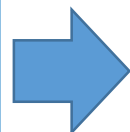
- Episode 1 : 15 sept 2017 - les contraintes physiques (invariantes)
- Episode 2 : 11 oct 2019 – les contraintes basiques (invariantes)
- Quelles autres évolutions entre 2017 et 2023 ?
- **Potentiel hydrique des sols, capacités de résilience**

# Type d'entrée des minéraux dans le végétal

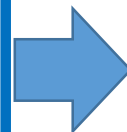
(au niveau de la rhizosphère, source M. PREVEL, 1984)

## ASSIMILATION

**AZOTE**  
**POTASSIUM**  
**MANGANESE**  
**BORE**

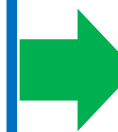


**ENTREE  
RACINAIRE  
PASSIVE**



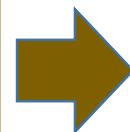
**Disponibilité et  
régularité du flux  
hydrique dans le  
végétal**

Explique. de 65 à 85 % de la présence  
de l'élément minéral dans le végétal



**Voir Stock en  
Matières  
Organiques**  
**(Réserve Utile,  
refus...)**

**PHOSPHORE**  
**CALCIUM**  
**MAGNESIUM**  
**FER**  
**ZINC**

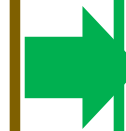


**ENTREE  
RACINAIRE  
ACTIVE**



**Efficacité de la vie  
rhizosphérique**  
**(texture, pH, aération...)**

Explique. de 60 à 80 % de la présence  
de l'élément minéral dans le végétal

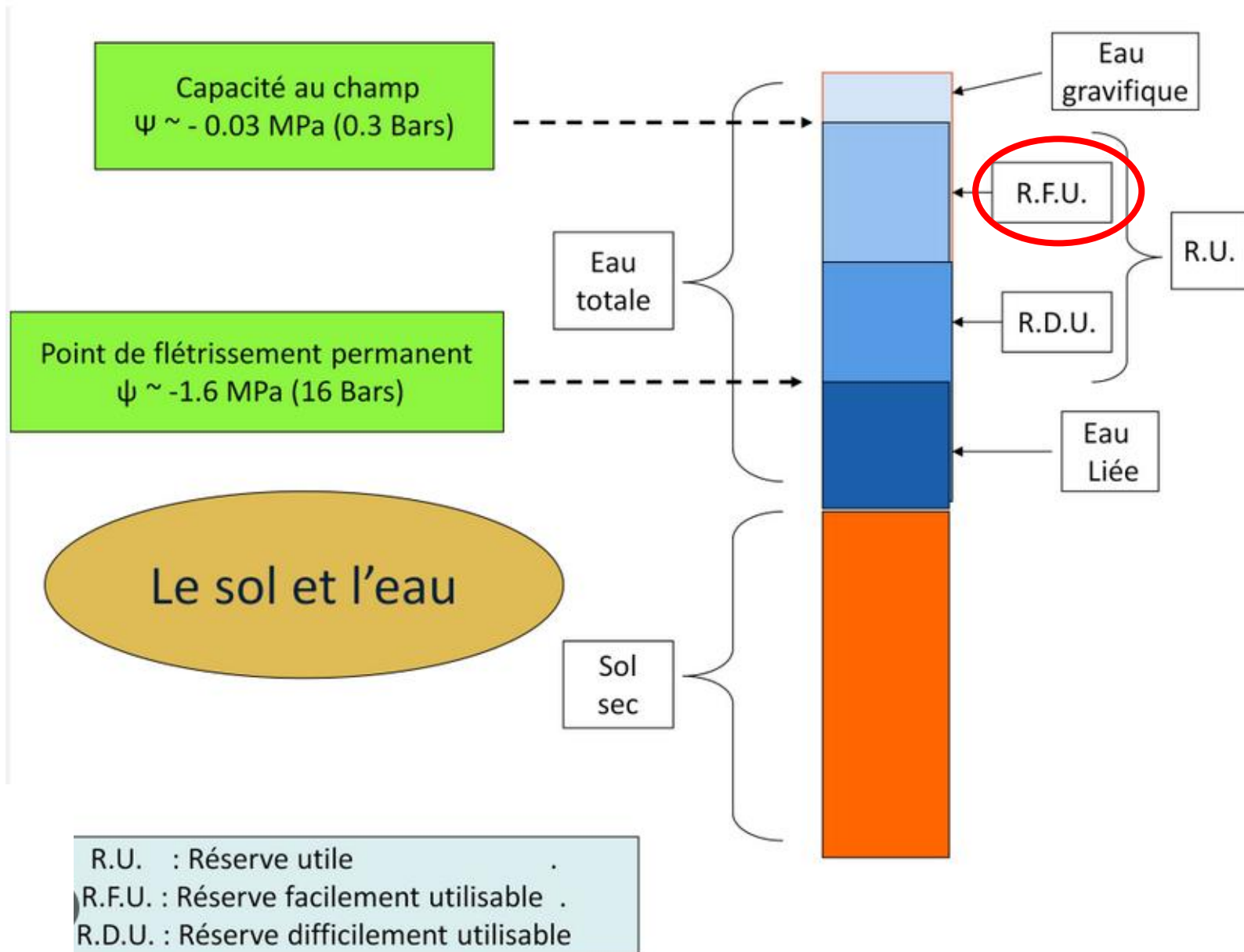


**Voir efficacité  
des Matières  
Organiques**  
**(Activité...)**

**(SOUFRE, CUIVRE : comportement intermédiaire)**

La Gestion des Matières  
Organiques est souvent le seul  
levier sur lequel on peut agir

# Potentiel hydrique



La RFU, Réserve Facilement Utilisable (ou zone de confort hydrique) peut être mesurée au laboratoire ou calculée à partir de la texture et des paramètres du sol.

## La Réserve hydrique de sols

Dans le sol, l'eau peut être répartie en 3 états :

**1 - l'eau de gravité ou de saturation** contenue dans les espaces lacunaires (entre les agrégats) qui s'écoule par gravité vers la nappe. Le point de ressuyage correspond à la fin d'écoulement de l'eau par gravité.

**2 - la Réserve Utile (RU)**, c'est l'eau utilisable par la plante qui est retenue sous forme de films assez épais autour des particules de terre ou dans les fins capillaires. Lorsque que la RU est épuisée, on est au point de flétrissement permanent. La RU peut être divisée en 2 parties : le RFU (Réserve Facilement Utilisable) ou confort hydrique et la RDU (Réserve Difficilement Utilisable) qui engendre du stress hydrique.

**3 - l'eau inutilisable**, l'eau retenue très énergiquement sous forme de films très minces autour des particules de terre et inutilisable par les plantes.

**La capacité de rétention ou capacité au champ** correspond à la réserve utile + l'eau inutilisable. La réserve utile varie selon les types de sol de 1/3 (en sol sableux) à 2/3 (en sol argileux) de la capacité de rétention.

Au niveau du sol, trois forces vont agir sur l'eau.

Les films d'eau autour des éléments solides sont d'épaisseurs variables, la force qu'exerce le sol est d'autant plus intense que la molécule d'eau est proche des particules de sol. Au-delà d'une certaine distance, la force d'attraction étant plus faible que la pesanteur, l'eau s'écoule par gravité. Quand ces 2 forces se neutralisent, le point de ressuyage ou capacité au champ est atteint. L'utilisation de l'eau par les plantes est possible tant que la force de succion des racines est supérieure à celle exercée par le sol. Quand la force exercée par le sol devient supérieur à celle des racines, le point de flétrissement est atteint, les racines n'arrivent plus à absorber l'eau. On parle de point de flétrissement temporaire quand la plante flétrit la journée suite à une évaporation dépassant la vitesse d'absorption l'eau par les racines et redevient turgescence la nuit. Au point de flétrissement permanent, la plante souffre de sécheresse et se fane.

