Desjardins
Développement international

Baastel

ELLESadAPt





Projection et modélisation climatique à échelle réduite Complexe d'Aires Protégées de Binder-Léré

En collaboration avec

NOÉ
Congo et Tchad

Risk Weather Tech

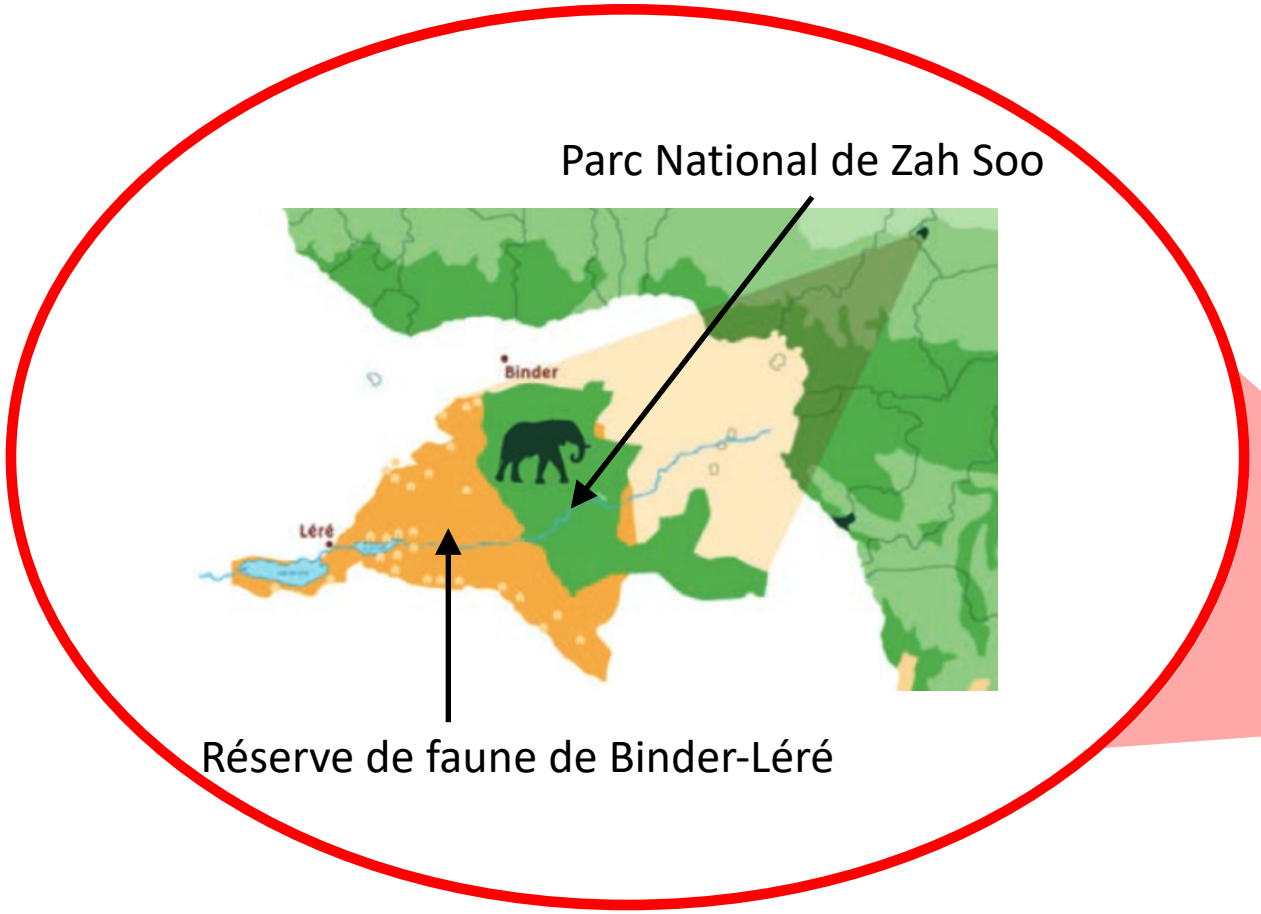
En partenariat avec
Canada

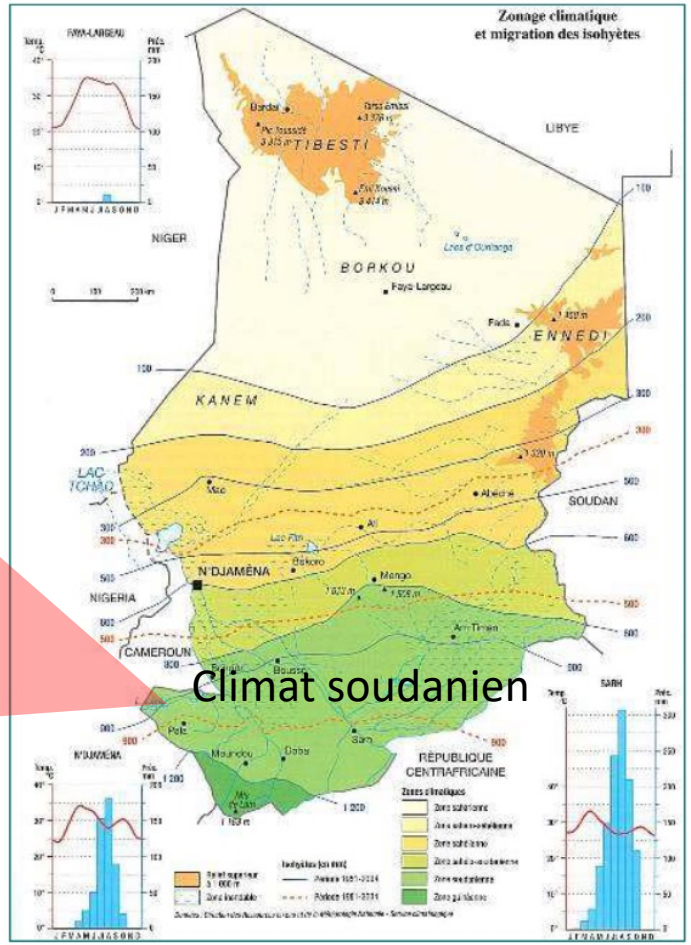
Complexe d'AP de Binder-Léré

ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

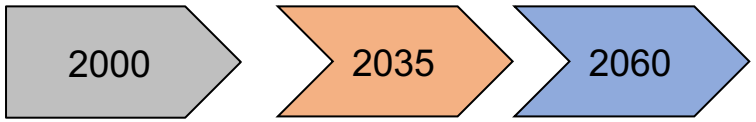


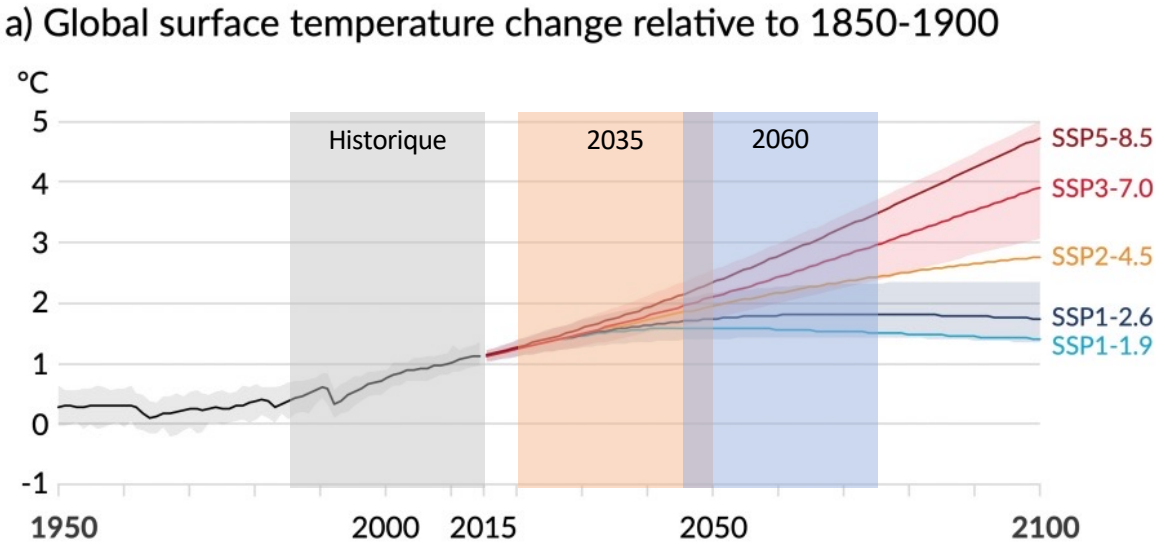


Scénarios climatiques et horizons

Scénarios climatiques et horizons

- Scénarios
  - SSP3-7.0 le plus probable (au vu des politiques actuelles)
  - SSP5-8.5 le plus pessimiste
- Horizons



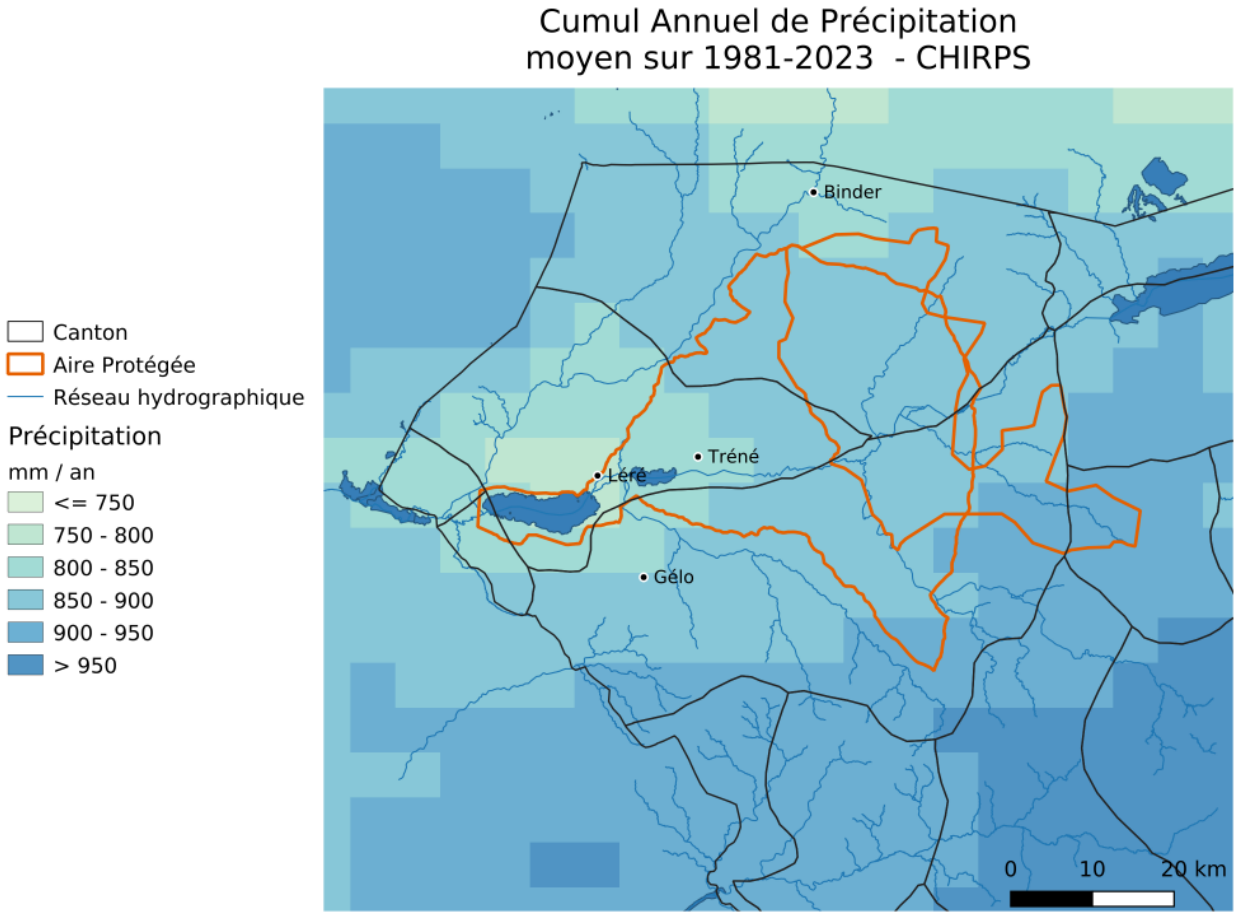


Source : IPCC, 2022

Données climatiques

Données d'observation : précipitations

- les données journalières de précipitation **CHIRPS**, issues de données satellites IRT.
  Période 1981-2023, 5km x 5km.



Données climatiques

ELLESadAPt

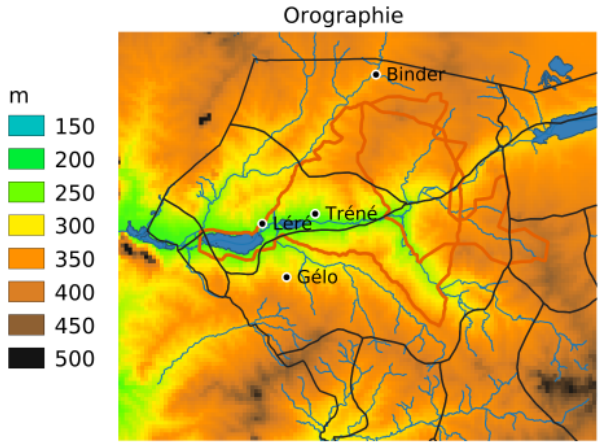
Desjardins Développement international

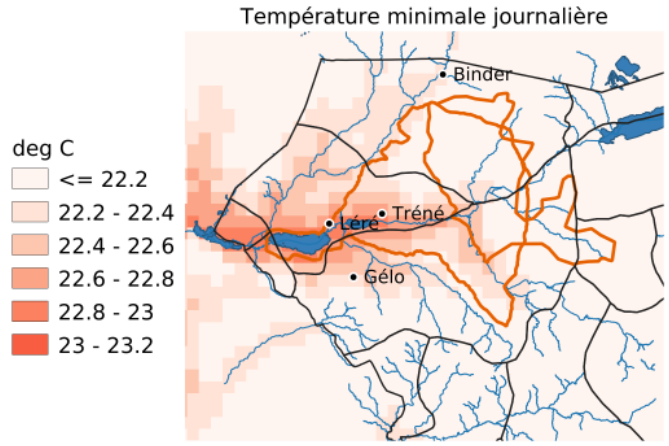
Baastel

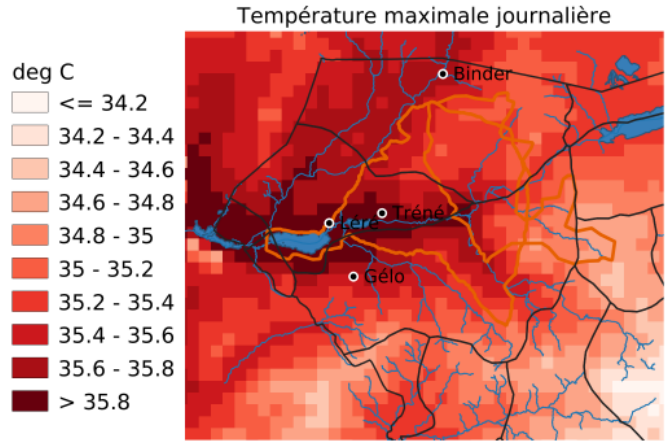
Données d'observation : température

- les données journalières de températures minimale et maximale **Chelsea-W5E5**.
  Période 1979-2016, 2,5km x 2,5km.

Températures moyennes (1979-2016)
CHELSEA-W5E5





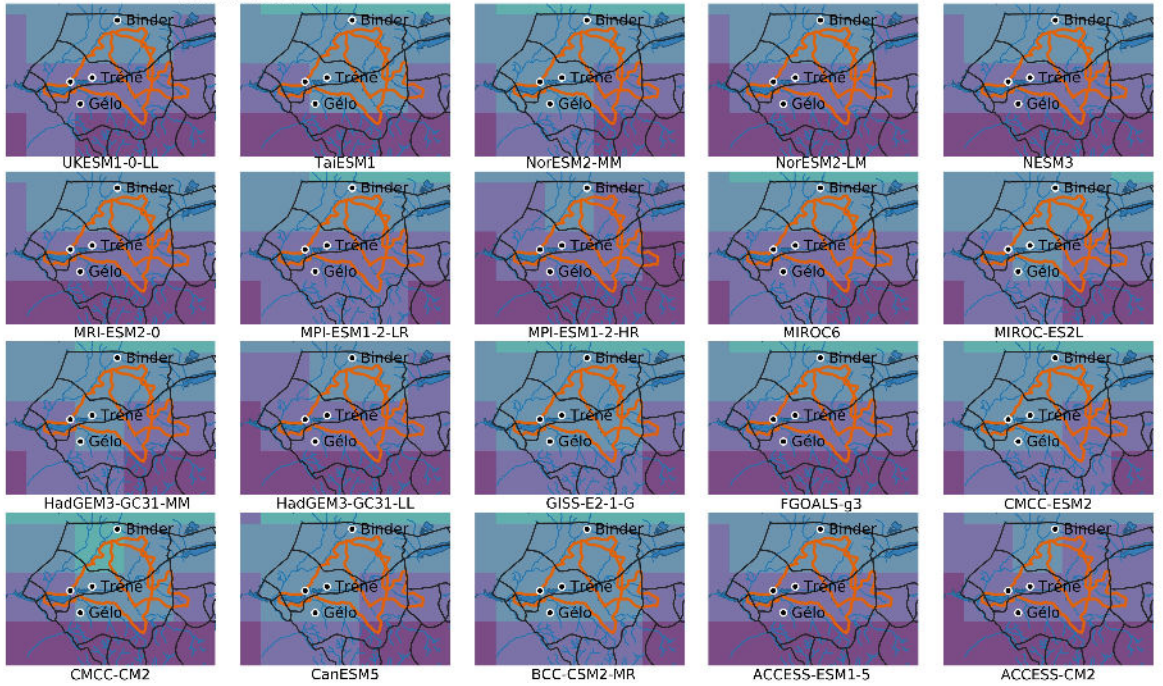


Données climatiques

Données de projection

- les données journalières de précipitation, températures minimale et maximale, humidité.
- Produites par la NASA à partir des projections climatiques CMIP6 du GIEC (AR6, 2021)
- NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (**NEX-GDDP-CMIP6**)
- Période 1980-2100, 25km x 25km.

NEX-GDDP-CMIP6
20 projections
résolution 25 km



Approche méthodologique

ELLESadAPt

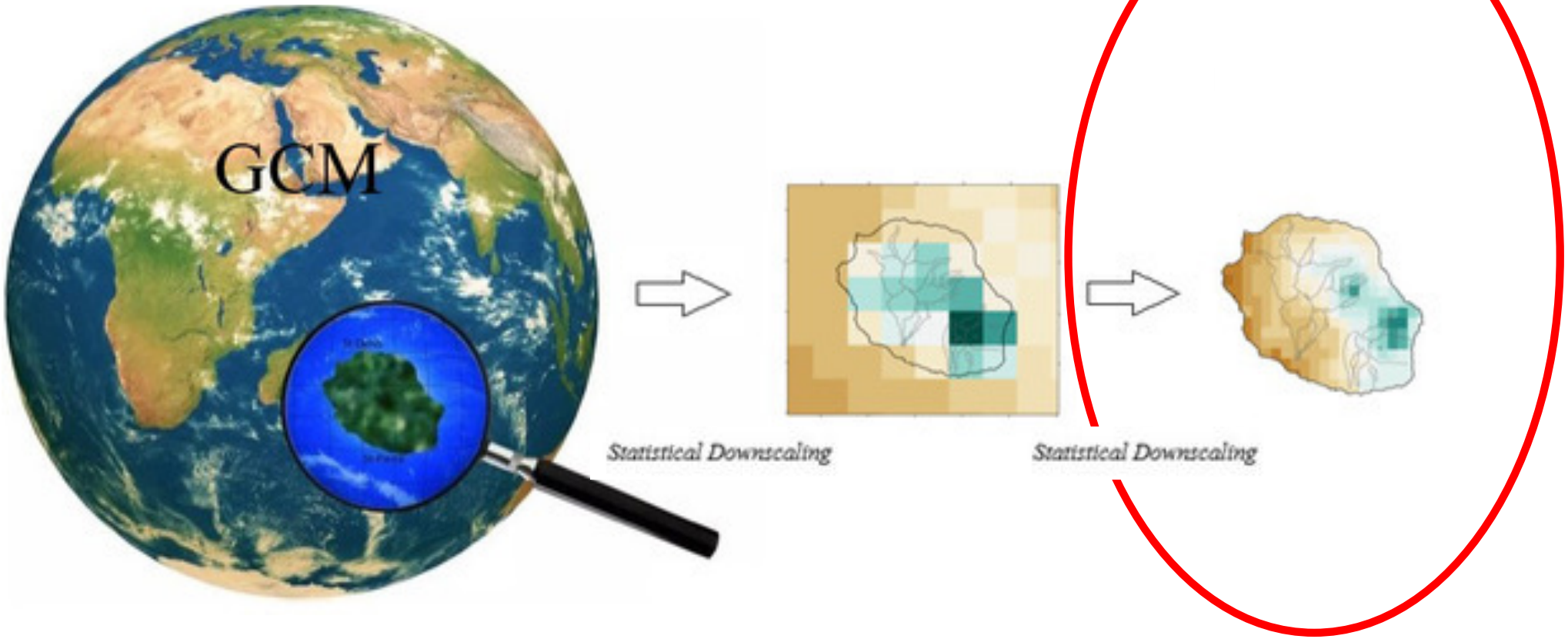
Desjardins Développement international

Baastel

CMIP6 : Simulation climatique globale
100 à 200 km

NEX-CDDP-CMIP6
25 km

ELLESadAPt
2,5 à 5 km



Approche méthodologique

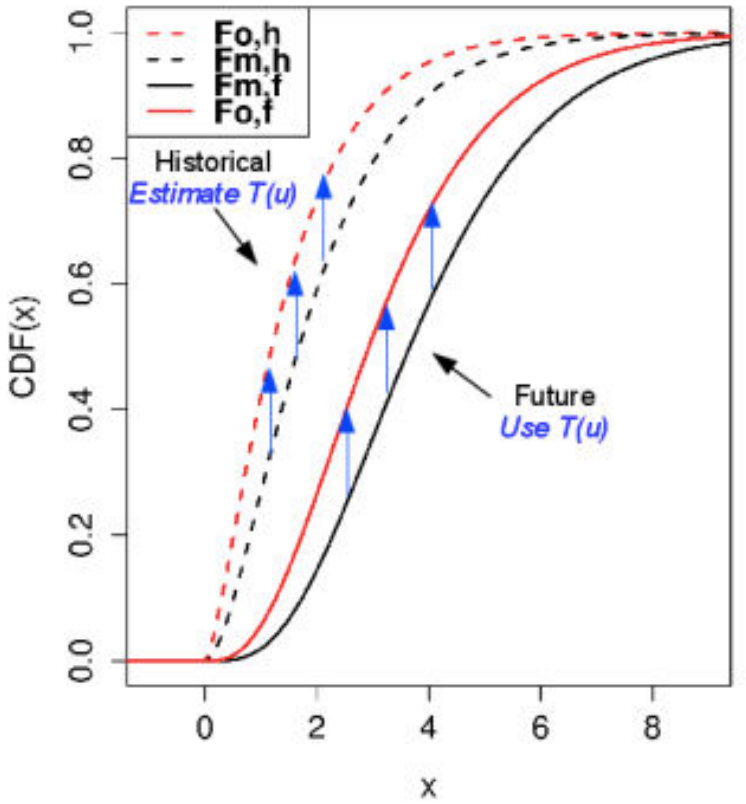
Descente d'échelle : utilisation de la méthode CDFt (Michelangeli et al., 2009)

- Méthode univariée, qui est appliquée point par point
- Fenêtre glissante de 30 jours pour intégrer la saisonnalité
- Pour les précipitations, un développement spécifique est appliqué qui corrige à la fois le taux de précipitation et l'occurrence (Vrac et al., 2016).

=> Cette méthode permet de prendre en compte l'évolution des propriétés statistiques des données à l'échelle locale avec le changement climatique.

Nbre d'heures de calcul : 288 h CPU
Volume des données produites : 41 Gb

	Historical period	Future period
Observation	$F_{o,h}(x)$	$F_{o,f}(x)$
Model	$F_{m,h}(x)$	$F_{m,f}(x)$



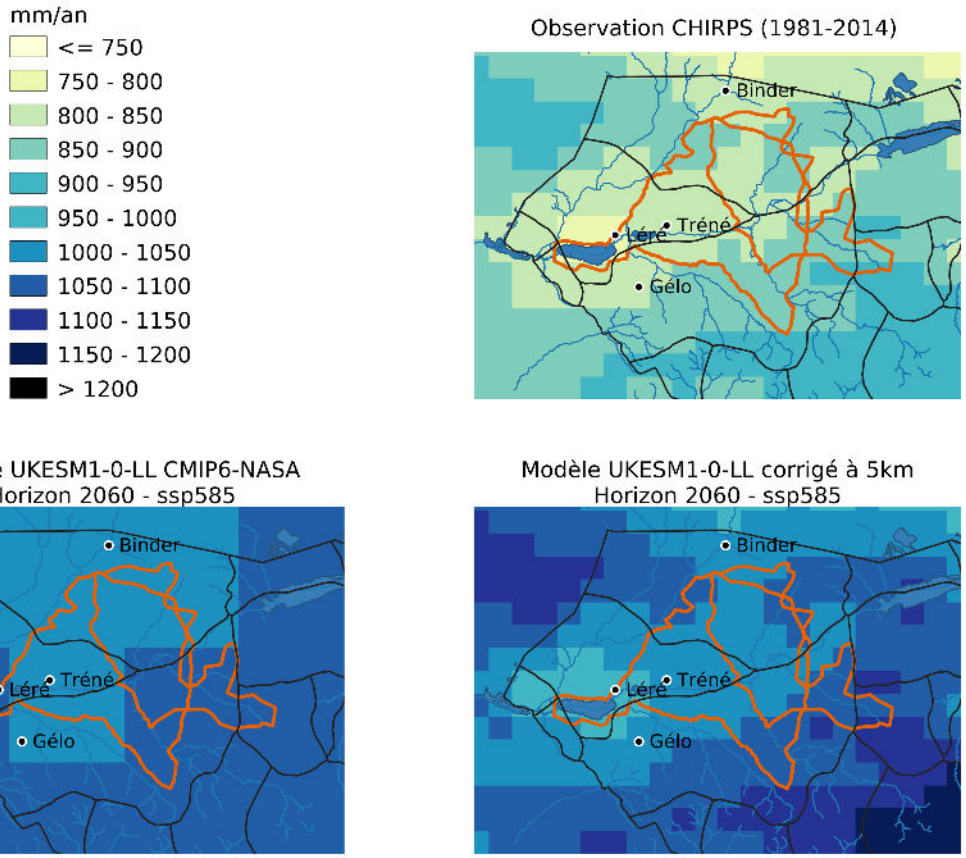
Approche méthodologique

ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Cumul annuel moyen de précipitation



NASA-CMIP6
25km x 25km

ELLESadAPt
5km x 5km

Résultat obtenu pour le modèle UKESM1-0-LL

- pour la variable précipitation
- pour le scénario SSP5-8.5
- à l'horizon 2060

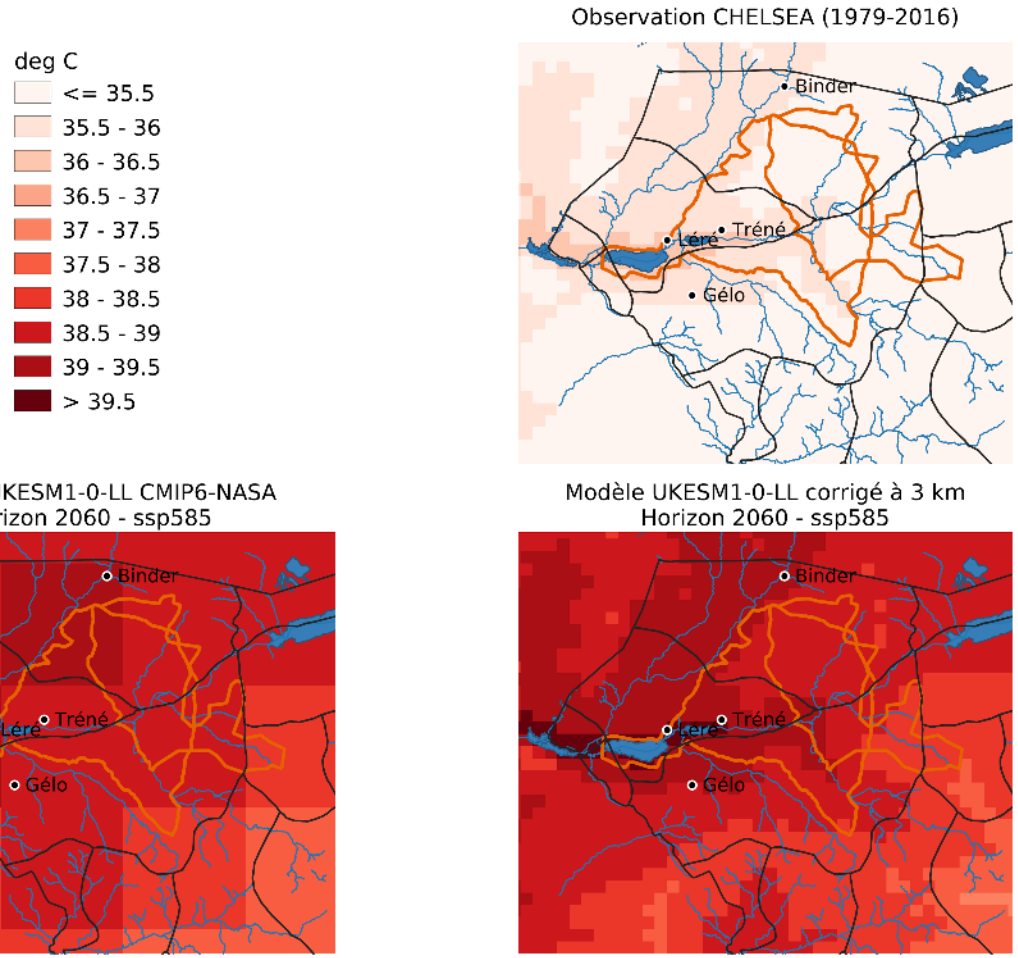
Approche méthodologique

ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Température maximale journalière moyenne



NASA-CMIP6
25km x 25km

ELLESadAPt
5km x 5km

Résultat obtenu pour le modèle UKESM1-0-LL

- pour la variable température maximale journalière
- pour le scénario SSP5-8.5
- à l'horizon 2060

Approche méthodologique

Méthodologie pour évaluer les aléas climatiques historiques et futurs associés au changement climatique :

- descente à l'échelle kilométrique des projections journalières de précipitation et températures minimale et maximale sur 3 périodes de 30 ans et 2 scénarios pour 20 modèles climatiques (41 Gb)
- calcul d'indicateurs climatiques pour chaque période/scénario/modèle
- méthodologie multi-modèles : médiane et dispersion (75^{e}-25^{e} percentile des modèles) pour chaque indicateur/horizon/scénario
- cartographie des indicateurs climatiques pour les différents horizons & scénarios

Approche méthodologique

ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Paramètre	Indicateurs climatiques	Caractérise
Température	Température minimale journalière (moyenne annuelle) Température maximale journalière (moyenne annuelle) Humidex (cycle saisonnier moyen; nb de jours par an avec Humidex > 45 / 54°C)	Intensité Intensité Intensité; fréquence des événements extrêmes
Précipitation	Cumul de pluie annuel Nombre de jours de pluie par an Probabilité de pluie intense (caractérisé par la PR 1/10 ans en climat historique)	Intensité Fréquence Fréquence des événements extrêmes
Saison des pluies (Juin-Sept)	Cumul de pluie sur la saison des pluies Nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies Durée maximale d'une séquence sèche en saison des pluies	Intensité Fréquence Intensité des événements extrêmes
Feu de brousse	Indicateur de Feu Météorologique (nb de jours par an avec un risque fort - IFM > 35)	Fréquence des événements extrêmes

Résultats

Indicateurs climatiques liés à

A. la température
B. la pluviométrie
C. la saison des pluies
D. feu de brousse

Résultats

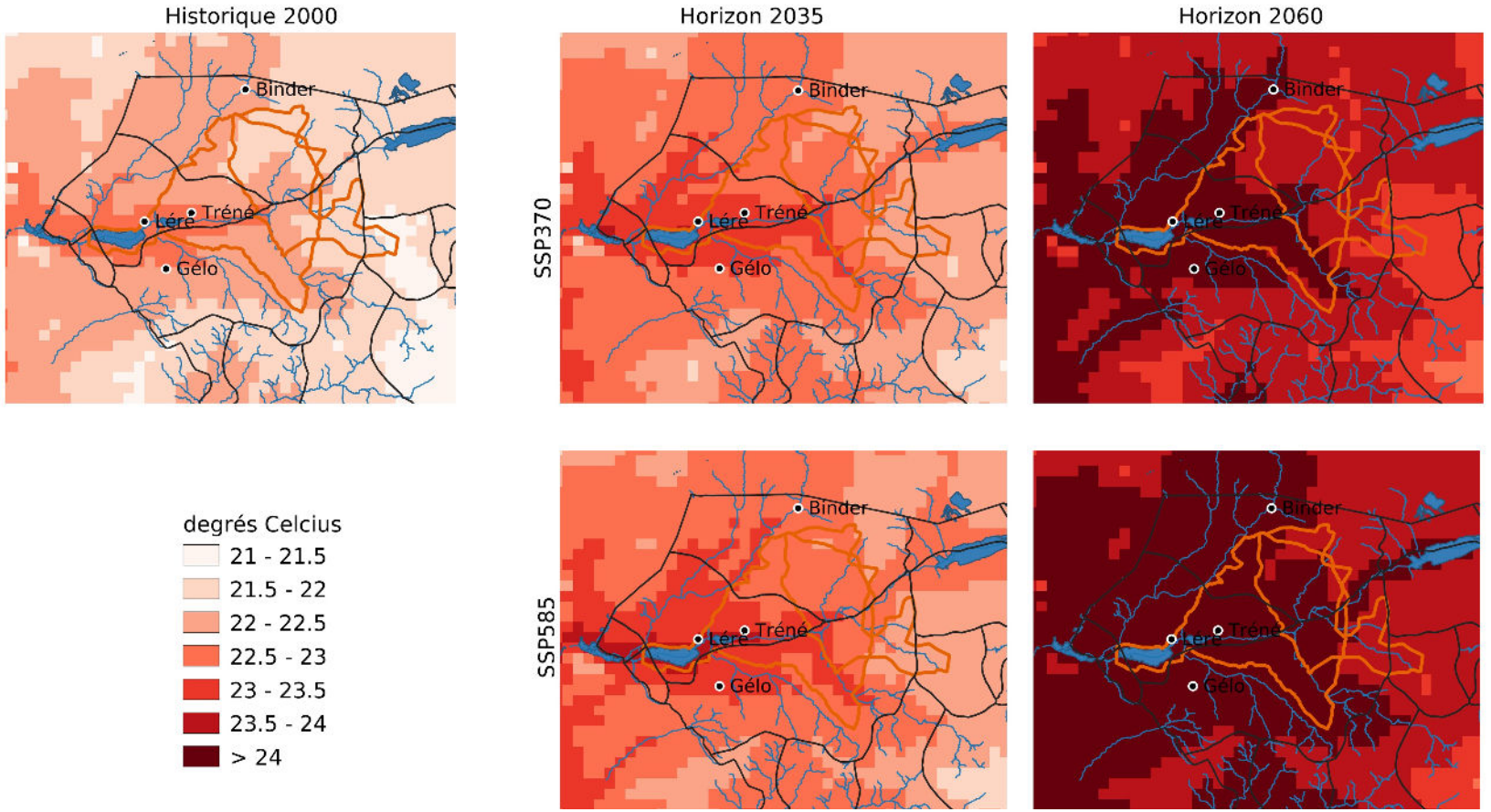
ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Température minimale

Moyenne annuelle de la température minimale journalière



Augmentation de

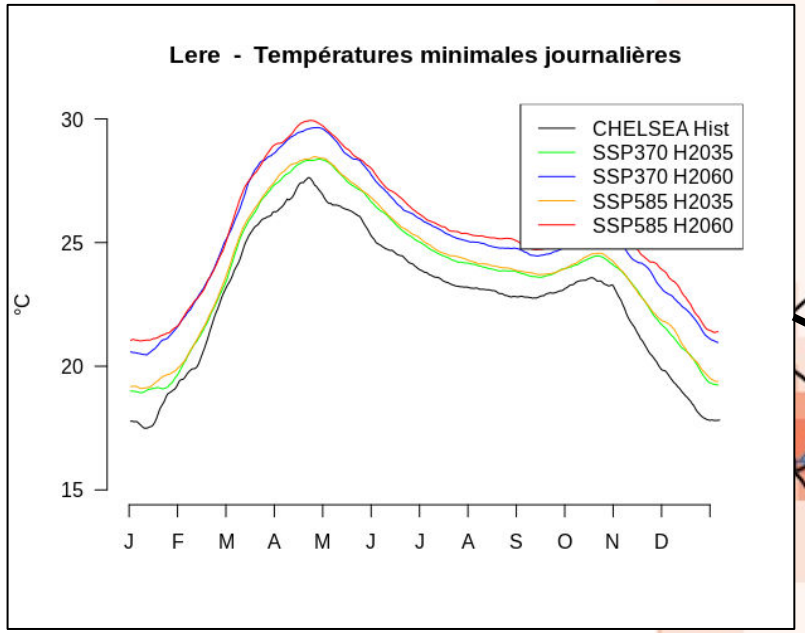
- 1°C à l'horizon 2035
- 2 à 2,5°C à l'horizon 2060

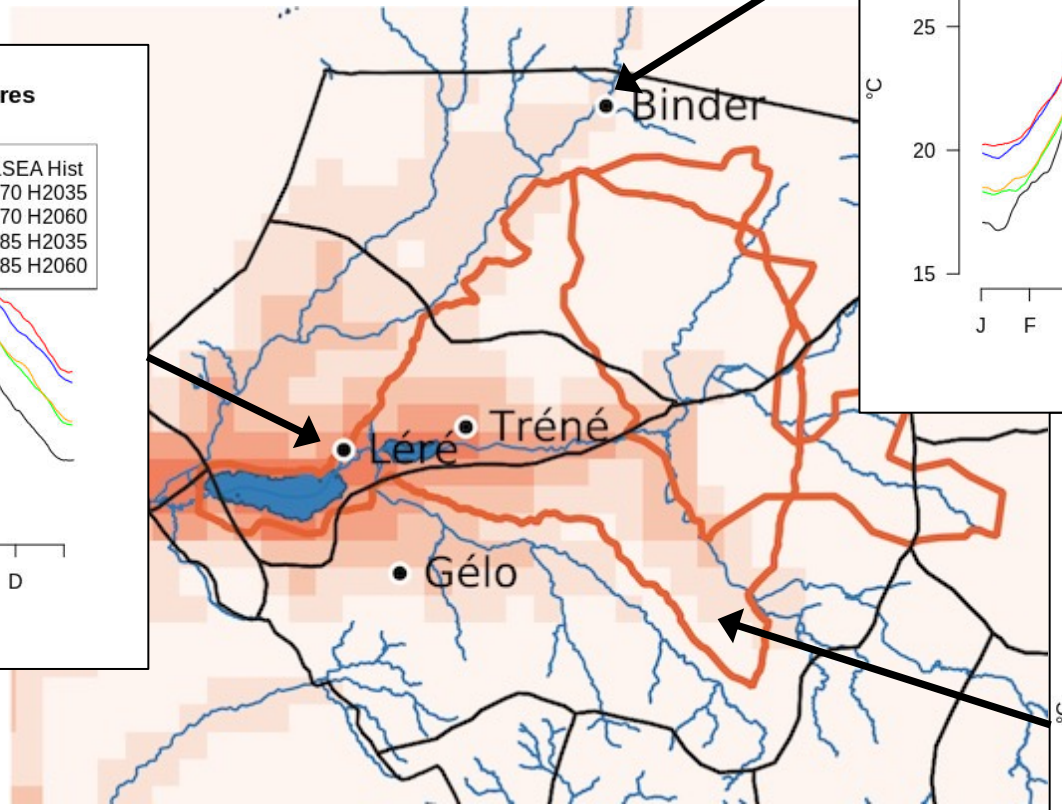
Résultats

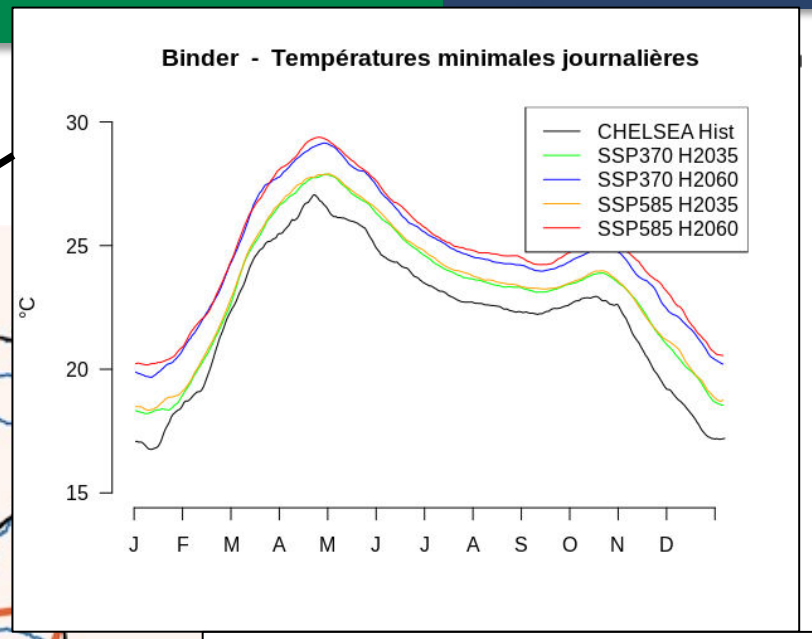
ELLESadAPt

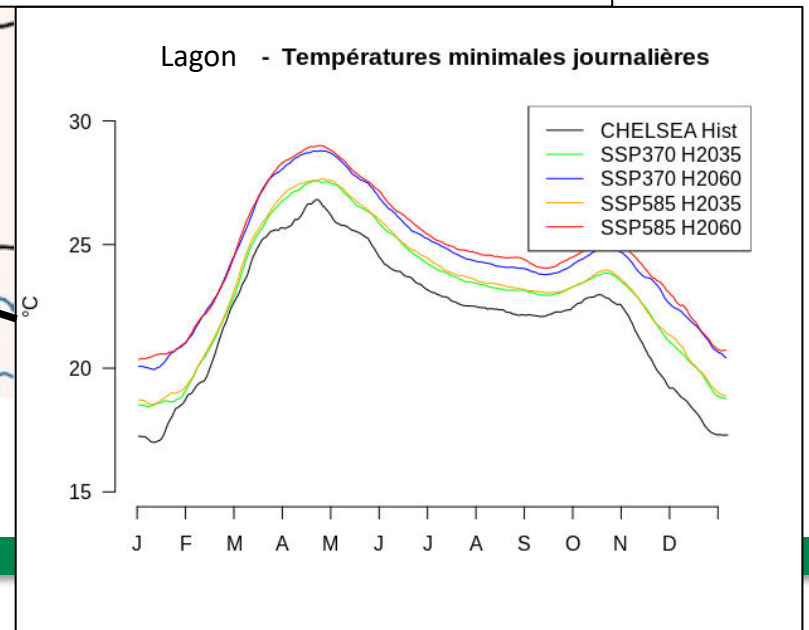
Baastel

Température minimale





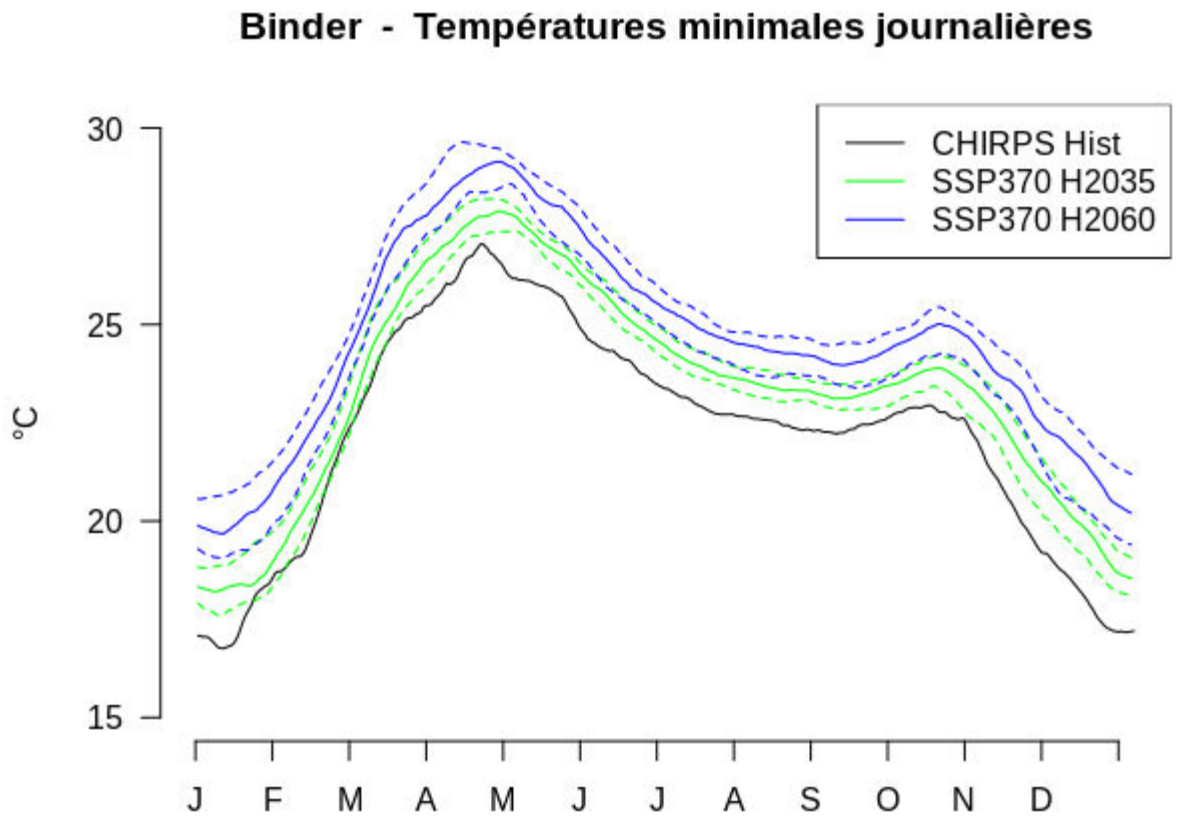




Augmentation homogène toute l'année.

Résultats

Température minimale



Analyse des résultats de 20 modèles

dispersion { ----- 75e percentile ; ----- 25e percentile

médiane ——

Bonne convergence des simulations réalisées par les 20 modèles **vers une augmentation généralisée des températures tout au long de l'année**.

Résultats

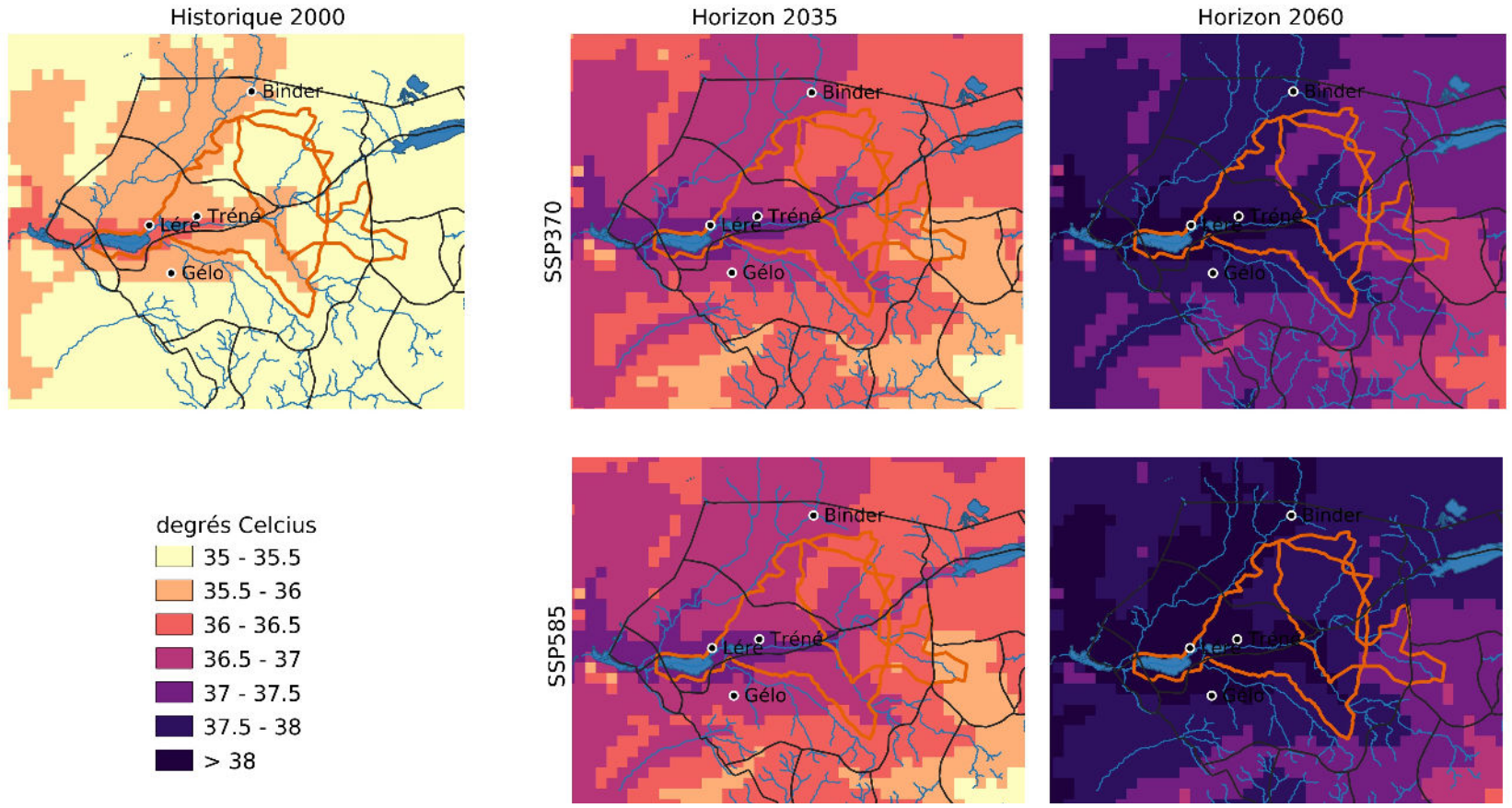
ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Température maximale

Moyenne annuelle de la température maximale journalière



Augmentation de

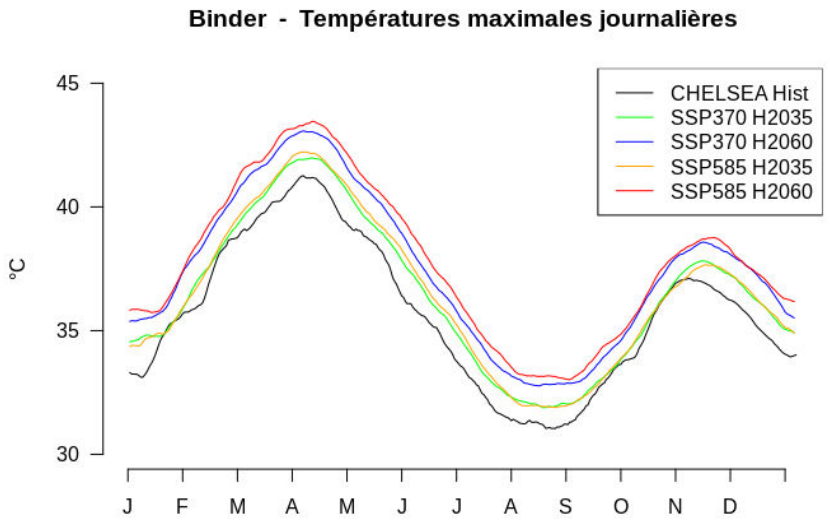
- 1°C à l'horizon 2035
- 2°C à l'horizon 2060

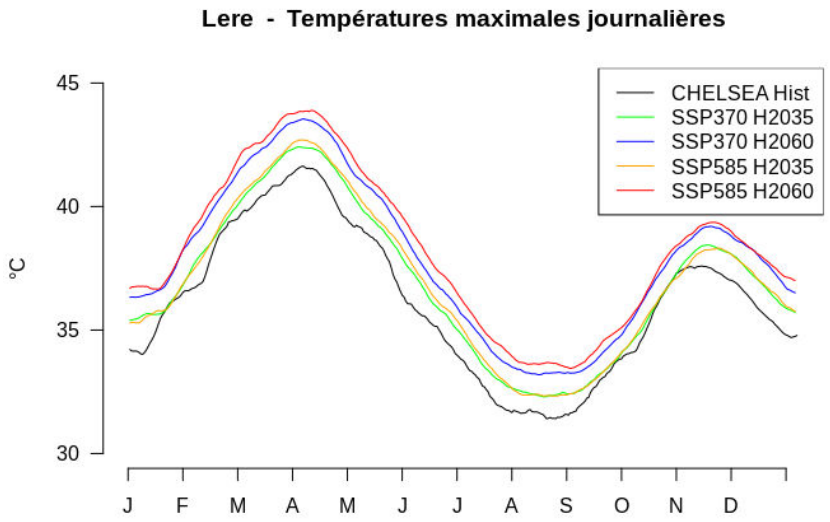
Résultats

Desjardins Développement international

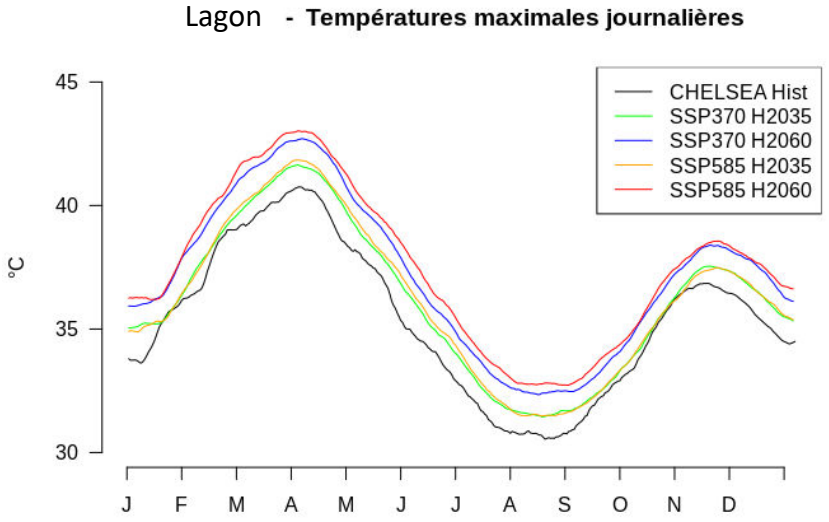
Baastel

Température maximale





Augmentation homogène toute l'année.

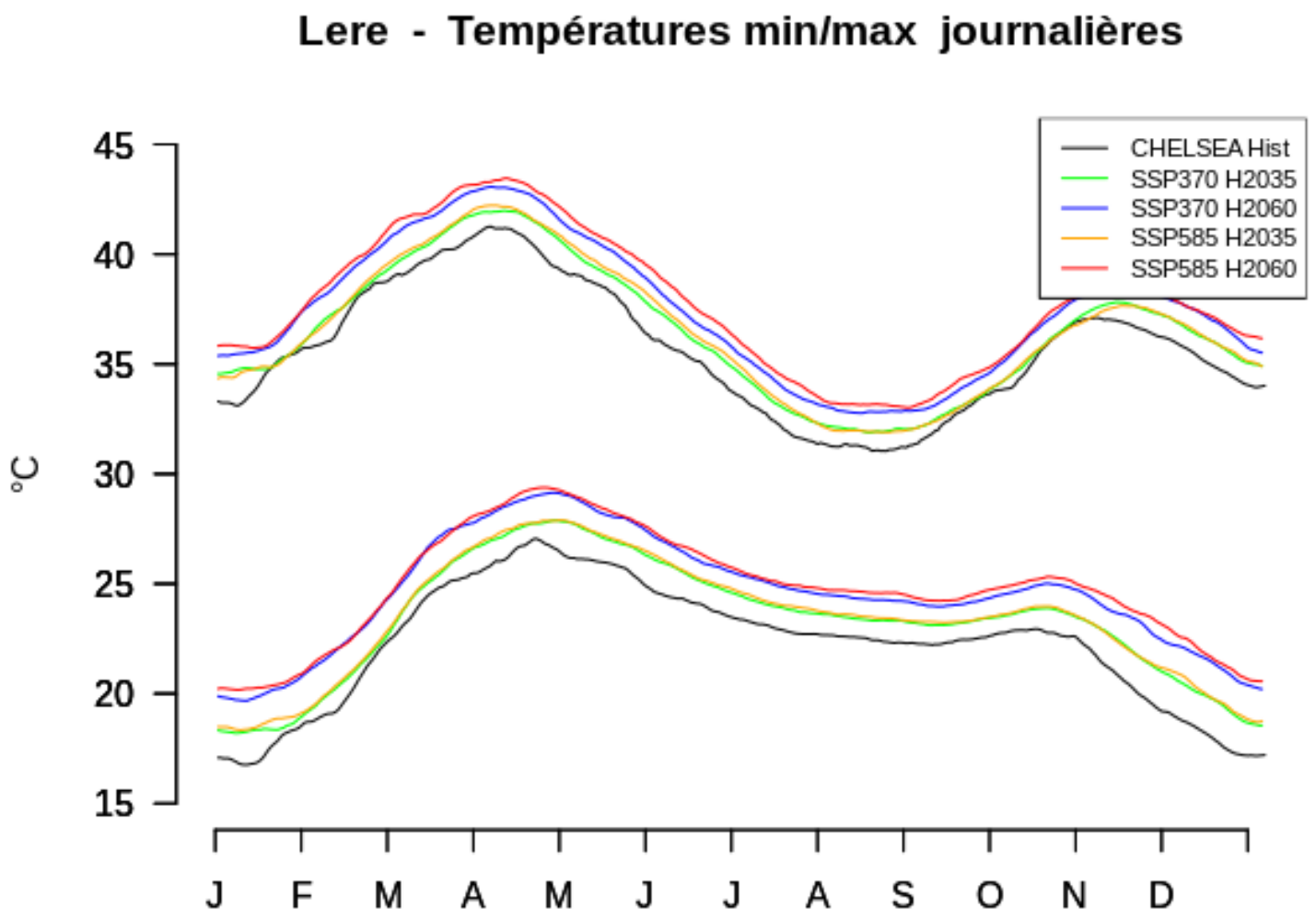


Résultats

Température minimale

Température maximale

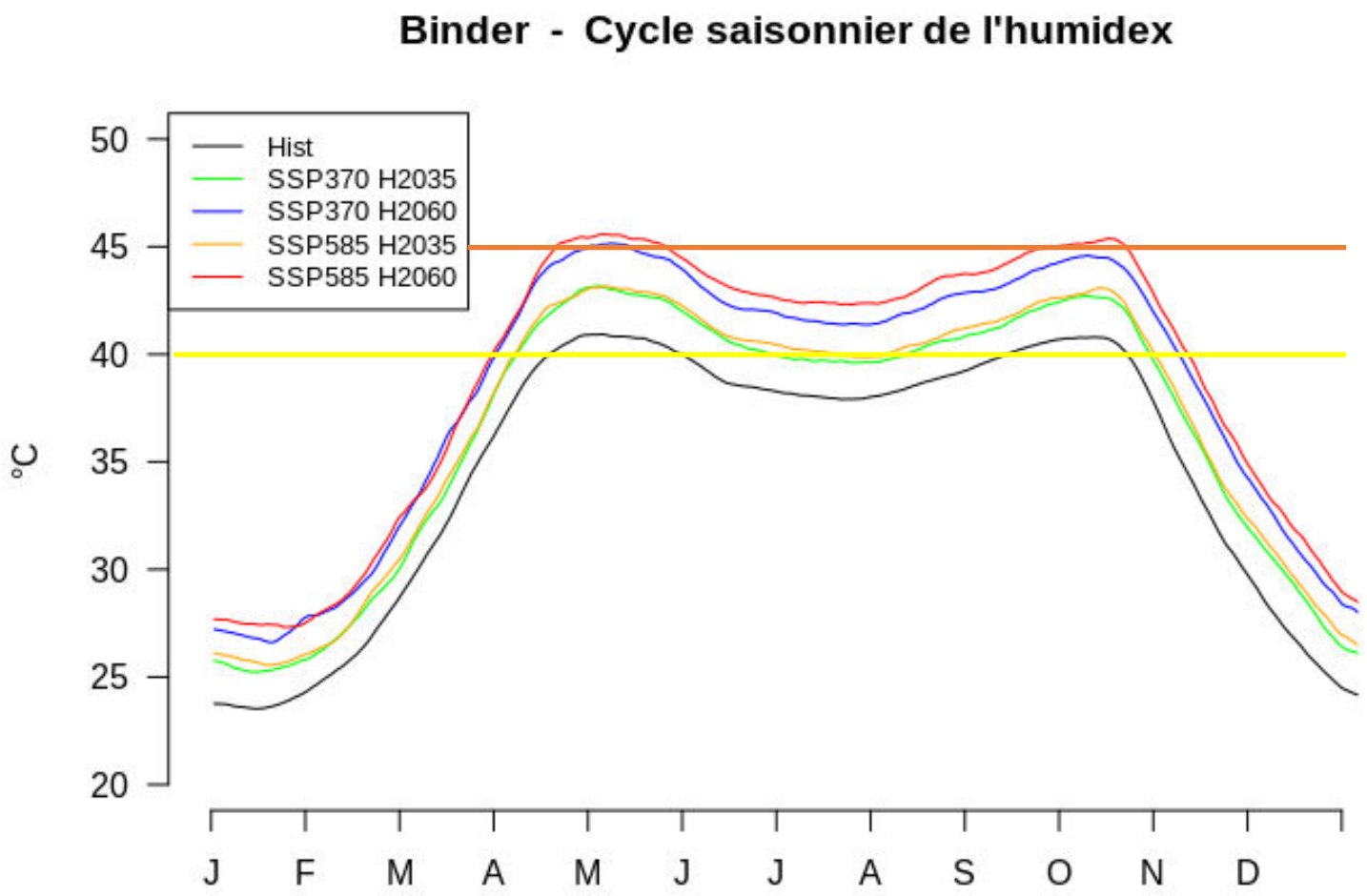
Augmentation uniforme tout au long de l'année des températures.



Résultats

Desjardins Développement international | Baastel

Humidex



L'humidex combine l'humidité relative et la température, ce qui donne le ressenti ambiant du corps, généralement supérieur au ressenti de la température réelle.

Valeur humidex	Degré de confort
Moins de 29	Aucun inconfort
30 à 39	Un certain inconfort
40 à 45	Beaucoup d'inconfort: évitez les efforts
Au-dessus de 45	Danger
Au-dessus de 54	Coup de chaleur imminent

Source: Environnement Canada

Pendant la saison des pluies, la forte humidité fait augmenter l'humidex, avec des impacts sur la santé des populations.

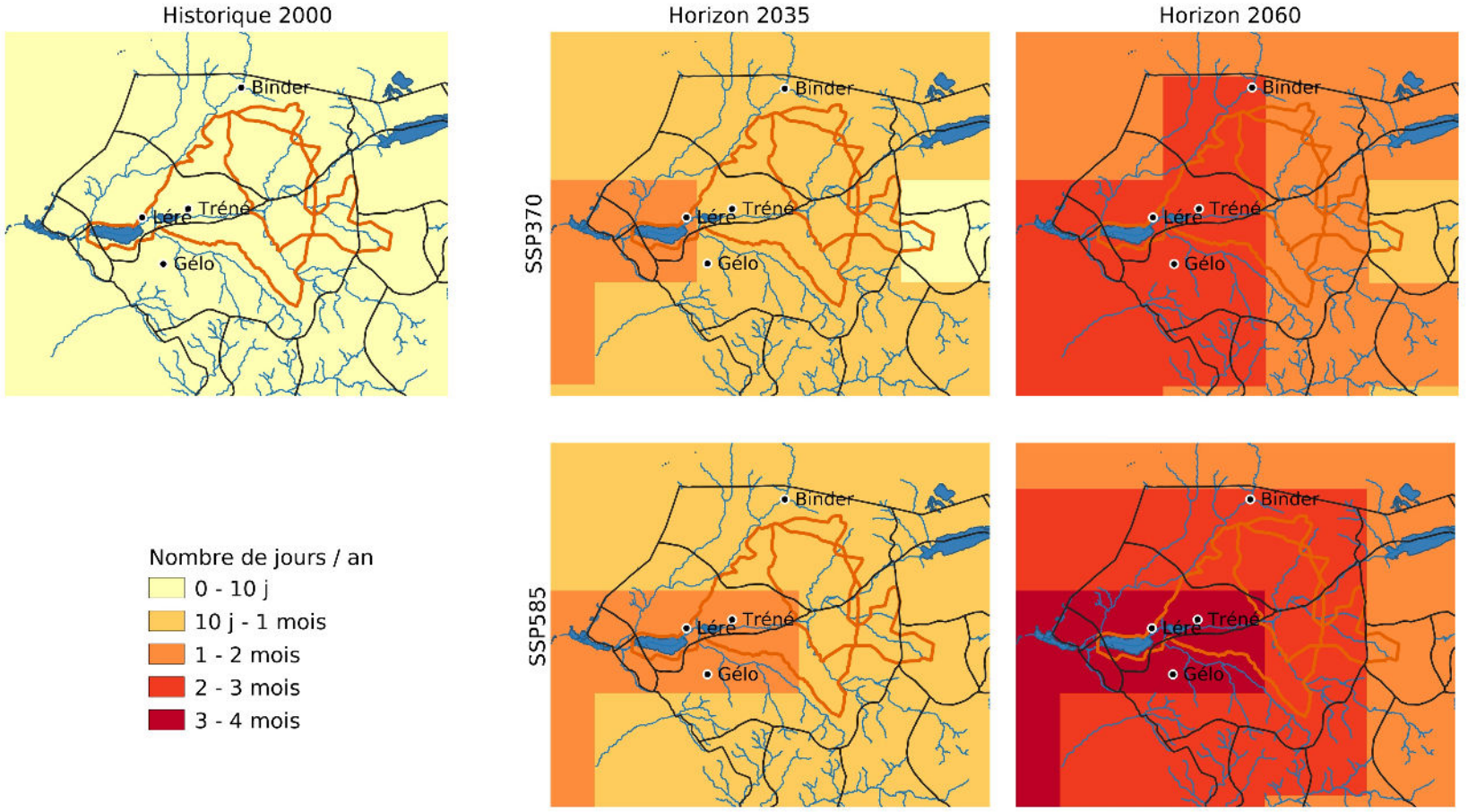
Résultats

Desjardins Développement international

Baastel

Humidex

Nombre de jours / an
avec un HUMIDEX > Seuil de Danger pour la santé



Le nombre de jours avec un Humidex > Seuil de danger pour la santé augmente fortement :

- moins de 10 jrs/an en climat historique
- plus de 3 mois à l'horizon 2030 en SSP5-8.5

Résultats

Indicateurs climatiques liés à

A. la température
B. la pluviométrie
C. la saison des pluies
D. feu de brousse

Résultats

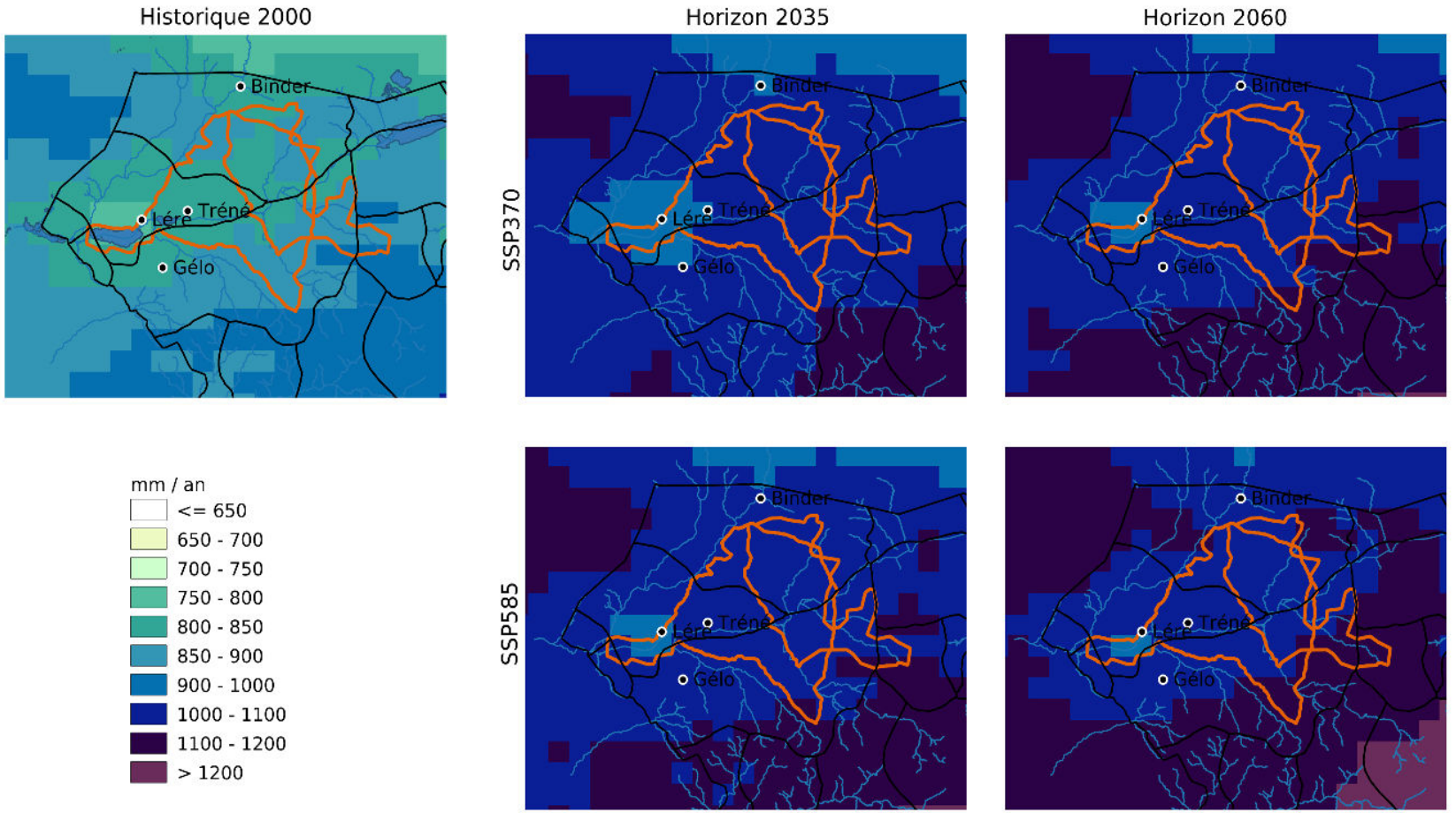
ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Cumul de pluie annuel

Cumul de pluie annuel



Augmentation de 100 à 200 mm/an

- de 10 à 20 % par rapport au cumul annuel historique
- plus intense dans le scénario SSP5-8.5
- qui augmente dans le temps

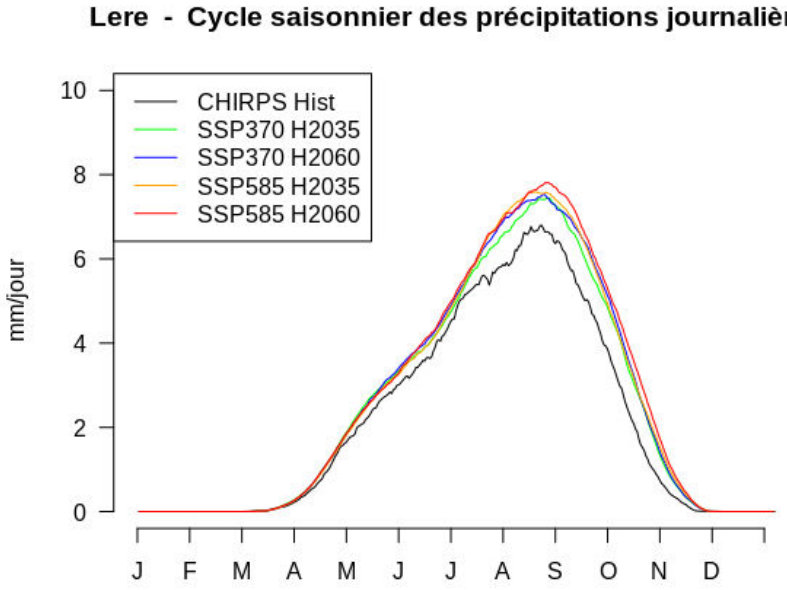
Résultats

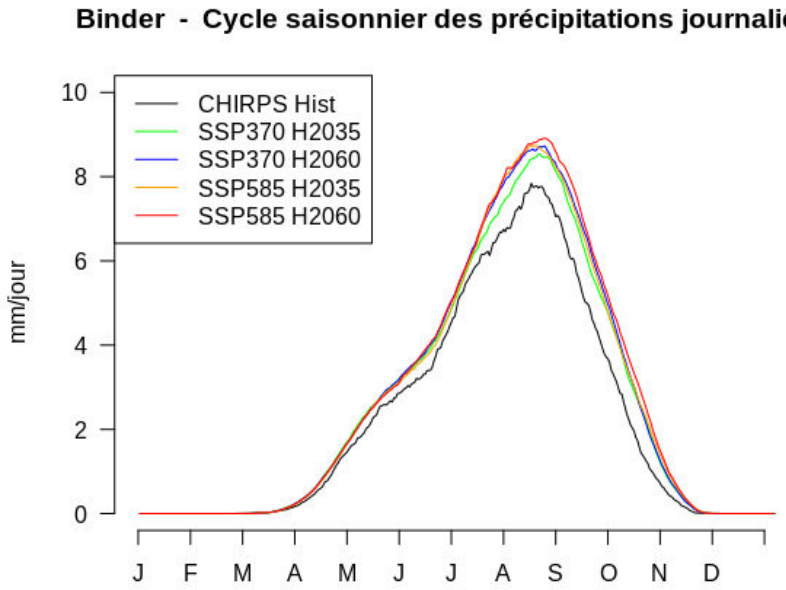
ELLESadAPt

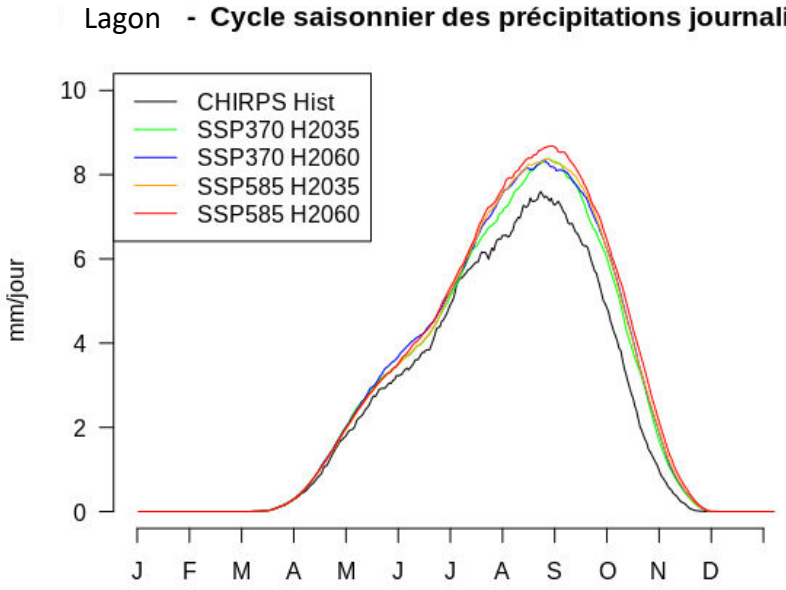
Desjardins Développement international

Baastel

Cumul de pluie annuel







A partir du mois de juillet, les précipitations augmentent par rapport à la période historique jusqu'à la fin de la saison des pluies.

Résultats

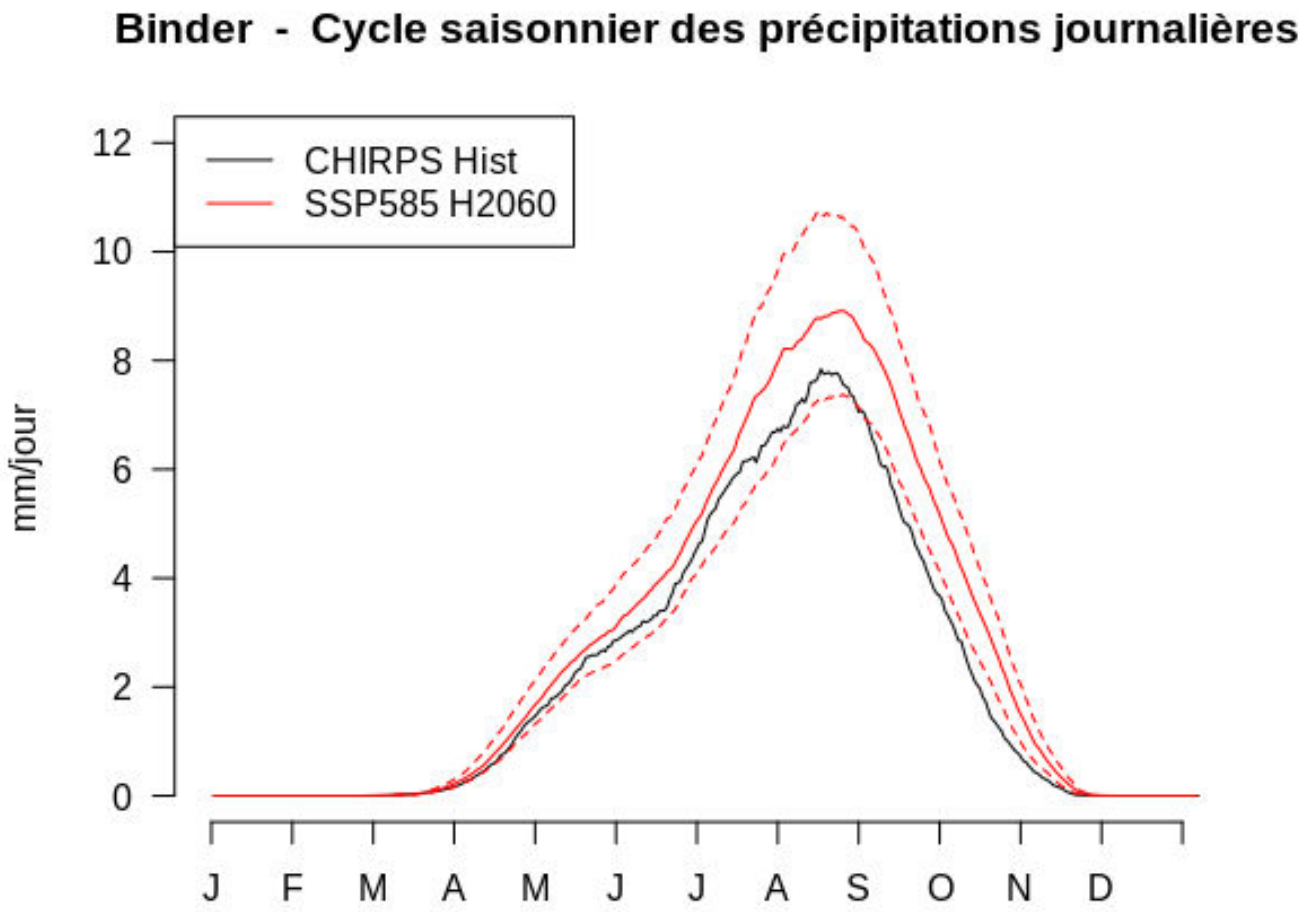
Cumul de pluie annuel

Analyse des résultats de 20 modèles

dispersion { ----- 75e percentile
----- 25e percentile

médiane ——

Augmentation nette du cumul journalier de précipitation malgré une plus grosse dispersion dans les simulations climatiques que pour la température.



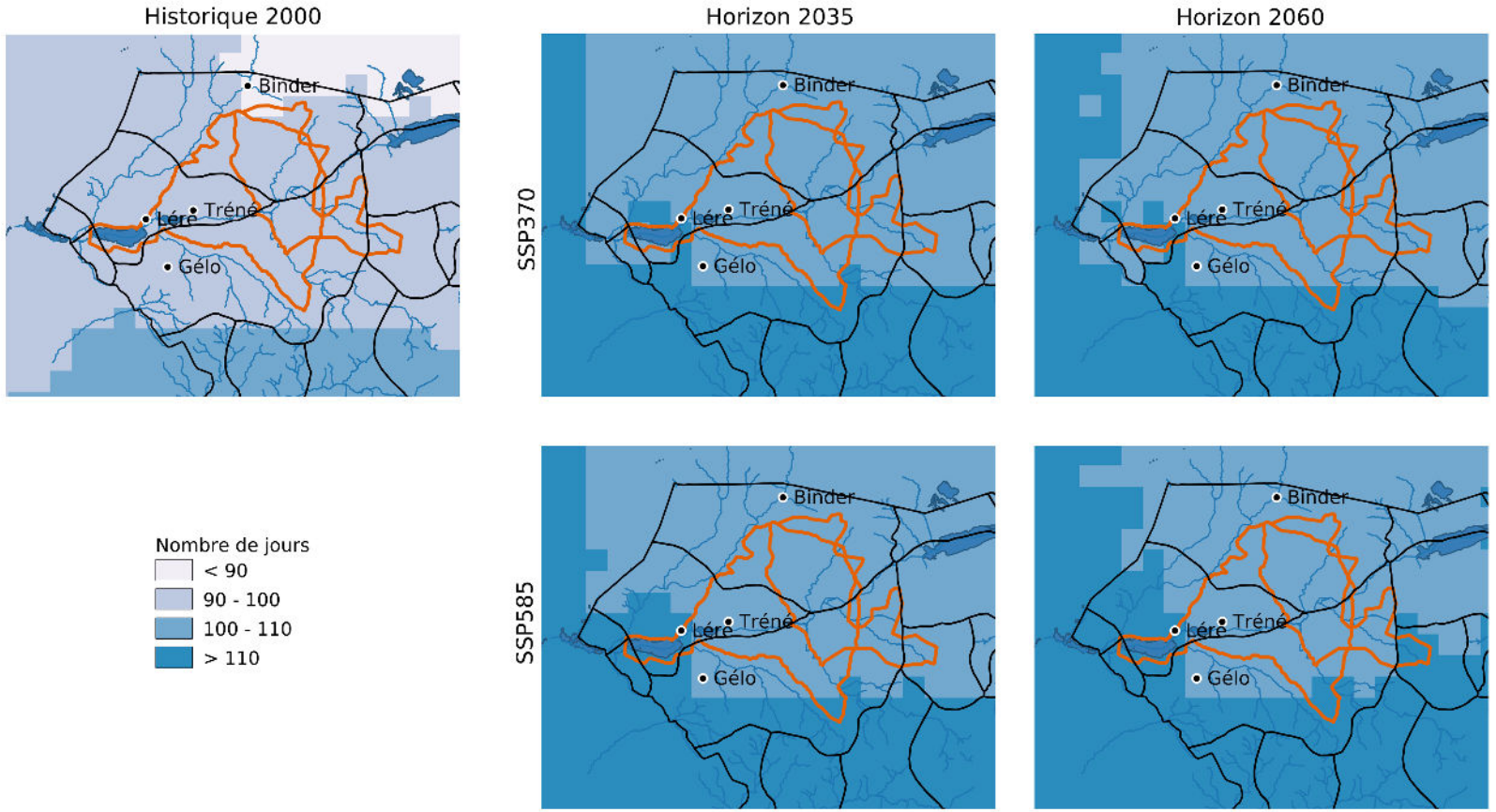
Résultats

Desjardins Développement international

Baastel

Nb de jours de pluie par an

Nombre de jours de pluie par an



Augmentation du nombre de jours de pluie

- de 10% par rapport au nombre de jours en période historique
- environ 10 jours de plus par an
- pas de changement significatif entre les scénarios ni entre les horizons futurs

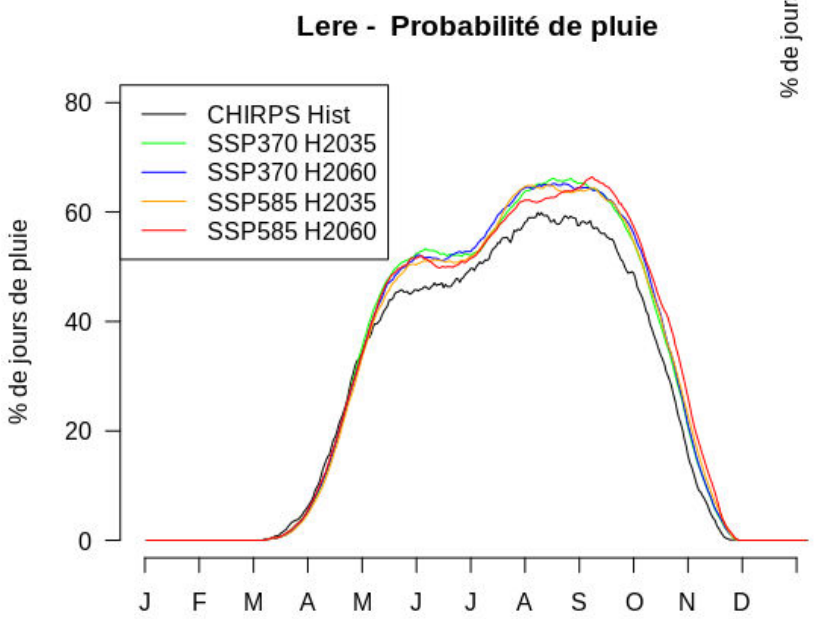
Résultats

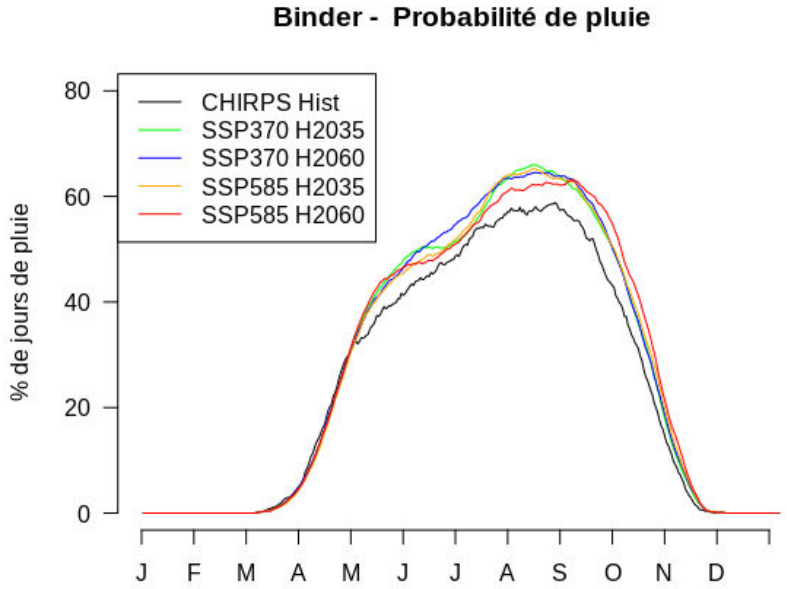
ELLESadAPt

Desjardins Développement international

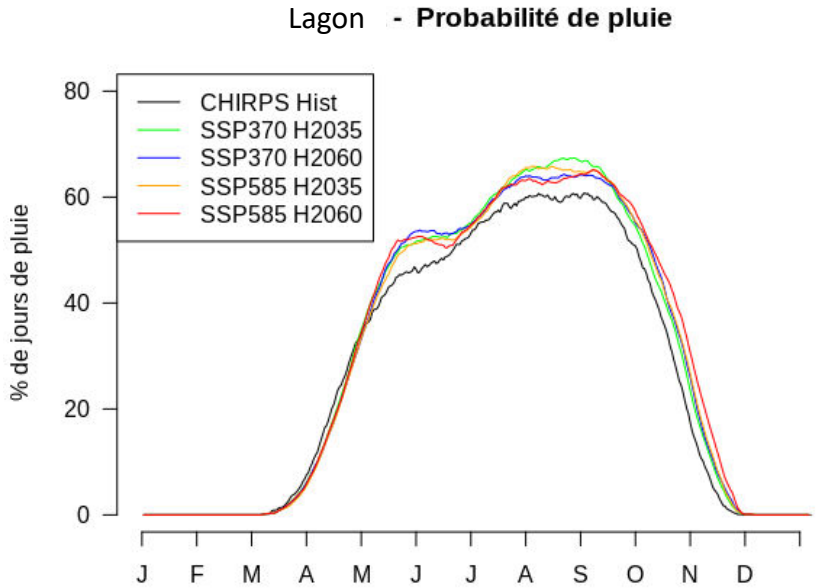
Baastel

Nb de jours de pluie par an





A partir du mois de mai, le nombre de jours de pluie augmente par rapport à la période historique jusqu'à fin septembre.
En juin-juillet, les pluies sont plus irrégulières.



Résultats

Desjardins Développement international Baastel

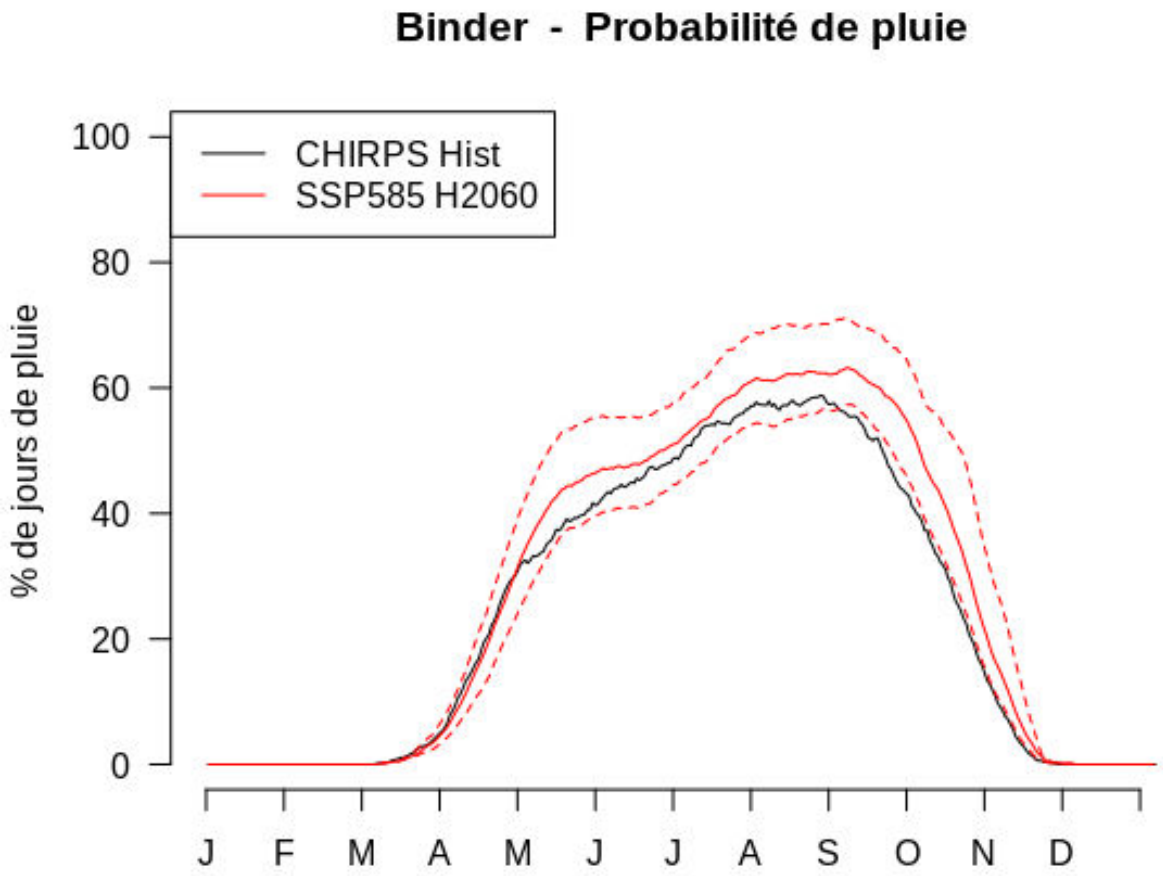
Nb de jours de pluie par an

Analyse des résultats de 20 modèles

dispersion { ----- 75e percentile ; ----- 25e percentile

médiane ——

Augmentation de la probabilité de pluie plus faible que la dispersion des simulations climatiques, sauf en fin de saison des pluies (septembre-octobre).



Résultats

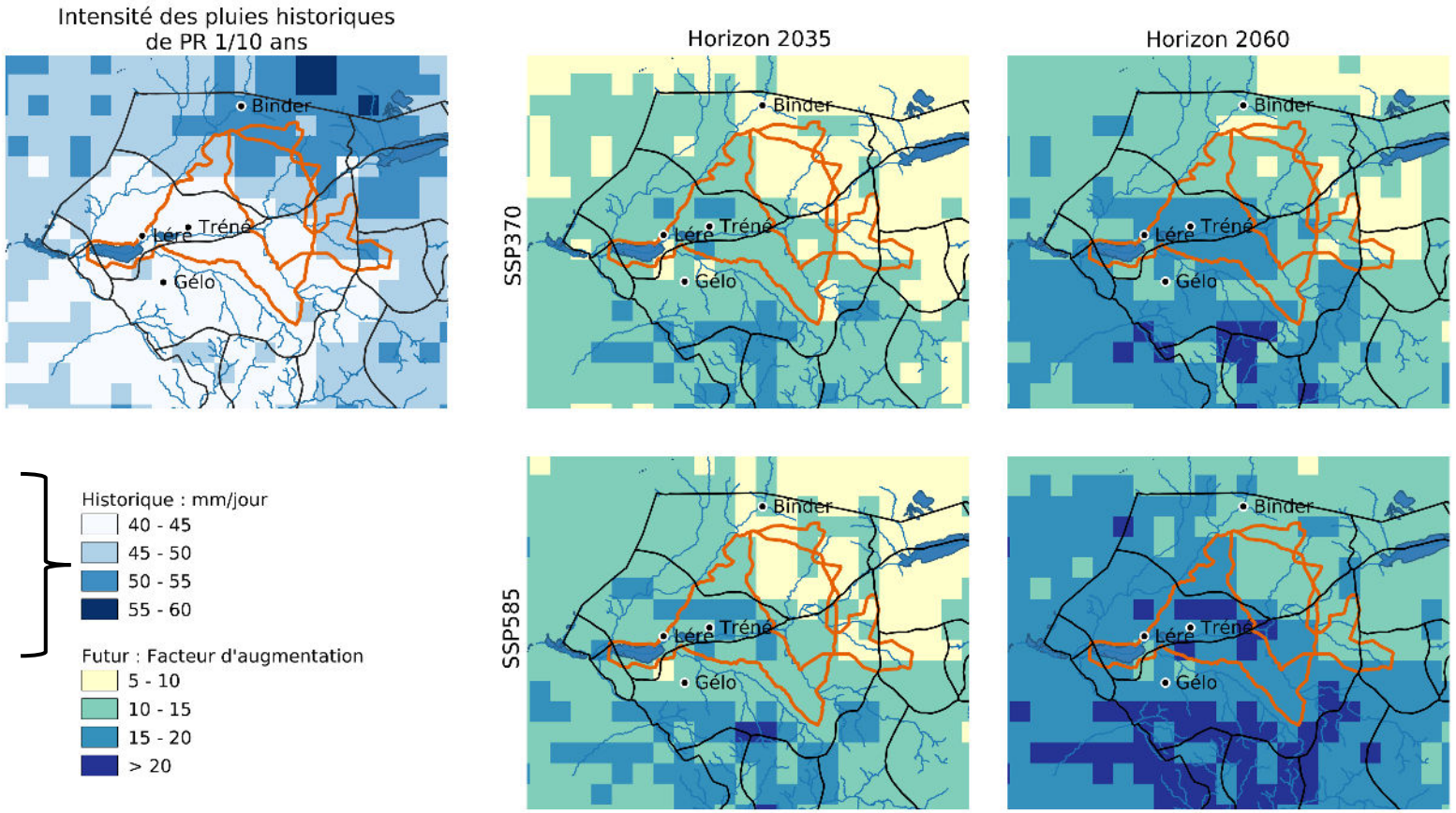
ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Pluie intense

Facteur d'augmentation en fréquence des jours de Pluie Intense



Valeurs issues des données CHIRPS, intensité sous-estimée

Augmentation de la fréquence des jours de pluie intense.

Un événement de pluie intense décennal en période historique arrivera

- une fois tous les 2 ans à 1 fois par an à l'horizon 2035
- 1,5 à 2 fois par an à l'horizon 2060

Résultats

Indicateurs climatiques liés à

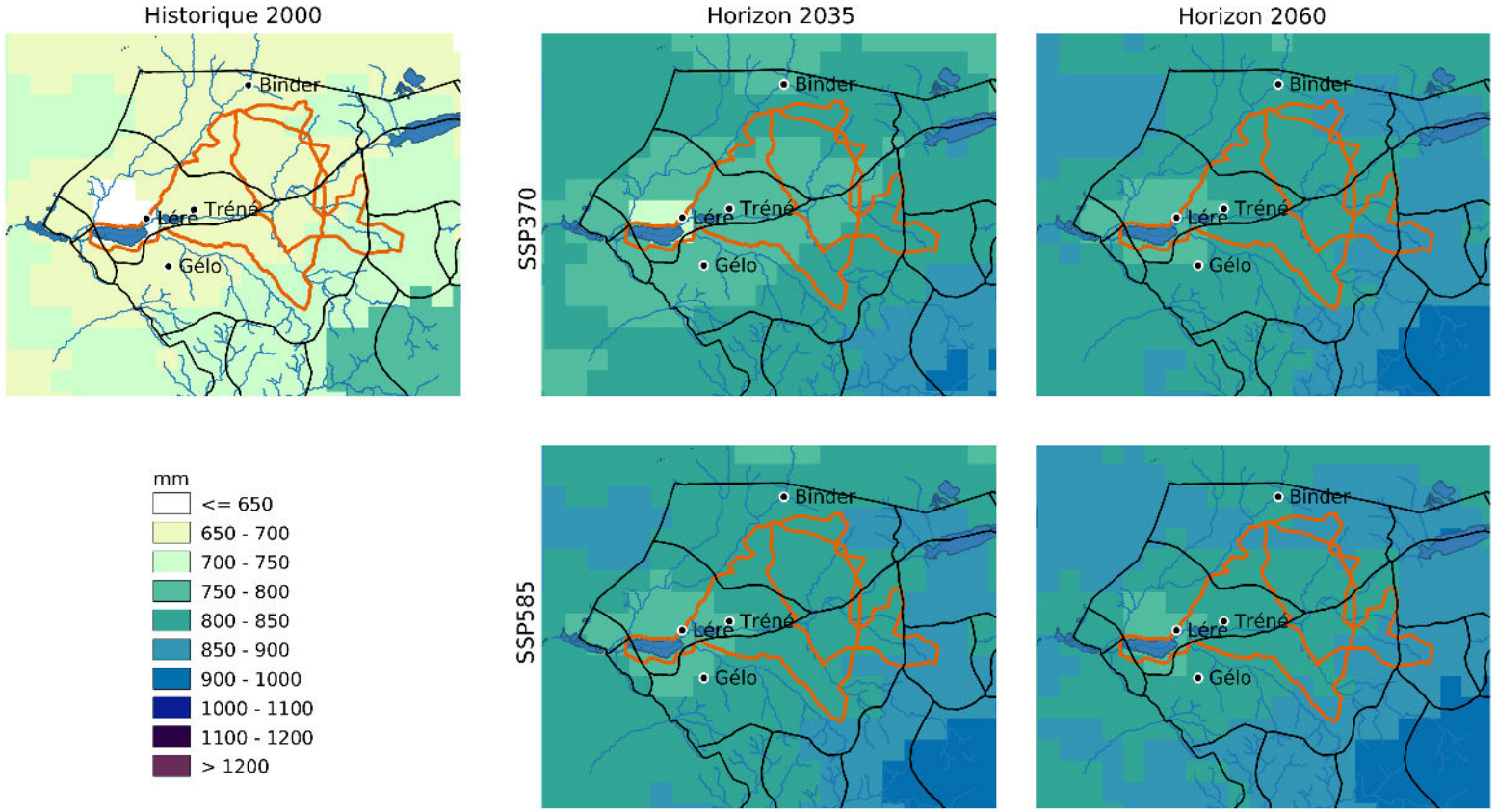
A. la température
B. la pluviométrie
C. la saison des pluies
D. feu de brousse

Résultats

Desjardins Développement international Baastel

Cumul de pluie en saison des pluies

Cumul de pluie en saison des pluies
(Juin à Septembre)



80% des pluies tombent en 4 mois (juin-sept)

Augmentation de 100 à 150 mm sur la saison des pluies

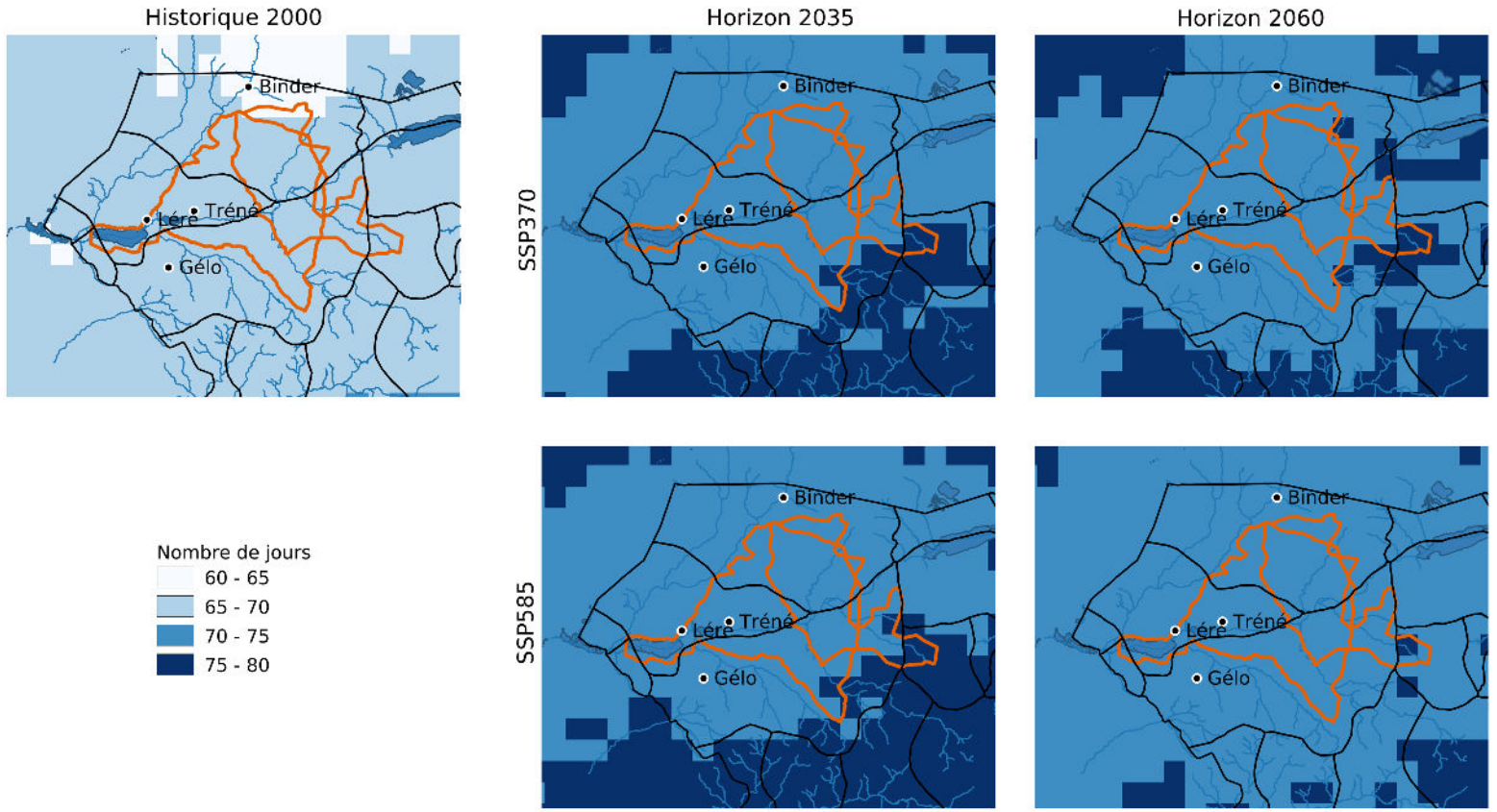
- de 15 à 20 %
- peu d'évolution entre les horizons 2035 et 2060
- peu d'évolution entre les deux scénarios

Résultats

ELLESadAPt

Desjardins Développement international Baastel

Nombre de jours de pluie en saison des pluies



70% des jours de pluie sont concentrés en 4 mois (juin-sept)

Augmentation de 5 à 10 jours de pluie sur la saison des pluies

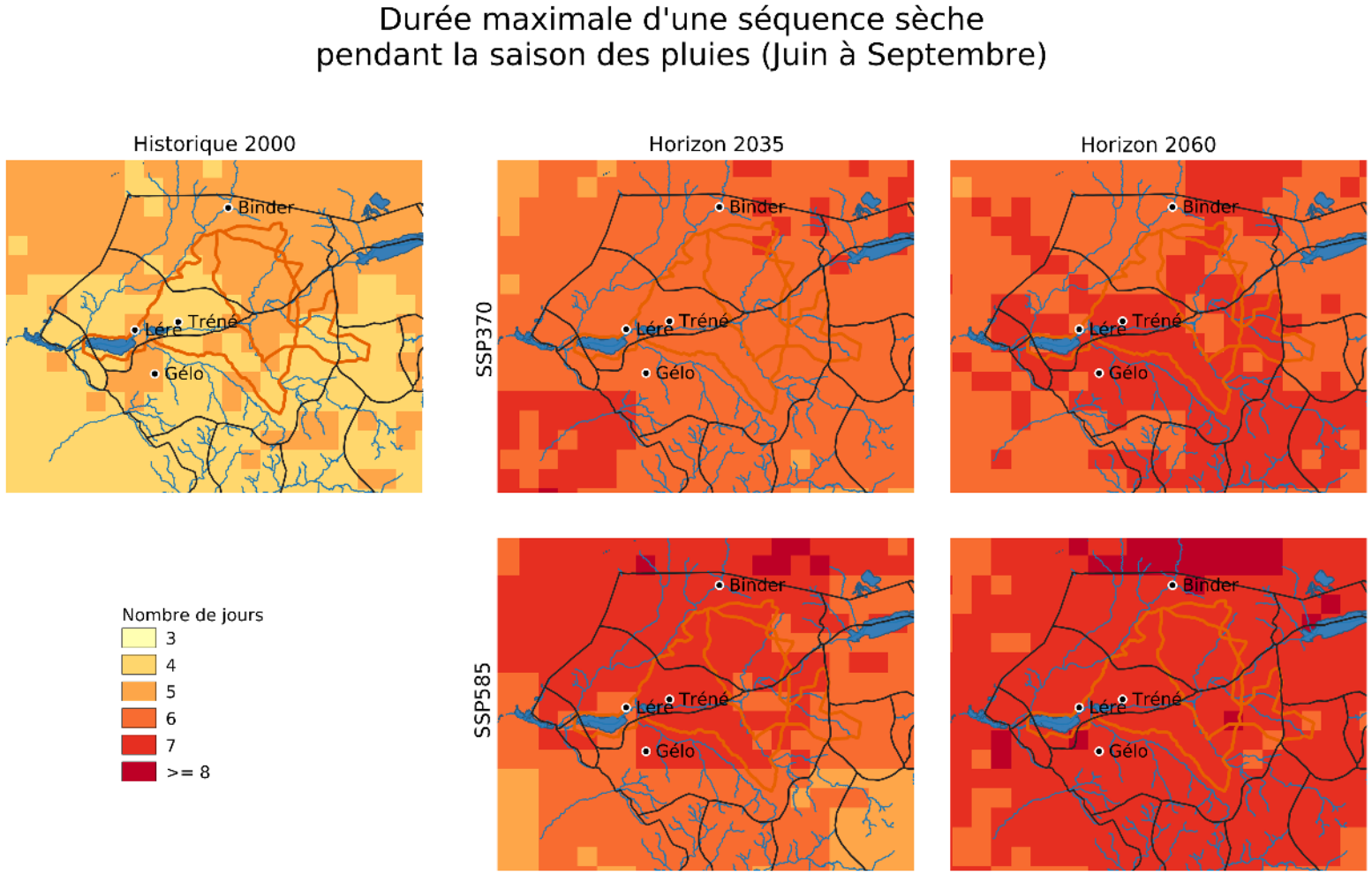
- de 7 à 15 %
- peu d'évolution entre les horizons 2035 et 2060
- peu d'évolution entre les deux scénarios

Résultats

Durée maximale d'une séquence sèche en saison des pluies

La durée maximale d'une séquence sèche entre juin et septembre passe de 4-5 jours à 6-7 jours.

- augmentation plus forte dans le scénario SSP5-8.5
- augmentation croissante dans le temps



Résultats

Indicateurs climatiques liés à

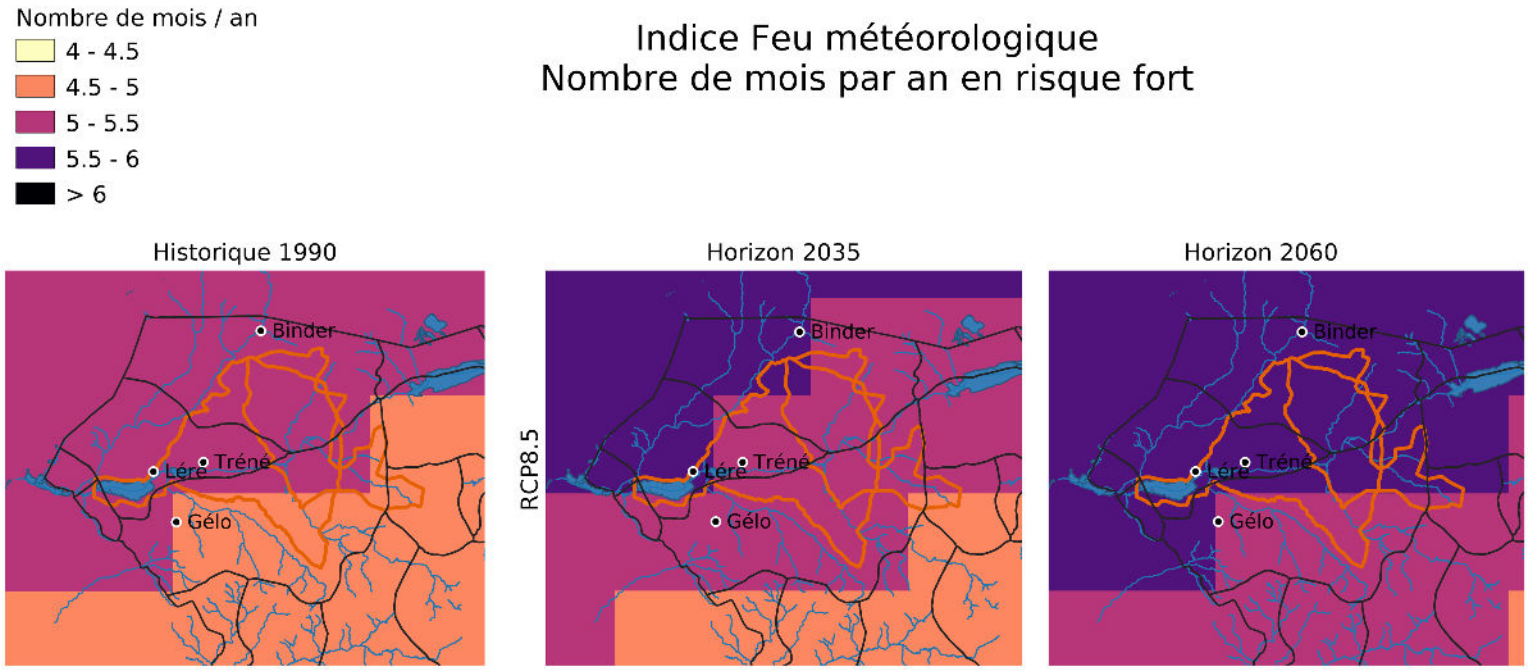
A. la température
B. la pluviométrie
C. la saison des pluies
D. feu de brousse

Résultats

Desjardins Développement international

Baastel

Risque de feu de brousse



En climat historique, risque fort pendant 4 mois ½ à 5 mois ½.

Augmentation de 15 jours par an à l'horizon 2060 en scénario RCP8.5

Synthèse des résultats

Paramètre	Indicateurs climatiques	Evolution
Température	Température minimale journalière (moyenne annuelle) Température maximale journalière (moyenne annuelle) Humidex (cycle saisonnier moyen; nb de jours par an avec Humidex > 45 / 54°C)	Augmentation ++ Augmentation ++ Augmentation +++
Précipitation	Cumul de pluie annuel Nombre de jours de pluie par an Probabilité de pluie intense (caractérisé par la PR 1/10 ans en climat historique)	Augmentation ++ Augmentation + Augmentation +++
Saison des pluies (Juin-Sept)	Cumul de pluie sur la saison des pluies Nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies Durée maximale d'une séquence sèche en saison des pluies	Augmentation ++ Augmentation + Augmentation +
Feu de brousse	Indicateur de Feu Météorologique (nb de jours par an avec un risque fort - IFM > 35)	Augmentation +

Synthèse des résultats

Température

- Augmentation des températures uniforme de 1 à 2.5°C tout au long de l'année et sur tout le territoire des Aires Protégées.
- Pendant la saison des pluies, à cause de la forte humidité, cette augmentation entraîne un risque fort pour la santé qui passe de 10 jours en période historique à 2 à 3 mois à l'horizon 2060 en scénario SSP5-8.5.

Pluviométrie

- Augmentation du cumul de pluie annuel de 10 à 20 %, concentrée entre juillet et octobre.

  Elle est liée à deux facteurs :
  - une augmentation du nombre de jours de pluie en mai et de juillet à septembre.
  - une intensification des pluies

  et entraîne un risque d'inondation par débordement de cours d'eau ou flash flood.

Saison des pluies

- Décalage de la fin de la saison des pluies.
- Augmentation du cumul de pluie pendant la saison des pluies avec plus de jours de pluie. Cependant, des pluies intenses alternent avec des séquences sèches dont la durée augmente légèrement.

Synthèse des résultats

ELLESadAPt

Desjardins Développement international

Baastel

Aléas qui augmentent le plus dans le futur et auxquels les populations sont les plus vulnérables

- Jours avec un humidex supérieur au seuil de « danger »
  Danger pour la santé des populations et de la faune





- Probabilité de pluie intense
  Risque d'inondation (flash flood & débordement des rivières)

Puis

- Températures minimales et maximales
  Stress thermique pour les écosystèmes (faune, flore) et les cultures





- Jours avec un Indice Feu météorologique en risque fort
  Risque de feu de brousse