

Données météo et utilisation en sciences sociales

Antoine Leblois (CEE-M / INRAE)
antoine.leblois@inrae.fr

Présentation dispo en ligne:
http://antoine.leblois.free.fr/Pres_donneesMeteoMigr_2023.pdf

Webinar Paris1, 28 novembre 2023

PLAN

1/ Précipitations (avantages / limites)

- Données globales :

CHIRPS, CRU, GHCN, ERA5, GPCP...

- Données locales

2/ Différents indices de sécheresse

- Températures

- Ruissellement / *runoff*

- Phases de croissance des plantes

3/ Cas de l'agriculture vs. chocs clim en général

4/ Migrations (spécificités)

Types de données et enjeux

Faire la différence entre \neq **formats** (**spatial temporel**)

- grille globales

(interpolées spatialement / krigage)

- données de stations (*GPS coordinates*)

(**pas de temps : jour/15aine/mois/an**)

& différentes **sources** (méthodes)

- obs. (jauges manuelles / automatiques)

- obs interpolées

- estimations satellites



--> différentes méthodes :

downscaling / model reanalysis...



Globaux: grid data

CHIRPS: jeu de données, en grille, résolution $0.05^\circ \sim 5\text{km}$ (Santa Barbara)

Entre 1981 et auj. (quasi temps réel) & haute résolution / profondeur temp.

Au plus fin: données quotidienne de précipitations

<https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>

Inconvénients:

- Uniquement tropiques (50N-

- Estimation satellite

- * couverture nuageuse

- (validé par obs. jauges)

- * pb pour nb petites pluies

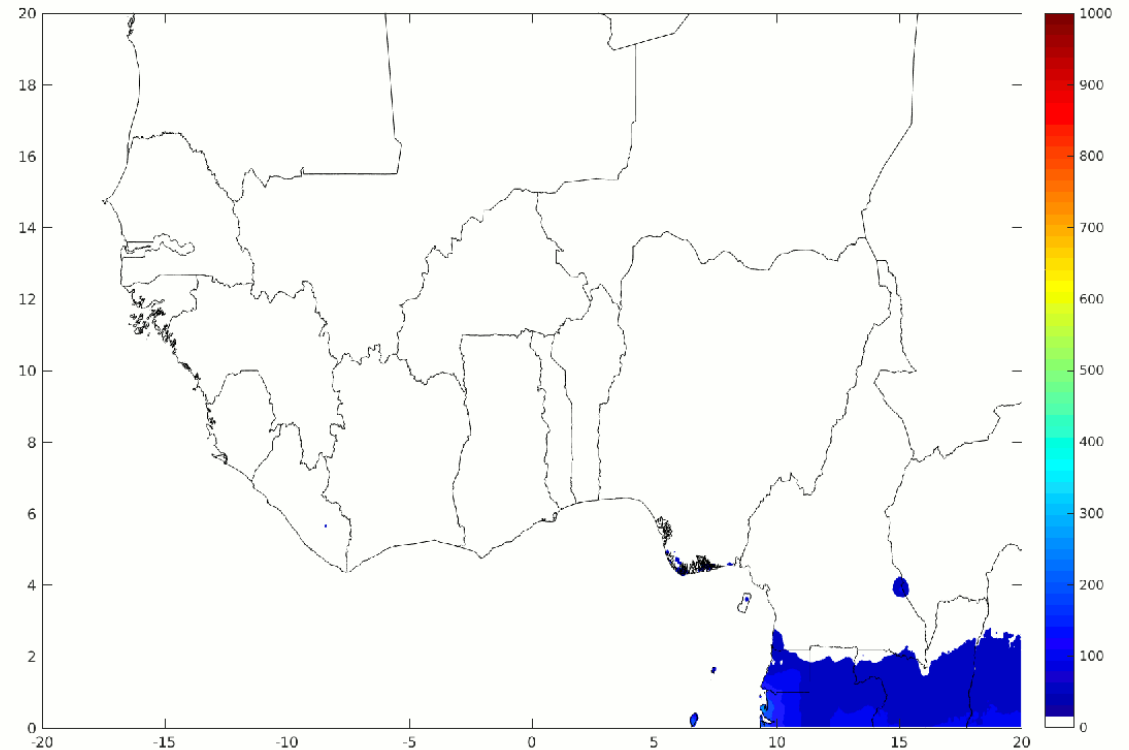
- quotidienne (surestimées ?)

- Format **Netcdf** / tiff

- petit coût d'entrée

- (python, R, matlab, ...)

- mais beaucp moins lourd



CHIRPS (2001-2015): monthly rain average

Globaux : *grid data*

CRU

Climate Research Unit
(CRU, Univ. East Anglia, 1901-2022)

<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>

50km (0.5 degré décimal), **mensuel** 1901-2022,

Source: *Global Historical Climatology Network (GHCN version 2) & the Global Surface Summary of Day (GSOD)*

* **Avantages**

profondeur temporelle —> tendances et climat moyen/LT (indices relatifs)

Vars : Précipitation (cumul), **moyennes**, **maximales** et **minimales** de temp.

Format ascii test facile à extraire (& GEE interface).

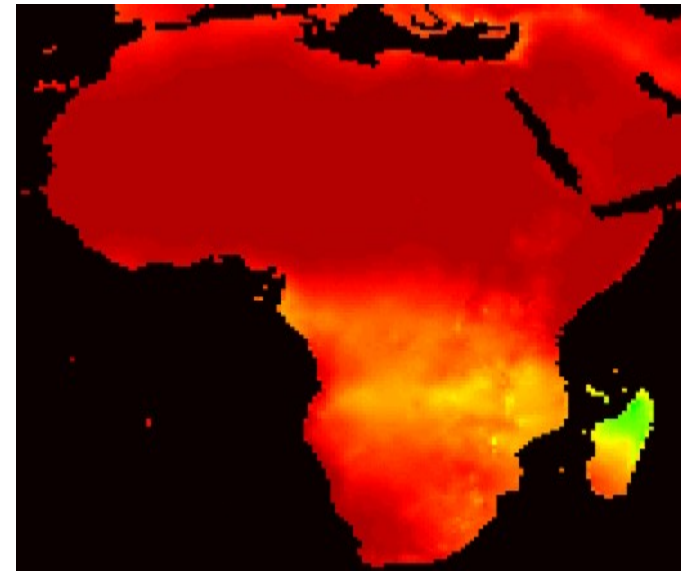
Higher spatial resolution than comparable data sets

* **Inconvénients**

Interpolation accuracy depends on the spatial coverage of the station data

Pb version TS2.1 (1900-2011) missing

= 'filled' moyenne sur le siècle (Suds : densité faible stations <1970) (TS3 et suivantes)



WorldClim

Historical **monthly** weather data for 1960-2018 :
downscaled from CRU-TS-4.03, using WorldClim 2.1 for bias correction.

Available variables :

- average minimum temperature (°C),
- average maximum temperature (°C)
- total precipitation (mm).

Spatial resolution 2.5 minutes (~21 km²) soit 0.042°

Downloaded by 10 years periods Each download is a “zip” file containing 120 GeoTiff (.tif) files, for each month of the year (January is 1; December is 12), for a 10 year period.

<https://www.worldclim.org/>

LT climate available (1km) 1970-2020

Forecast available for future climates (no time variations), useful for Ricardian analysis...

Arc2 / Rfe2.0

IRI *International Research Institute for climate and society* (Columbia / Palissades)

- Afrique / Asie uniquement (un nouveau jeu depuis?)
- Données quotidiennes pluvio a 0.1 degré, 10km + forecasts estimations satellite (microwave, validé) Text / ascii ou geotiff par ftp (simple) aussi shp / raster

<https://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsddata/africa>

<https://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsddata/africa>

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GIS/GIS_DATA

<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/international/af>

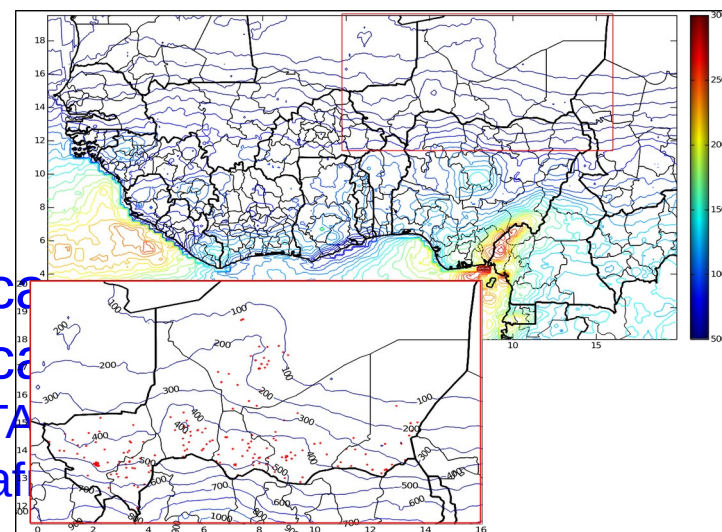
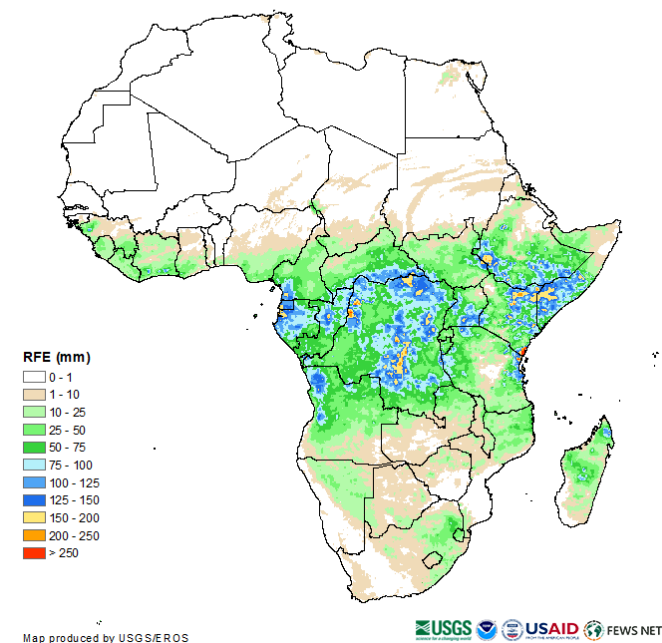
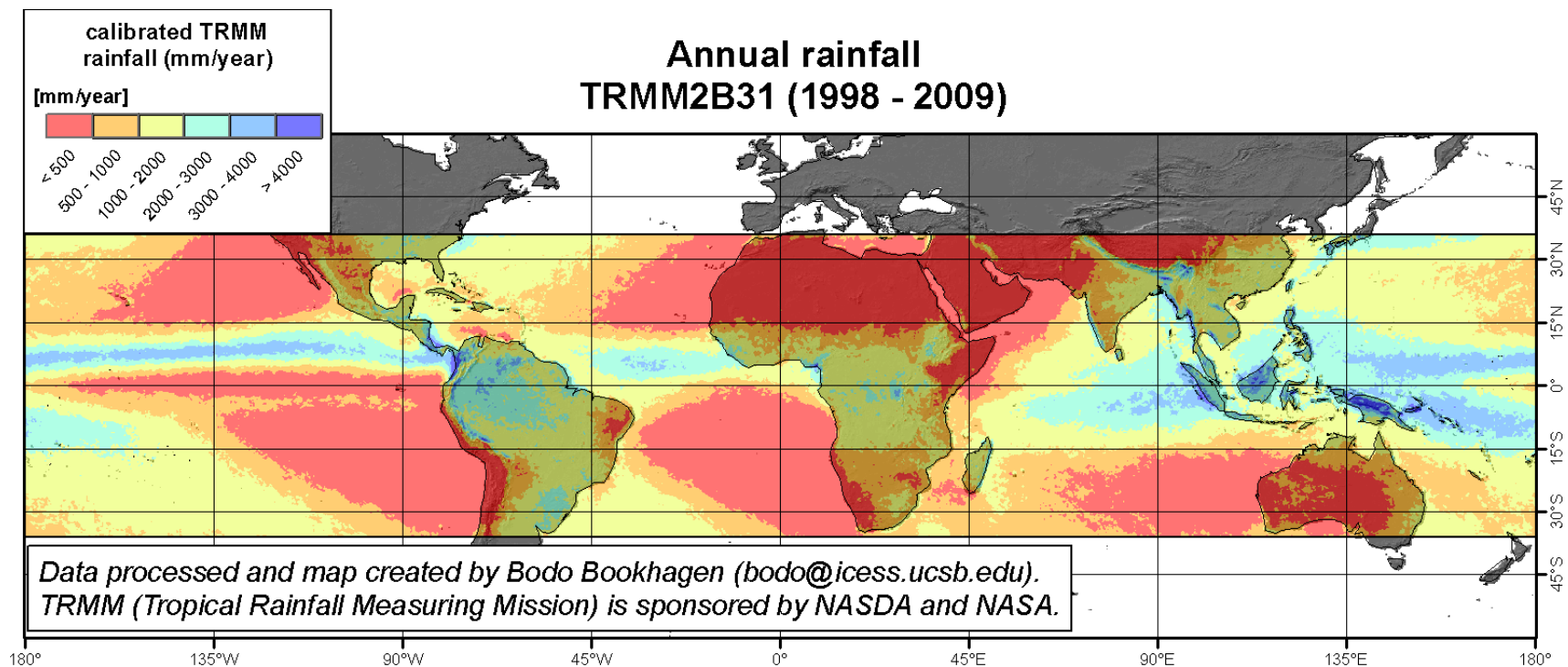


Figure S.1: Map of West Africa and Niger. Isohyets in millimeters of 2001-2011 average rainfall (mm, legend: right hand side bar) in Niger and in Western Africa according to rainfall estimates data (RFE2, NOAA). Red dots give the location of the clusters of LSMS-ISA survey.

• Trmm

Que tropiques

- Pas utilisées, je connais moins bien
- Décade / pentade (pas quotidien)
- <https://gpm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm>



Données de stations pluviométriques

GHCN (Global Historical Climatology Network, Peterson and Vose, 1997),

<https://www.ncei.noaa.gov/products/land-based-station/global-historical-climatology-network-daily>

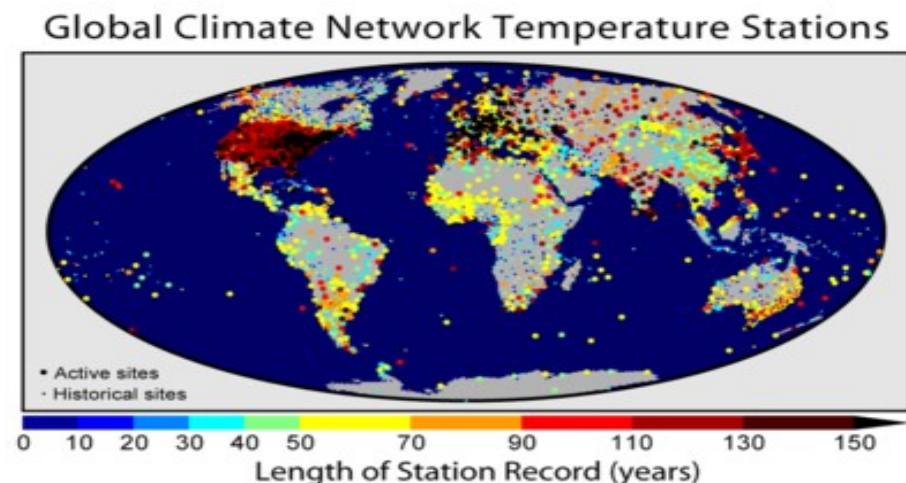
ascii, 1 file/station

Monthly analysis:

GPCP GPCP (Global Precipitation Climatology Center/Project, Rudolf et al., 2010)

<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.gpcp.html>

Monthly values 1979/01 through 2023/09
NetCDF4



Reanalysis data:

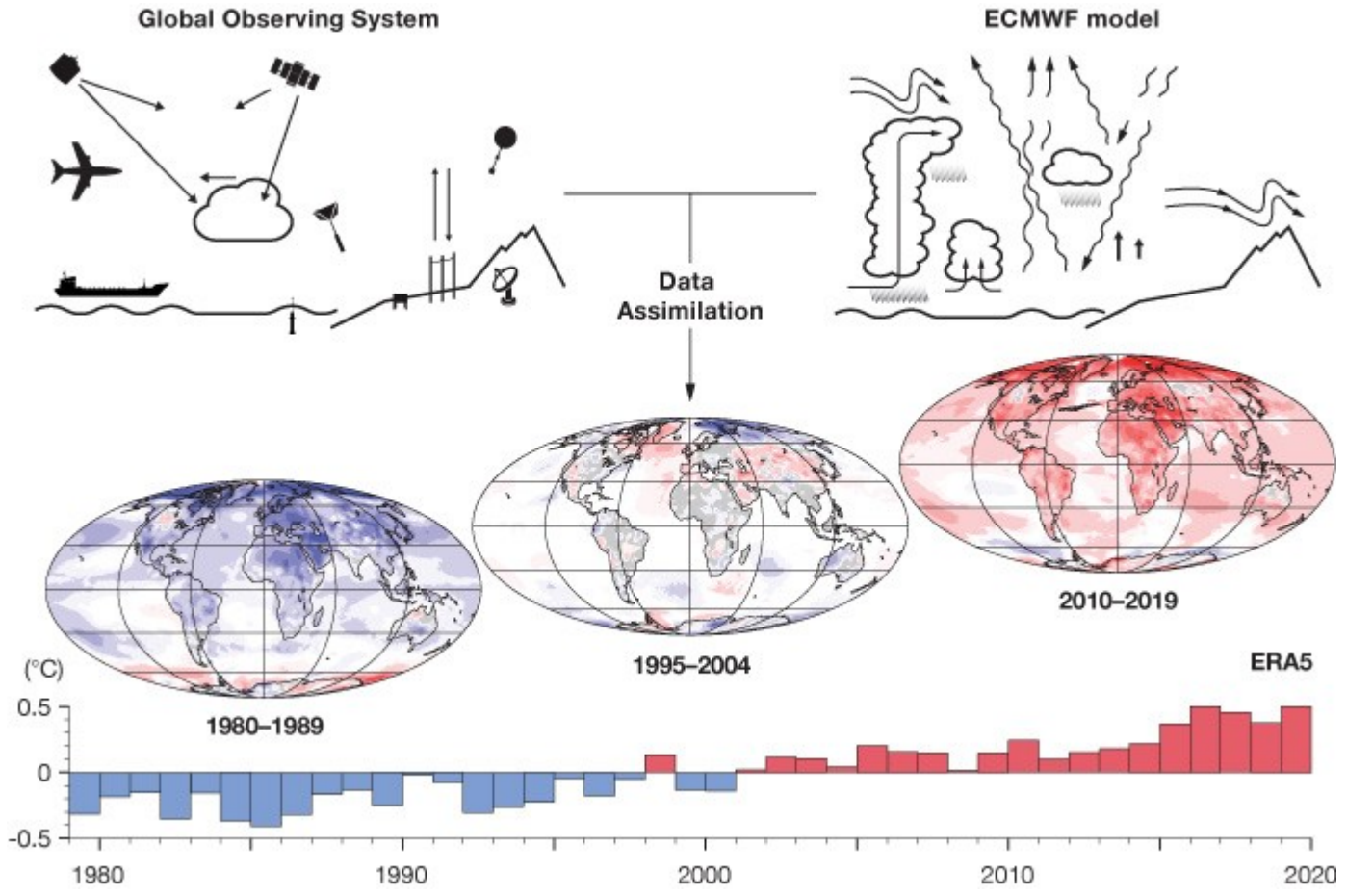
ERA 5 (ECMWF)

<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>

NCAR Research Data

(Princeton)

<https://rda.ucar.edu/>



Use cases	Recommendations
Drought monitoring	TARCAT, RFE2, ARC2 recommended Avoid RFE2 and ARC2 over mountainous areas Avoid RT products which have a large wet bias CHIRPS developed for drought monitoring, but advised for flood monitoring by Dembélé and Zwart (2016) and Toté et al. (2015)
Agriculture/crop modeling	Not many comparison studies [only Pierre et al. (2011) looks at vegetation modeling] Depends on the region RFE2 over the Sahel (both good for occurrence and amount) CMORPH has good rain–no-rain discrimination, but need bias correction (large wet bias)
Flood monitoring	Avoid TARCAT, RFE2, and ARC2 CHIRPS: developed for drought, but recommended for flood over Burkina Faso and Mozambique by Dembélé and Zwart (2016) and Toté et al. (2015) CMORPH: good detection skill, and (large) wet bias (except over Zimbabwe) PERSIANN: high POD and positive bias, but very large bias and do not represent well distribution of high precipitation values (over the Sahel). To be used with caution. Other possibilities: GPCC-1DD, TMPA 3B42, GSMaP (but can have dry bias for some years/locations)
Hydrological modeling/reservoir management	Need to account for the bias of rainfall products (especially RT, which have large bias) Possible improvement by calibrating the model (Gosset et al. 2013; Thiemig et al. 2013)
Climatology/general	Depends on the regions General good agreement at monthly scale ^a PERSIANN-CDR, ARC2 (and CHIRPS) developed for climatology Gauge-only products: long time period, but accuracy varies in time Over the Sahel: regional products (except TARCAT over Burkina Faso), and CMAP at monthly scale (Ali et al. 2005) CHIRPS: good results, but only two studies (Dembélé and Zwart 2016; Toté et al. 2015) CMORPH: the algorithm has been modified during production of version v0.x, prefer v1.0 for climatology ^b (for more consistency in time). Be aware of its relatively large wet bias. TMPA: in general reasonable performance
Mountainous areas	CMORPH and TARCAT recommended Avoid RFE2, ARC2, and PERSIANN
Diurnal cycle	Only few studies at subdaily scale Only studied over Niamey, Ouémé, and Dakar (Pfeifroth et al. 2016; Roca et al. 2010)

^a Performance of rainfall product increases for coarser resolution.

^b Version 1.0 has been reprocessed with consistent input/algorithm.

Jeux de données locaux

- Pb missing doivent être 'comblées' et ruptures de trends ?
- Relevées automatiquement (après 2000?) ou manuellement (pas quotidien)
- Nécessite d'avoir une forte densité du réseau de stations surtout climats variables spatialement (mousson/ montagnes)
- Température ne varie pas spatialement donc moins grave d'interpoler et d'avoir faible densité / résolution ($6^{\circ}\text{C} / 1000\text{m alt.}$).

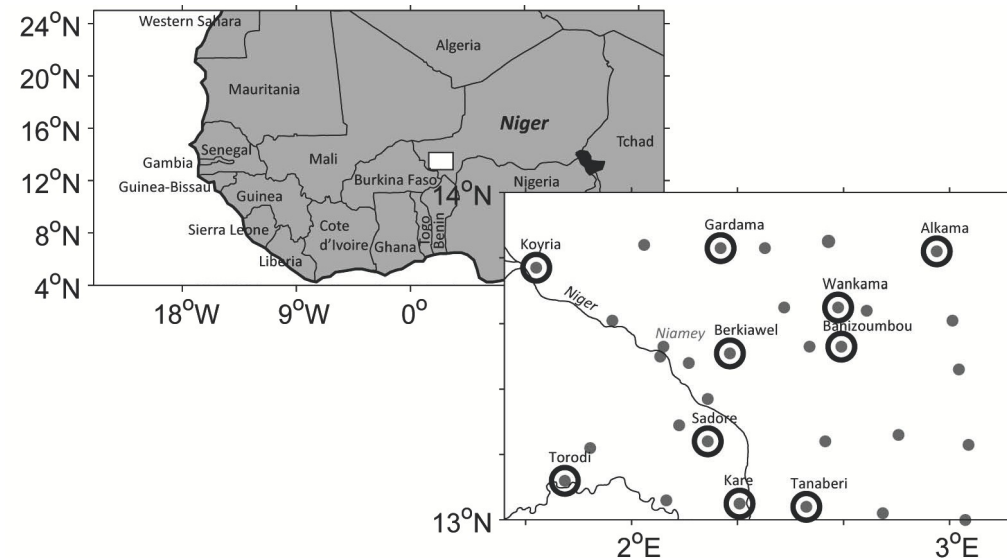
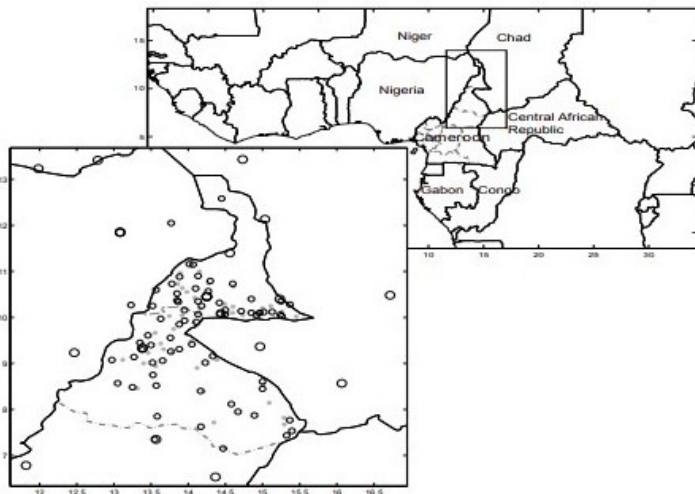


Figure 5.3: Meteorological (large black circles) and rainfall stations (small black circles) network of the region and barycentres of sectors (grey dots: average of PGs locations). Sources: Sodecoton, IRD and GHCN (NOAA).

Chocs et sciences humaines

appréhender un choc passé:

- Observations > estimations ou downscaling / interpolation spatiale > réanalyses (ERA5, ECMWF...) modélisées
- Chocs **macro** ≠ **micro**
- Différences climat (long terme) & météo (court terme, local)
⇒ chocs relatifs à un climat
- Centrer réduire par pixels/zone (profondeur temporelle significative >30ans) comme SPI / SPEI → fitted distribution . . .
(spécifique au climat local)
- mais on peut aussi vouloir estimer l'effet d'1 choc météo (absolu) précis (cumul < 100mm/5j sans pluies)
- Différents de EF pixels, utile: interaction *pays x année* (notamment *clustering*)



Le pas de temps compte aussi (Min temp jour ou moyenne mois)

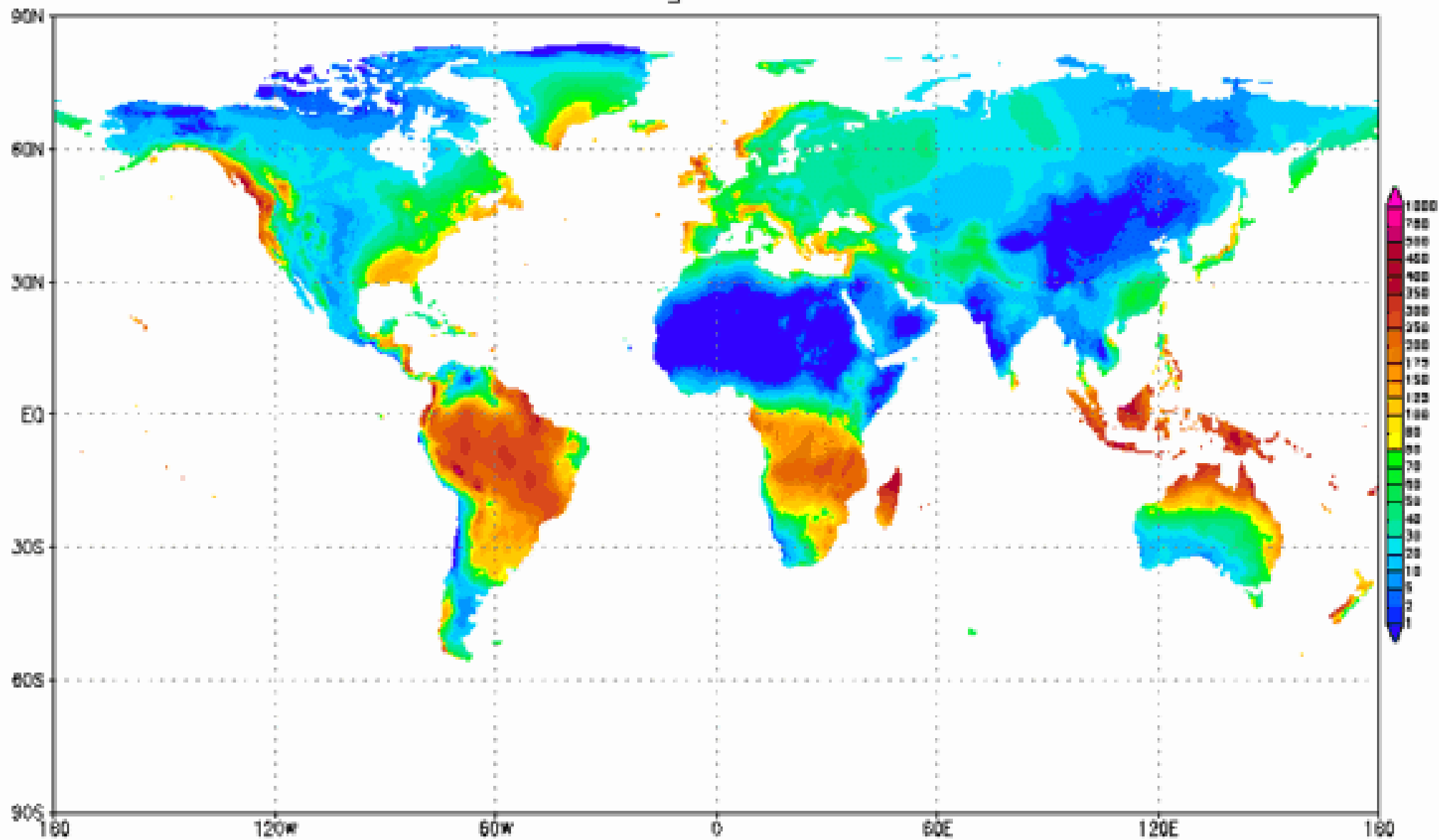
Chocs autre que la sécheresse ou manque d'eau

- Risk = Proba x Vulnerability x Exposure
- Pour une bonne estimation d'un excédent de pluie (hors agriculture) inondations \Rightarrow nécessité d'avoir un modèle **hydrologique** (bassin versant, ruissellement, *flash floods* etc.)
- Courbes de pertes en fonction du bâti... (exposure)
- De manière générale, différencier **météo** (complexité : relief / *land-use*, + empirique)
- Climat : modèles physiques à haute échelle (globe) + théorique

Macro / proxies

- On parle bcp d'ENSO (El Niño – Southern oscillation)
- Température de surface océan pacifique sud corrélé au climat l'année suivante (formations nuageuse...) années *el nino / la nina*
- Observation pêcheurs au Pérou... / Utilisé pour la prévision météo
- Notamment tropiques / moussons
- Canaux de transmission ? Zones (tropiques / tempérées) ?

Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : JAN



Données migratoires

- **Shapefiles** pays région ou enquêtes (localisation approx sauf lieu où ménage est) / **historique**
- **De plus en plus de données géo localisées**
- **Pb présence au moment du choc** (migration précise)
- **Granularité spatiale et résolution temporelle** (météo en grille ou en localisation, station la plus proche)
- **SPI indice relatif** (deviation à la normale de la période pour un endroit donné, anomalie) **vs dry spell absolu** (nb jours / effet rdts agricoles) ou pluies > 80mm (dommages)

Variabilité / CC

- Différence météo climat

- Formats aussi netCDF Tiff ou ascii

- Mobiliser **modèles climato prédictifs**

Choix de forçage (RCPs) / modèle (GCMs) /
downscaling & correction bias

- Projections pas prévision et donc toujours utiliser plusieurs modèle (moyenne/médiane)

Où trouver ces données climatiques?

- Données brutes sur servers ESGF ex <http://esgf-data.dkrz.de> mais format expert
- Intercomparaison des modèles : **CMIP5**, maintenant **CMIP6**
- Exercices coordonnés de downscaling: **Cordex**
- Il existe une multitude de portail climat pour faciliter l'accès:
 - [Climate change data portal](https://climateknowledgeportal.worldbank.org)
<https://climateknowledgeportal.worldbank.org>
 - [Climate Information Platform](http://cip.csag.uct.ac.za/webclient2/datasets/africa-merged-cmip5/)
<http://cip.csag.uct.ac.za/webclient2/datasets/africa-merged-cmip5/>
 - CLIMAP <http://retd1.teledetection.fr/climap/proj/>

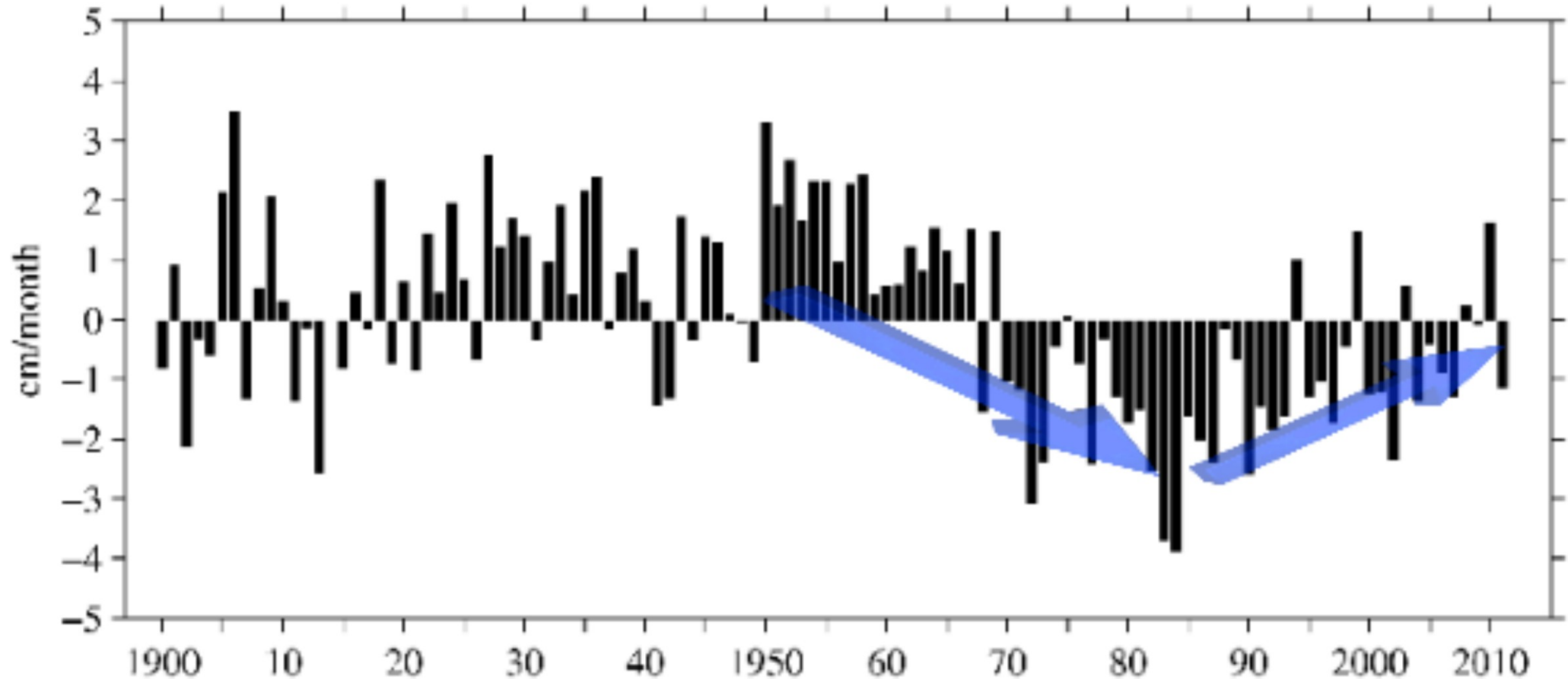
<http://cip.csag.uct.ac.za/webclient2/datasets/africa-merged-cmip5/>

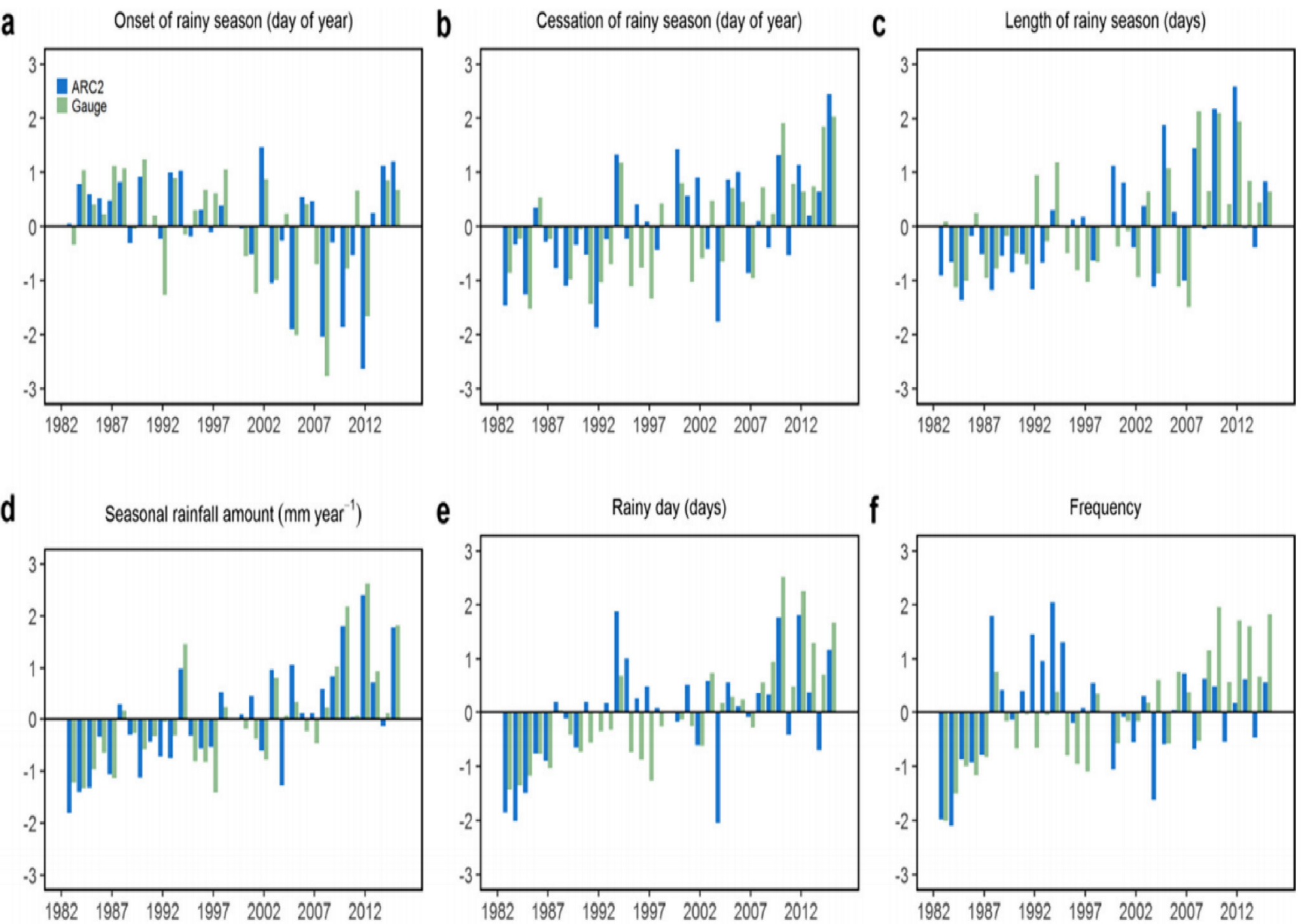
Indices de précipitation spécificité agriculture

- Mesure de la qualité des précipitation:
- Cumul (SPI) valables pour sécheresses et inondations
- importance du **timing & variations** (mais avec bcp de zéros \Rightarrow pas écart type \Rightarrow nb de jours de pluies / Qt pluie moyenne par jours de pluie...)
- Spei (température / etp: évapo), $>$ au spi (en quotidien)
- besoins en eau (idéalement type de sol et ruissellement, run-off)
- $<$ palmer drought index etc.
- **Agriculture :**
- Dry spells (période sèche) période (de 5/7 ou 10/14 jours) sans pluie, dommageable pour les plantes
- Ou qualité de la saison des pluies (durée, *offset* – *onset...*) importance du démarrage de la saison (variable \Rightarrow détermine durée saison, semis ratés...) dans le cas de l'agri. soudano-sahélienne

Climat vs. meteo,

distinction sources et indices pour comprendre la qualité de la reprise des précipitations en zone sahélienne





Qualité de la saison de pluies

- Durée de la saison (onset, défini par Sivakumar, 1988, Balde, 2013... ou encore Liebman & Marengo 2001 (*IJC, applicable pour plusieurs saisons par ans...*), nécessite dans tous les cas des données quotidiennes.
- Nb de dry spells (episodes secs), cumul de nb de 5j sans pluie, tester en phases critiques (reproduction / flowering...)
- Nb de jours de pluies
- Intensité moyenne (variance) des jours de pluies signif. (>1mm)
- Cumul de précipitation (pas de temps ?) assez imparfait finalement.

Agriculture

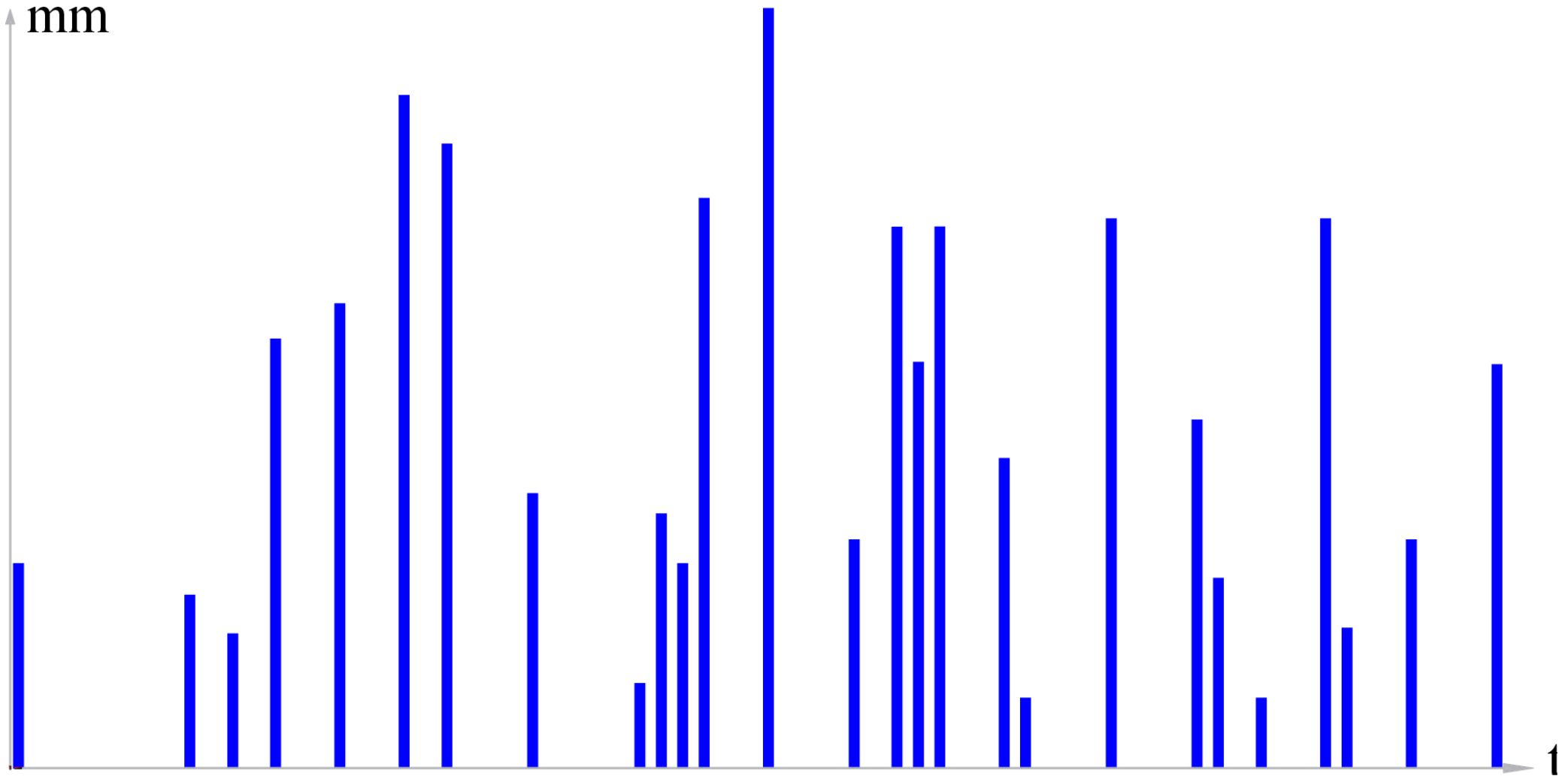
Bonnes pratiques :

- Évaporation de petites pluies quotidiennes (<1mm)
- le run off (type de sol, argileux vs. sableux)
- Contrôler pour l'évapotranspiration et les phases de croissance ⇒

Indices de végétation ? (VI : 'greeness') pb : on a la biomasse aérienne pas les rendements (feuilles, sans tiges)

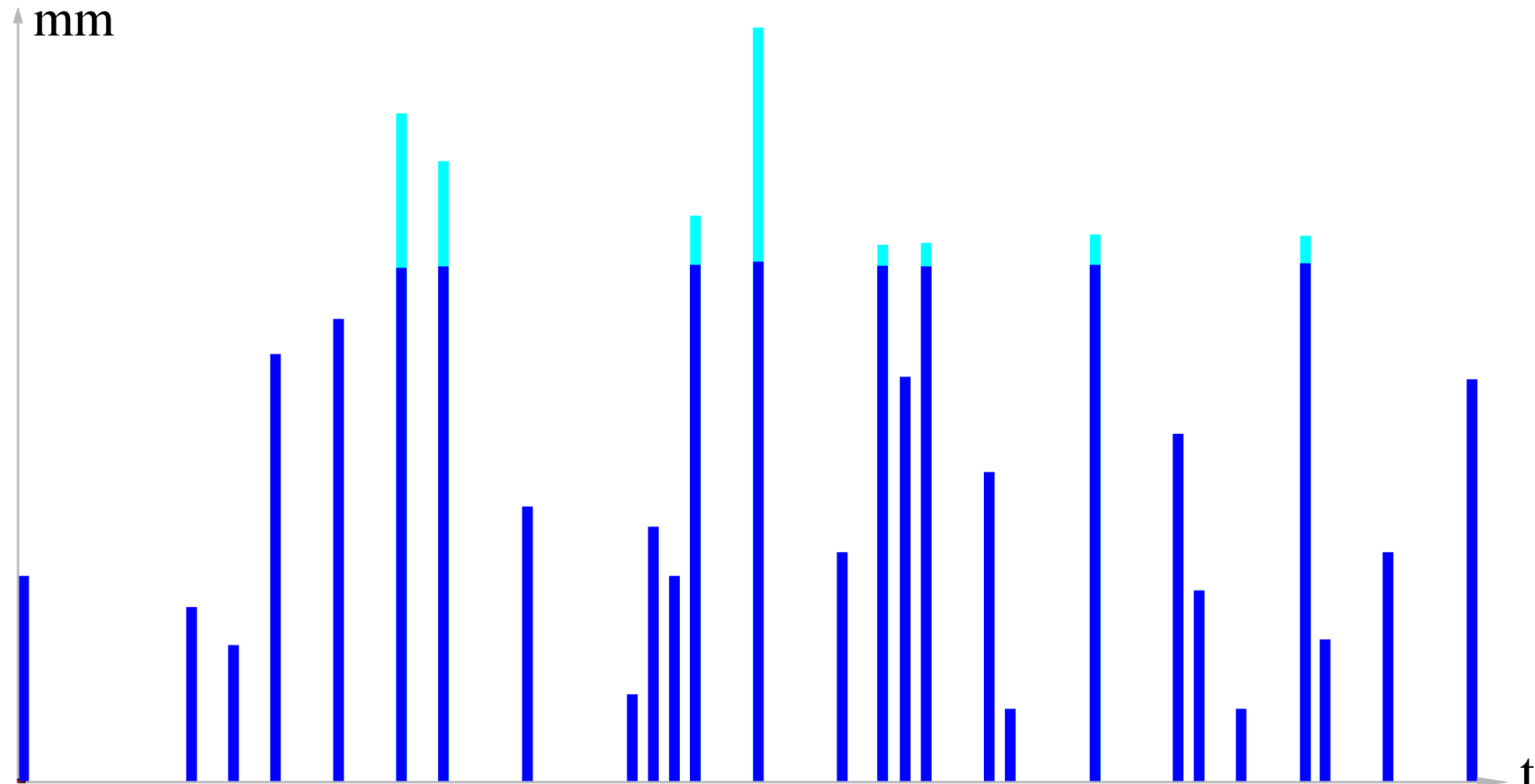
- NDVI / LAI (leaf area index)
- EVI
- NPP (?) gros potentiel (1arc minute : 30m) de produits *landsat / sentinel* (*GEE, javascript*)

mm



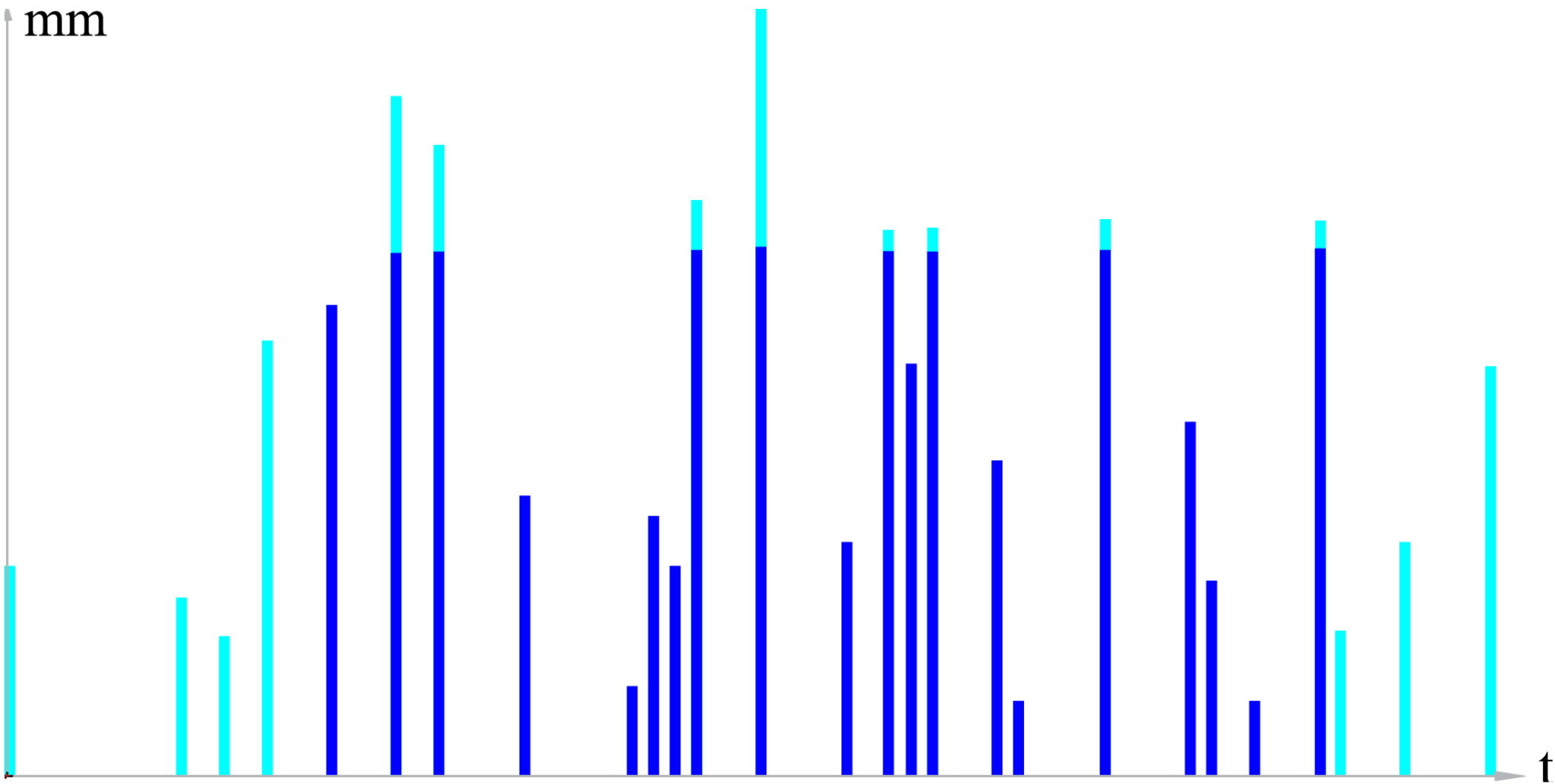
1

Ecréter pluies quotidiennes



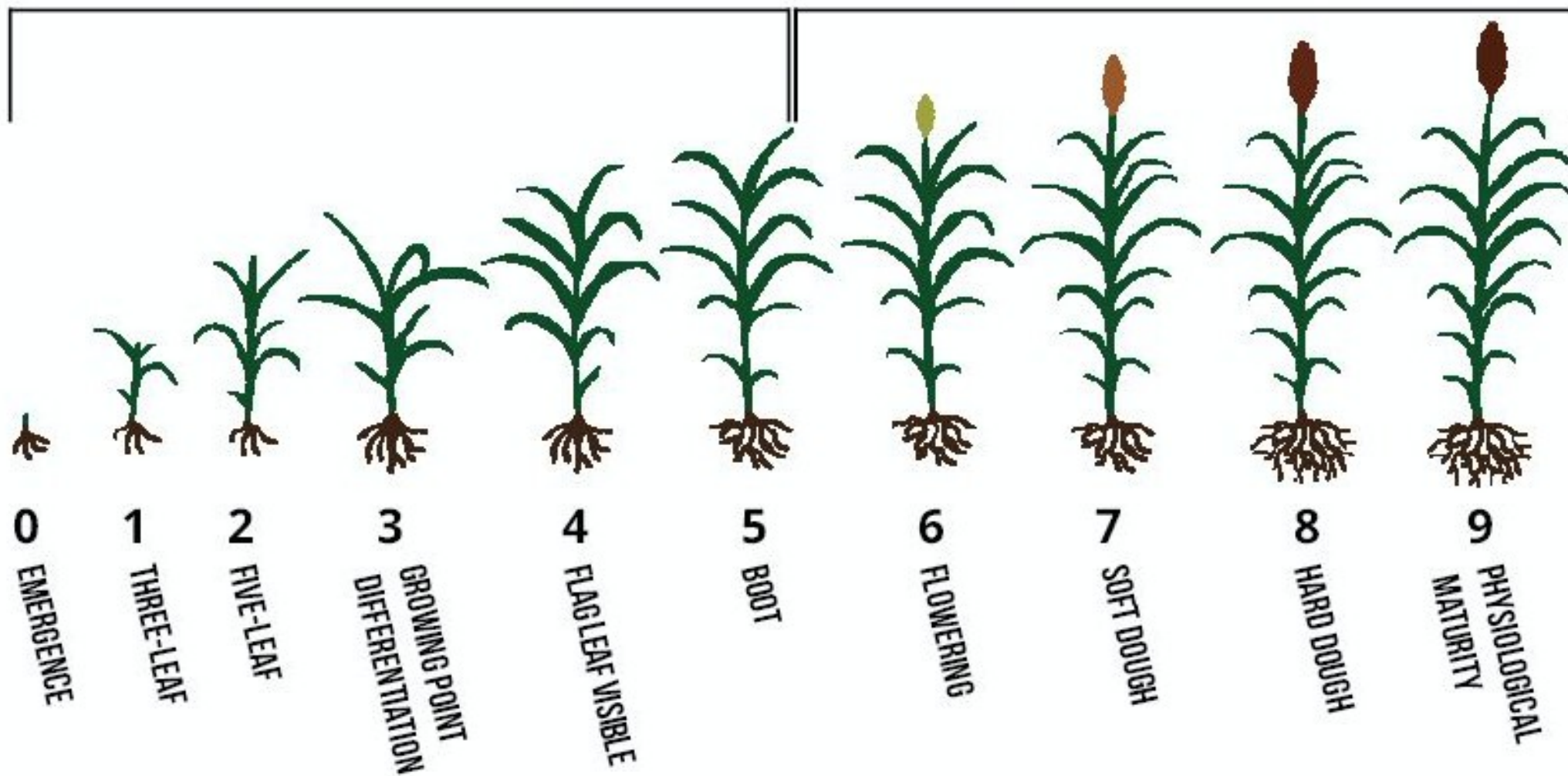
pluies quotidiennes :
> 1mm (évaporation, Odekunle, 2004)
<30mm (run-off / ruissellement, Baron et al., 2005)

Durée de la saison de culture



VEGETATIVE

GRAIN-FILLING



Phases de croissance des plantes

