

# Evenimente compuse: impactul schimbărilor climatice și al dezvoltării socio-economice

Takumi Therville, University of Antwerp

# Cuprins

1. Schimbările climatice și evenimentele compuse
2. Dezvoltarea socio-economică și evenimentele compuse
3. Perspective de viitor

# Cuprins

1. Schimbările climatice și evenimentele compuse
2. Dezvoltarea socio-economică și evenimentele compuse
3. Perspective de viitor

# Schimbările climatice și evenimentele compuse

(Zscheischler, J., et al. 2020)

**Trei moduri prin care  
evenimentele compuse sunt  
influențate de schimbările  
climatice:**

- **Schimbarea mediei**

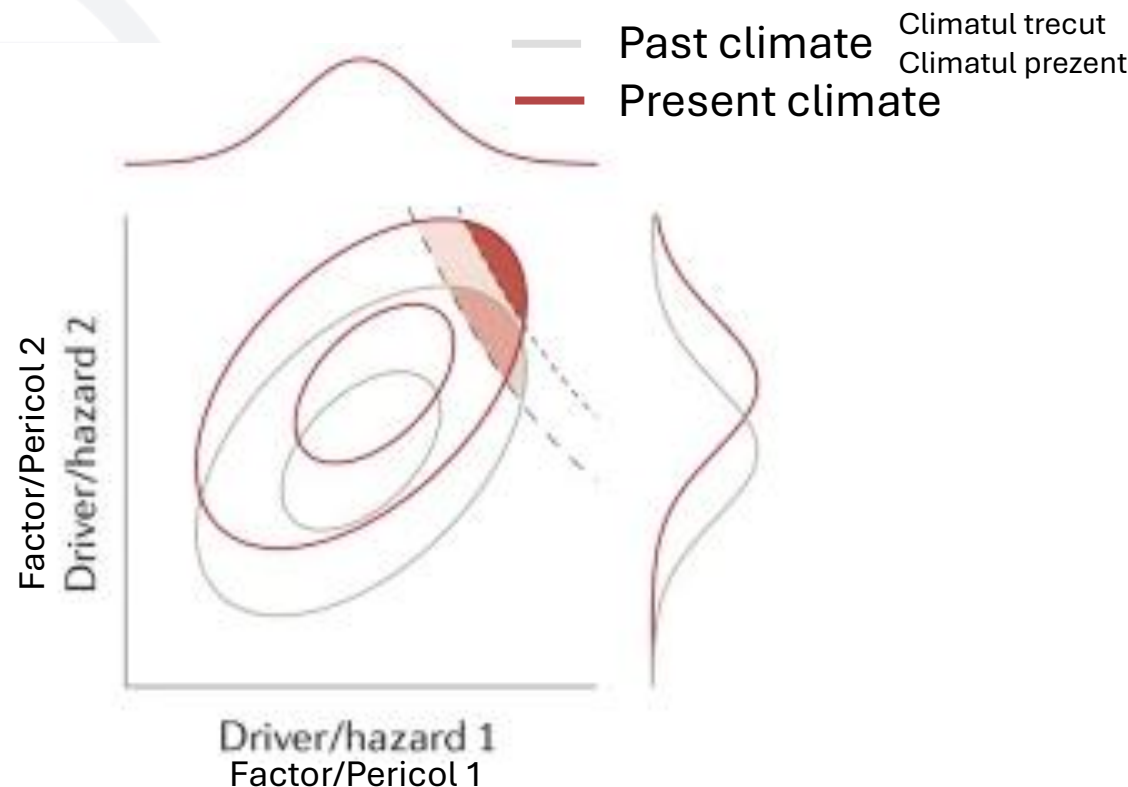


Fig 6 from Zscheischler, J., et al. (2020)

# Schimbările climatice și evenimentele compuse

(Zscheischler, J., et al. 2020)

**Trei moduri prin care  
evenimentele compuse sunt  
influențate de schimbările  
climatice:**

- Schimbarea mediei
- Schimbarea variației

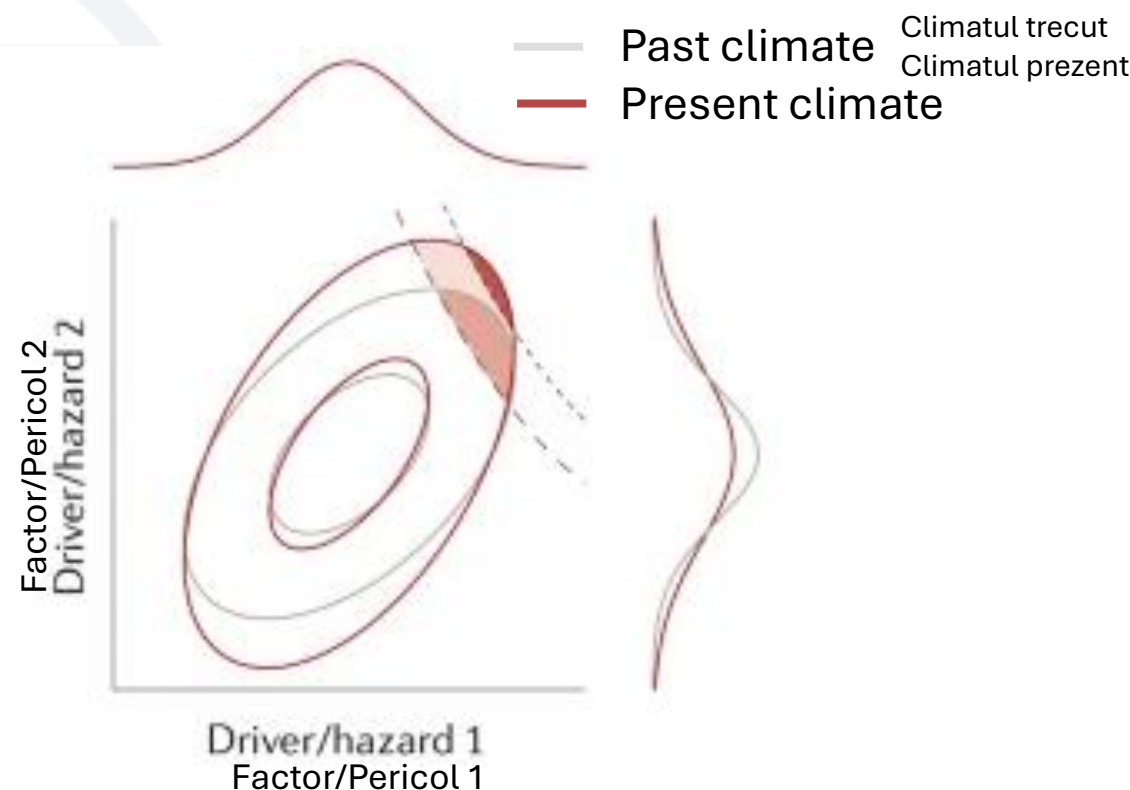


Fig 6 from Zscheischler, J., et al. (2020)

# Schimbările climatice și evenimentele compuse

(Zscheischler, J., et al. 2020)

**Trei moduri prin care  
evenimentele compuse sunt  
influențate de schimbările  
climatice:**

- Schimbarea mediei
- Schimbarea variației
- Schimbarea dependenței

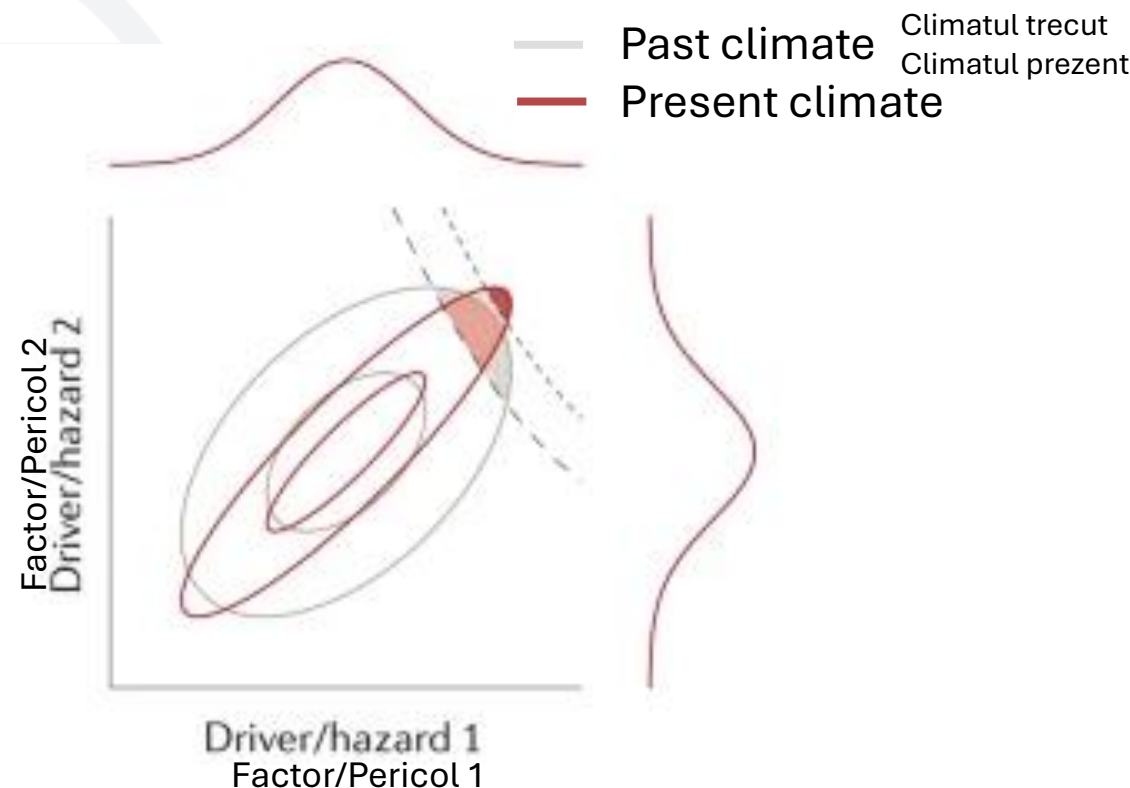


Fig 6 from Zscheischler, J., et al. (2020)

# Recapitulare sesiunea de dimineață

(Zscheischler, J., et al. 2020)

Evenimente preconditionate	Evenimente temporale
Evenimente spațiale	Evenimente multivariate

# Cuprins

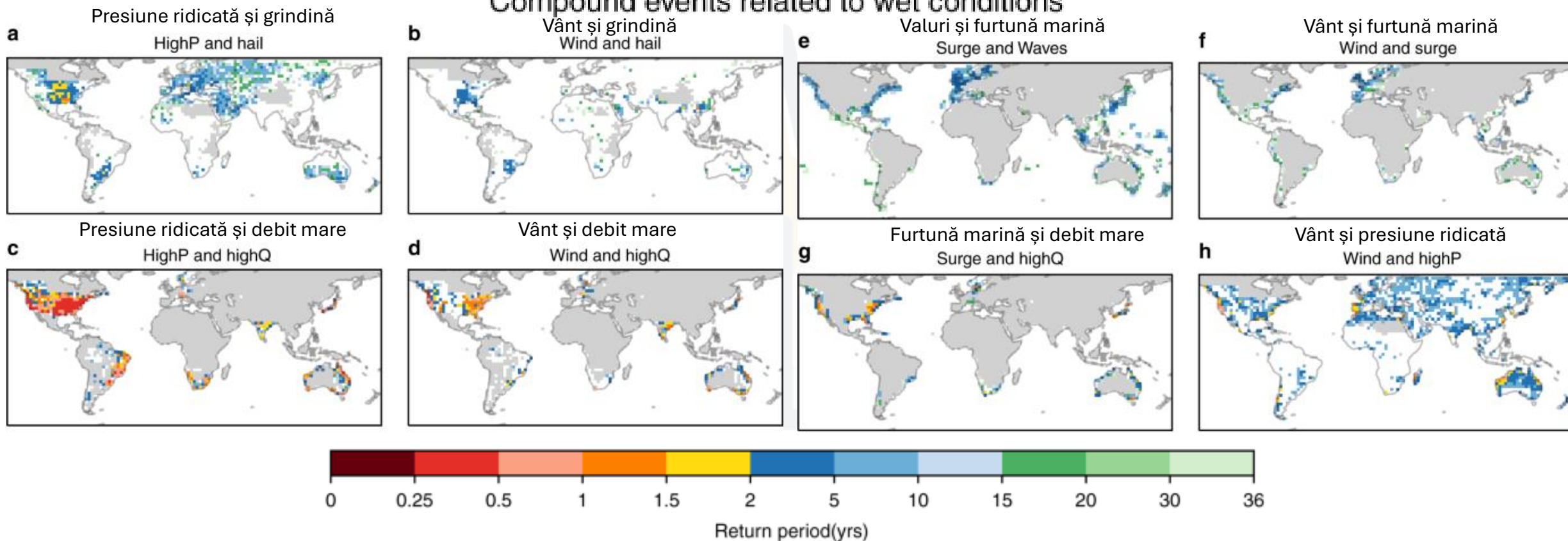
1. Schimbările climatice și evenimentele compuse
  - a) Evenimente multivariate
  - b) Evenimente temporale
  - c) Evenimente spațiale
2. Dezvoltarea socio-economică și evenimentele compuse a
3. Perspective de viitor

# Tendințe istorice ale evenimentelor compuse

(Ridder, N.N., et al. 2020)

Evenimente compuse asociate cu condiții umede

## Compound events related to wet conditions

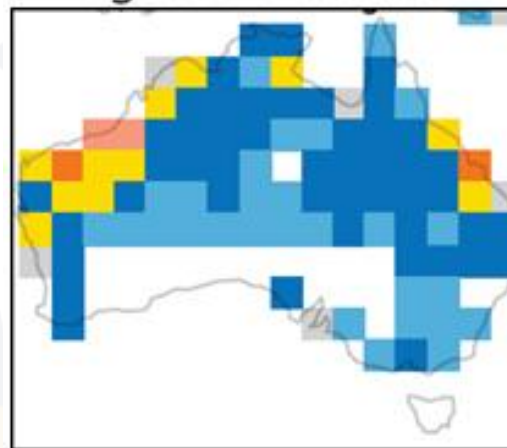


# Tendințe istorice ale evenimentelor compuse: importanța seturilor de date regionale (Ridder, 2020)

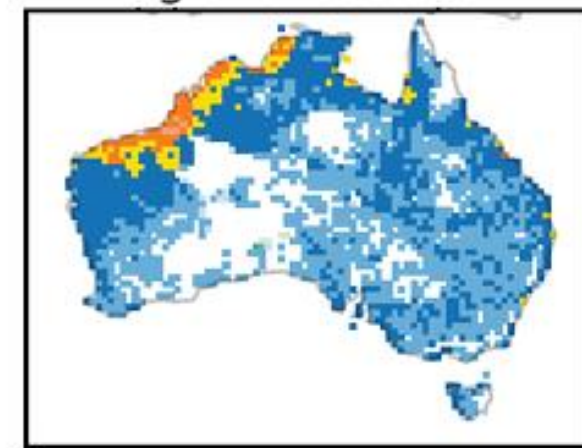
High precipitation  
and wind

Precipitații ridicate și vânt

Seturi de date globale  
global dataset

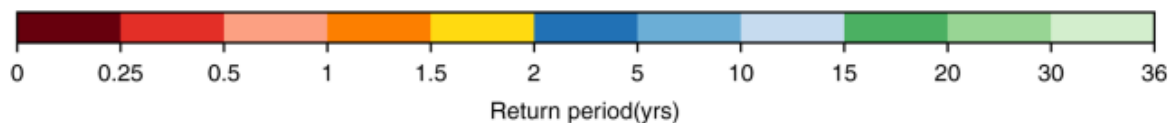
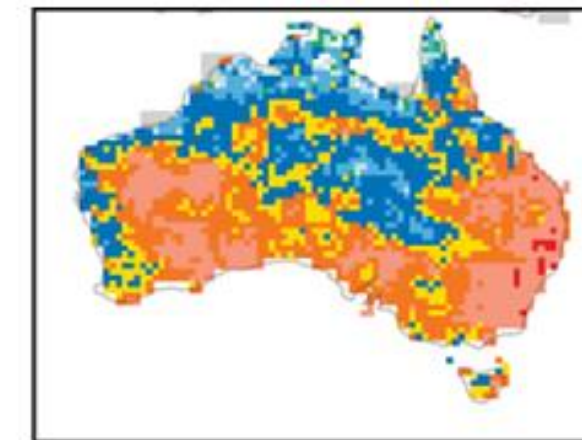
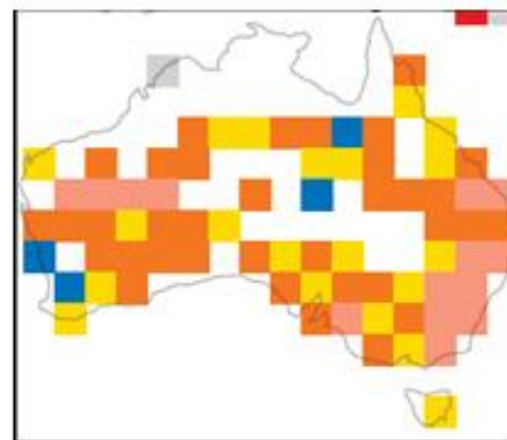


Seturi de date regionale  
regional dataset



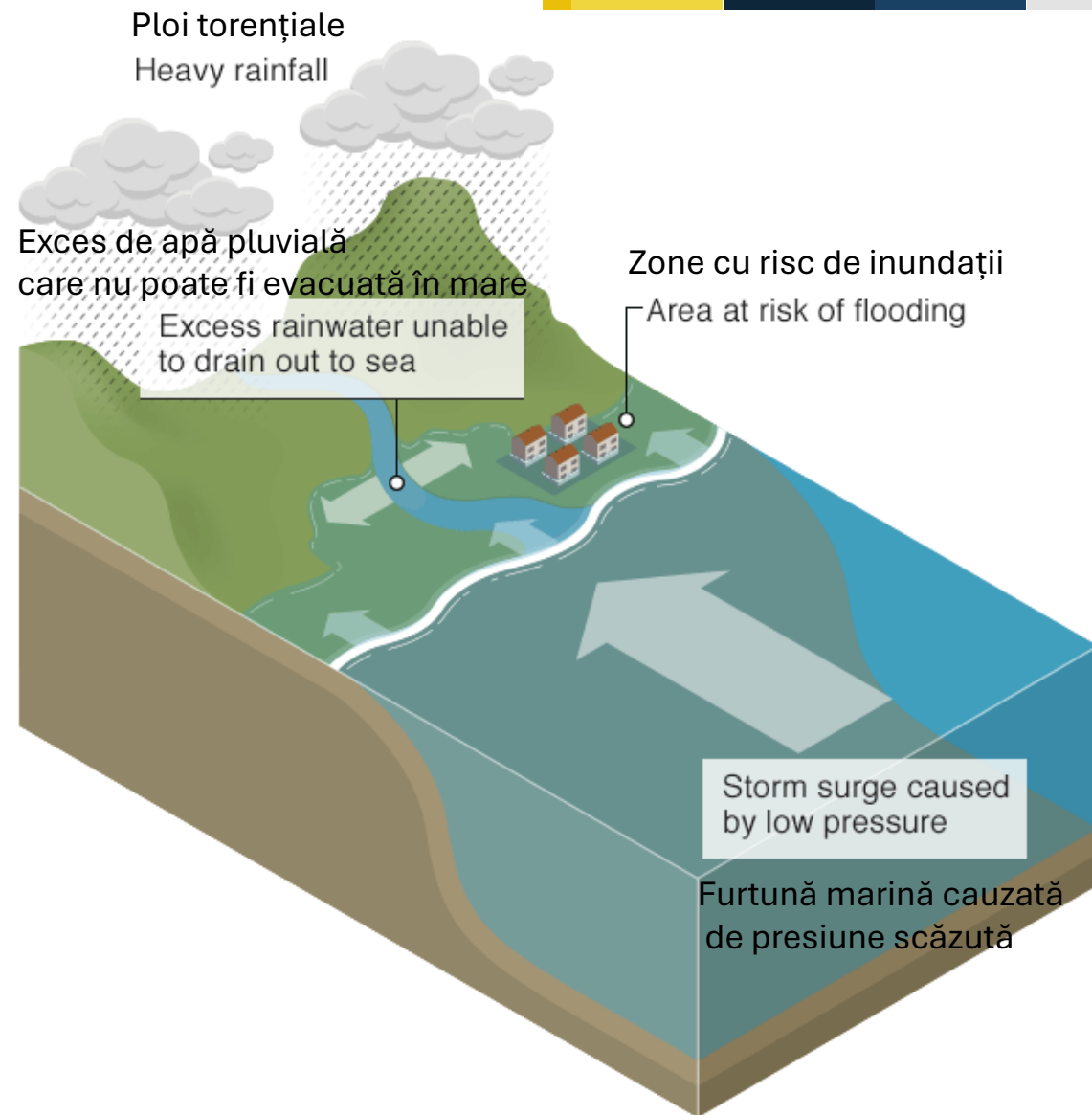
FFDI and drought

FFDI și secetă



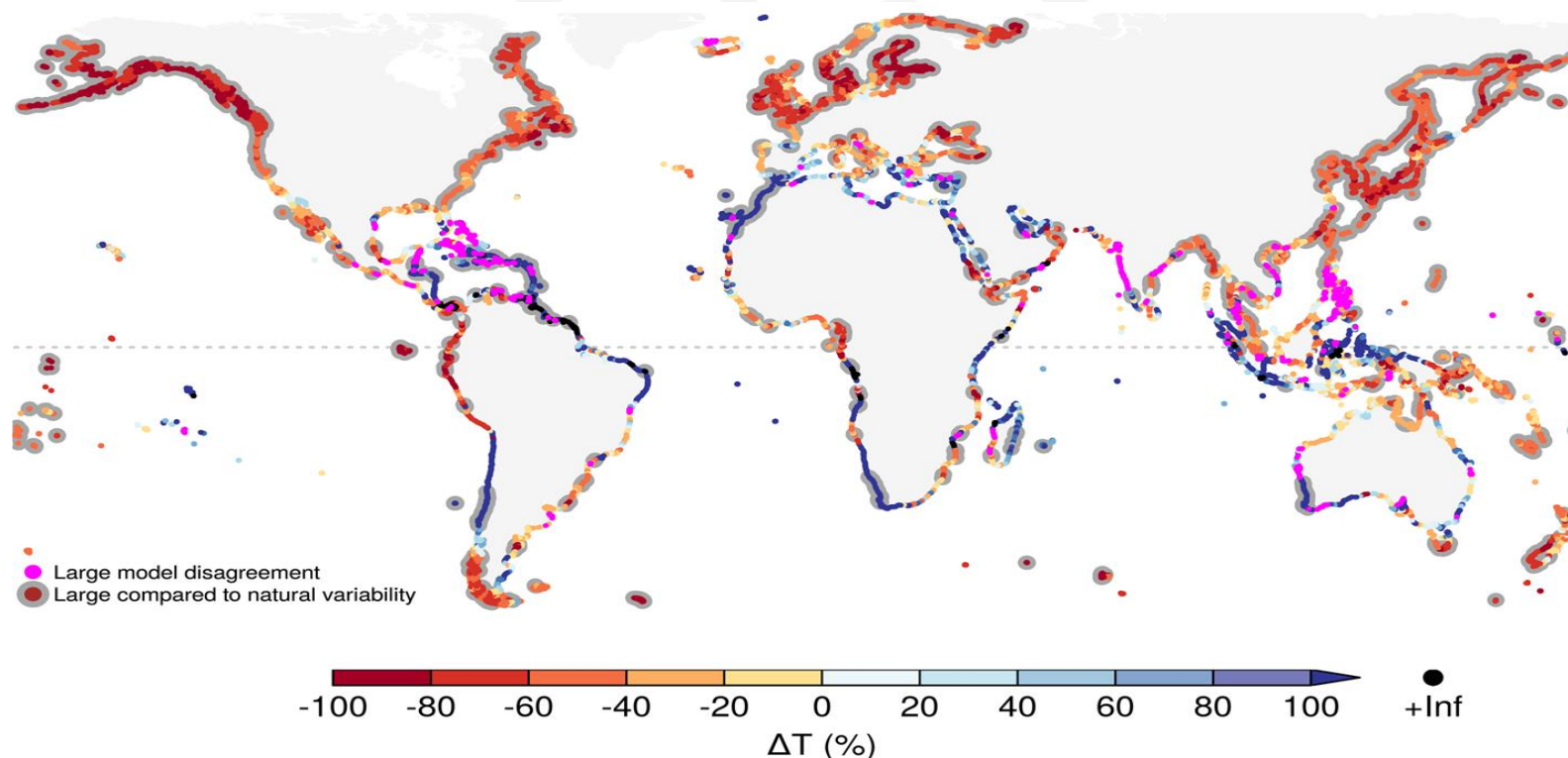
# Inundații compuse

(McGrath, B.M., 2019)



# Schimbările climatice și evenimentele multivariate: Tide meteorologice extreme și precipitații

(Bevacqua, E., et al. 2020)



Divergențe majore între modele  
Diferențe semnificative față de  
variabilitatea naturală

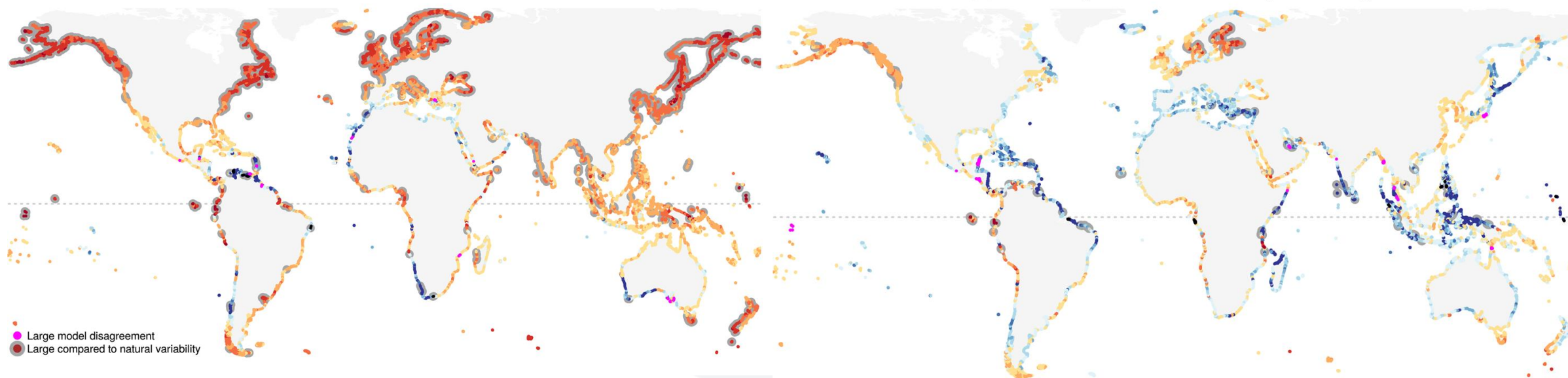
Schimbarea perioadei comune de revenire între climatul viitor (2070–2099) și cel de bază  
(1970–2004)

# Schimbările climatice și evenimentele multivariate: Tide meteorologice extreme și precipitații

(Bevacqua, E., et al. 2020)

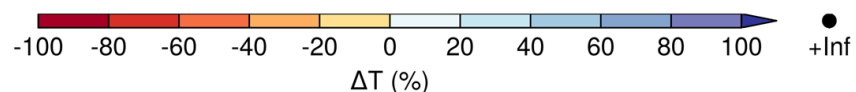
(a) Precipitation-related return period change

(c) Meteorological-tide-related return period change



Schimbări ale perioadelor de revenire legate de precipitații

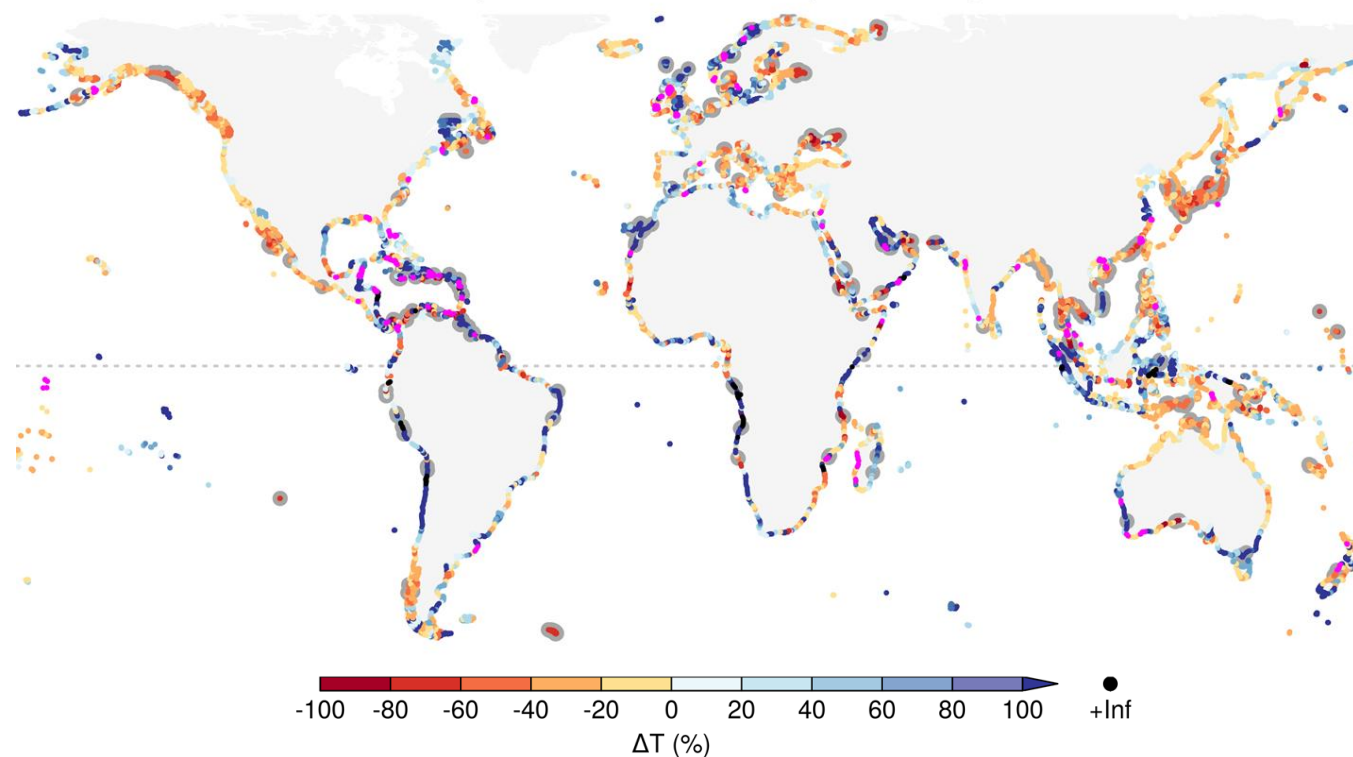
Schimbări ale perioadelor de revenire legate de tide meteorologice



# Schimbările climatice și evenimentele multivariate: Tide meteorologice extreme și precipitații

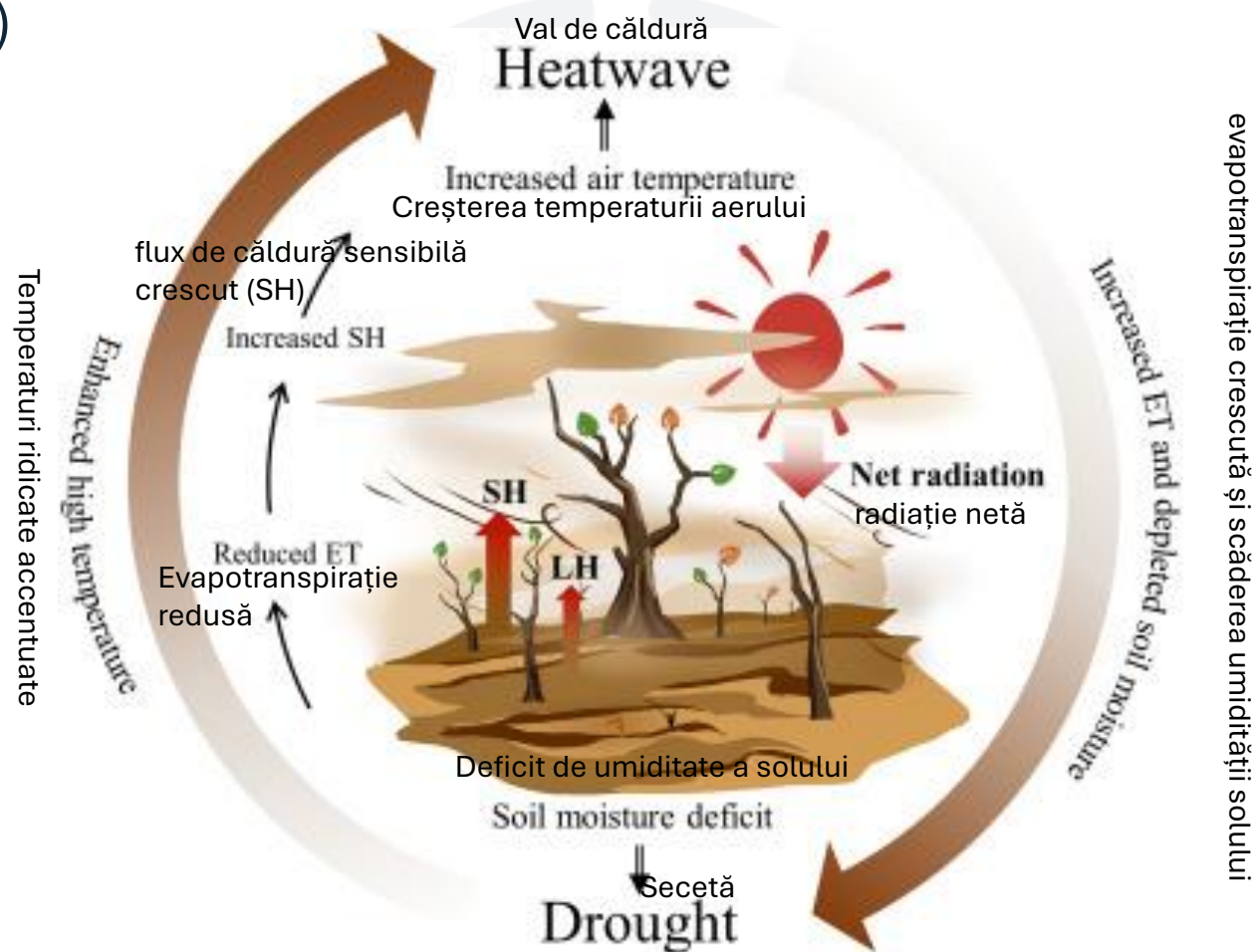
(Bevacqua, E., et al. 2020)

Schimbarea perioadei de revenire determinate de dependență  
(e) Dependence-related return period change



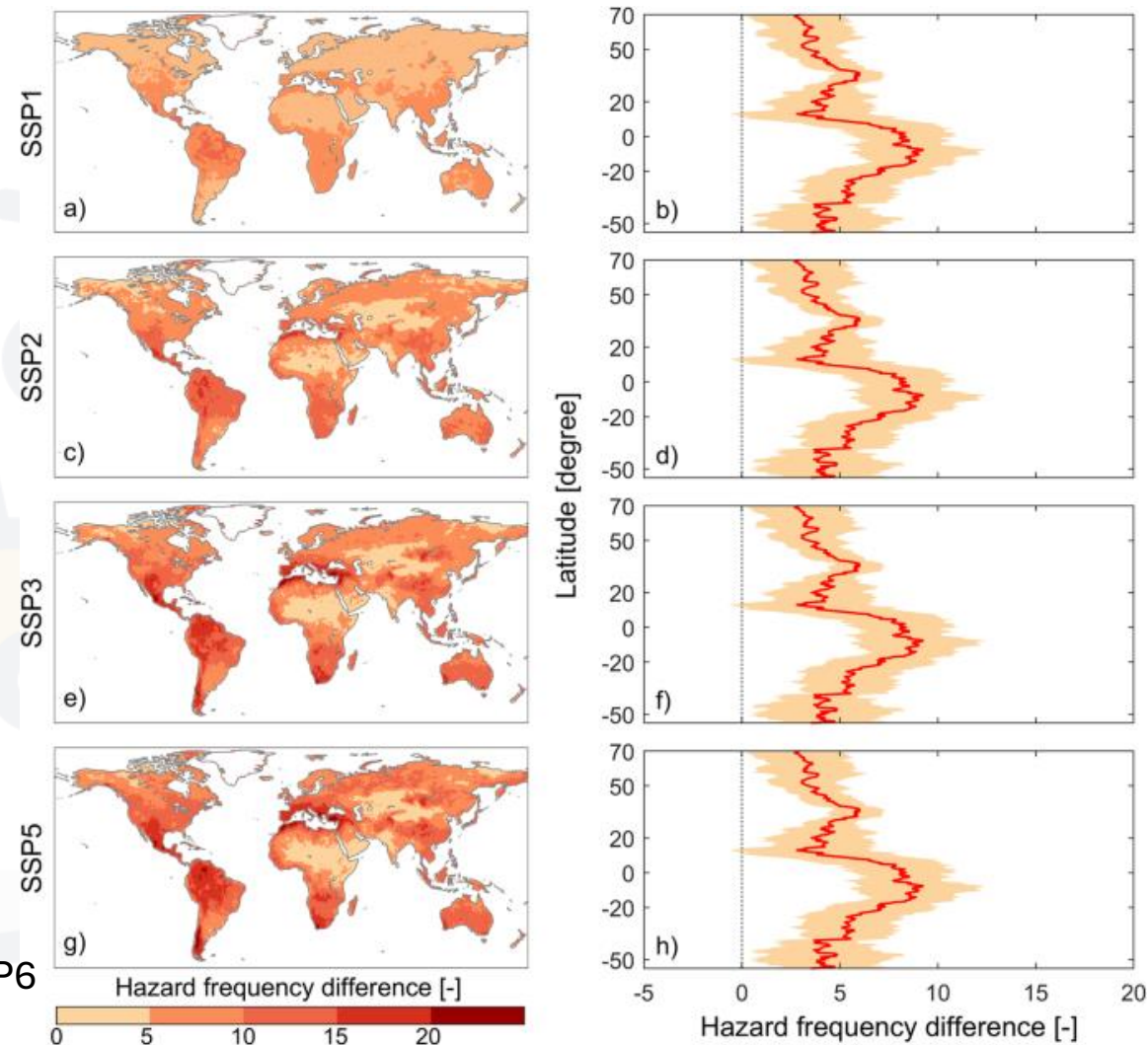
# Evenimente compuse cald-uscate (hot-dry)

(Hao, Z., et al. 2022)



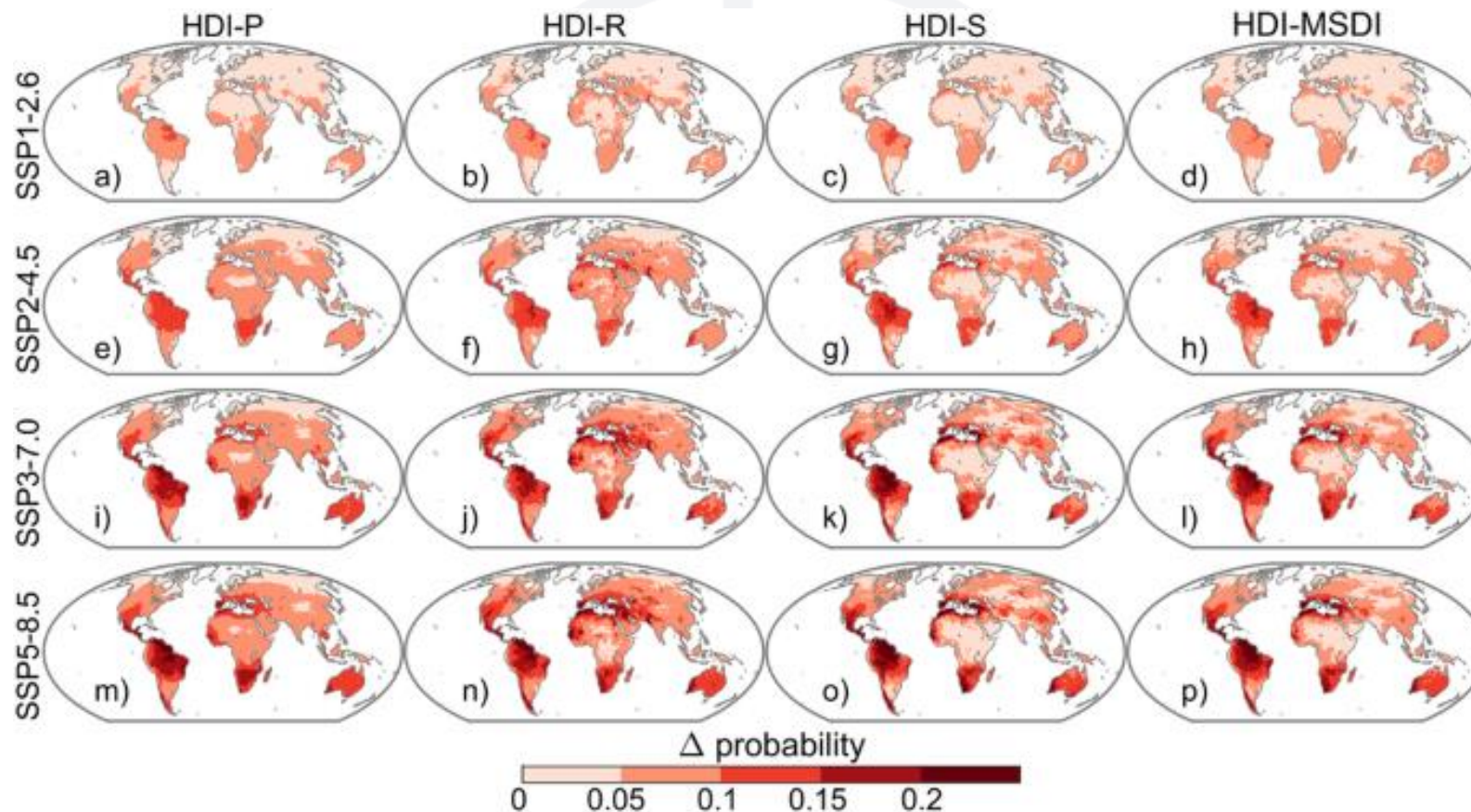
# Schimbările climatice și evenimentele compuse multivariate: evenimente compuse cald-uscat (Tabari, H. & Willems, P., 2023)

Diferența în frecvența medianei ansamblului CMIP6 între perioadele 2061–2100 și 1971–2010.

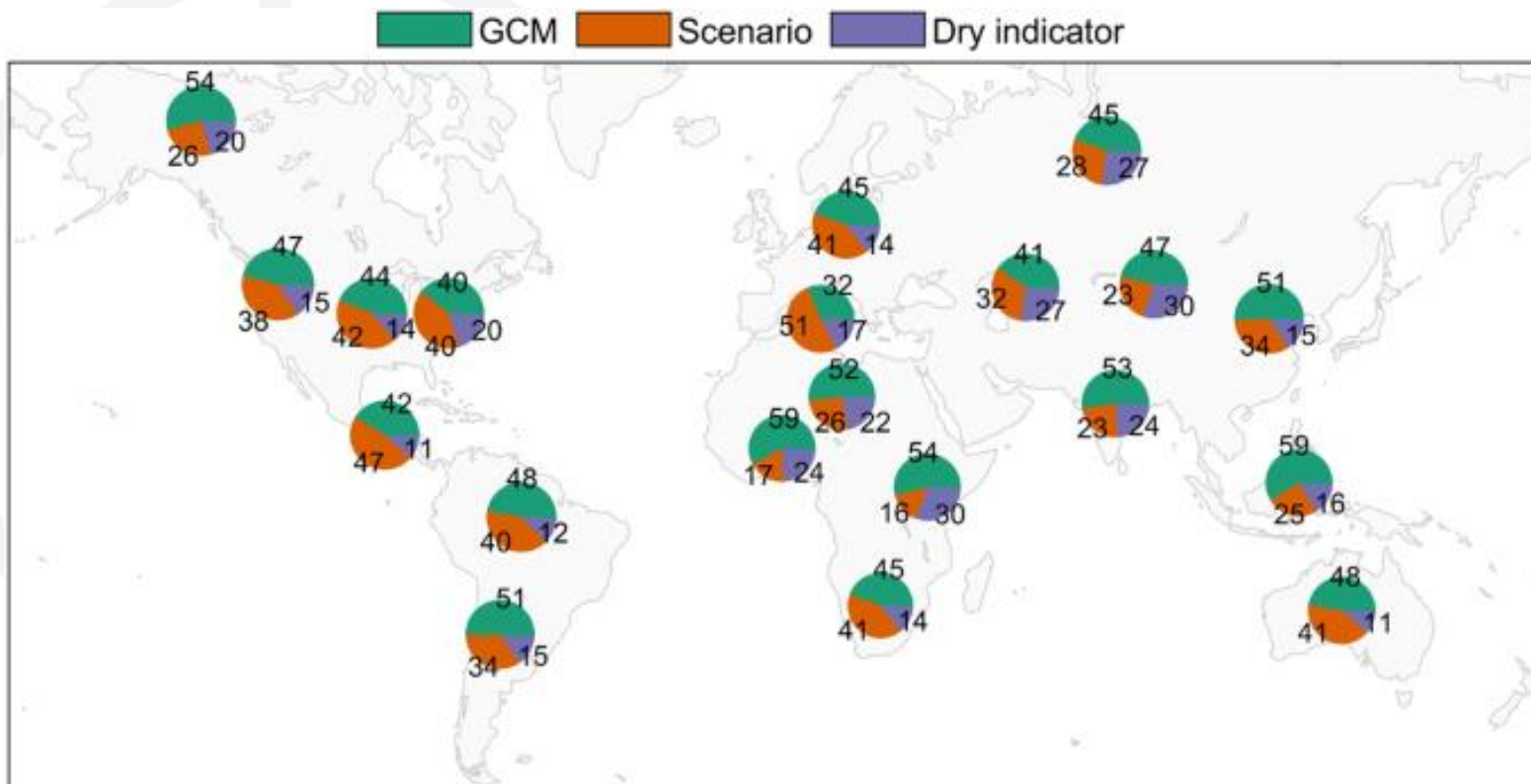
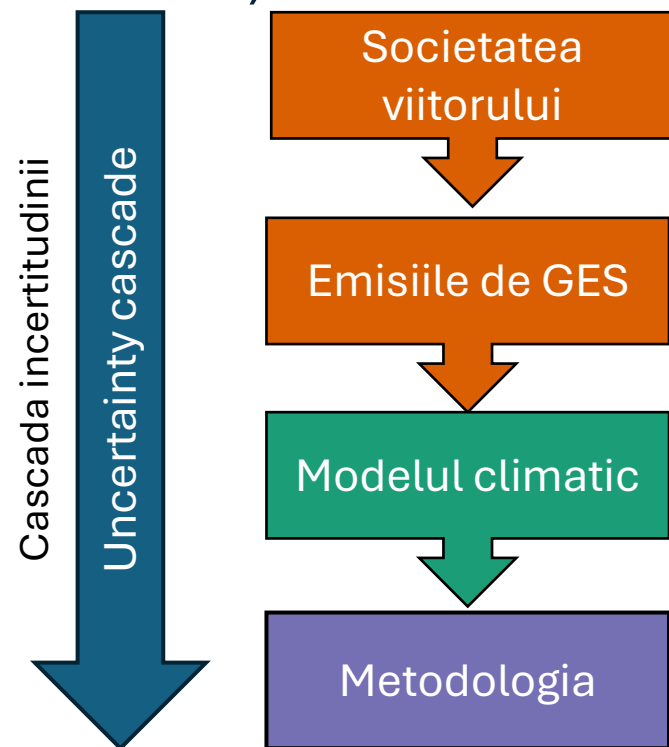


Diferență de frecvență a hazardului

# Evenimente compuse cald-uscat și alegerea probabilității univariate (Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P. & Tabari, H., 2024)



# Evenimente compuse cald-uscat și alegerea probabilității univariate (Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P. & Tabari, H., 2024)

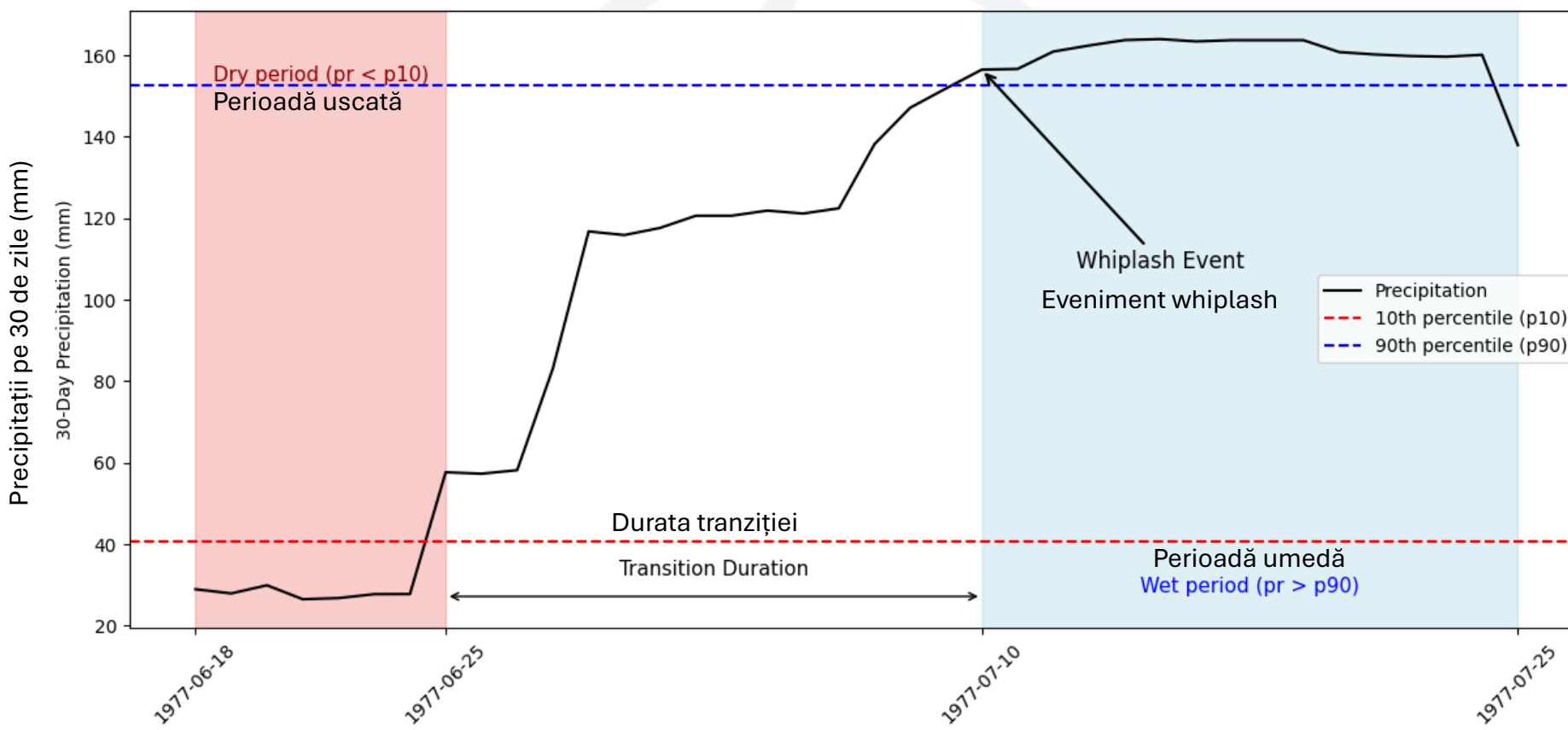


Contribuția la incertitudinea totală în schimbările proiectate ale probabilității evenimentelor compuse cald-uscat

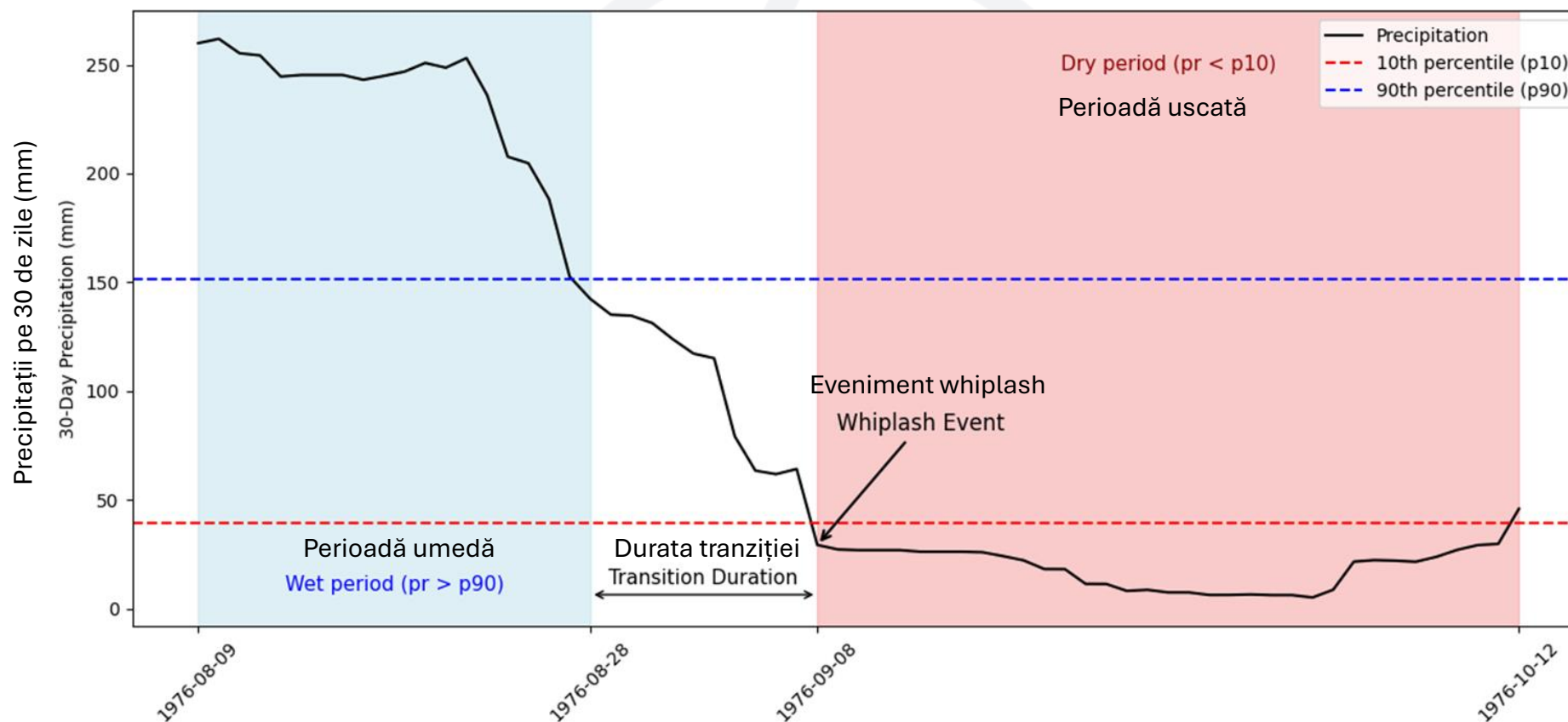
# Cuprins

1. Schimbările climatice și evenimentele compuse
  - a) Evenimente compuse multivariate
  - b) Evenimente compuse temporale
  - c) Evenimente compuse spațiale
2. Dezvoltarea socio-economică și evenimentele compuse
3. Perspective viitoare

# Precipitation whiplash (Sub evaluare)



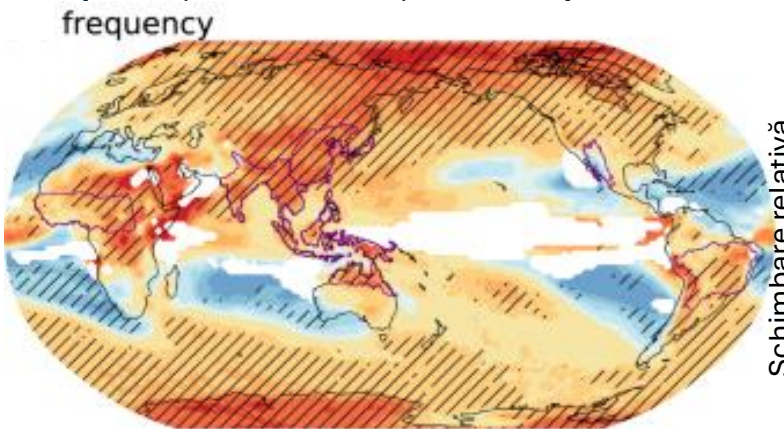
# Precipitation whiplash (Sub evaluare)



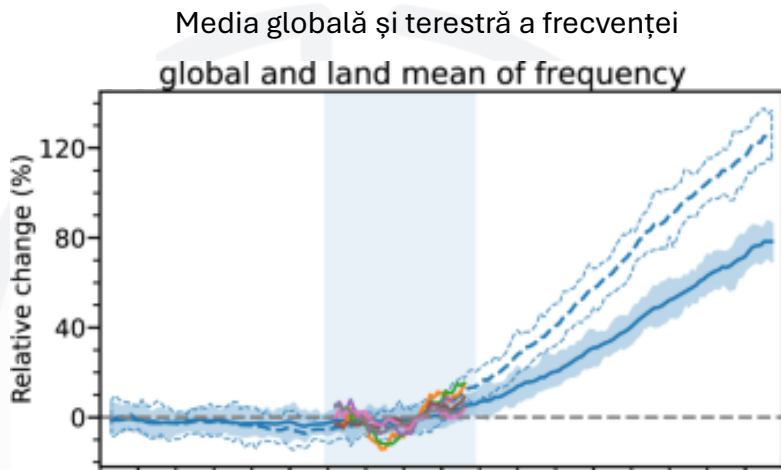
# Precipitation whiplash

(Tan, X. et al., 2023)

**Dry-to-wet**  
Uscat-spre-umed

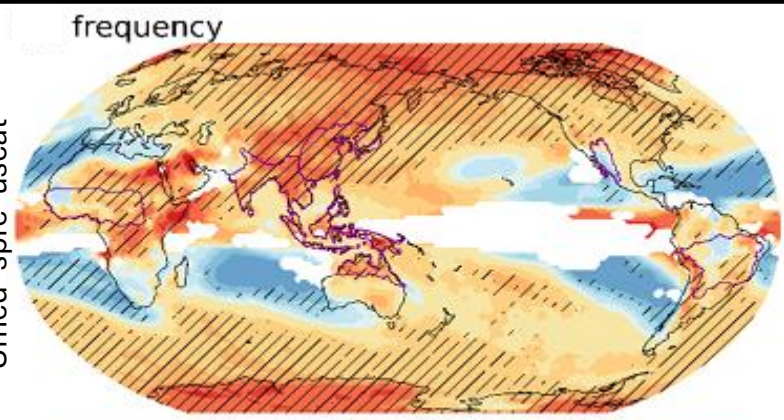


Schimbare relativă

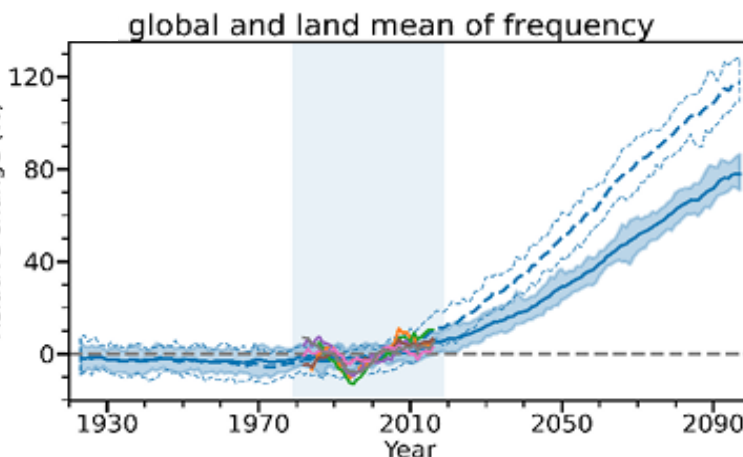


— CESM-LENS-global — CHIRPS — REGEN\_LongTermStns — MERRA2  
— CESM-LENS-land — GPCP — ERA5 — JRA-55

**Wet-to-dry**  
Umed-spre-uscata



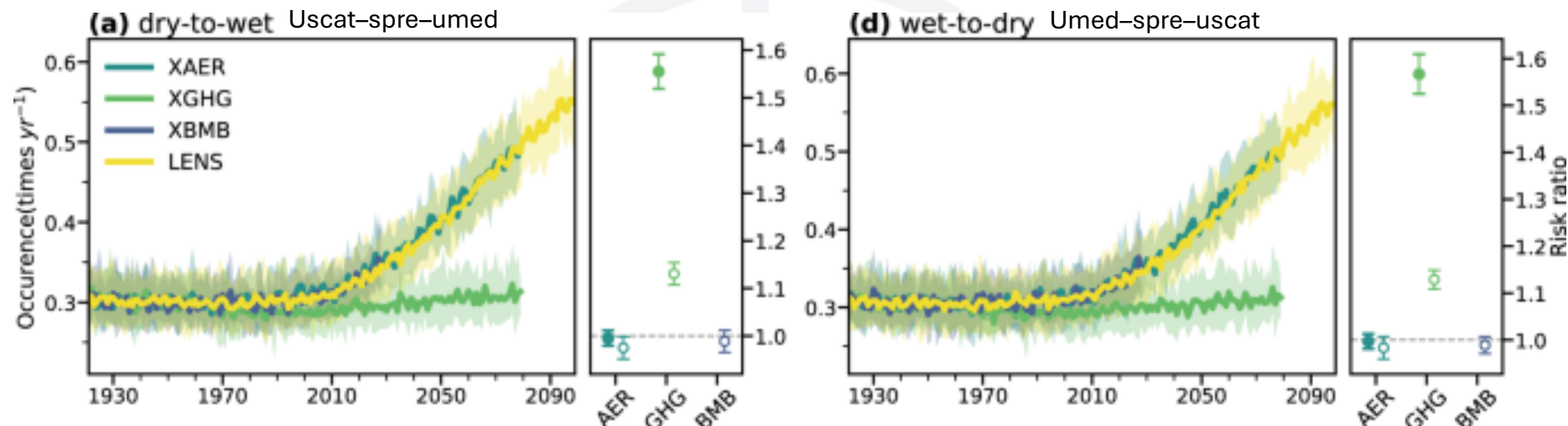
Schimbare relativă



Schimbarea relativă proiectată (%)  
în frecvența de apariție a  
evenimentelor de tip  
„precipitation whiplash” în  
ultimele patru decenii ale  
secolului XXI (2060–2099) sub  
forțarea RCP8.5, în raport cu  
perioada actuală (1979–2019)

# Precipitation whiplash

(Tan, X. et al., 2023)

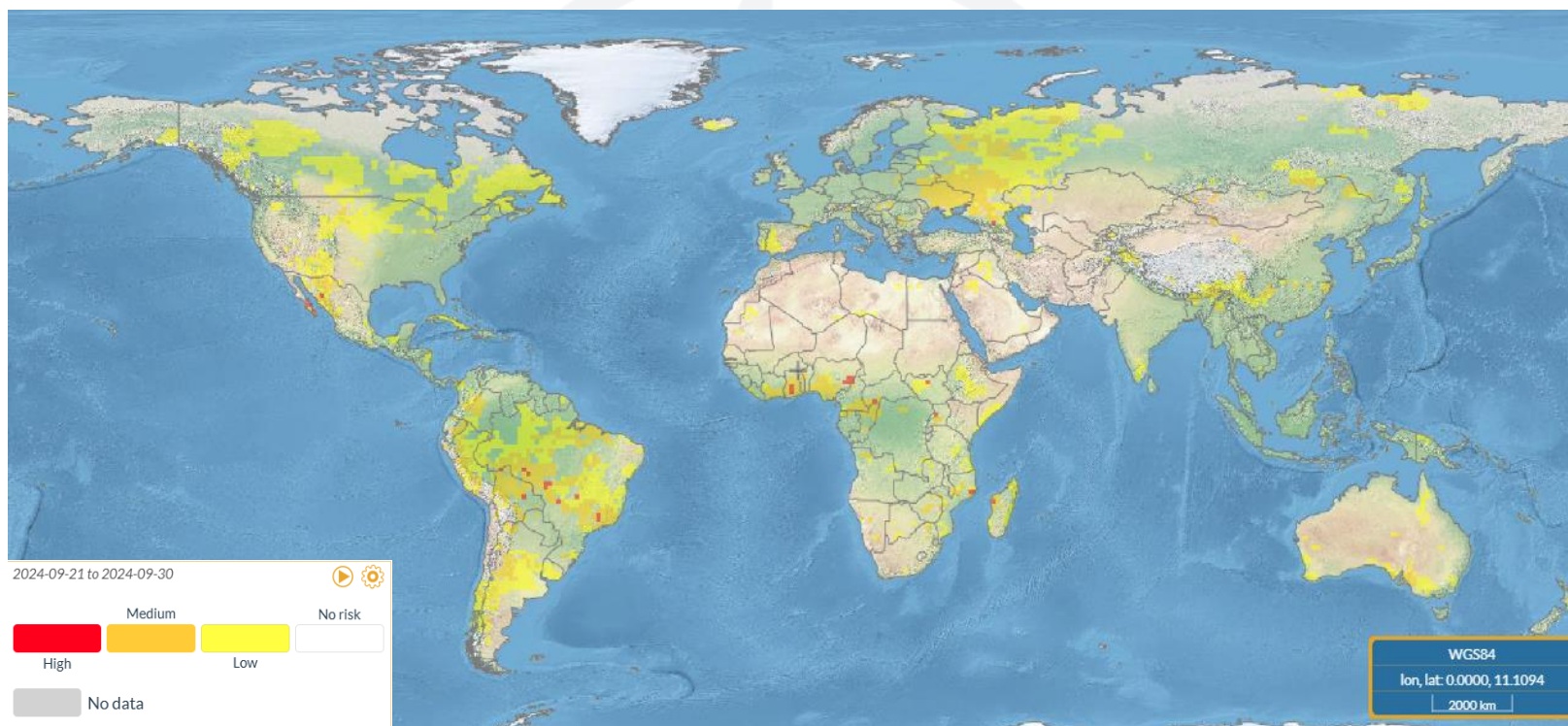


Media globală ponderată pe suprafață a frecvenței de apariție a evenimentelor uscat-spre-umed derivată din ansamblurile CESM-LENS (galben), toate-cu-excepția aerosolilor industriali (XAERs, cyan), toate-cu-excepția gazelor cu efect de seră (XGHGs, verde) și toate-cu-excepția aerosolilor din arderea biomasei (XBMB, violet)

# Cuprins

1. Schimbările climatice și evenimentele compuse
  - a) Evenimente compuse multivariate
  - b) Evenimente compuse temporale
  - c) Evenimente compuse spațiale
2. Dezvoltarea socio-economică și evenimentele compuse
3. Perspective viitoare

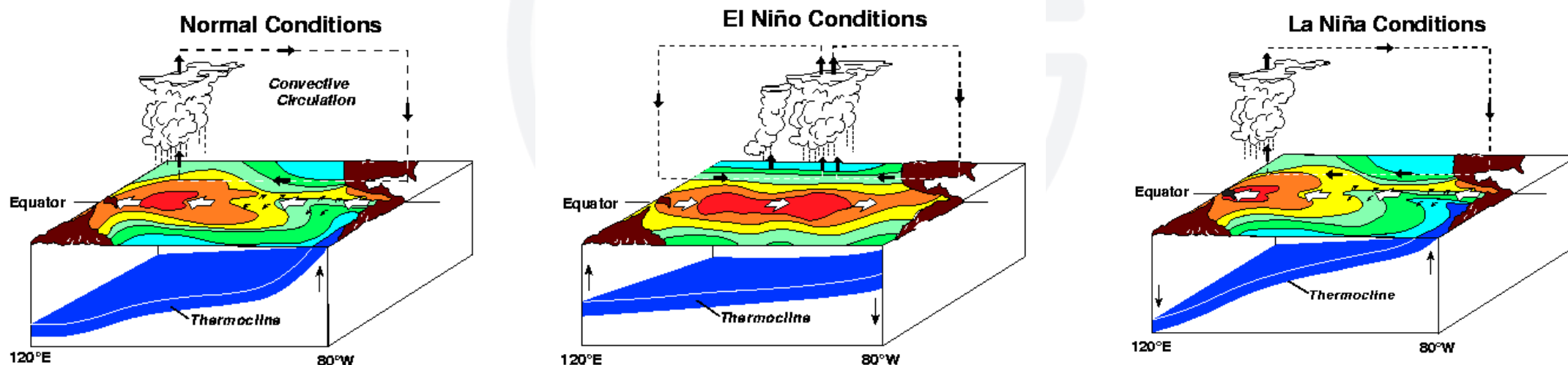
# Secetă spațială



Situația riscului de secetă agricolă între 21/09/2024–30/09/2024 din  
Observatorul Global al Secetei

# Schimbările climatice și evenimentele compuse spațiale

Modelele atmosferice de scară largă afectează clima în zone îndepărtate de pe glob. De exemplu, ENSO (El Niño–Southern Oscillation).

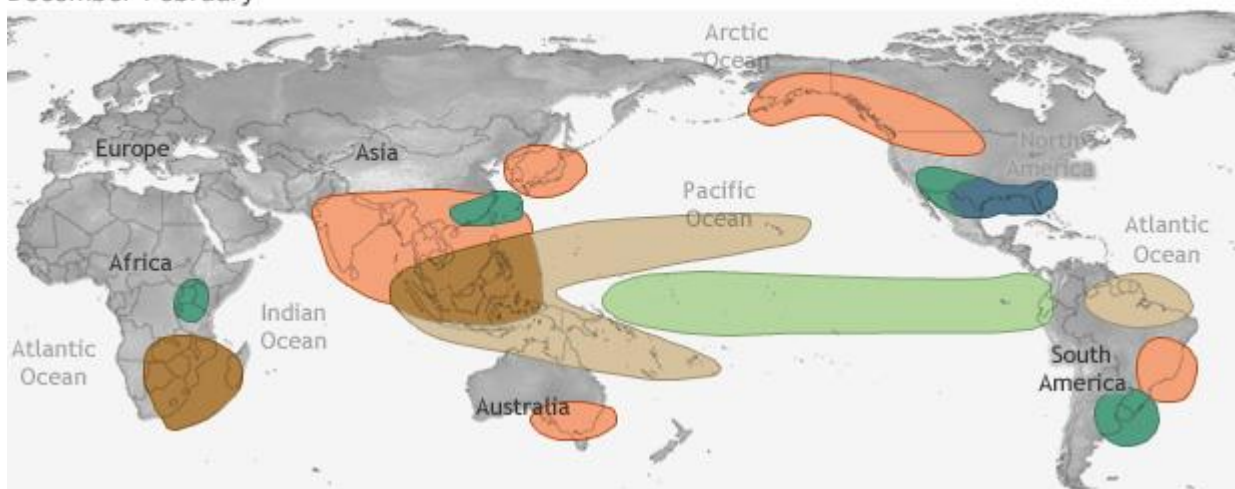


NOAA schematic diagrams, accessed 01/08/2025

# Schimbările climatice și evenimentele compuse spațiale: ENSO

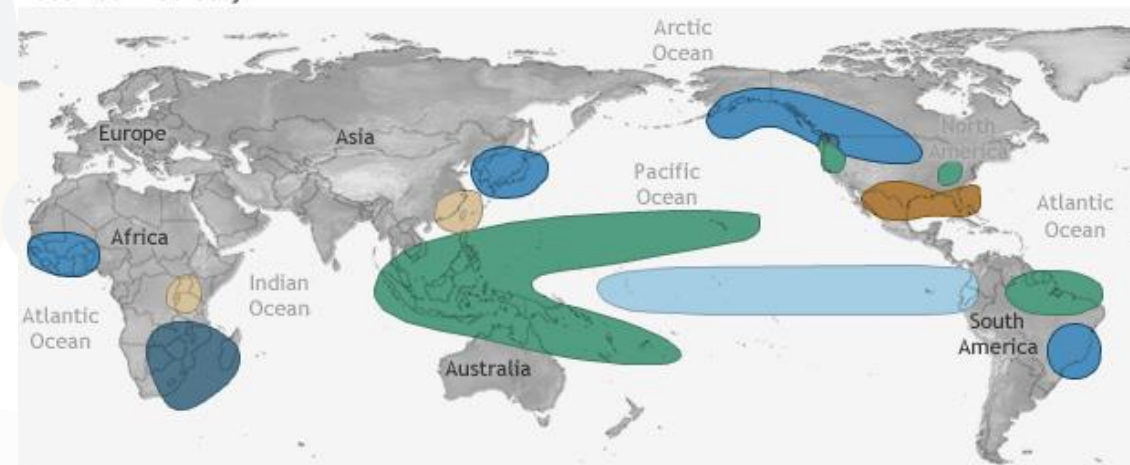
## EL NIÑO CLIMATE IMPACTS

December-February



## LA NIÑA CLIMATE IMPACTS

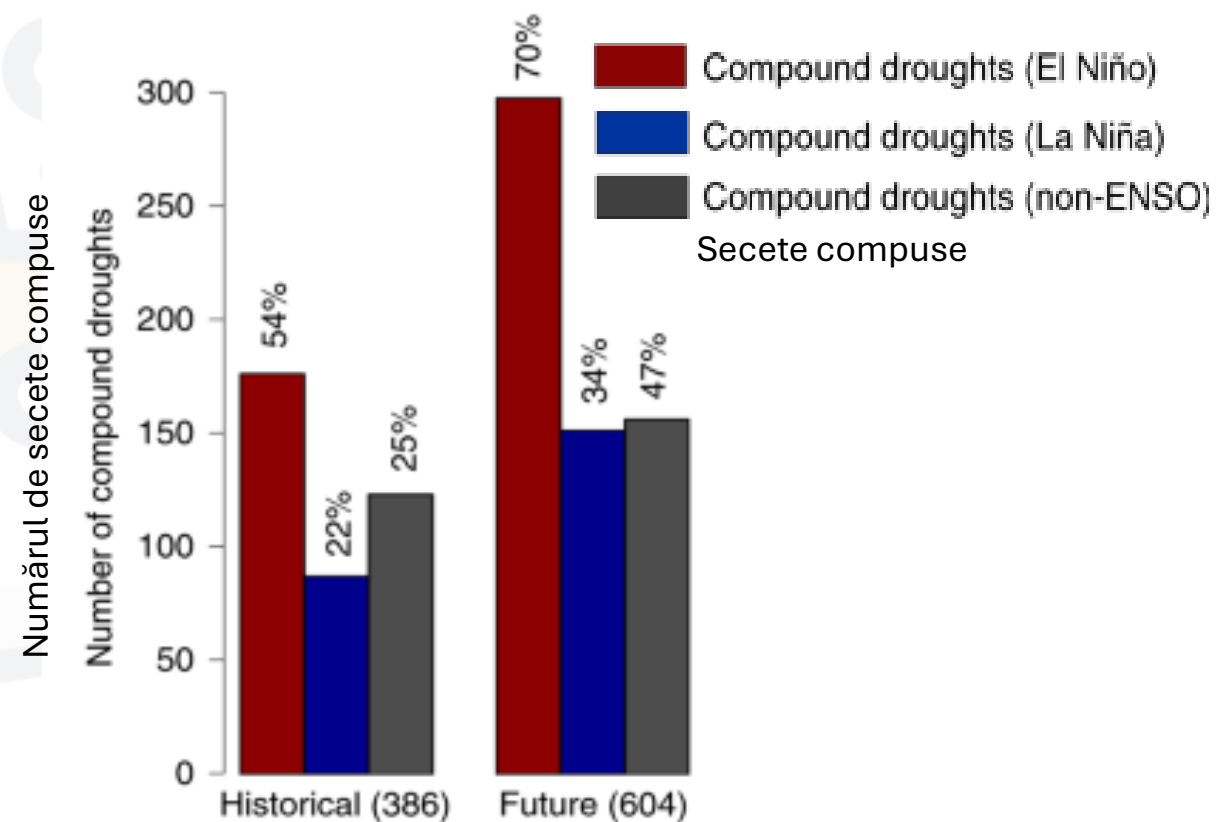
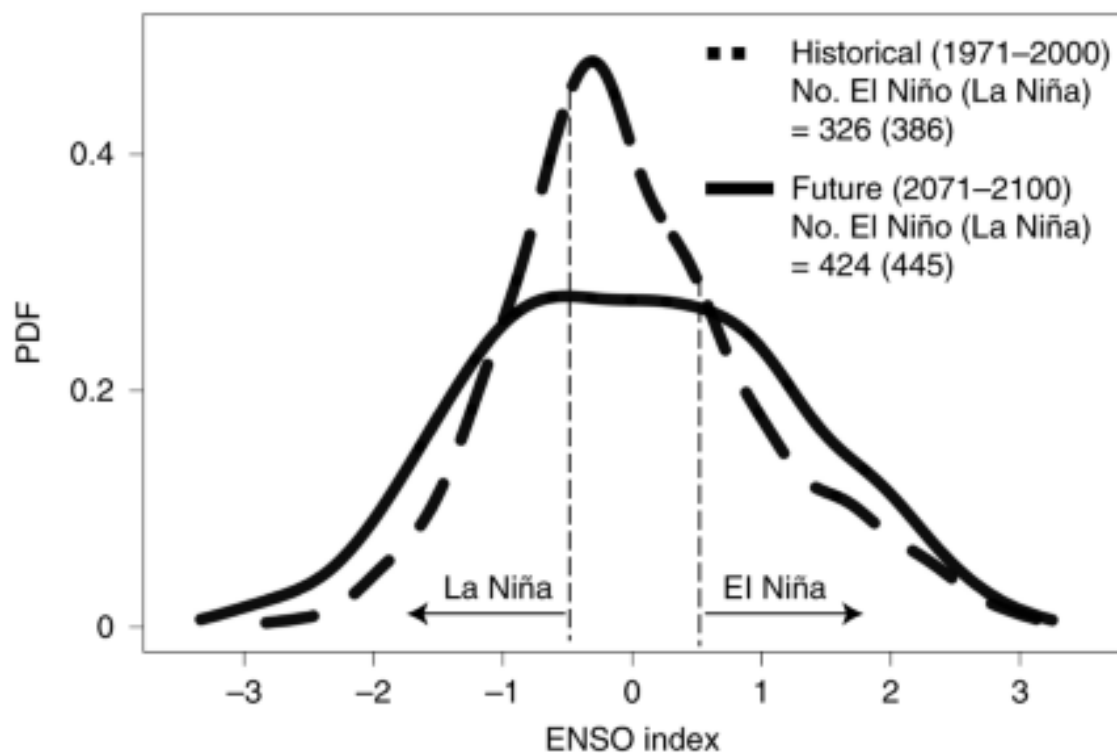
December-February



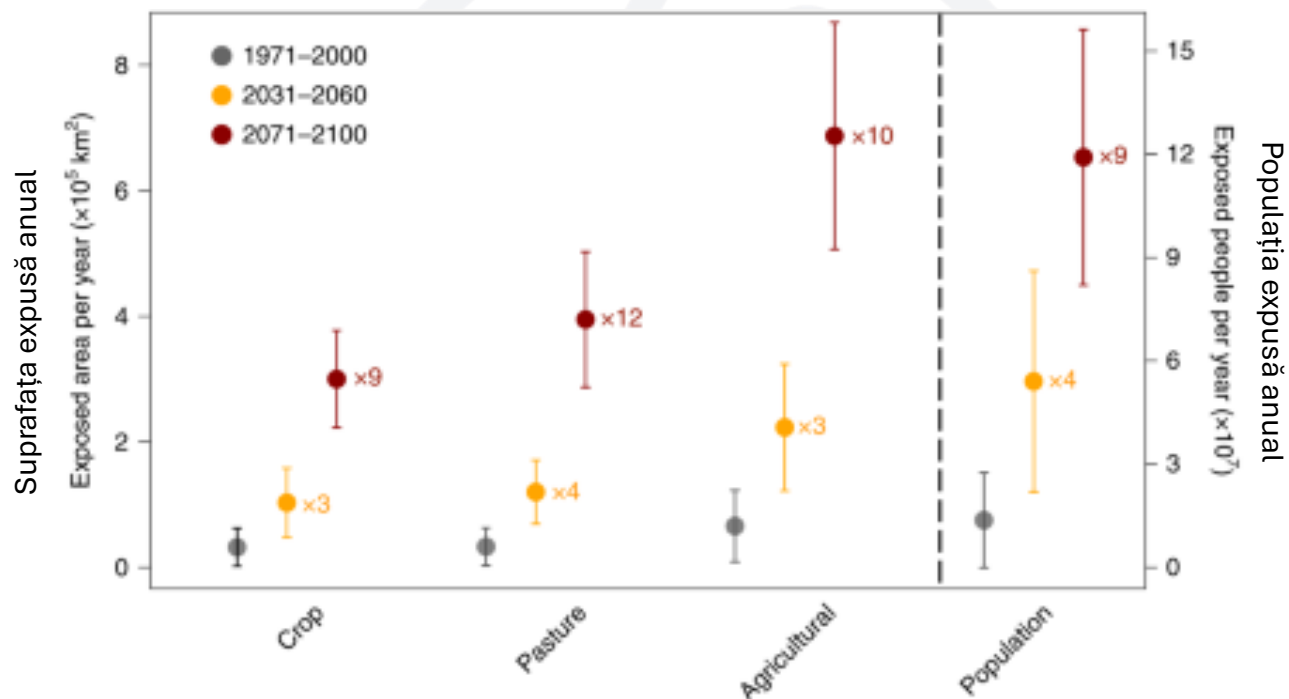
NOAA (2016), accessed 01/08/2025

Resource for ENSO impacts on Europe :  
<https://confluence.ecmwf.int/display/COPSRV/ENSO+impacts+on+Europe>

# Schimbările climatice și evenimentele compuse spațiale: **evenimente de secetă simultane** (Singh, J. et al., 2022)



# Schimbările climatice și evenimentele compuse spațiale: **evenimente de secetă simultane** (Singh, J. et al., 2022)

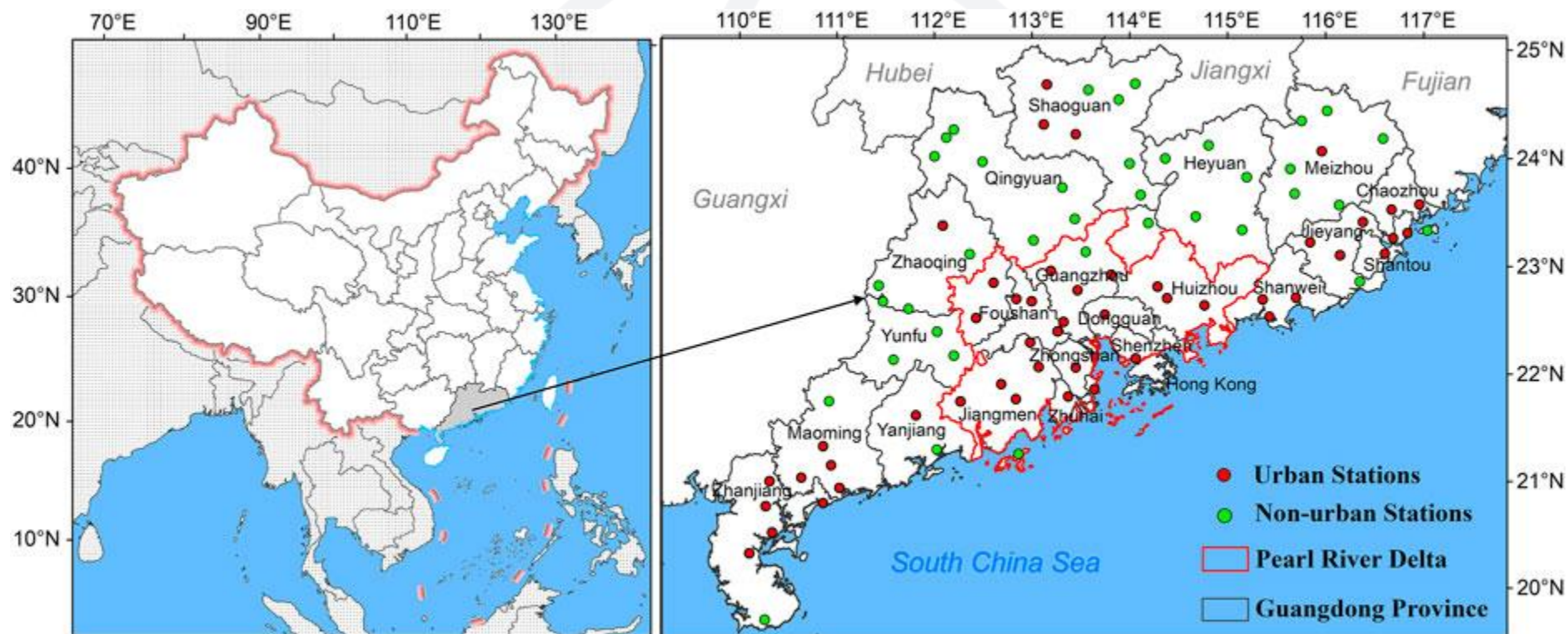


Suprafețele agricole și populația expusă riscului de secetă severă compusă

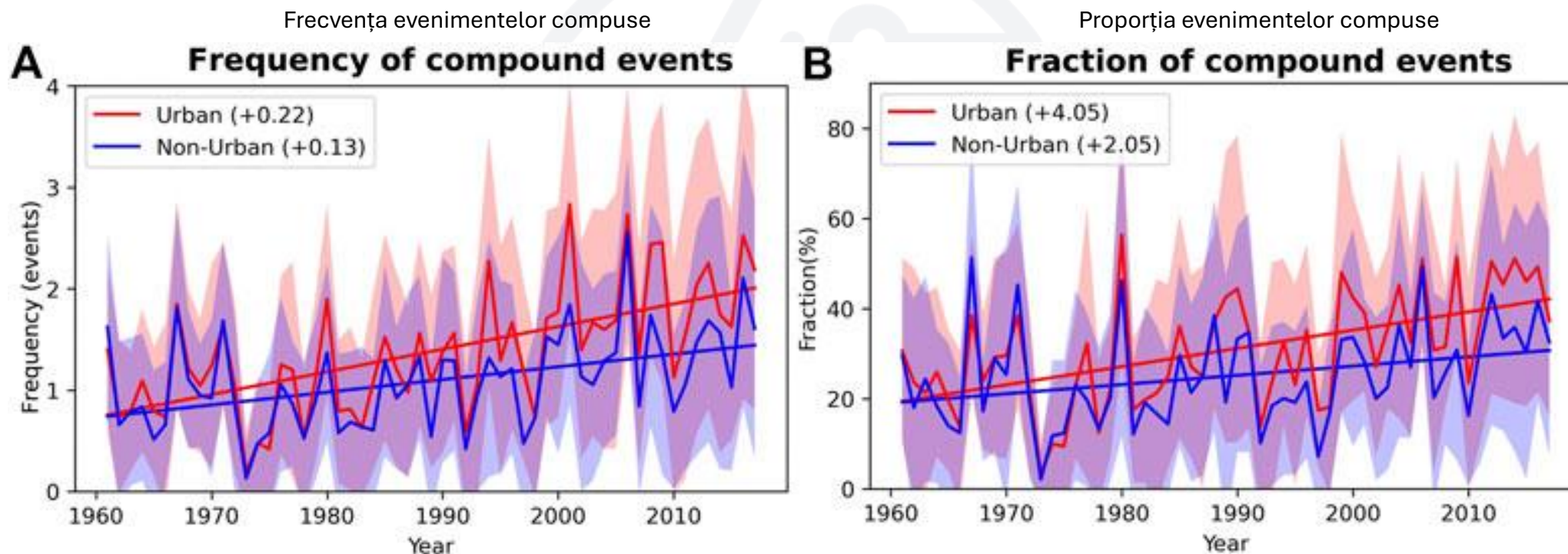
# Cuprins

1. Schimbările climatice și evenimentele compuse
2. Dezvoltarea socio-economică și evenimentele compuse
  - a) Schimbarea utilizării terenurilor
  - b) Cadrul de risc
3. Perspective de viitor

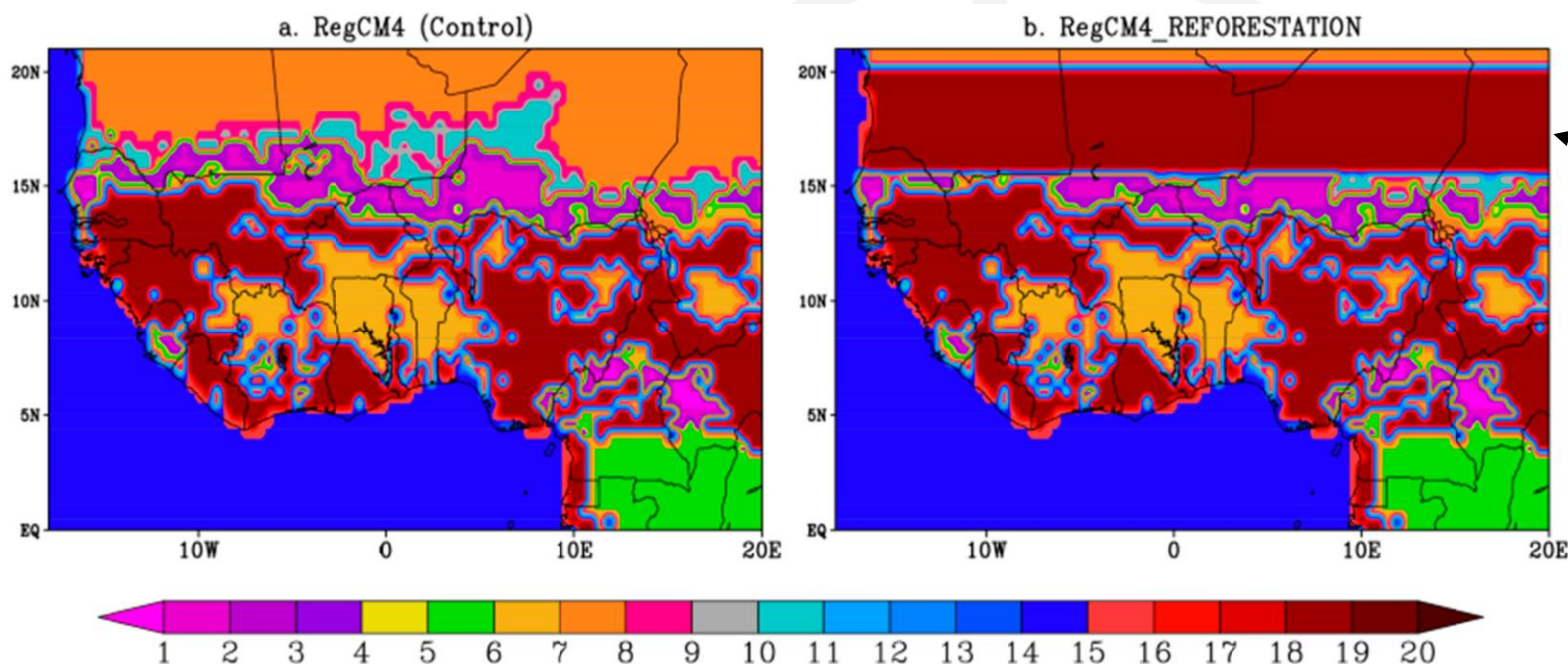
# Urbanizarea și evenimentele compuse de căldură și precipitații (Wu, S., et al., 2021)



# Urbanizarea și evenimentele compuse de căldură și precipitații (Wu, S., et al., 2021)



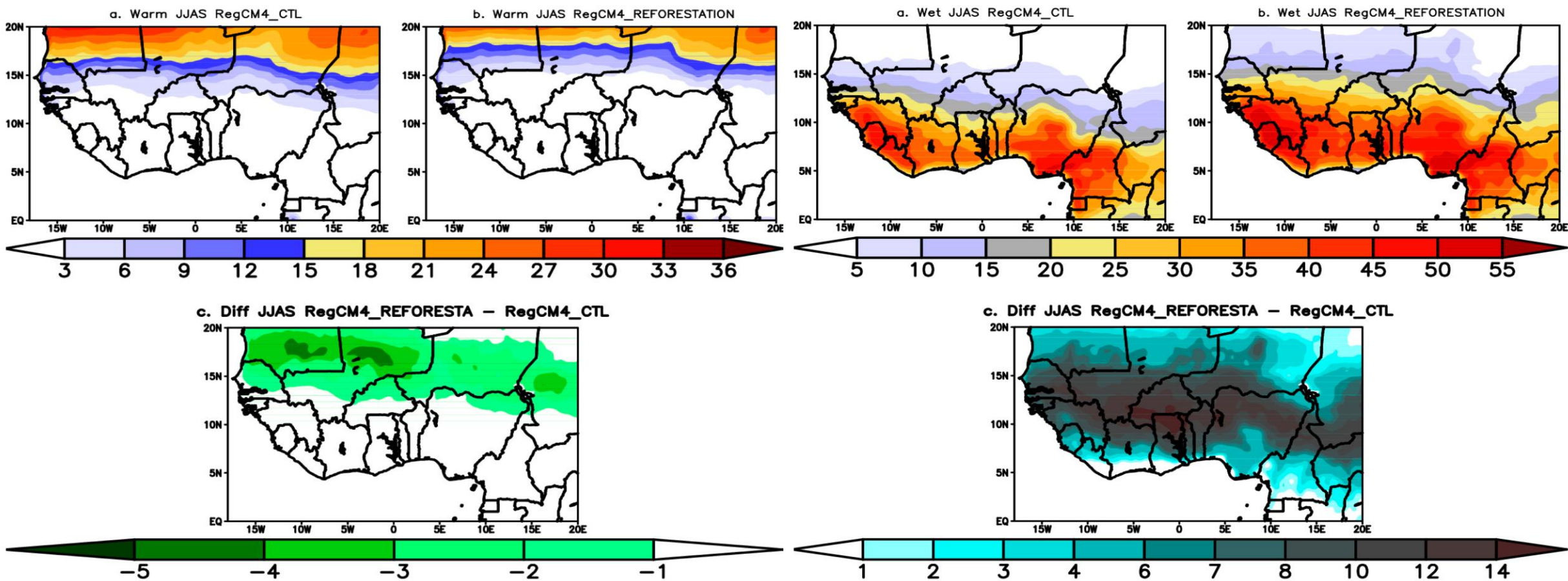
# Schimbarea utilizării terenurilor și evenimentele compuse cald-umed (Camara, M., Diba, I., & Diedhiou, A., 2022)



Două simulări de model climatic.

- Una de control,
- Una cu utilizare modificată a terenului: reîmpădurirea interfeței Sahel-Sahara

# Schimbarea utilizării terenurilor și evenimentele compuse cald-umed (Camara, M., Diba, I., & Diedhiou, A., 2022)

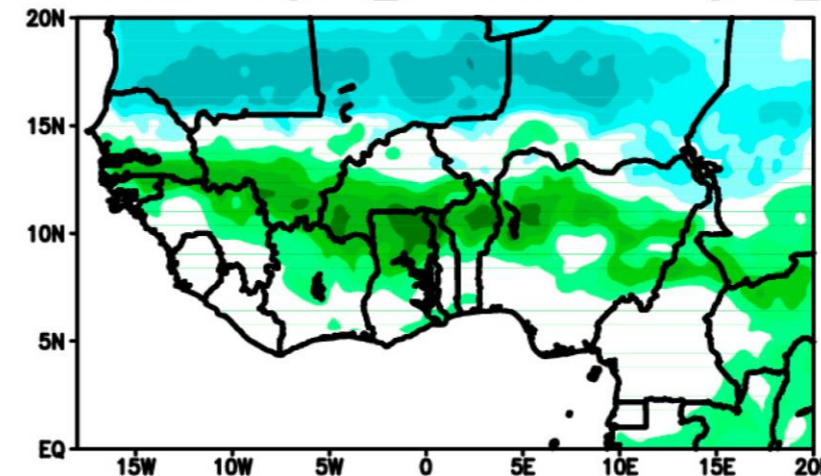
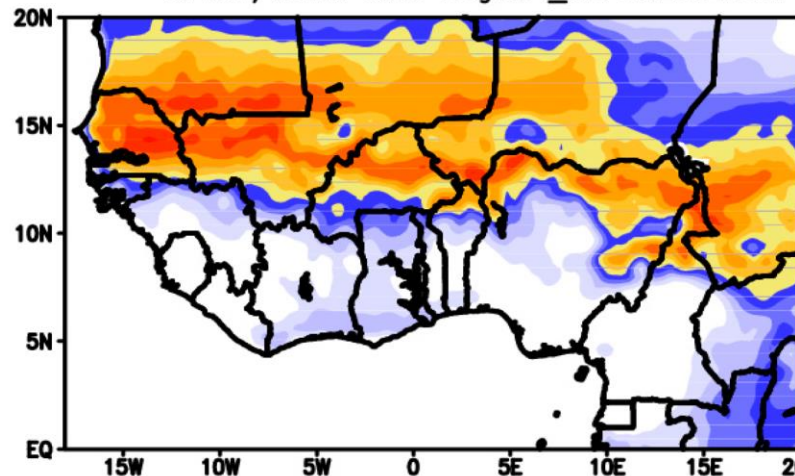
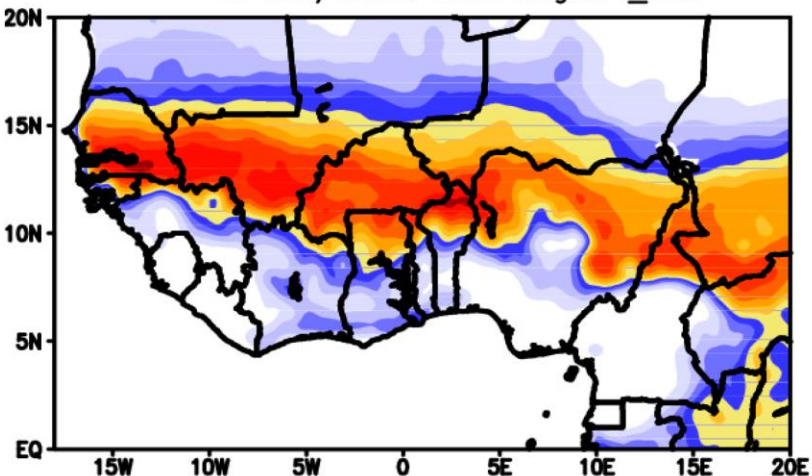


# Schimbarea utilizării terenurilor și evenimentele compuse cald-umed (Camara, M., Diba, I., & Diedhiou, A., 2022)

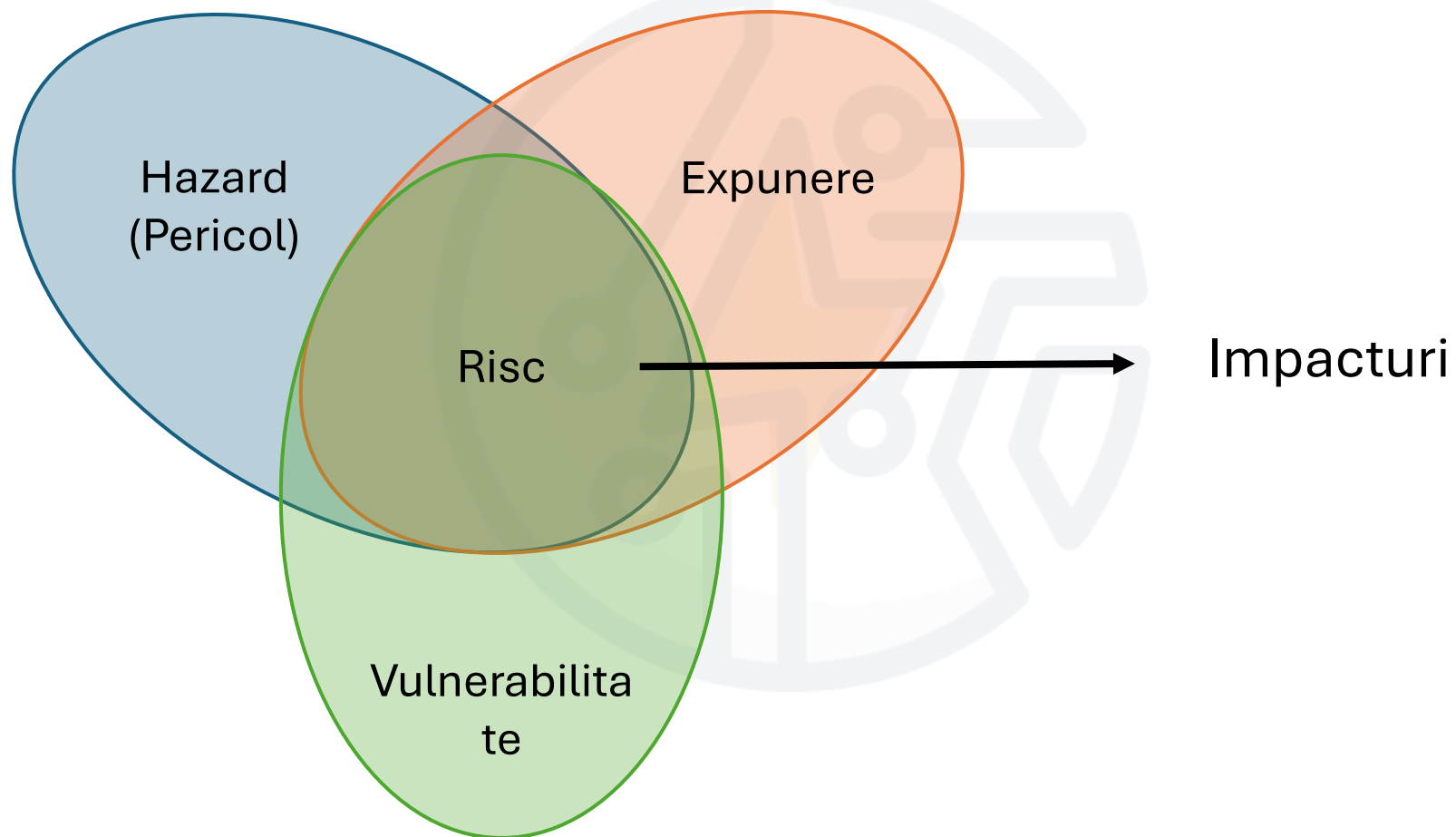
a. Wet/Warm JJAS RegCM4\_CTL

b. Wet/Warm JJAS RegCM4\_REFORESTATION

c. Diff JJAS RegCM4\_REFORESTA – RegCM4\_CTL

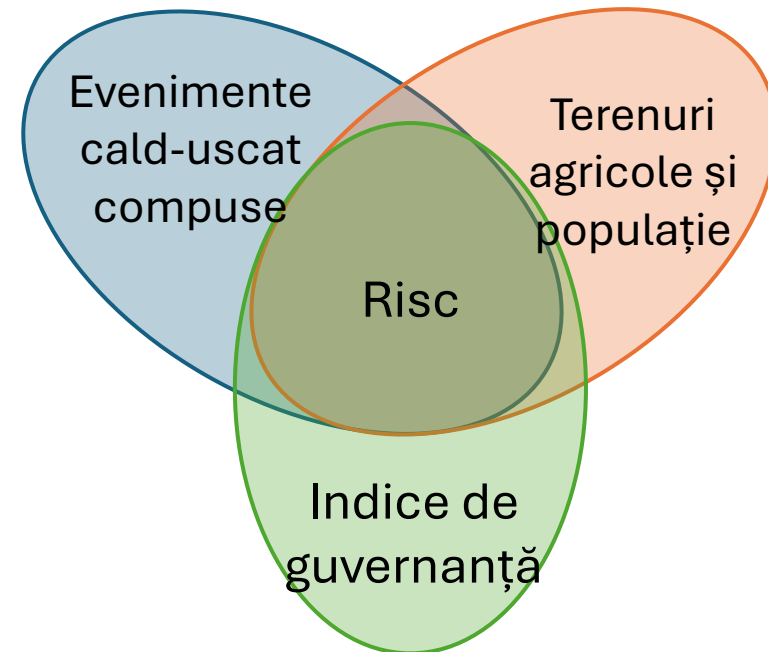
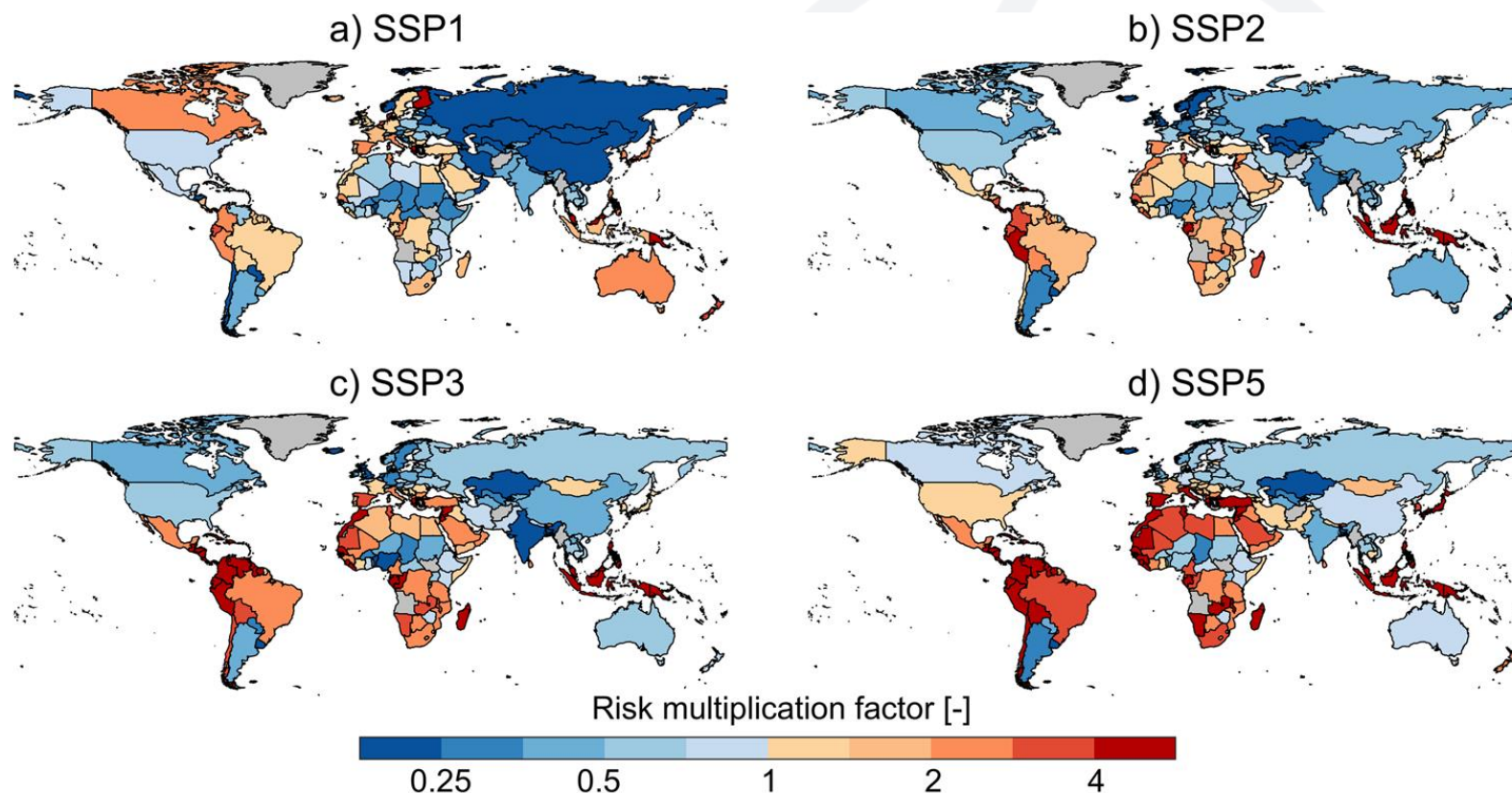


# Cadrul de risc (IPCC AR5)



# Risc și evenimente compuse cald-uscat

(Tabari, H., Willems, P, 2023)



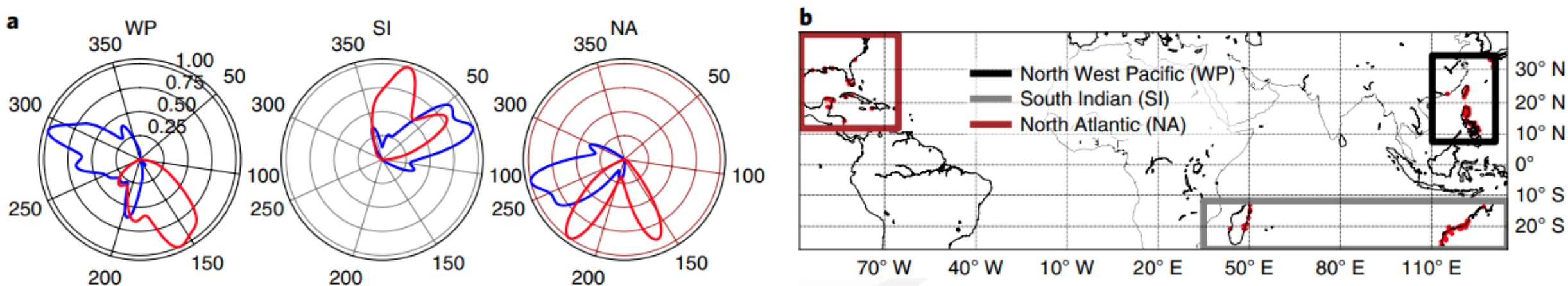
# Perspective de viitor – Schimbările climatice

- Evenimente compuse noi
- Analiza incertitudinii
- Rezoluția modelelor climatice



# Perspective de viitor: Schimbările climatice – evenimente compuse emergente

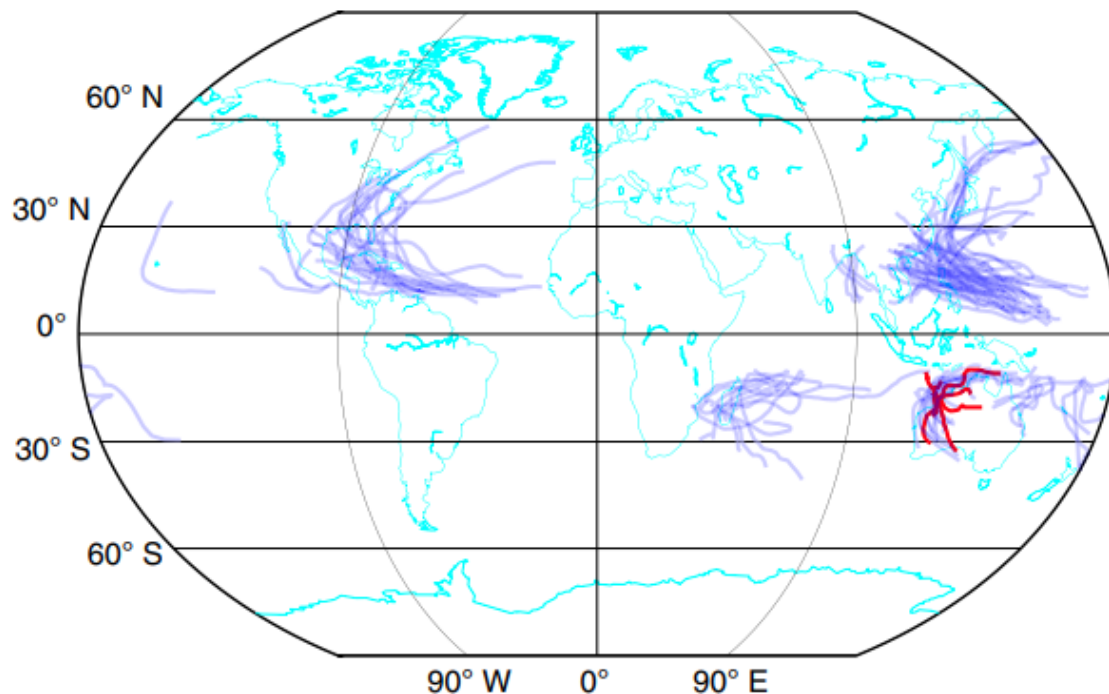
(Matthews, T., et al., 2019)



Ne-sincronizarea istorică a vârfurilor Indicelui de Căldură (HI, roșu) și a sezonului cicloanelor tropicale (TC, albastru) în principalele regiuni afectate de cicloane tropicale.

# Perspective de viitor: Schimbările climatice – evenimente compuse emergente

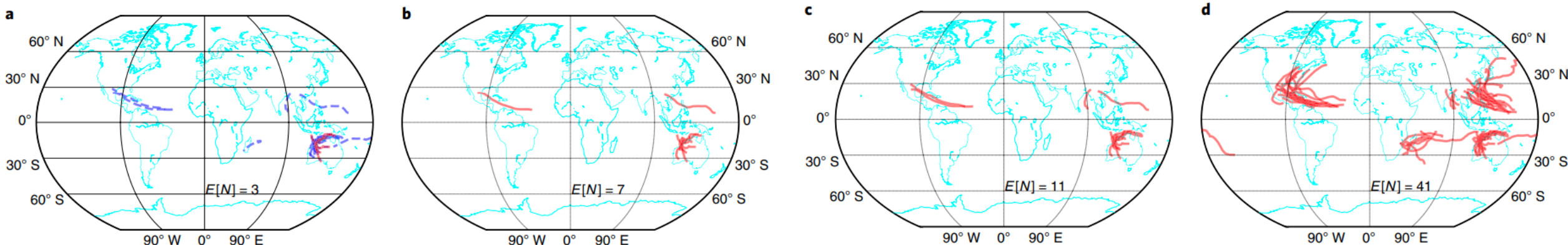
(Matthews, T., et al., 2019)



121 traiectorii istorice ale cicloanelor tropicale majore (TC) (albastru); roșu indică cele 4 cicloane tropicale majore urmate de un HI de 40,6 sau mai mult în termen de 30 de zile după atingerea uscatului (landfall).

# Perspective de viitor: Schimbările climatice – evenimente compuse emergente

(Matthews, T., et al., 2019)



Trajectoriile probabile ale cicloanelor tropicale majore (cu cel puțin 50% șanse de a experimenta  $HI \geq 40,6$  în cele 30 de zile după atingerea uscatului), pentru diferite niveluri de încălzire globală: (a) bază, (b) 1,5°C, (c) 2,0°C și (d) 4,0°C. Liniile albastre punctate arată traiectorii potențiale de TC (cu probabilitate nenulă de a fi urmate de  $HI \geq 40,6$ ).

# Perspective de viitor – Schimbările climatice

- Evenimente compuse noi
- Analiza incertitudinii
- Rezoluția modelelor climatice



# Perspective de viitor – Schimbările climatice

- Evenimente compuse noi
- Analiza incertitudinii
- Rezoluția modelelor climatice



# Perspectivă de viitor – Dezvoltarea socio-economică



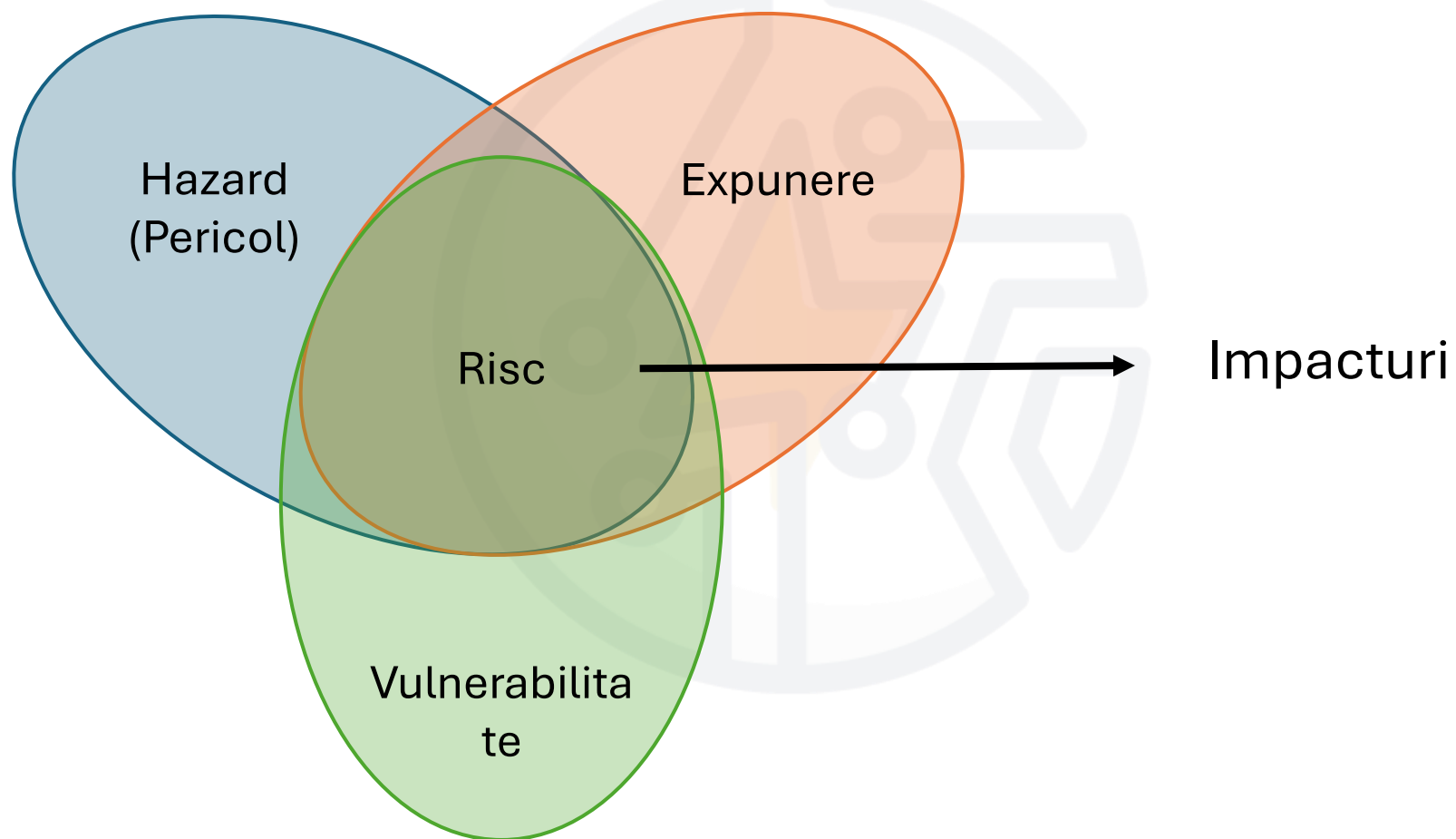
- Rezoluția modelelor climatice
- Evaluarea riscurilor
- Adaptare și atenuare

# Perspectivă de viitor – Dezvoltarea socio-economică



- Rezoluția modelelor climatice
- Evaluarea riscurilor
- Adaptare și atenuare

# Cadrul de risc (IPCC AR5)

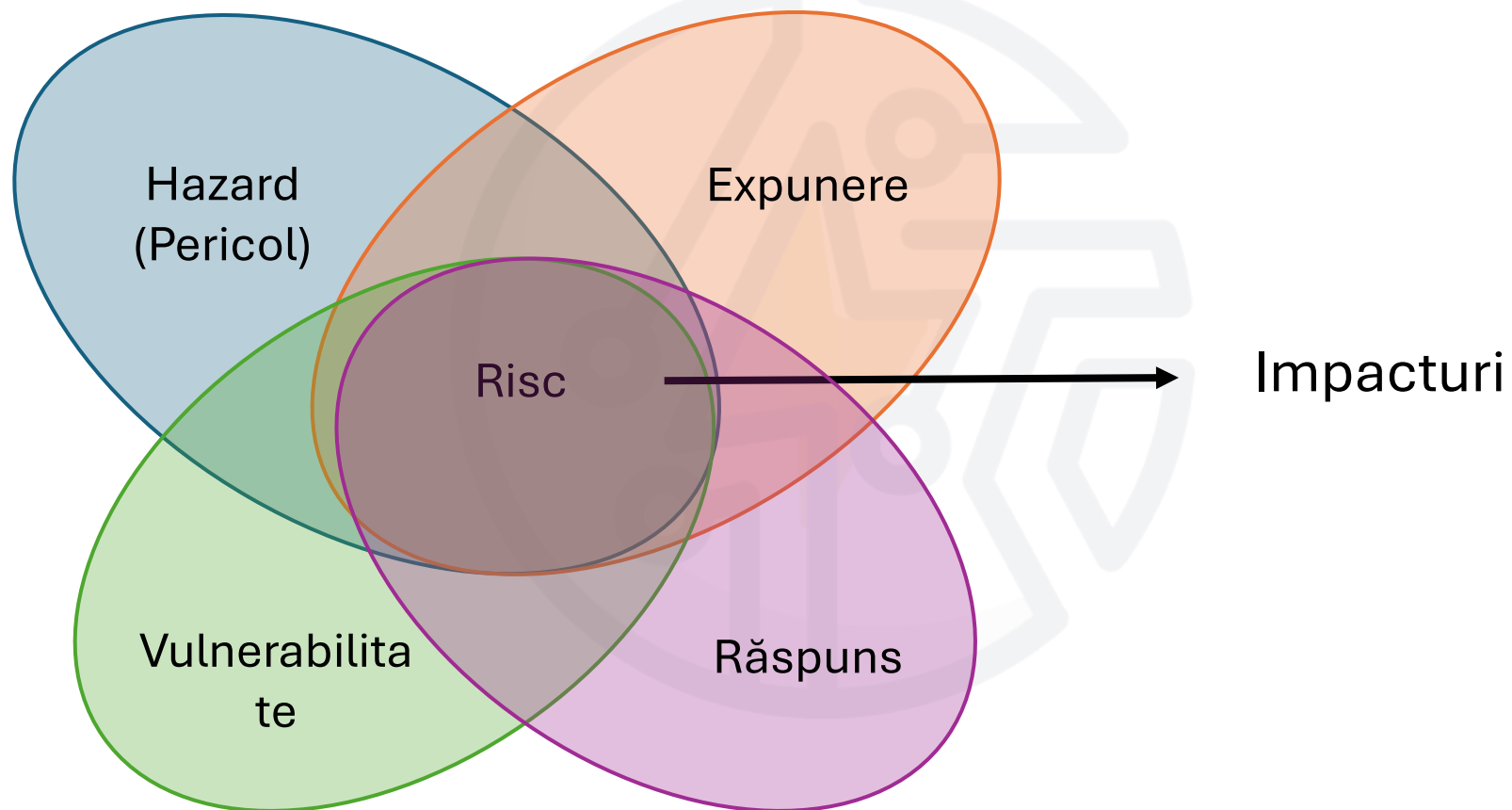


# Perspective de viitor – Dezvoltarea socio-economică



- Rezoluția modelelor climatice
- Evaluarea riscurilor
- Adaptare și atenuare

# Cadrul de risc (IPCC AR6)



# Vă mulțumesc pentru atenție!



University of Antwerp  
M4S |  
Modelling For Sustainability

**Takumi Therville**  
Modelling for Sustainability (M4S)  
University of Antwerp, Belgium  
[takumi.Therville@uantwerpen.be](mailto:takumi.Therville@uantwerpen.be)

# Referințe

- Zscheischler, J., Martius, O., Westra, S. *et al.* A typology of compound weather and climate events. *Nat Rev Earth Environ* **1**, 333–347 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0060-z>
- Ridder, N.N., Pitman, A.J., Westra, S. *et al.* Global hotspots for the occurrence of compound events. *Nat Commun* **11**, 5956 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19639-3>
- Hao, Z., Hao, F., Xia, Y., Feng, S., Sun, C., Zhang, X., Fu, Y., Hao, Y., Zhang, Y., & Meng, Y. (2022). Compound droughts and hot extremes: Characteristics, drivers, changes, and impacts. *Earth-Science Reviews*, 235, 104241. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104241>
- Tabari, H., Willems, P. Global risk assessment of compound hot-dry events in the context of future climate change and socioeconomic factors. *npj Clim Atmos Sci* **6**, 74 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00401-7>
- Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P. & Tabari, H. Projected changes in compound hot-dry events depend on the dry indicator considered. *Commun Earth Environ* **5**, 220 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01352-4>
- McGrath, B. M. (2019, September 18). Climate change: Warming to drive “robust increase” in UK flooding. <https://www.bbc.com/news/science-environment-49731591>
- Bevacqua, E., Vousdoukas, M.I., Zappa, G. *et al.* More meteorological events that drive compound coastal flooding are projected under climate change. *Commun Earth Environ* **1**, 47 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00044-z>
- Whiplash under review
- Tan, X., Wu, X., Huang, Z. *et al.* Increasing global precipitation whiplash due to anthropogenic greenhouse gas emissions. *Nat Commun* **14**, 2796 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38510-9>
- NOAA. Schematic Diagrams : El Nino Theme Page - A comprehensive Resource. (s. d.). Accessed 1<sup>st</sup> of August 2025 at [https://www.pmel.noaa.gov/el\\_nino/schematic-diagrams](https://www.pmel.noaa.gov/el_nino/schematic-diagrams)
- NOAA. Global impacts of El Niño and La Niña. (2016). NOAA Climate.gov. <https://www.climate.gov/news-features/featured-images/global-impacts-el-ni%C3%B1o-and-la-ni%C3%B1a>
- Singh, J., Ashfaq, M., Skinner, C.B. *et al.* Enhanced risk of concurrent regional droughts with increased ENSO variability and warming. *Nat. Clim. Chang.* **12**, 163–170 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01276-3>
- Camara, M., Diba, I., & Diedhiou, A. (2022). Effects of Land Cover Changes on Compound Extremes over West Africa Using the Regional Climate Model RegCM4. *Atmosphere*, 13(3), 421. <https://doi.org/10.3390/atmos13030421>
- Wu, S., Chan, T. O., Zhang, W., Ning, G., Wang, P., Tong, X., Xu, F., Tian, H., Han, Y., Zhao, Y., & Luo, M. (2021). Increasing compound heat and precipitation extremes elevated by urbanization in south China. *Frontiers in Earth Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.636777>
- Matthews, T., Wilby, R.L. & Murphy, C. An emerging tropical cyclone–deadly heat compound hazard. *Nat. Clim. Chang.* **9**, 602–606 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0525-6>