

HYDROCHIMIE DES AÇUDES DU NORDESTE BRÉSILIEN SEMI-ARIDE SYNTHÈSE RÉGIONALE

A. LARAQUE¹

RÉSUMÉ

Dans le Nordeste brésilien, la ressource en eau est à la fois faible et très irrégulière. Aussi, pour essayer de conserver le maximum d'eau, les habitants ont multiplié la création de petits barrages, les «açudes». La qualité de l'eau retenue dans ces ouvrages dépend de la couverture pédologique des bassins versants et évolue au cours du temps, notamment en fonction de l'évaporation. La qualité de l'eau peut donc être un facteur limitant son utilisation.

Dans cette communication, l'auteur expose les principaux résultats d'une étude menée dans l'ensemble du Nordeste sur l'hydrochimie des açudes : typologie des eaux, évolution saisonnière, identification des facteurs limitants, méthodologie de suivi à partir de mesure de conductivités.

¹Orstom Montpellier

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Permettre aux irrigants de mieux estimer les apports en eau pour les cultures, en prenant en compte la qualité des eaux utilisées et la variabilité de celles-ci, parmi les autres contraintes liées aux longues et intenses saisons sèches (fortes évaporation et évapotranspiration, besoin d'eau important et diminution des réserves, ...).

MÉTHODOLOGIE ET RÉGIONALISATION DES RÉSULTATS

À partir d'une étude spatio-temporelle des caractéristiques hydrochimiques de 60 açudes (représentatifs des principaux types existant dans la partie cristalline du Nordeste semi-aride) qui ont bénéficié d'un suivi mensuel à trimestriel, nous avons pu constituer une banque de données correspondant à 455 analyses physico-chimiques d'eau.

Cela nous a permis, grâce en particulier à l'utilisation des diagrammes de PIPER, SCHOELLER, STABLER, USSL et à un traitement statistique des données, de :

- définir une typologie des eaux des açudes : faciès dominant chloro-bicarbonaté mixte, très pauvre en sulfates et potassium (cf triangles - figure 1), évoluant vers la voie saline neutre en phase évaporatoire (cf losange - figure 1), par précipitation des bicarbonates alcalino-terreux ;
- mettre en évidence l'influence des couvertures pédologiques. Les eaux aux concentrations alcalines et chlorurées élevées proviennent des planossols (figure 2) ;
- caractériser ces eaux : toujours sursaturées en gaz carbonique dissous, mais présentant une bonne homogénéité spatiale des paramètres physico-chimiques ;
- identifier les facteurs limitant dans les eaux d'irrigation : risques de salinisation et de toxicité dus au chlore prédominant, qui augmentent parfois de façon alarmante en saison sèche (figure 3) ;
- comprendre et décrire la dynamique hydro-saline de ces retenues au cours de l'année. La succession de saisons sèches et de saisons pluvieuses s'accompagne, au sein des eaux des açudes, d'une alternance de phénomènes de concentration ou de précipitations salines sous l'effet de l'évaporation, puis de dissolution du stock salin et dilution des eaux emmagasinées, par les eaux météoriques et de ruissellement ;
- établir, à partir de la conductivité électrique (CE), (paramètre facilement mesurable sur le terrain), des corrélations spécifiques des faciès géochimiques de la région étudiée et cela pour diverses plages de

conductivités électriques. Nous présentons ici la plage la plus couramment rencontrée 0,05 - 5 mS/cm à 25°C (les concentrations ioniques sont en meq/l) :

Tableau 1

| Corrélations | r | Ecart-type |
|------------------------------------|-------|------------|
| $Ca = 1,678 \times CE + 0,556$ | 0,88 | 0,817 |
| $Mg = 3,305 \times CE + 0,261$ | 0,90 | 1,407 |
| $Na = 4,569 \times CE + 0,187$ | 0,96 | 1,167 |
| $K = 0,165 \times CE + 0,15$ | 0,51 | 0,247 |
| $Cl = 8,967 \times CE + 1,161$ | 0,978 | 1,723 |
| $SO_4 = 0,279 \times CE + 0,104$ | 0,37 | 0,626 |
| $HCO_3 = 0,59 \times CE + 1,68$ | 0,50 | 0,901 |
| $CD (1) = 0,640 \times CE - 0,858$ | 0,976 | |

(1) $CD =$ charge dissoute en g/l

— et d'obtenir une relation de portée régionale entre la CE (mS/cm à 25°C) et la force ionique (I en moles/l), (figure 4) :

$$CE = 77,85 \times I^{1,052} \text{ avec } r = 0,986$$

Cette équation a permis, grâce à l'utilisation de modèles géochimiques basés sur la thermodynamique des solutions, de simuler l'évolution de la conductivité électrique dans les eaux des aèdes en phase évaporatoire, à partir de la connaissance de leurs principales concentrations ioniques en début de saison sèche.

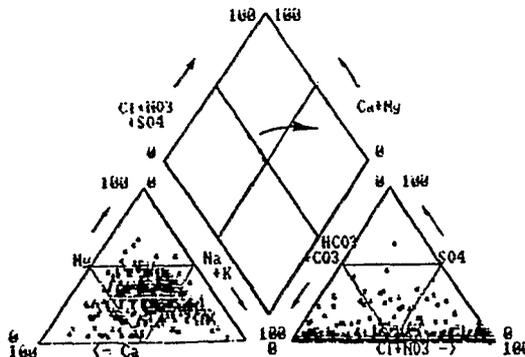


Figure 1

Typologie des eaux (le losange présente l'évolution type des eaux en saison sèche)

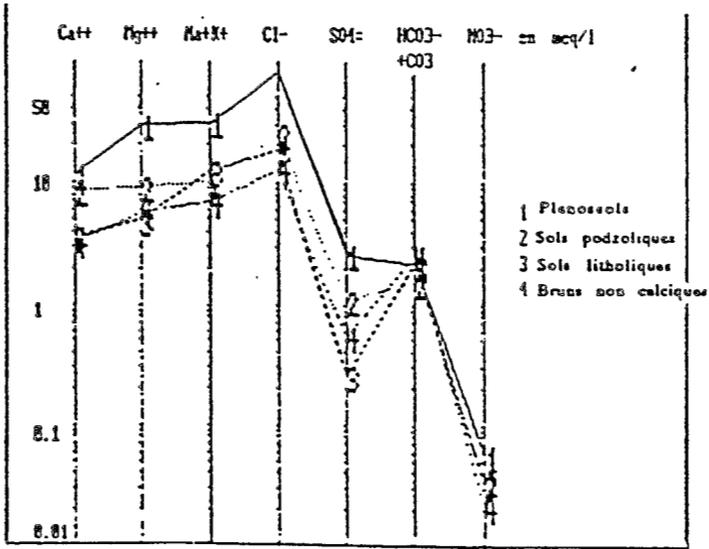
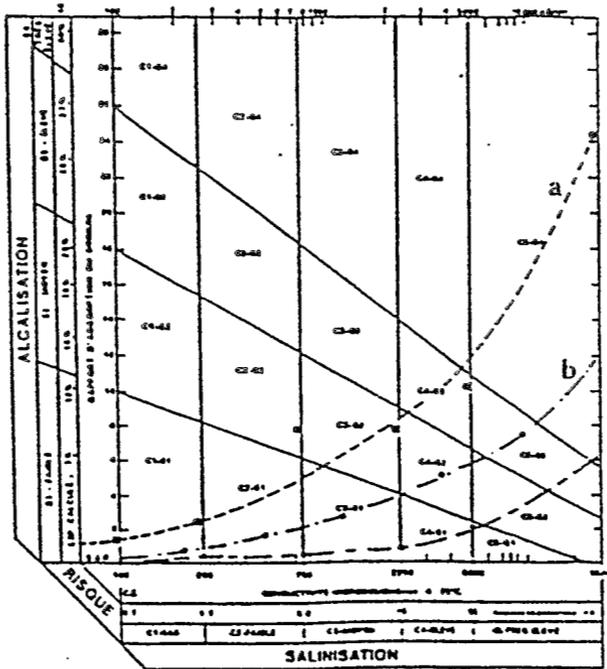


Figure 2
Échantillons moyens par type de sols



CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION
 a = SAR et CE maximums par classe de conductivité
 b = SAR et CE moyens par classe de conductivité
 c = SAR et CE minimums par classe de conductivité

Figure 3
Représentation des eaux étudiées dans le diagramme de l'USSL

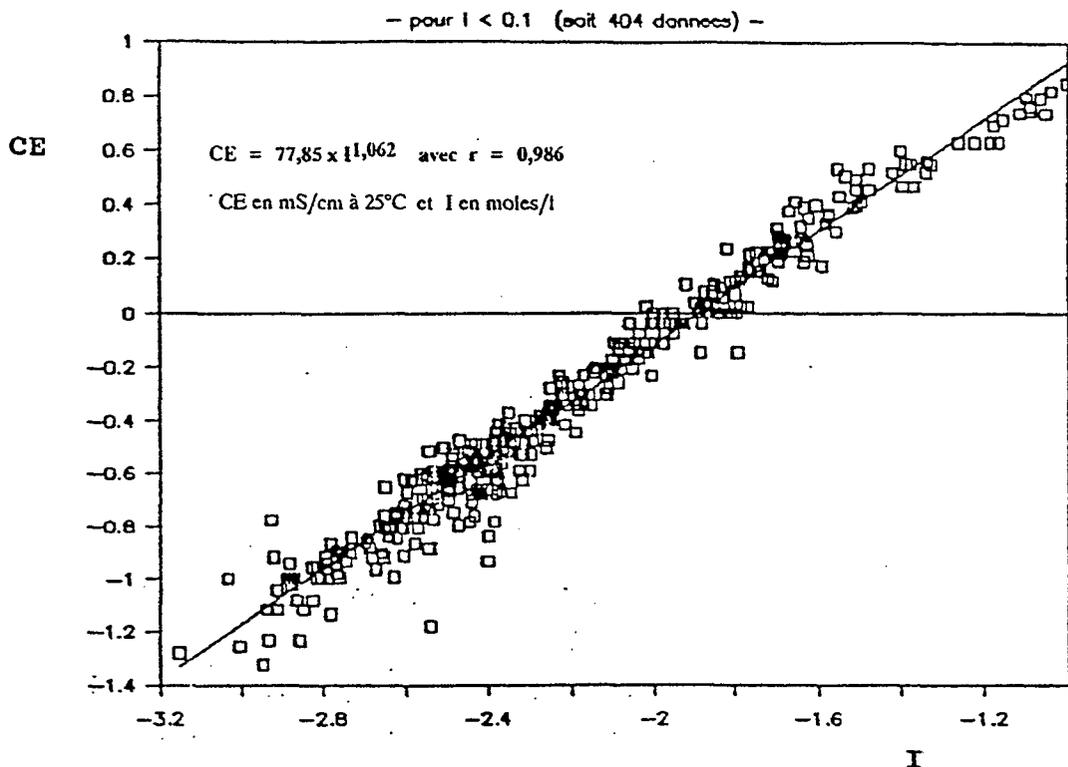


Figure 4
 Relation : conductivité-force ionique

CONCLUSION : APPLICATION AU DÉVELOPPEMENT

Une optimisation de la gestion de ces ressources en eau pour l'irrigation est dès lors possible, à partir d'une meilleure connaissance de leurs particularités hydrochimiques et de leurs dynamiques hydro-salines.

Il est ainsi fortement recommandé d'utiliser les eaux dès le début de la saison sèche. A ce moment, elles sont diluées et leur utilisation permet, outre la production agricole, d'exporter une partie du stock salin et de diminuer la surface évaporante, donc de limiter les effets néfastes de l'évaporation qui se traduisent par des pertes en eau aussi importantes qu'inutiles et une salinisation souvent excessive des eaux restantes.

La prise en compte de l'évolution des facteurs qualitatifs limitants en irrigation permet d'autre part de calculer avec plus d'exactitude les doses de lessivage afin d'éviter les gaspillages de cette ressource, améliorer les rendements cultureux et permettre la pérennisation des périmètres irrigués.

BIBLIOGRAPHIE

- LARAQUE A., 1989. SIMSAL : « Um modelo de previsão da salinização dos açudes do Nordeste brasileiro ». Anais do VIII Simposio Brasileiro de Recursos hidricos, Foz do Iguaçu PR. Recife, Brazil. 13 p.
- LARAQUE A., 1989. « Estudo e previsão da qualidade da agua dos açudes do Nordeste semi-arido brasileiro ». Convênio Sudene/Orstom, seria Hidrologia, n° 26, Sudene/DPG/PRN/HME. Recife, Brazil. 91 p.
- LARAQUE A., 1990. « Critères de qualité des eaux pour un usage en irrigation. Évolutions et prévisions dans les eaux des açudes du Nordeste brésilien semi-aride ». Colloques et séminaires de l'Orstom, Septièmes journées hydrologiques de l'Orstom à Montpellier 11-12 septembre 1990. 28 p.
- LARAQUE A., 1991. « Comportements hydrochimiques des açudes du Nordeste brésilien semi-aride - Évolutions et prévisions pour un usage en irrigation ». Thèse de doctorat. Université de Montpellier II. 362 p.
- LEPRUN J.C., 1988. « Manejo e conservação de solos do Nordeste brasileiro. Primeira avaliação da qualidade das aguas superficiais no Nordeste ». Convênio Sudene/Orstom, Sudene/DPG/PRN/HME. Recife, Brazil, 88-144.

(*) = Surintendance du développement du Nordeste