

Contexte et objectifs

La détermination de la capacité d'échange cationique (CEC) et des cations échangeables des sols permet le calcul du taux de saturation des bases, en faisant le rapport de la somme des bases échangeables divisé par la CEC. La solubilisation de certains cations conduit à une surestimation du taux de saturation des bases. Le cation le plus concerné est le calcium, dans le cas des sols carbonatés ou des sols riches en gypse. On arrive ainsi à calculer des taux de saturation (S/T) supérieurs à 100%.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour déterminer la CEC et les cations échangeables. Il existe deux types de méthodes, celles permettant l'accès à la CEC effective du sol, et celles permettant d'accéder à la CEC potentielle (à un pH donné). Les méthodes les plus utilisées en France sont pour la détermination de la CEC effective et des cations échangeables la méthode BaCl₂, et la méthode à la cobaltihexamine. La méthode utilisée en France pour la détermination de la CEC potentielle à pH 7 est la CEC Metson associée aux cations échangeables à l'acétate d'ammonium.

Dans ce travail, nous avons étudié l'intérêt de l'utilisation d'une méthode de détermination de la CEC et des cations échangeables par une solution de cobaltihexamine saturée en carbonate. La solubilité du calcium des échantillons est ainsi limitée.

L'efficacité de la méthode saturée en carbonate est testée en comparant le pH des extraits, la CEC, les cations Ca, Mg, K obtenus par la méthode cobaltihexamine et par la méthode cobaltihexamine saturée en carbonate. Les conséquences sur la pertinence du calcul des taux de saturation sont évaluées en prenant en compte une estimation des incertitudes sur le calcul taux de saturation.

Méthodes

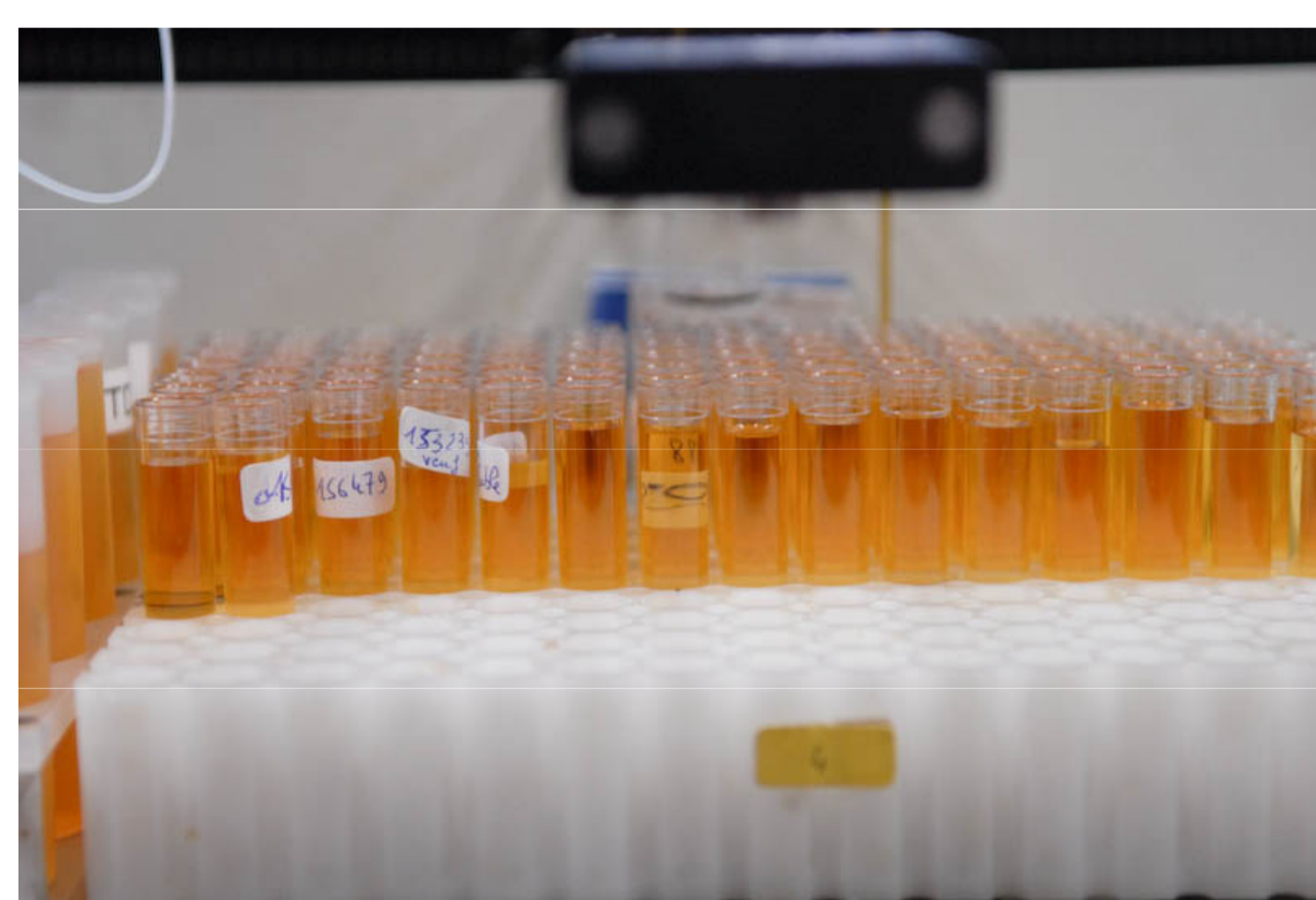
❑ Méthode à la cobaltihexamine (NF ISO 23470)

Les échanges sont réalisés avec une solution de chlorure de cobaltihexamine [Co(NH₃)₆³⁺, 3Cl⁻] à une molarité de 0,016 mol.l⁻¹. Le rapport d'extraction préconisé pour des sols ayant une CEC entre 5 et 35 cmol+.kg⁻¹ est de 1/20 (m/V.) Les cations échangeables sont mesurés en solution après filtration par spectrométrie d'émission par plasma induit d'argon (ICPAES).

Le pH des extraits a été mesuré. La CEC est déterminée par spectrophotométrie.

❑ Méthode à la cobaltihexamine saturée en carbonate

La solution de chlorure de cobaltihexamine est saturée par de la calcite en excès, puis filtrée. La suite est identique à la méthode Cobaltihexamine. La teneur en Calcium de la solution d'extraction est mesurée et décomptée des teneurs en Ca échangeable. En moyenne, elle correspond à 1,67 cmol+.kg⁻¹ pour un extrait au 1/20, soit 16,8 mg.L⁻¹ de Ca.



Calcul du taux de saturation S/T

Le taux de saturation des bases est calculé selon la formule:

$$S/T = (Ca_{ech} + Mg_{ech} + K_{ech}) / CEC$$

L'incertitude associée à S/T est calculée comme suit: :

$$\Delta(S/T) = [\Delta Ca_{ech}/Ca + \Delta Mg_{ech}/Mg + \Delta K_{ech}/K + \Delta CEC/CEC] \times (S/T)$$

Le sodium n'a pas été pris en considération, compte tenu des faibles valeurs observées dans la collection de sols étudiés.

Les estimations des incertitudes sur les valeurs de la CEC et de Ca, Mg, K échangeables sont obtenues à partir de calcul statistique sur les échantillons de contrôle et sur des dosages réalisés en double. Nous avons utilisé les incertitudes obtenues en condition de répétabilité.

N. Proix*, L. Cleret, G. Viart, D Ducristel, A Guerin

INRA, Laboratoire d'Analyses des Sols

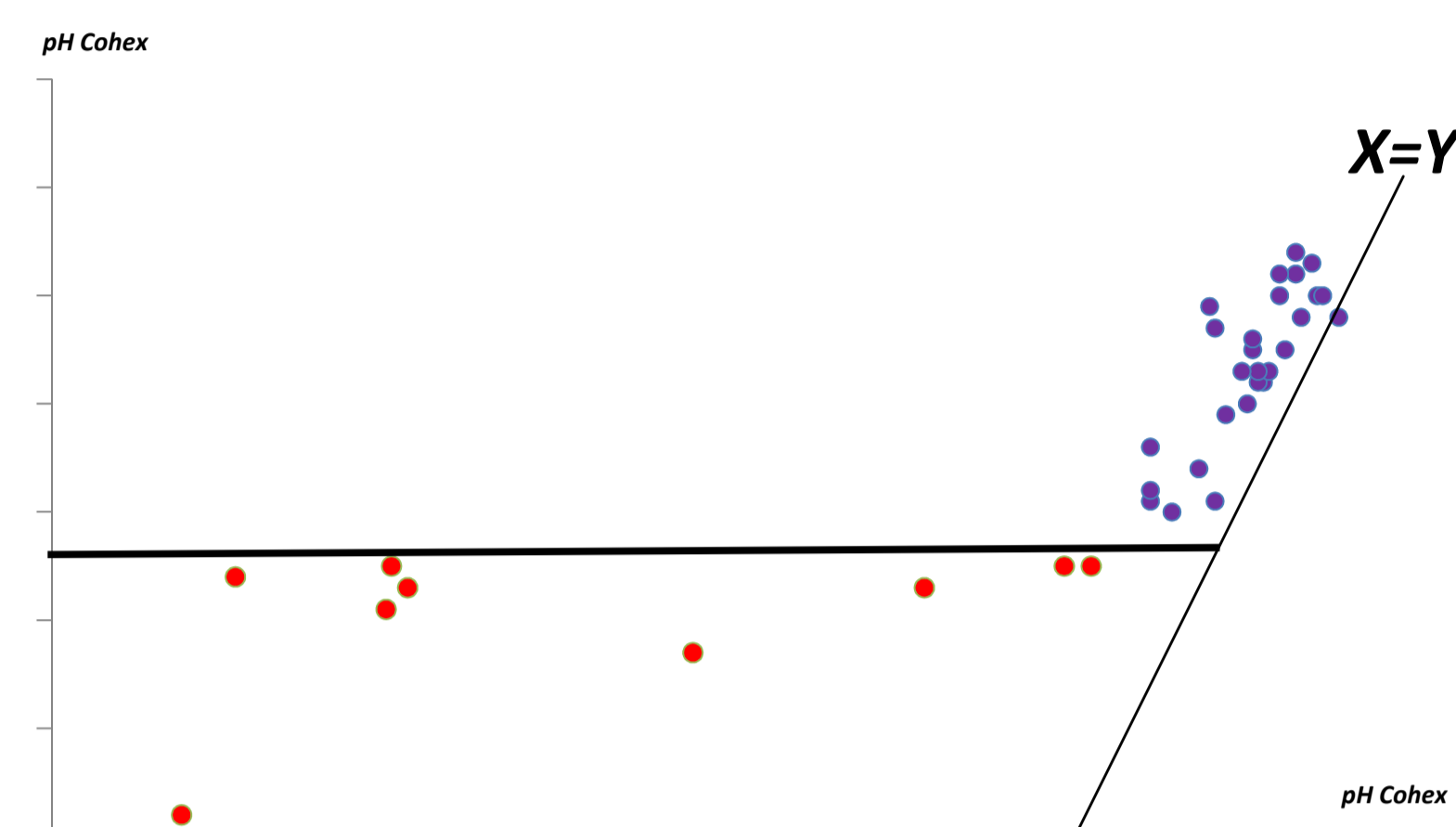
*Auteur correspondant : ✉ proix@arras.inra.fr

Collection de sols étudiés

37 sols agricoles ont été choisis pour cette étude. Les pH Eau varient de 6,5 à 8,7. Les teneurs en CaCO₃ varient de 0 à 650 g/kg. La matière organique varie de 3,3 à 74 g/kg.

Résultats

❑ Conséquences sur le pH



pH des extraits cobaltihexamine calcite en fonction du pH des extraits cobaltihexamine

La solution cobaltihexamine saturée en carbonate a un pouvoir tampon aux alentours de 7,7 pour les sols dont les extraits cobaltihexamine ont un pH <7,5. Dans le cas des sols dont les extraits cobaltihexamine ont un pH >7,5, on note une légère augmentation du pH dans l'extrait cobaltihexamine saturée en carbonate.

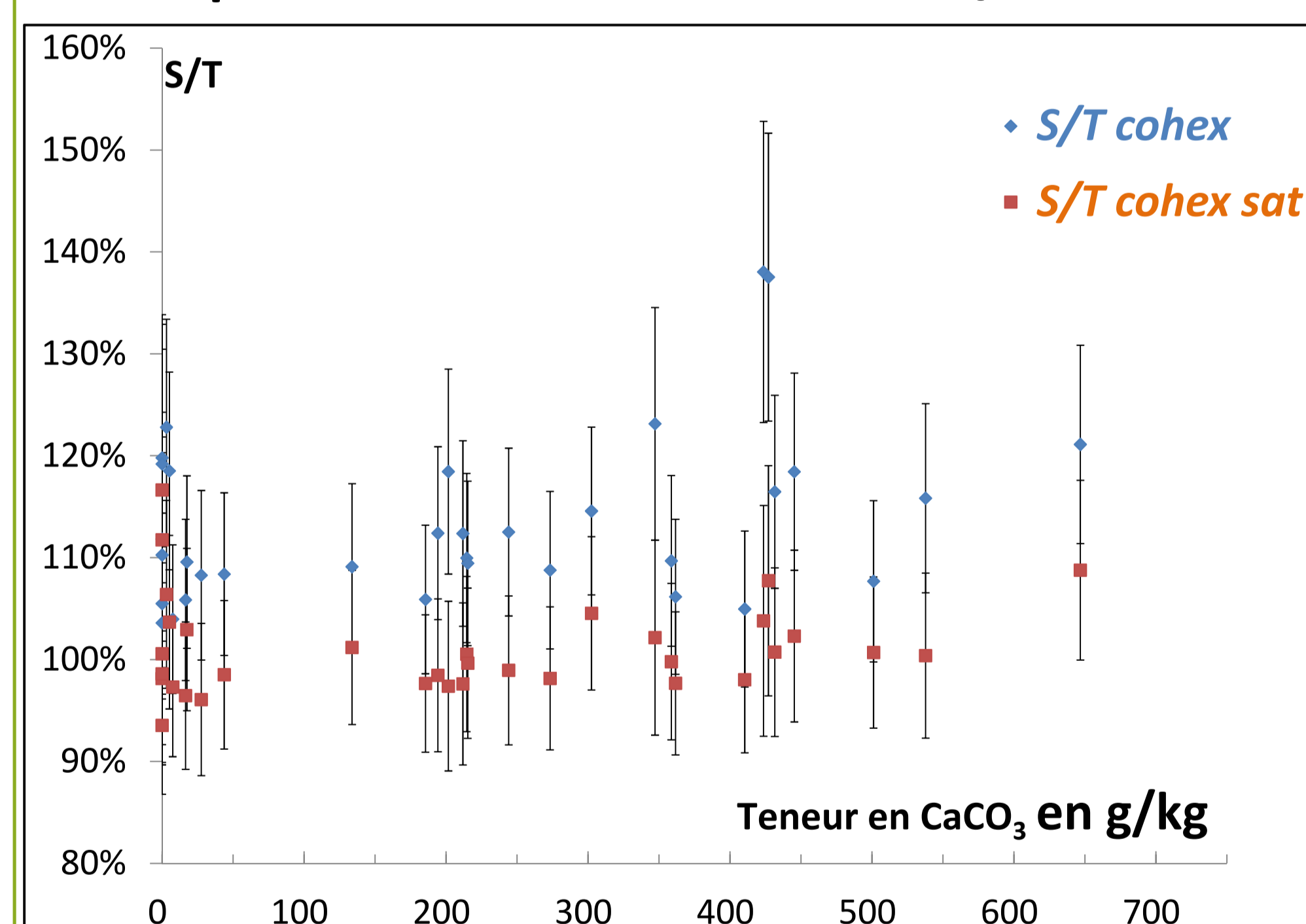
❑ Conséquences sur la CEC et les cations échangés:

| | pente | R ² |
|-----|-------|----------------|
| CEC | 1.01 | 0.999 |
| Ca | 0.90 | 0.996 |
| Mg | 0.98 | 0.999 |
| K | 0.95 | 0.999 |

Pente et coefficient de régression obtenus en comparant l'extraction cobaltihexamine saturée en carbonate en fonction de l'extraction cobaltihexamine

Les pentes des droites de corrélation obtenues en comparant l'extraction cobaltihexamine saturée en carbonate et l'extraction cobaltihexamine montrent que le calcium est le paramètre le plus impacté par la présence de carbonate dans la solution d'extraction. Le potassium subit aussi une légère variation. La CEC et le Mg échangeable restent constants.

❑ Comparaison des taux de saturation S/T :



Taux de saturation mesuré par les deux méthodes en fonction de la teneur totale en CaCO₃ dans les sols

Les taux de saturation S/T obtenus par la méthode cobaltihexamine saturée en carbonate (*cohex sat*) sont significativement plus faibles par rapport à ceux obtenus par la méthode cobaltihexamine (*cohex*) lorsque les sols ont des teneurs en CaCO₃ >50g/kg

Conclusions

L'utilisation d'une solution de cobaltihexamine saturée en carbonate limite la surestimation du Ca échangeable en sol calcaire. Cette méthode permet ainsi d'améliorer la pertinence du calcul du taux de saturation S/T. De plus, l'effet de la solution de cobaltihexamine saturée en carbonate sur le pH d'échange est faible pour les sols carbonatés (CaCO₃ >50g/kg). On peut donc considérer que l'application de cette méthode à des sols calcaires permet l'accès à une CEC de type effective.