



ESTIMATION DES SÉCHERESSES AU NOUVEAU-BRUNSWICK, CANADA (1971-2020).

Guillaume Fortin^{1,2}, Charlotte Poirier² et Vincent Dubreuil³

¹ Département d'histoire et de géographie, Université de Moncton

² Maîtrise en études de l'environnement, Université de Moncton

³ COSTEL LETG UMR 654 CNRS FR/IFR CAREN, Université Rennes 2

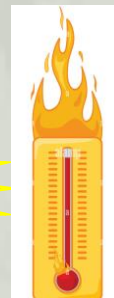
35ème Colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie
Toulouse, 6-9 juillet 2022
Changement climatique, risques et adaptation



Introduction

- L'analyse des sécheresses constitue un défi important car elles sont difficiles à définir, à détecter et à suivre autant sur le plan spatial que temporel (Wilhite, 2000).
- On constate qu'il y a eu, depuis le milieu du XX^e siècle, une augmentation des sécheresses (Dai, 2011) et des vagues de chaleur (Diffenbaugh and Ashfaq, 2010; Christidis *et al.*, 2015; Lee and Lee, 2016; Deng *et al.*, 2018) à l'échelle globale mais qu'il y a des disparités aux échelles régionales et locales.
- “In June 2021, the observed temperatures on the Pacific Coast of the US and Canada were so extreme that they lie far outside the historically observed temperatures. This makes it hard to quantify with confidence how rare the event was. In the most realistic statistical analysis, the event is estimated to be about a 1 in the 1000-year event in today's climate.” Philip *et al.*, 2021
- La combinaison de risques climatiques concomittants peut exacerber les impacts sur les sociétés, comme c'est le cas pour les vagues de chaleur et les sécheresses (AghaKouchak et al., 2014).

Lytton, C.-B.
49,6°C



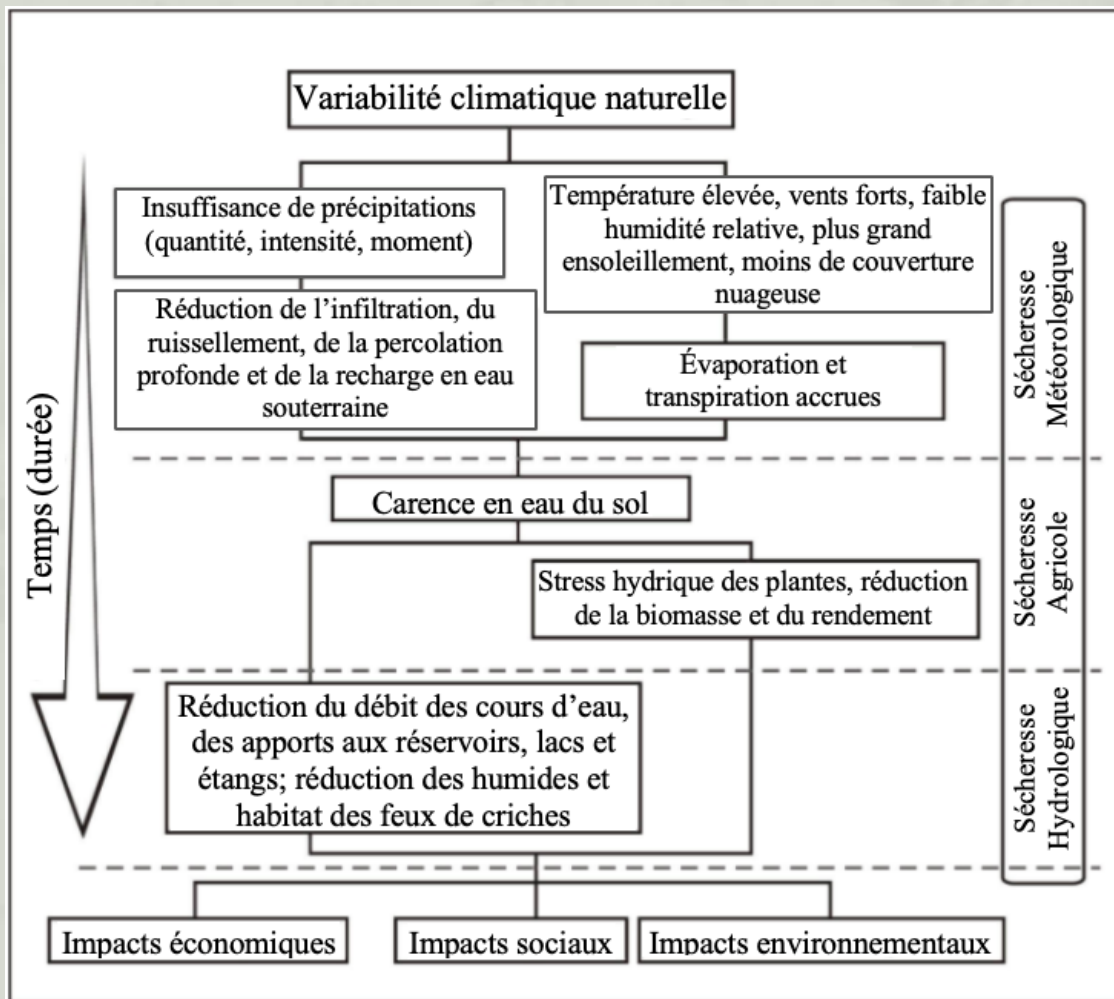


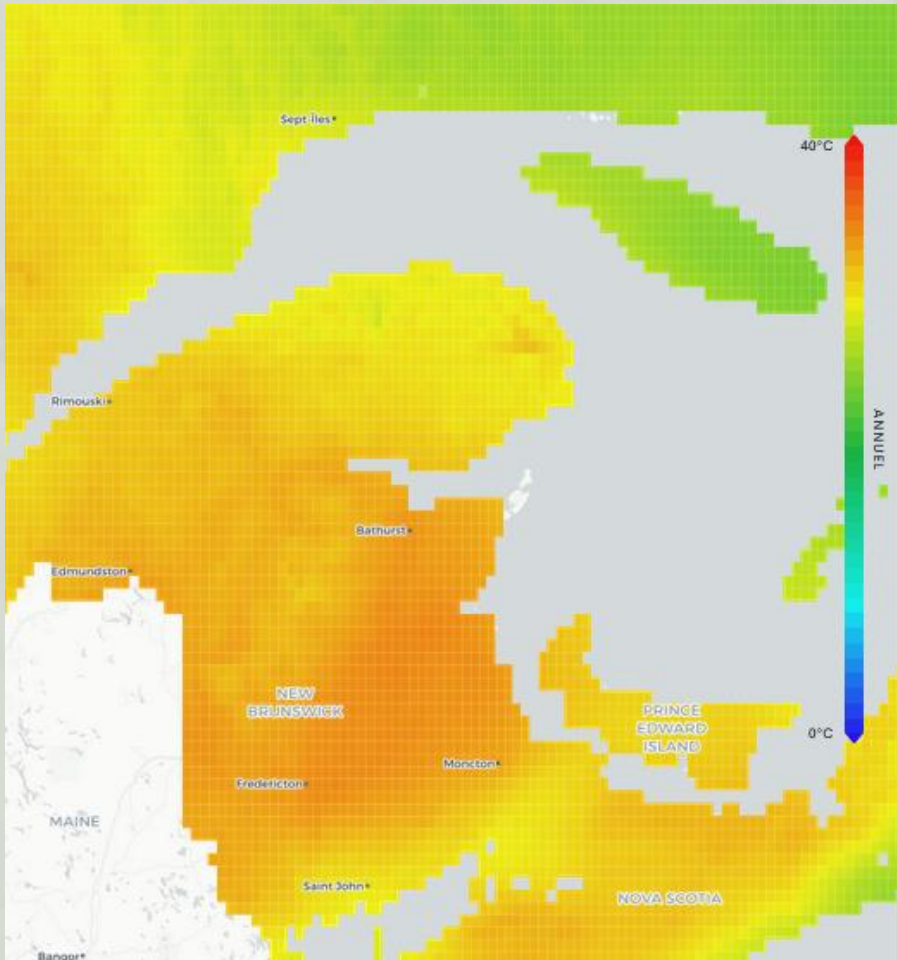
Figure 1. Représentation schématique des liens entre les différents types de sécheresses (National Drought Mitigation Center, s. d.).

On fait la distinction entre divers types de sécheresses.

La fréquence, la durée et l'intensité des sécheresses peuvent varier dans le temps et l'espace.

Diverses approches et plusieurs indices ont été développés pour caractériser les sécheresses.

Pour l'indice de vague de chaleur (VC) il s'agit du nombre de jours durant les VC. Dans notre étude une VC est déterminée par ≥ 5 jours consécutifs avec une température maximale > 25 degrés Celsius.



Source : www.donneesclimatiques.ca

Les données proviennent d'ECDC (2022).

Autres caractéristiques clés des VC : durée et intensité.

Figure 2. Exemple du jours le plus chaud pour la période de 1991-2020.

Bathurst : 33,3°C

Moncton : 32,8°C

Saint-Jean : 30,2°C

Fredericton : 33,9°C

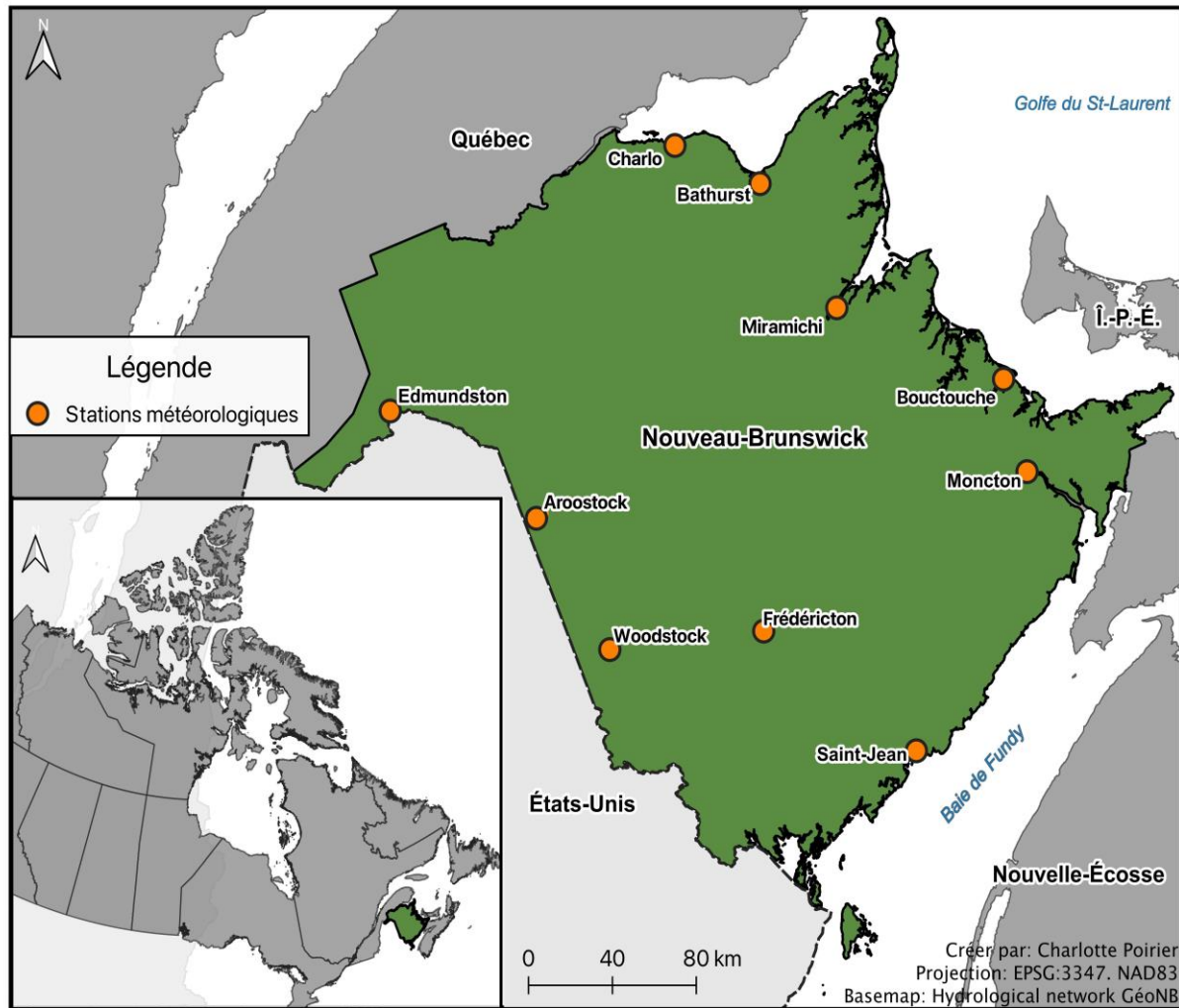


Figure 3. Carte de localisation de la province du Nouveau-Brunswick et des stations retenues dans cette étude.

Superficie totale de la province : 771 377 km²
 Altitude maximale : 820 m

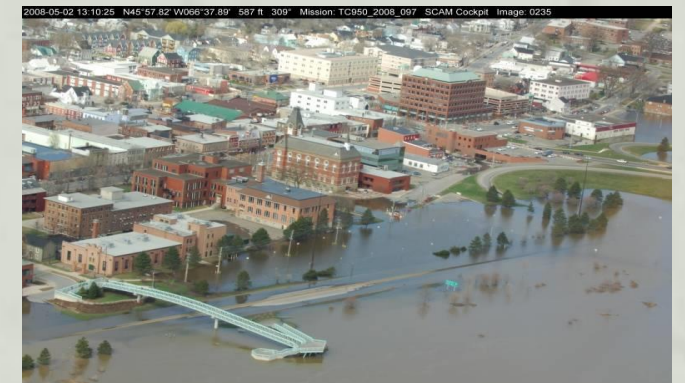
Précipitations annuelles moyennes : entre 997,6
 et 1295,5 mm
 Températures maximales (Juillet) : entre 22,6
 ° C et 25,3°C



Verglas, Caraquet, janvier 2017



Chaleur extrême, Moncton, 1 juin 2018
 (29,7°C vs 28,3°C 1956...)



Inondation, Fredericton, mai 2008

Données utilisées et calcul des indices de sécheresse

Valeurs mensuelles : températures min. et max. et précipitations totales (ECCC, 2022).

Calcul des indices suivants : l'indice de précipitation normalisé (SPI) et l'indice de précipitation et d'évapotranspiration normalisé (SPEI) (avec le package R_SPEI).

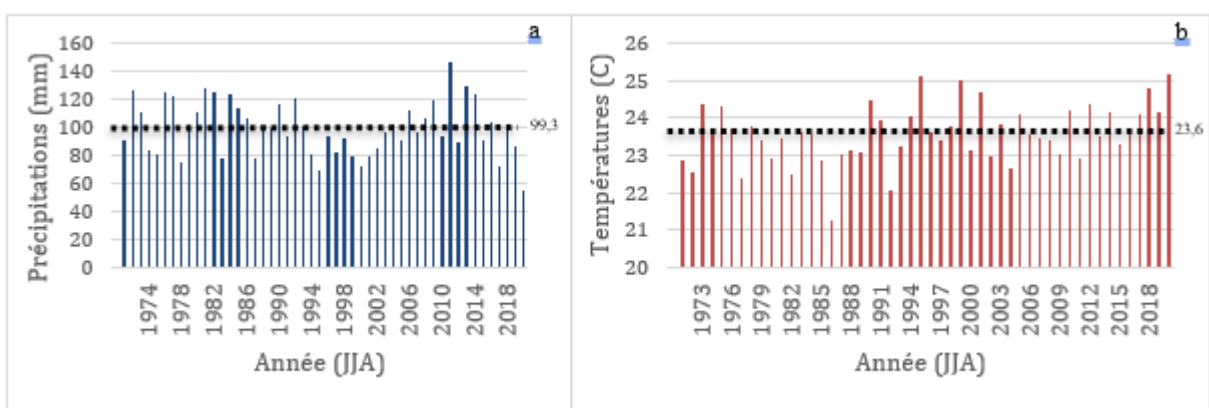
Tableau 1. Différents indices utilisés par calculer la sécheresse.

	Indices	Références
Précipitation	SPI (Standardized Precipitation Index)	McKee et al., 1993; Labudová et al., 2017
	DI (Deciles Index)	Gibbs and Maher, 1967; Morid et al., 2006
	RAI (Rainfall Anomaly Index)	Van-Rooy, 1965; Holzman and Thom, 1970
	EDI (Effective Drought Index)	Byun and Wilhite, 1999; Morid, 2006
	CZI (China-Z Index)	Wu et al., 2001; Wu et al., 2001; Morid et al., 2006
	ZSI (Z-Score Index)	Wu et al., 2001; Morid et al., 2006
Précipitation, température	SEDI (Standardized Evapotranspiration Deficit Index)	Vicente-Serrano et al., 2018
	SPEI (Standardized Precipitation-Evaporation Index)	Beguiría et al., 2014; Labudová et al., 2017; Vicente-Serrano et al., 2010.
	PDSI (Palmer Drought Severity Index)	Palmer, 1965

- Détermine l'intensité et moment de formation et de dissipation d'un épisode de sécheresse à partir de la quantification des déficits de précipitations à différentes échelles de temps.
- Simple (1 seul paramètre)
- Recommandé par l'OMM (2016).

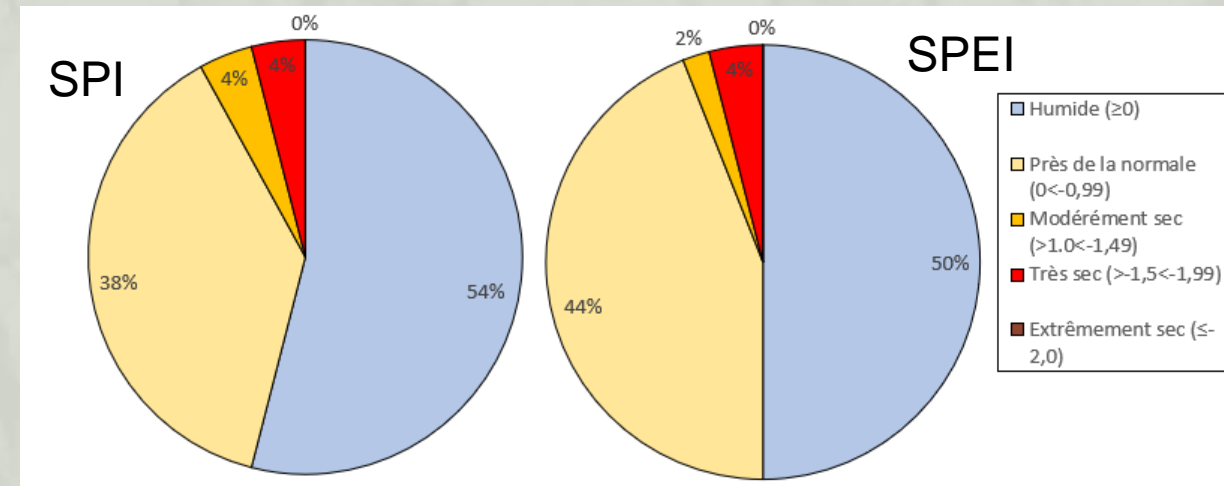
- Semblable au SPI mais + évapotranspiration;
- Utile pour le suivi des impacts des CC

- 1) les années les plus chaudes (2020, 2001 et 2004) sont les sèches;
- 2) Les années les plus froides (1976, 1981 et 1972) ne sont pas nécessairement les plus arrosées



Source : Fortin et al., 2022.

Figure 4. Indice régional des valeurs estivales (JJA) classées en ordre chronologique pour la période de 1971 à 2020. (a) précipitations (mm) et; (b) températures maximales (°C). La ligne pointillée représente la moyenne.



Source : Fortin et al., 2022.

Figure 5. Distribution de la proportion de sécheresses (en %) selon les quatre classes (D0 à D3) pour les indices SPI et SPEI (pour la période de 1971 à 2020).



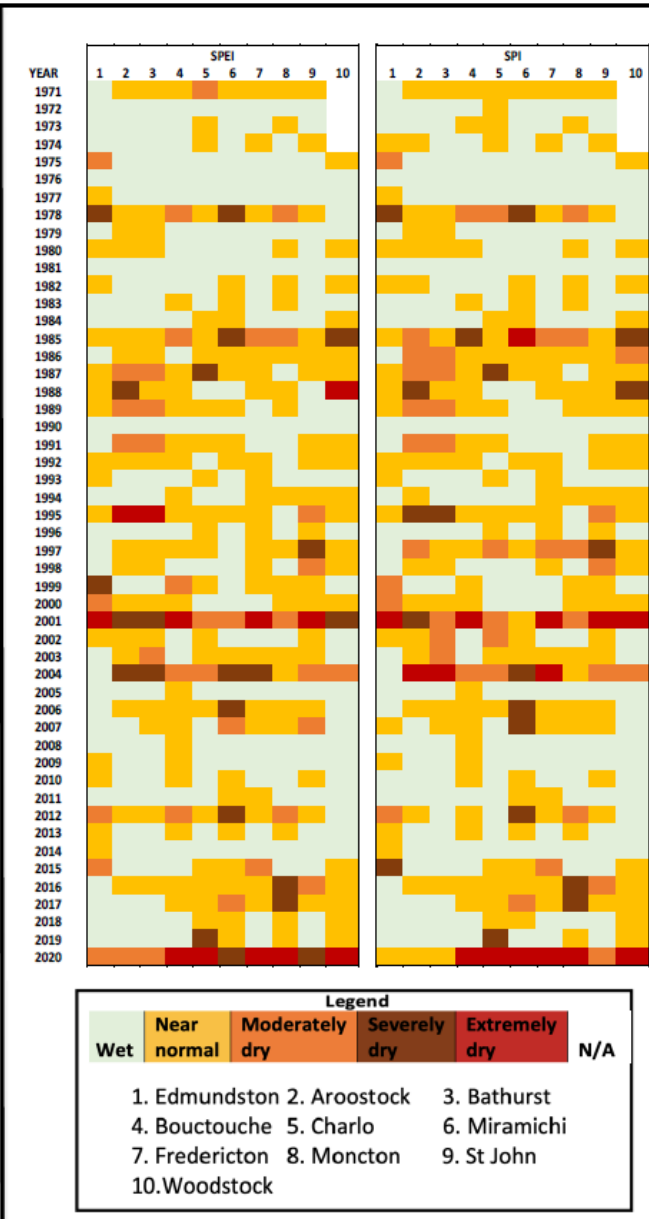
- 1) Peu de différence entre les deux indices;
- 2) Près de la moitié des étés sont humides vs secs;
- 3) Aucun été extrêmement sec (2001 SPI = -1,96!);
- 4) 2001 et 2020 = étés très secs.

RANK	SPEI Mean	YEAR	SPI Mean	YEAR
*1	-1.94	2001	-1.96	2001
*2	-1.93	2020	-1.89	2020
*3	-1.18	2004	-1.31	2004

Tableau 2. a) Comparaison des valeurs moyennes des indices SPEI et SPI de 1971 à 2020 par rapport à leur normale. b) Méthode graphique chronologique de traitement de l'information (MGCTI) appliquée aux valeurs moyennes annuelles des indices SPEI et SPI pour dix stations météorologiques du Nouveau-Brunswick de 1971 à 2020.

RANK	SPEI Mean	YEAR	SPI Mean	YEAR
*1	-1.94	2001	-1.96	2001
*2	-1.93	2020	-1.89	2020
*3	-1.18	2004	-1.31	2004
4	-0.90	1987	-1.18	1985
5	-0.89	1985	-0.86	1978
6	-0.82	1995	-0.81	1997
7	-0.67	1997	-0.69	1995
8	-0.66	2012	-0.65	1987
9	-0.66	1978	-0.59	2016
10	-0.60	2016	-0.55	1971
11	-0.57	1971	-0.52	1986
12	-0.52	1999	-0.50	2012
*13	-0.50	1988	-0.50	1988
14	-0.37	2017	-0.43	2007
15	-0.34	1986	-0.36	1992
16	-0.32	2006	-0.34	2017
17	-0.30	1991	-0.34	1989
18	-0.29	2000	-0.31	2006
19	-0.27	2007	-0.29	2000
20	-0.27	1989	-0.17	1991
*21	-0.17	2015	-0.13	2015
22	-0.08	1994	-0.07	1974
23	-0.06	1998	-0.06	1980
24	-0.05	1974	-0.02	1994
25	-0.03	1992	0.01	1999
26	0.00	2019	0.01	2003
*27	0.03	2002	0.03	2002
28	0.03	2010	0.06	1982
29	0.03	2003	0.06	1998
30	0.08	1975	0.14	2013
31	0.10	1996	0.14	1975
32	0.11	1980	0.17	1996
33	0.16	1982	0.20	1984
34	0.21	2013	0.23	2019
35	0.26	1993	0.26	2010
36	0.32	1984	0.30	1993
*37	0.40	1983	0.34	1983
38	0.45	2018	0.40	2009
39	0.45	2009	0.61	2018
*40	0.62	1973	0.62	1973
*41	0.65	1979	0.86	1979
42	0.99	1977	0.87	2011
*43	1.02	2014	0.96	2014
44	1.03	2011	0.97	1977
*45	1.12	2008	1.00	2008
46	1.13	1990	1.03	2005
47	1.15	2005	1.11	1990
*48	1.35	1972	1.24	1972
49	1.43	1981	1.50	1976
50	1.50	1976	1.53	1981

a) *Years with the same ranking for both indexes



b)

Source : Poirier et al., 2022.

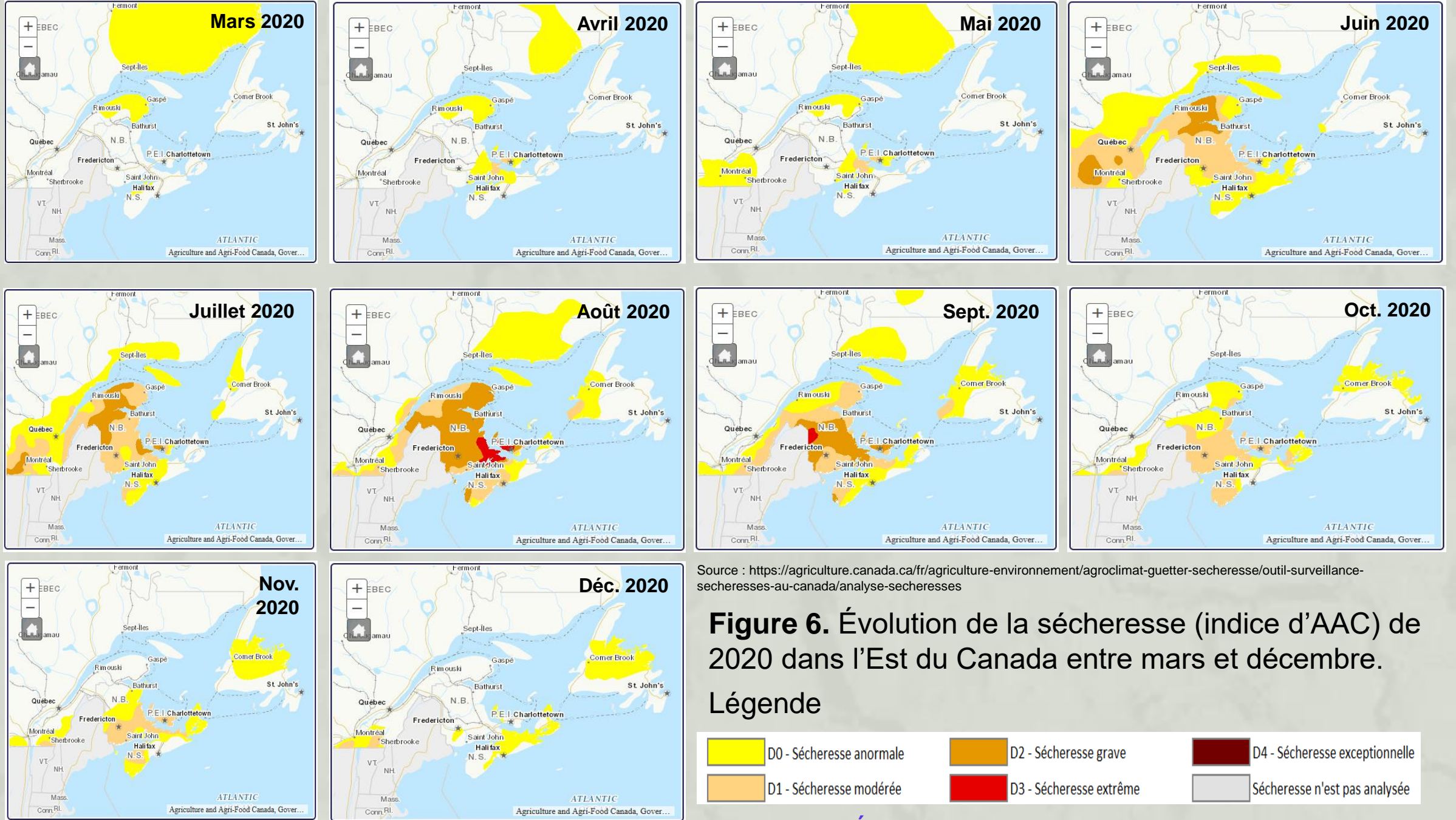


Tableau 3. Définitions des classes de sécheresse (SPI et SPEI).

Classes	Description	Conditions
1	Près de la normale	0 à -0,99
2	Sécheresse modérée	-1,0 à -1,49
3	Sécheresse intense	-1,5 à -1,99
4	Sécheresse extrême	-2,00 ≤

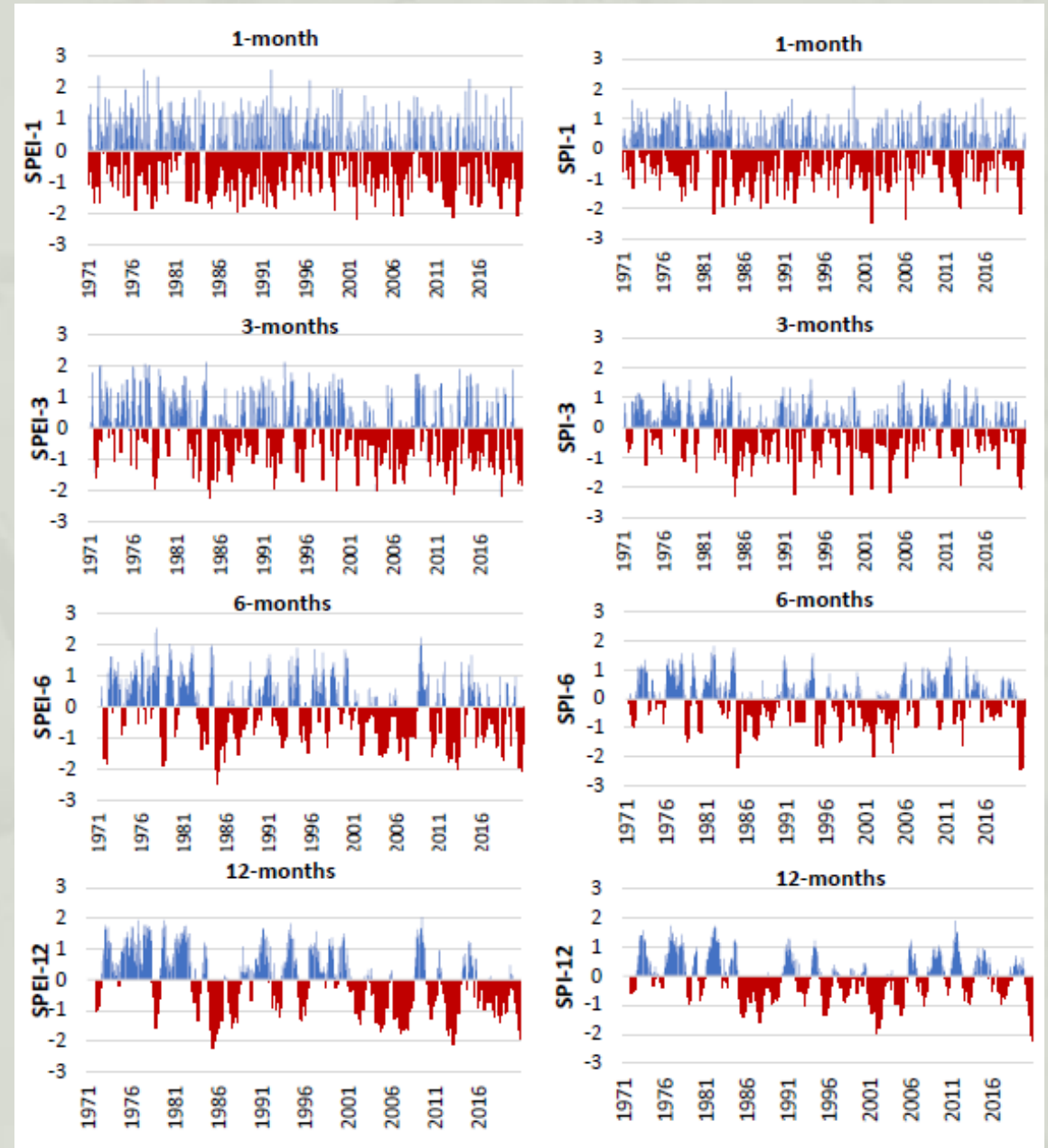
Aucune
tendance
stat. signif.



Tendances
stat. signif.



Figure 7. Évolution temporelle de la valeur moyenne du SPEI et du SPI des dix stations météorologiques avec des décalages de 1, 3, 6 et 12 mois, respectivement.



Source : Poirier et al., 2022

- Les valeurs en gras indiquent une tendance stat. signif.
 - Peu de tendance pour les indices sur 1 mois (SPI et SPEI)
 - + la période est longue (3,6 et 12 mois) plus il y a de stations et les tendances sont plus importantes
-
- Seule la station de Woodstock indique des tendances + (diminution des sécheresses)
 - La majorité des stations indiquent des tendances – (hausse des sécheresses)

	EDMUNDSTON	AROOSTOCK	BATHURST	BOUCTOUCHE	CHARLO	MIRAMICHI	FREDERICTON	MONCTON	SAINT JOHN	WOODSTOCK
SPI1	-0.029	0.027	0.009	-0.031	0.007	-0.080	-0.081	-0.081	-0.063	-0.004
SPEI1	-0.039	-0.006	-0.018	-0.062	-0.012	-0.078	-0.073	-0.091	-0.080	0.007
SPI3	-0.053	0.036	-0.002	-0.023	0.010	-0.147	-0.110	-0.135	-0.100	-0.010
SPEI3	-0.066	-0.021	-0.043	-0.071	-0.018	-0.143	-0.105	-0.151	-0.129	0.010
SPI6	-0.087	0.053	-0.003	-0.015	0.009	-0.190	-0.137	-0.163	-0.117	-0.024
SPEI6	-0.106	-0.027	-0.060	-0.074	-0.034	-0.192	-0.134	-0.184	-0.159	0.002
SPI12	-0.078	0.055	-0.013	-0.022	0.042	-0.254	-0.186	-0.187	-0.168	-0.036
SPEI12	-0.103	-0.038	-0.080	-0.108	-0.020	-0.259	-0.188	-0.215	-0.221	-0.007

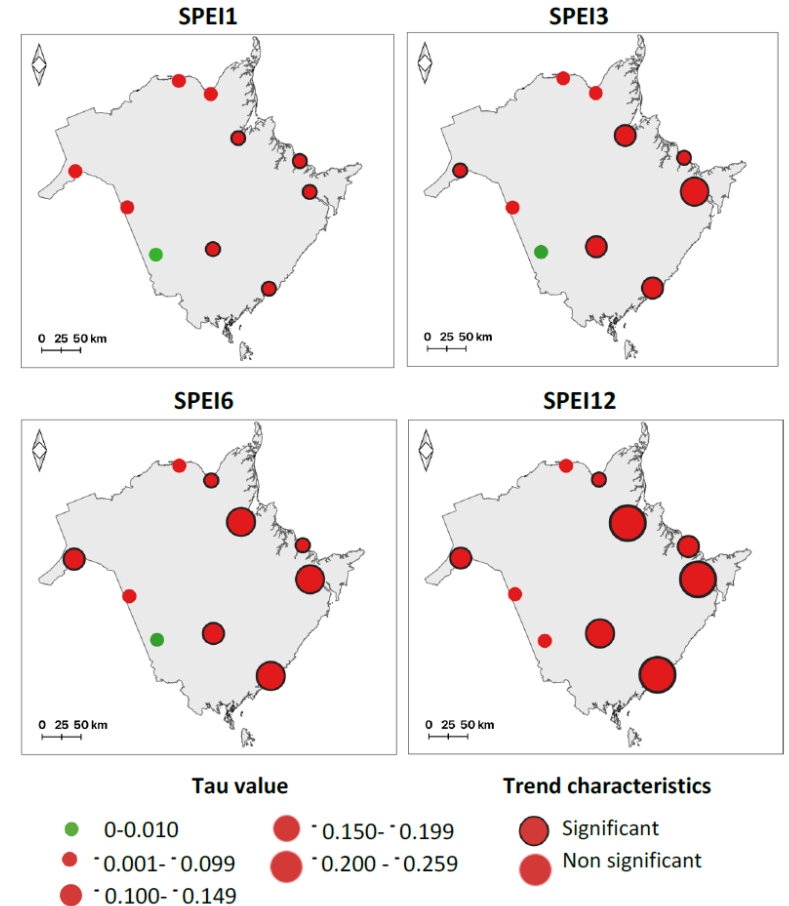


Figure 8. Valeurs Tau du test de Mann-Kendall pour le SPI et le SPEI à 1, 3, 6 et 12 mois pour dix stations au Nouveau-Brunswick avec la distribution spatiale pour les valeurs SPEI.

Source : Poirier et al., 2022.

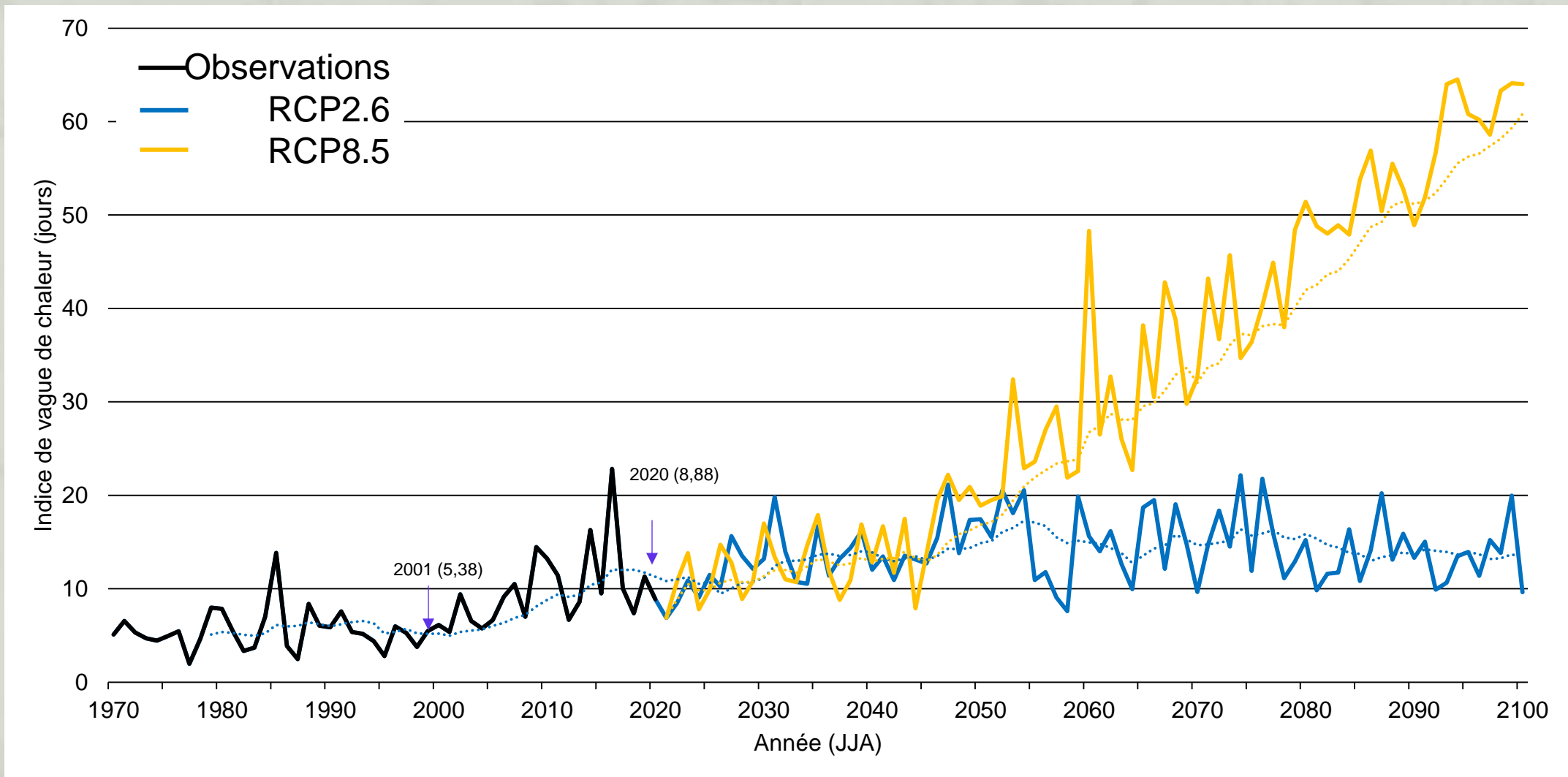


Figure 9. Nombre de jours de vagues de chaleur (en noir = période historique, en bleu pour le RCP2.6 et en orange pour RCP8.5, p90). Les lignes pointillées représentent les moyennes mobiles sur 10 ans.

Discussion

- Nos résultats indiquent une légère tendance à la hausse des sécheresses dans la province depuis 1971 (7 stations sur 10 = faible hausse stat. signif.).
- La hausse possible observée peut s'expliquer par : (1) davantage de précipitations reçues par des épisodes de pluies intenses (+ ruissellement) et; (2) une hausse des températures durant la période estivale (- d'humidité dans le sol).
- Les vagues de chaleur ont également connu une augmentation (leur nombre a presque doublé entre 1971 et 2020 et devrait se poursuivre) MAIS ne semblent pas nécessairement survenir en même temps que les sécheresses;
- Plus de sécheresses depuis le début 2000 mais AUSSI plus de périodes humides = amplification des précipitations extrêmes???

Conclusion

- Une hausse des sécheresses semble possible dans la province mais elle n'est pas corrélée avec les vagues de chaleur (aucune évidence pour la période 1971 à 2020);
- Les indices (SPI et SPEI) indiquent des tendances plus marquées et pour plus de stations sur les plus longues périodes (6-12 mois)
- Les deux types d'événements extrêmes pourraient connaître des augmentations au cours des prochaines décennies (pas de consensus);
- Nécessaire d'utiliser plus de stations (provinces voisines) et des approches complémentaires pour valider nos résultats préliminaires (en cours).

Merci pour votre attention!
Des questions?

