

15. Salinité du sol

■ SOMMAIRE

À très faible concentration, certains sels présents à l'état naturel dans le sol sont absorbés comme éléments nutritifs par les végétaux. Cependant, à des concentrations plus élevées, les sels solubles peuvent empêcher les racines d'absorber l'eau et les éléments nutritifs et, ainsi, restreindre la croissance des plantes cultivées, d'où un rendement plus faible. Certaines pratiques d'utilisation des terres contribuent considérablement à la salinisation du sol en modifiant l'abondance et l'écoulement de l'eau et des sels dans la rhizosphère. En général, le recours à la jachère augmente la teneur en eau de la rhizosphère, ce qui peut entraîner une élévation de la nappe phréatique et une augmentation de la concentration des sels solubles à la surface du sol ou à proximité. Par contre, la conservation de terres sous couverture végétale permanente et en culture continue sont deux pratiques qui facilitent l'utilisation de l'eau de la rhizosphère, abaissent la nappe phréatique et réduisent le risque de salinisation. On a mis au point l'Indicateur du risque de salinisation du sol (IRSS) pour évaluer les variations du risque de salinisation du sol dans les terres arides des Prairies en fonction du changement de l'utilisation des terres et des pratiques de gestion qui influent sur l'abondance et le déplacement de l'eau et des sels dans la rhizosphère.

En 2001, près de 12 p. 100 des terres des zones agricoles des Prairies (8 millions d'hectares) étaient classées dans une catégorie de risque de salinisation modéré, élevé ou très élevé, ce qui représente une amélioration importante par rapport à la situation en 1981 (18 p. 100). La diminution observée dans les catégories de risque plus élevé est contrebalancée par une augmentation dans la proportion des terres présentant un risque très faible de salinisation, une proportion qui est passée de 62 p. 100 à 70 p. 100 au cours de la période de 20 ans visée par l'étude. Cette amélioration peut être attribuée en grande partie à la réduction de la superficie en jachère, qui est passée, de 1981 à 2001, de 9,5 millions à 4,6 millions d'hectares, à mesure que les producteurs s'orientaient vers la culture continue. La superficie conservée sous une couverture végétale permanente a également augmenté, mais ce changement a été moins marqué, et son effet a été moins important sur le risque de salinisation du sol. Bien que le problème soit loin d'être éliminé, la tendance est à l'amélioration de la santé du sol et de la durabilité agroenvironnementale, ce qu'on attribue aux pratiques, programmes et politiques actuels en matière d'utilisation et de gestion des terres.

AUTEURS :

B.H. Wiebe, R.G. Eilers, W.D. Eilers et J.A. Brierley

NOM DE L'INDICATEUR :

Risque de salinisation du sol

PORTÉE :

Échelle provinciale (Alb., Sask., Man.), 1981 à 2001

■ L'ENJEU

Un grand nombre de sols des prairies contiennent des concentrations élevées à l'état naturel de sels hydrosolubles, dont les sulfates de sodium, de calcium et de magnésium. À très faible concentration, certains de ces sels sont utilisés comme éléments nutritifs par les végétaux. Cependant, comme les sels solubles s'accumulent dans la rhizosphère pendant le processus naturel de salinisation du sol, ils peuvent avoir des effets défavorables sur la croissance des végétaux. L'effet de la salinisation sur les végétaux est semblable à celui de la sécheresse : à mesure que la concentration des sels dissous augmente, la capacité des racines d'absorber à la fois l'eau et les éléments nutritifs diminue. À des concentrations élevées de sels, la croissance normale des plantes cultivées est limitée et le rendement des cultures est réduit. Par exemple, une salinité modérée à élevée

peut réduire d'au moins 50 p. 100 le rendement de la plupart des céréales et des oléagineux. Dans des cas isolés, selon le type de sels présents, la toxicité peut être attribuable au bore, au sodium ou au chlorure.

La salinisation du sol débute lorsque, dans une partie du paysage, l'eau provenant de précipitations excédentaires descend sous la rhizosphère, entraînant les sels dissous jusqu'à la nappe phréatique. Ces sels dissous sont ensuite emportés par l'écoulement souterrain vers les terres basses, où la nappe phréatique est généralement plus près de la surface du sol. Le processus s'achève en ces lieux lorsque l'eau s'évapore, laissant des sels qui s'accumulent à la surface du sol ou à proximité, formant dans le profil pédologique des croûtes blanches ou des précipités cristallins.

Bien qu'un déficit hydrique soit le principal facteur nécessaire à la salinisation, plusieurs autres facteurs contribuent à la régulation du processus, la plupart hors du contrôle humain : la topographie, la teneur en sels propre à la roche-mère, la géologie et l'hydrologie des couches sous-jacentes. Les pratiques d'utilisation des terres peuvent également avoir un effet important sur l'hydrologie locale, soit en aggravant, soit en atténuant le processus de salinisation du sol. Un excellent exemple est le recours à la jachère : cette pratique consiste à laisser des terres sans culture active en saison de croissance. L'absence de couverture végétale permet au sol d'emmagasiner une plus grande quantité de précipitations, ce qui cause parfois l'élévation de la nappe phréatique. Conserver une terre agricole sous une couverture végétale permanente ou en culture continue sont des pratiques qui contribuent à empêcher la redistribution de l'eau excédentaire du sol dans le paysage, puisque la couverture végétale ou les cultures absorbent plus d'eau au point où celle-ci pénètre dans le sol, réduisant ainsi le risque de salinisation dans d'autres zones.

■ L'INDICATEUR

On a mis au point l'Indicateur du risque de salinisation du sol pour évaluer et suivre les variations du risque de salinisation du sol dans les Prairies en rapport avec les changements d'utilisation des terres et de pratiques de gestion. Cet indicateur n'est pas une mesure de la superficie réelle des terres salines ni de la superficie où le degré ou l'étendue de la salinité a augmenté. Il permet plutôt d'évaluer le risque d'une augmentation de la salinité du sol liée aux caractéristiques d'utilisation des terres agricoles du moment. Par conséquent, cet indicateur sert à déterminer si l'industrie agricole atteint ses objectifs en matière d'agriculture durable, plus particulièrement en ce qui concerne l'impact à long terme sur la qualité des sols agricoles et des sols adjacents à vocation non agricole.

Les résultats de l'indicateur sont exprimés par cinq catégories de risque de dégradation possible de la qualité du sol : risque très faible (le risque est négligeable); faible (le risque est acceptable); modéré (il est important de connaître la situation); élevé (une appréhension élevée est justifiée); et très élevé (une attention immédiate est probablement nécessaire). On a déterminé les limites des catégories en envisageant d'abord le meilleur et le pire

des scénarios et en subdivisant le continuum pour illustrer les degrés relatifs d'utilisation des terres et d'effets de gestion. Les catégories de la carte reposent sur la valeur pondérée du risque moyen pour un territoire donné (polygone) si bien que les portions les plus sensibles sont plus à risque, et les autres, moins à risque que ne l'indique la catégorie de risque moyenne. L'objectif de performance pour cet indicateur est l'augmentation de la portion des terres classées dans les catégories de risque très faible et faible.

■ MÉTHODE DE CALCUL

On établit l'Indicateur du risque de salinisation du sol (IRSS) en calculant l'indice de risque de salinité (IRS; Eilers et coll. 1997). Cet indice sert à classer les territoires en fonction du risque relatif qu'ils deviennent plus salins dans le cadre d'un programme de gestion donné. Dans le calcul, on considère les facteurs suivants :

- L'état de la salinité du sol dans le paysage, qu'on détermine d'après la nouvelle carte de salinité du sol illustrant la présence et l'étendue de la salinité dans les zones agricoles des Prairies canadiennes; cette carte résulte de la compilation d'informations récentes tirées des bases de données numériques détaillées de chaque province, de relevés de salinité et de rapports pédologiques publiés ainsi que fournis par les experts provinciaux.
- Les données relatives à la topographie et au drainage des sols, qui proviennent de la table des composantes des polygones des Pédopaysages du Canada (PPC; version 3.0) pour chaque province.
- Les déficits hydriques d'origine climatique en saison de croissance (de mai jusqu'en août), qui sont calculés à partir des valeurs de précipitations et d'évapotranspiration potentielle dans les *écodistricts* obtenues à l'aide des normales climatologiques pour une période de 30 ans, soit de 1961 à 1990 (Agriculture et Agroalimentaire Canada 1997).
- Les données relatives à l'utilisation des terres, qui proviennent du *Recensement de l'agriculture* des années de recensement 1981, 1986, 1991, 1996 et 2001.

Pour isoler l'effet des changements d'utilisation des terres, tels que décrits avec les données du Recensement de l'agriculture, sur le risque de salinisation des terres, on a maintenu constants les trois premiers facteurs pendant la période visée par l'analyse. On a considéré les terres laissées en jachère comme présentant le risque le plus élevé; on a associé les terres conservées sous une couverture végétale permanente au risque le plus faible; on a estimé que les terres vouées à la culture de plantes annuelles présentaient un risque intermédiaire. Aux fins de la présente analyse, on a inclus la superficie consacrée à la « culture du foin et des fourrages » dans celle conservée sous une couverture végétale permanente, parce que le recensement ne fait pas de distinction entre les plantes fourragères annuelles et vivaces (autres que la luzerne et le maïs à ensilage).

Un comité d'experts sur la salinité des terres des Prairies a fixé une valeur de pondération pour chaque facteur utilisé dans le calcul de l'IRS en fonction de l'effet présumé de ces facteurs sur la salinisation du sol. La pondération du facteur « utilisation des terres » a été établie à partir du pourcentage de terres sous couverture végétale permanente dans chaque polygone des PPC, en combinaison avec la proportion des terres affectées aux cultures annuelles qui sont laissées en jachère. L'IRS est le résultat, sans unité, de la multiplication des valeurs de chaque facteur pour chacune des composantes du sol. Les valeurs des composantes d'un polygone ont ensuite été pondérées d'après la superficie, ce qui donne la valeur d'IRS pour le polygone en question. Pour l'indicateur du RSS, on a réparti les valeurs d'IRS dans cinq catégories de risque qu'on a représentées sur une carte pour illustrer, dans l'espace, la variation du risque d'une année de recensement à l'autre.

■ LIMITES

On a mis au point cet indicateur pour évaluer le risque de salinisation des régions non irriguées (en culture sèche) et non des terres irriguées. Durant l'irrigation, l'hydrologie locale et le déficit hydrique sont modifiés et des sels sont entraînés dans l'eau d'irrigation; ces phénomènes pouvant varier d'un champ à l'autre, l'effet de l'irrigation ne peut être convenablement analysé à l'échelle supérieure de l'indicateur. L'utilisation des terres non agricoles (ex. routes, fossés, couloirs de circulation) influe sur l'écoulement des eaux de surface et des eaux

souterraines et, par conséquent, peut agir sur la salinisation du sol. Cette utilisation n'est pas non plus réellement représentée dans cette étude de grande envergure.

L'une des autres limites de cette analyse est qu'elle ne donne qu'un instantané des conditions signalées chaque année de recensement et peut ne pas toujours bien rendre compte des tendances et fluctuations annuelles. Dans la présente analyse, on a utilisé les moyennes climatologiques à long terme en vue d'isoler l'effet de l'utilisation des terres agricoles. La variabilité annuelle des déficits hydriques peut avoir un effet important sur le risque de salinisation, mais ce facteur sera traité dans une étude future. Les écoulements souterrains régionaux peuvent également avoir un effet important sur la salinisation du sol, mais ils ne sont visés qu'indirectement dans le calcul de l'indicateur, par le facteur rendant compte de la présence de sels et de l'étendue réelle de la salinisation.

On poursuit les travaux en vue de développer davantage l'Indicateur du risque de salinisation du sol et de le perfectionner. On utilisera les données issues de la surveillance de sites de référence sur la salinité à long terme pour la modélisation des composantes qui régulent la salinisation et pour les analyses de sensibilité. On mettra l'accent sur l'évaluation approfondie de la pondération des facteurs et sur la validation des limites des catégories de risque. Certaines pratiques d'utilisation des terres peuvent entraîner une baisse du risque de salinité, mais l'augmentation de la diversité des cultures peut annoncer une tendance vers une sensibilité accrue ou un seuil de salinité plus bas pour une croissance optimale. Cependant, il pourrait être nécessaire de se préoccuper des sols dont la salinité est faible et non seulement de ceux dont la salinité est modérée à élevée.

■ RÉSULTATS

Dans la figure 15-1, on présente le risque de salinisation du sol en fonction des pratiques d'utilisation des terres en 2001. Le contour concorde généralement avec les limites des zones de sols, les catégories de risque plus faible correspondant à la zone des sols noirs, plus humide. Le Manitoba fait exception, car l'absence de relief et le moins bon drainage dans les pédo-paysages du centre-sud font que la province se place nécessairement dans une catégorie de risque de salinisation plus élevé.

Les proportions réelles des terres dans chacune des cinq catégories de risque, de 1981 à 2001, sont présentées dans le tableau 15-1. De 1981 à 2001, la proportion des terres dont le risque de salinisation était de modéré à très élevé a diminué dans l'ensemble des Prairies. On a observé la plus grande diminution dans la catégorie de risque modéré, la proportion passant de 12 p. 100 à 7 p. 100. Comme on pouvait s'y attendre, cette tendance a donné lieu à une augmentation de la proportion dans la catégorie de risque très faible, la proportion y étant passée de 62 p. 100 à 70 p. 100.

Alberta : L'indicateur du RSS a révélé un profil semblable à celui de l'ensemble des Prairies, avec une augmentation de 5 p. 100 de la proportion dans la catégorie de risque très faible. On note une diminution de la superficie dans toutes les autres catégories, mais les principaux changements étaient une diminution de 2 p. 100 dans la catégorie de risque faible et de près de 2 p. 100 dans la catégorie de risque modéré. Des trois provinces des Prairies, l'Alberta est celle qui avait la plus grande superficie de terres dans la catégorie de risque très faible.

Saskatchewan : L'indicateur a révélé la plus grande amélioration pour cette province : la proportion des terres dans la catégorie de risque très faible a augmenté de 13 p. 100, s'élevant à 58 p. 100. Cette amélioration est liée principalement à la catégorie de risque modéré, dont la proportion a descendu, passant de 17 p. 100 à 8 p. 100, de 1981 à 2001. On a également constaté une diminution dans les catégories de risque très élevé et de risque faible.

Manitoba : De 1981 à 2001, l'indicateur a révélé une amélioration dans toutes les catégories, dont la plus notable est une augmentation de la proportion des terres classées dans la catégorie de risque très faible (de 59 p. 100 à 65 p. 100) et une diminution de la proportion des terres classées dans la catégorie de risque très élevé (de 4 p. 100 à 1 p. 100). À la différence des autres provinces, où les changements ont été relativement graduels pendant toute la période visée, la plupart des variations sont apparues avant 1991 au Manitoba.

■ INTERPRÉTATION

À l'aide de l'indicateur du RSS, l'ensemble de l'analyse a révélé une tendance à la baisse en ce qui touche le risque de salinisation du sol, tendance résultant de changements dans l'utilisation des terres dans le temps (en acceptant l'hypothèse que toutes les autres variables étaient constantes pendant toute la période visée par l'étude).

De 1981 à 2001, dans l'ensemble des Prairies, l'augmentation de la proportion des terres dans la catégorie de risque très faible peut en grande partie être attribuée à la diminution régulière de la superficie en jachère dans le même intervalle de temps (voir le chapitre 6). En outre, la superficie des terres sous couverture végétale permanente, une pratique qui peut abaisser de façon importante le risque de salinisation du sol, a fluctué quelque peu pendant ces années et a présenté une petite augmentation totale nette de 1,7 million d'hectares.

De 1981 à 2001, la proportion des terres dont le risque de salinisation était de modéré à très élevé a diminué dans l'ensemble des Prairies.

Tableau 15-1 : Proportion des terres agricoles et des terres adjacentes non agricoles dans les diverses catégories de risque de salinisation du sol, 1981 à 2001

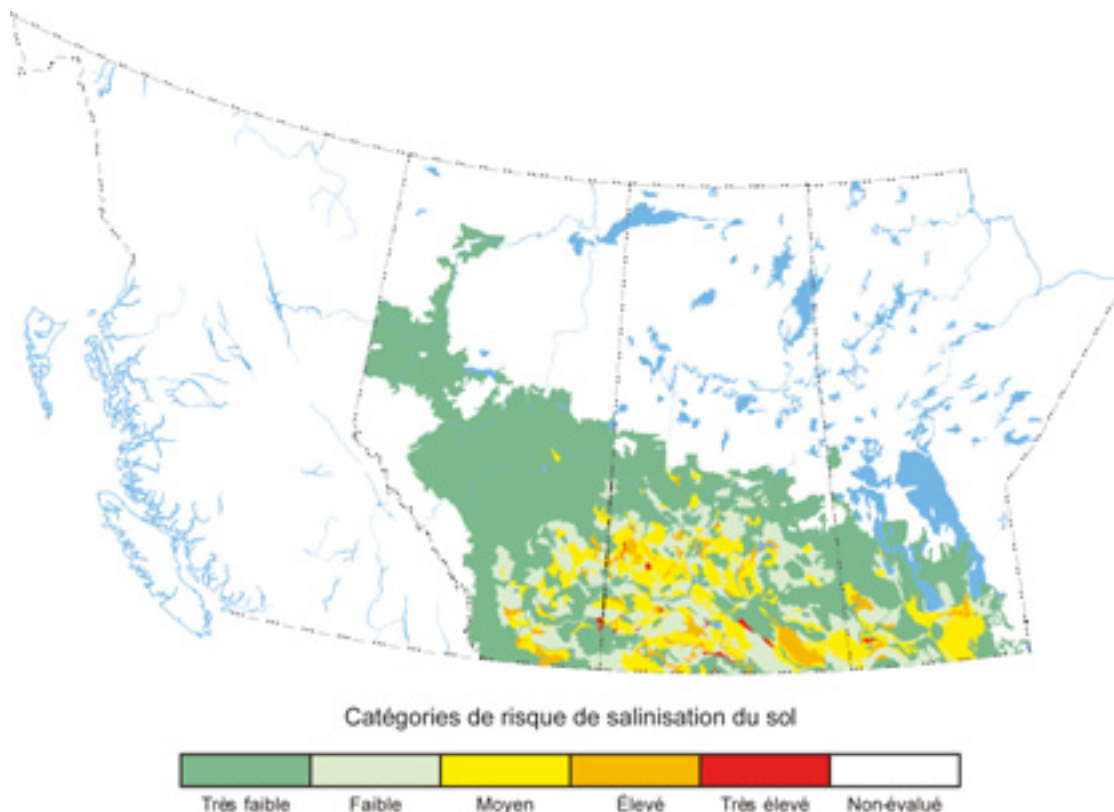
	Proportion des terres dans les diverses catégories de risque (%)																								
	Risque très faible					Risque faible					Risque modéré					Risque élevé					Risque très élevé				
	81	86	91	96	01	81	86	91	96	01	81	86	91	96	01	81	86	91	96	01	81	86	91	96	01
Alb.	81	80	82	85	86	12	13	12	10	10	4	5	4	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sask.	45	49	48	53	58	30	28	29	28	28	17	16	15	12	8	2	3	3	2	3	6	5	5	5	4
Man.	59	60	66	63	65	13	11	10	12	12	18	18	17	18	17	7	9	6	6	5	4	2	1	1	1
Prairies	62	63	64	68	70	20	19	19	18	18	12	12	11	9	7	3	3	3	2	2	4	3	3	3	2

Alberta : De 1981 à 2001, la diminution du risque dans une grande partie de la zone agricole a concordé avec la diminution régulière de la superficie des terres en jachère, à mesure que les producteurs se sont orientés vers la culture continue, même dans la zone des sols bruns. Les changements dans la superficie des terres sous couverture végétale permanente n'ont pas eu d'effet observable sur le risque de salinisation, sauf pour quelques régions du sud et de l'est de la province, où la situation s'est améliorée en raison à la fois de la diminution de la superficie en jachère et de l'augmentation de la superficie sous couverture végétale permanente.

Saskatchewan : La diminution régulière du risque de salinisation observée en Saskatchewan est allée de pair avec une tendance analogue du recours à la jachère. La superficie en jachère a diminué dans presque toutes les zones agricoles de la province, à l'exception de certaines régions de l'ouest et du sud-ouest.

Manitoba : Une diminution du risque de salinisation a également été constatée au Manitoba, mais elle suit un profil différent de ce qui s'observe dans les deux autres provinces des Prairies. Dans chaque catégorie de risque, la superficie est demeurée relativement constante d'une année de recensement à l'autre, à l'exception d'une diminution importante du risque, de 1986 à 1991, coïncidant avec une réduction de 40 p. 100 de la superficie en jachère. Malgré plusieurs années plus sèches que la normale, les réductions de la superficie en jachère de 1986 à 1991 dénotaient apparemment la perpétuation d'une tendance antérieure qui était probablement mue par une augmentation du prix du blé, celui-ci ayant plus que triplé de 1971 à 1981 (Manitoba 2004). Bien que la superficie sous couverture végétale permanente ait effectivement augmenté dans toute la province, surtout de 1996 à 2001, ce changement n'a pas été accompagné par une diminution semblable du risque de salinisation. L'utilisation des terres dans la région centre-sud de la province présentait peu de changements, d'où le peu de variation du risque de salinisation.

Figure 15-1 : Risque de salinisation du sol dans les terres cultivées des Prairies, selon les pratiques de gestion en vigueur en 2001



■ MESURES D'INTERVENTION POSSIBLES

Les pratiques de gestion avantageuses que les producteurs peuvent utiliser pour réduire le risque de salinisation des terres non irriguées sont axées sur la gestion des sols et des eaux. La majorité de ces pratiques comportent des changements d'utilisation des terres destinés à augmenter l'utilisation des précipitations là où elles tombent et, par conséquent, à réduire le déplacement de l'eau excédentaire (et le lessivage des sels) depuis la surface du sol jusqu'à la nappe phréatique. Là où la nappe phréatique atteint déjà une hauteur préoccupante, l'augmentation de l'extraction d'eau du sous-sol par l'utilisation de végétaux à racines profondes tend à réduire l'évaporation d'eau en surface et, par conséquent, la salinisation. Les pratiques de gestion des sols et des eaux qui contribuent à réduire le risque de salinisation des terres non irriguées comprennent la réduction de la superficie en jachère, l'augmentation de la superficie consacrée au pâturage et à la culture de *plantes fourragères vivaces* et d'arbres, l'augmentation de la superficie des terres où le travail du sol est réduit ou nul, l'utilisation de plantes tolérant mieux le sel dans les cultures en rotation dans les régions à sol salin, la plantation de plantes vivaces à racines profondes aux endroits où une humidité excédentaire entraîne la salinisation, l'utilisation

plus efficace des intrants comme les engrais minéraux et le fumier, un drainage de surface adéquat, l'installation de bandes interceptrices de cultures fourragères ou d'un système de drainage souterrain (plastique) aux endroits stratégiques, une gestion de la neige empêchant la formation d'épais amoncellements, ceux-ci pouvant causer une humidité excédentaire localisée, l'utilisation de nouvelles technologies comme l'agriculture de précision, et la surveillance du niveau de la nappe phréatique dans les régions vulnérables comme outil de sélection des cultures pour la rotation.

■ BIBLIOGRAPHIE

- Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1997. *Normales climatologiques des écodistricts canadiens 1961-1990*. <http://sis.agr.gc.ca/siscan/nsdb/ecostrat/district/climate.html>
- Eilers, R.G., W.D. Eilers et M.M. Fitzgerald, 1997. *A Salinity Risk Index for Soils of the Canadian Prairies*. *Hydrogeology Journal*. 5 (1) : 68-79.
- Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, 2004. *Manitoba Agriculture Yearbook 2002, 39th ed.* Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, Program and Policy Analysis Branch, Winnipeg (Man.).