

Les mondes indiens entre haute
montagne et océan indien, une terre
de risques et de vulnérabilité

Les mondes indiens entre haute montagne et océan indien, une terre de risques et de vulnérabilité

Agencement des reliefs + répartition des climats => différenciations internes

Élément physique (pente, géologie, climat) à double tranchant : **atout** (énergie, minéral, eau-chaleur) – **risque**

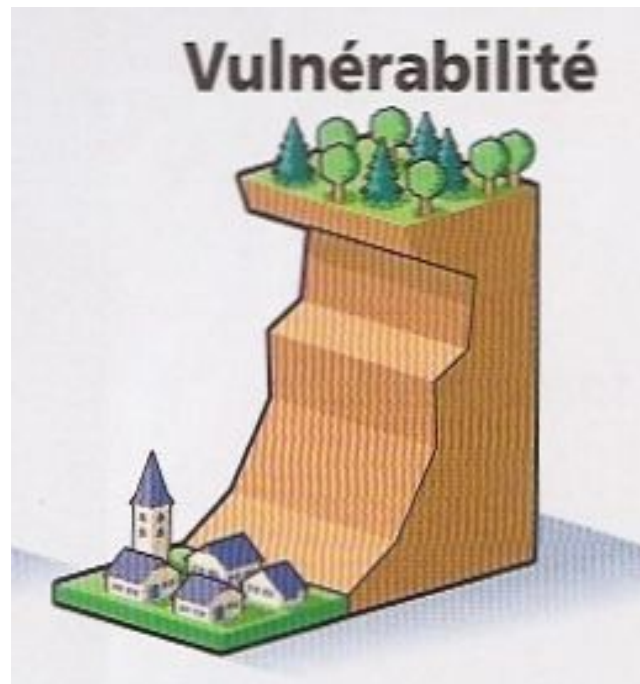
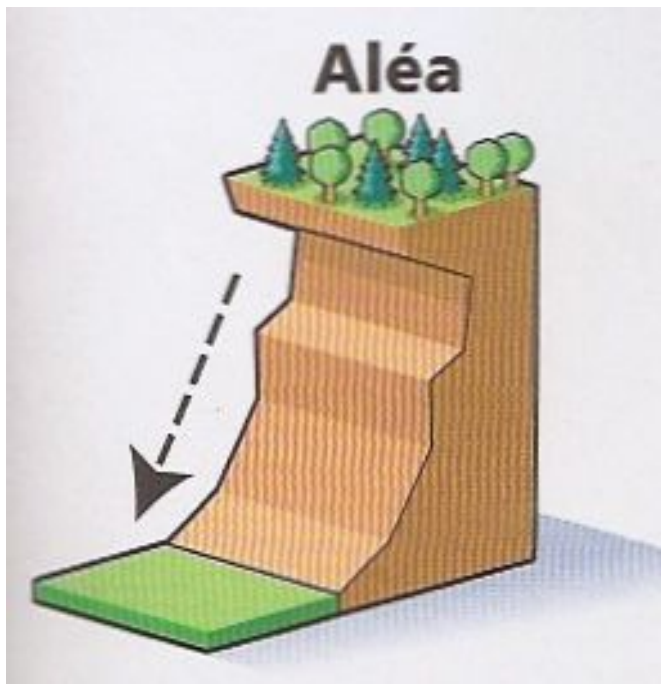
Élément **physique** à double tranchant : **atout – risque**

Définitions : de l'aléa à la catastrophe en passant par le risque

Aléa (du latin *alea* = dés, hasard) : **Probabilité d'un événement**

Vulnérabilité (du latin *vulnerare* = blesser) : **Qui peut être atteint** (probabilité sur des **enjeux sociétaux**)

Risque : **Asso d'un aléa** (réalisé) **avec des enjeux** (habitations, équipements) (probabilité d'occurrence)



Élément **physique** à double tranchant : **atout – risque**

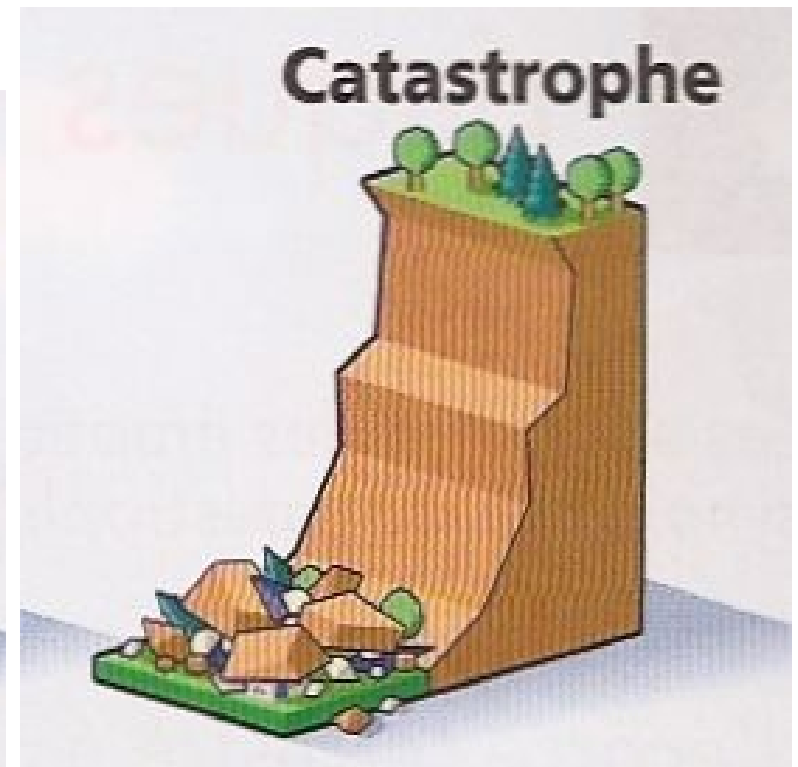
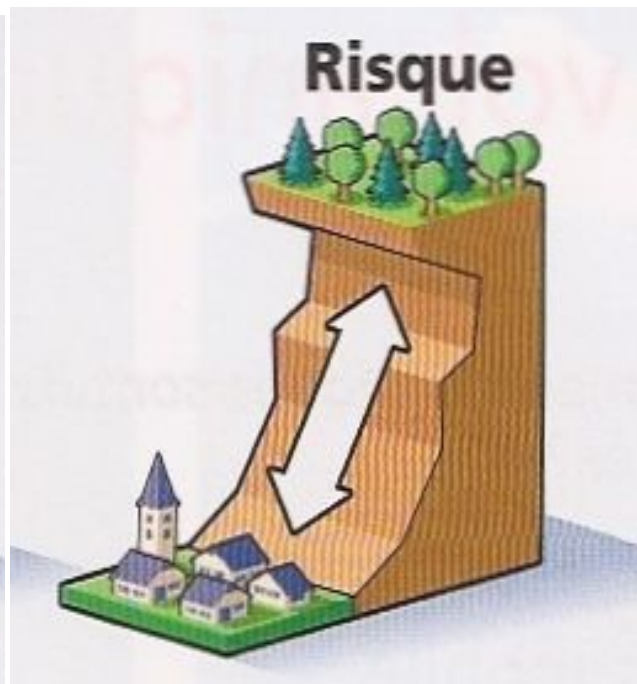
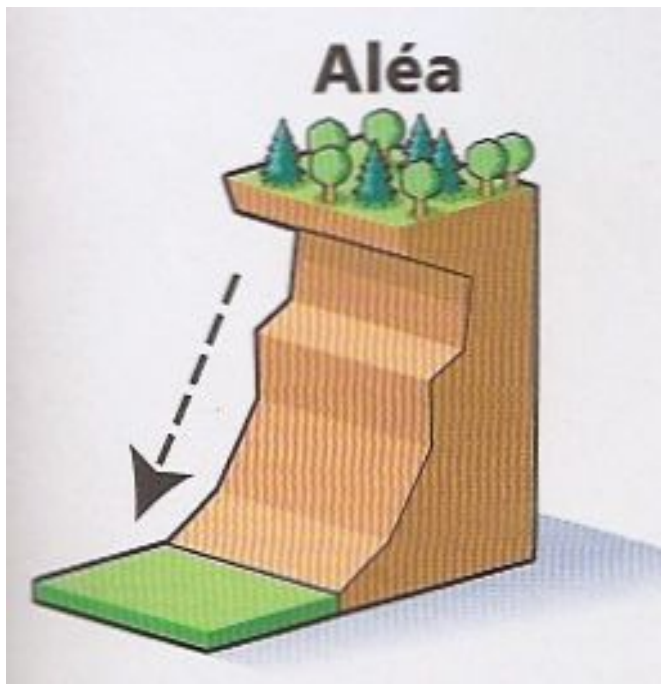
Définitions : de l'aléa à la catastrophe en passant par le risque

Aléa (du latin *alea* = dés, hasard) : **Probabilité d'un événement**

Vulnérabilité (du latin *vulnerare* = blesser) : **Qui peut être atteint** (probabilité sur des enjeux sociétaux)

Risque : **Asso d'un aléa** (réalisé) **avec des enjeux** (habitations, équipements) (probabilité d'occurrence)

Catastrophe (du grec *katastrophê* = bouleversement) : **Événement désastreux** (dégâts humains et matériels) = **Réalisation de la probabilité**



Élément **physique** à double tranchant : **atout – risque**

Aléa : Probabilité d'un événement

Vulnérabilité : Qui peut être atteint (probabilité sur des enjeux)

Risque : Asso d'un aléa (réalisé) avec des enjeux (habitations, équipements) (probabilité d'occurrence)

Catastrophe : Événement désastreux (dégâts humains et matériels) =
Réalisation de la probabilité

Problématique de l'**aménagement** = **gérer les risques**
(prévision, prévention, protection)

Dynamique (tectonique, changement climatique) => ↑ **risques** et **vulnérabilités**

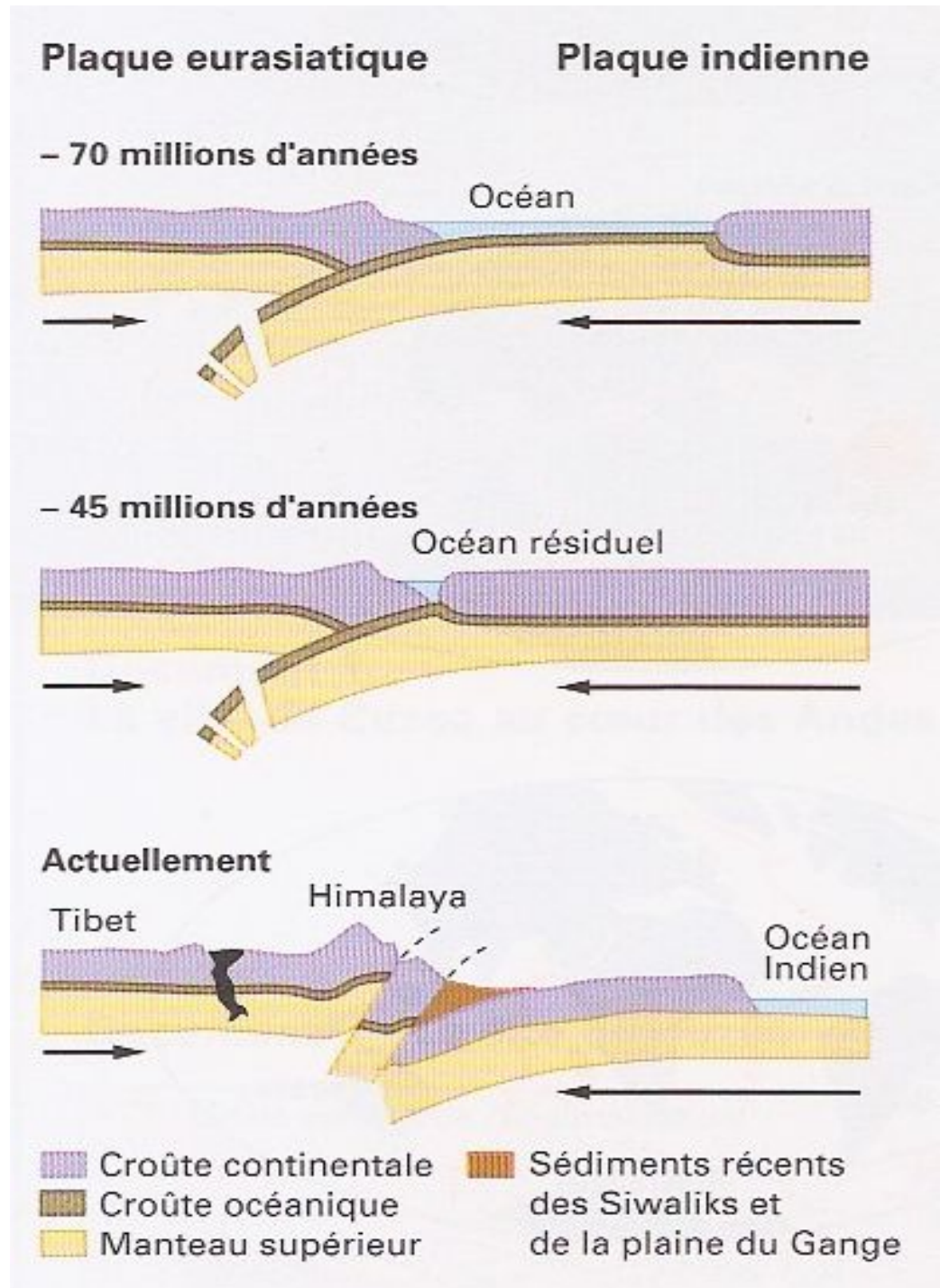
Problématique : En quoi l'**amplification de la vulnérabilité** des **populations des mondes indiens** tient autant aux **dynamiques physiques et climatiques** qu'à leurs **pratiques territoriales** ?

**I. Dynamique tectonique active et différenciation topo variée :
monde indien du haut *versus* monde indien du bas**
A. Les mondes indiens au cœur d'une dynamique tectonique active

A. Les mondes indiens au cœur d'une dynamique tectonique active

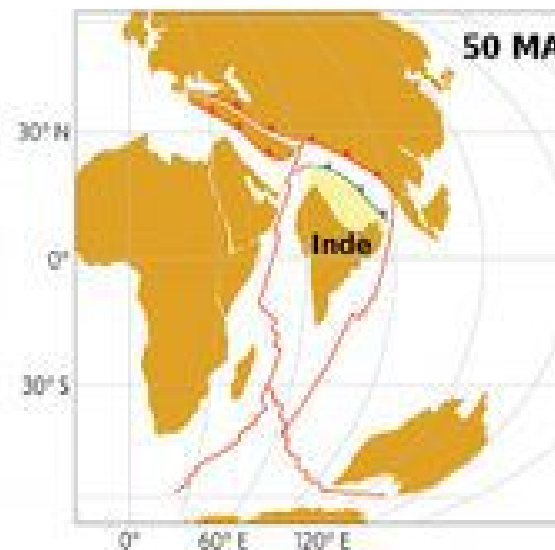
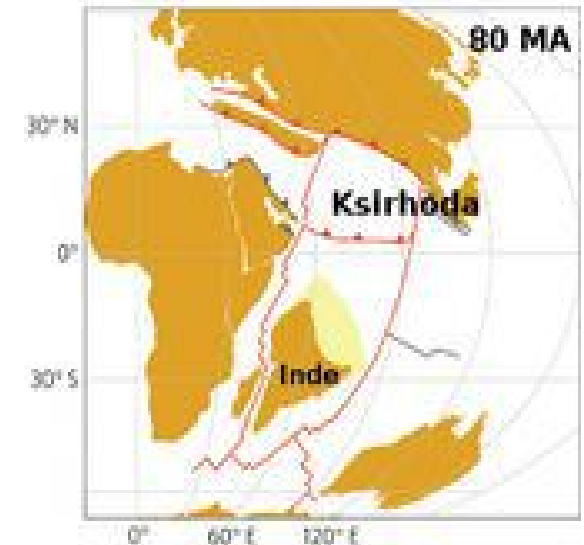
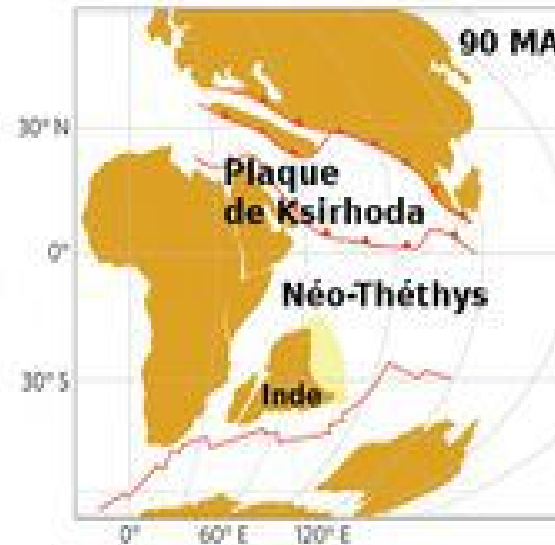
Crétacé (145-66 mi BP) : plaque indienne → plaque Eurasie => subduction → obduction => orogénèse de l'Himalaya

Orogenèse, subduction et collision : **exemple de l'Himalaya**



A. Les mondes indiens au cœur d'une dynamique tectonique active

Crétacé (145-66 mi BP) :
plaque indienne → plaque
Eurasie => subduction →
obduction => orogénèse
de l'**Himalaya**

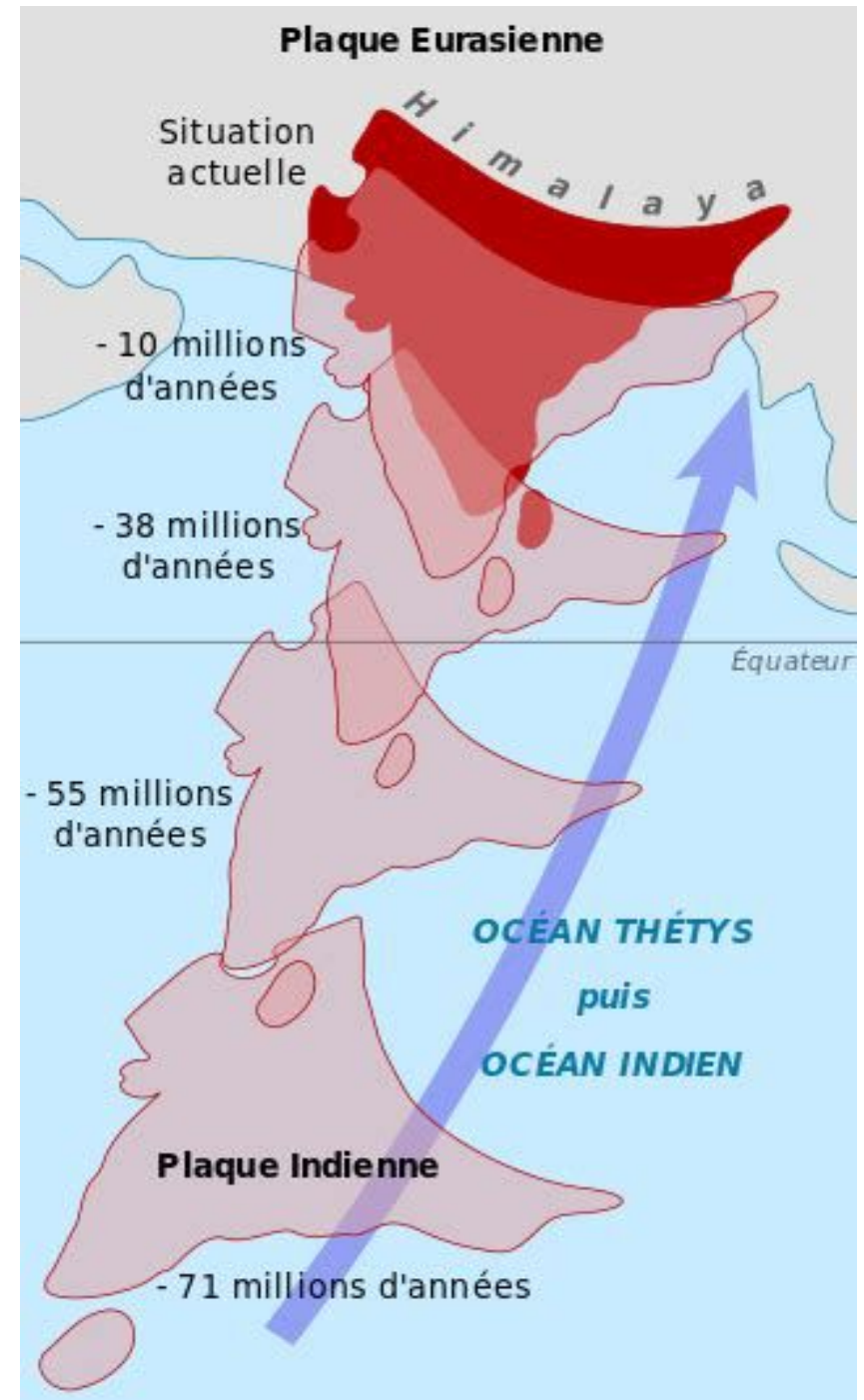


Orogénèse, subduction et collision : **exemple de l'Himalaya**

A. Les mondes indiens au cœur d'une dynamique tectonique active

Crétacé (145-66 mi BP) : plaque indienne → plaque Eurasie => subduction → obduction => orogénèse de l'**Himalaya**

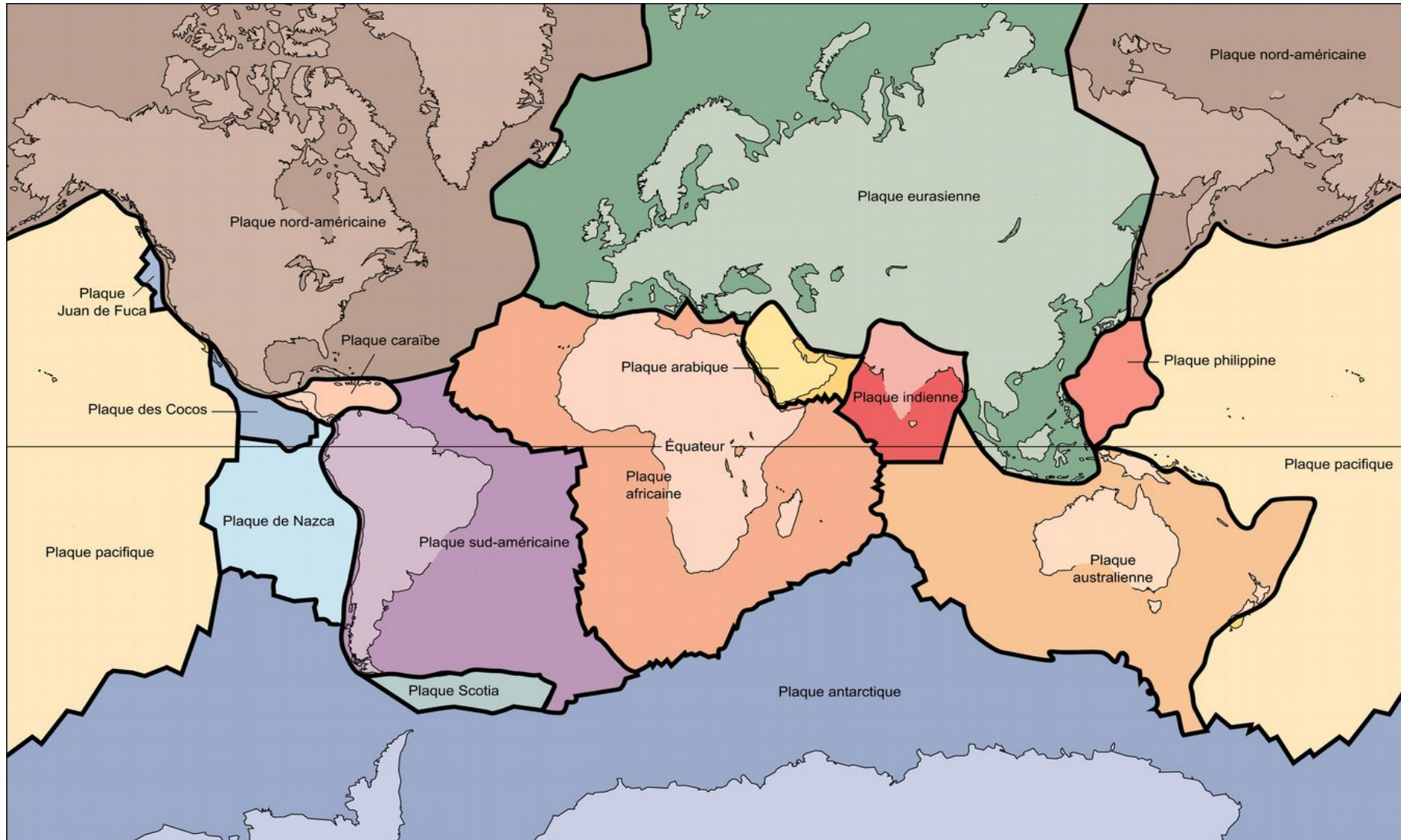
Orogenèse, subduction et collision :
exemple de l'Himalaya



A. Les mondes indiens au cœur d'une dynamique tectonique active

Crétacé (145-66 mi BP) : plaque indienne → plaque Eurasie => subduction → obduction => orogénèse de l'Himalaya

Les plaques tectoniques, morcellement de la croûte terrestre

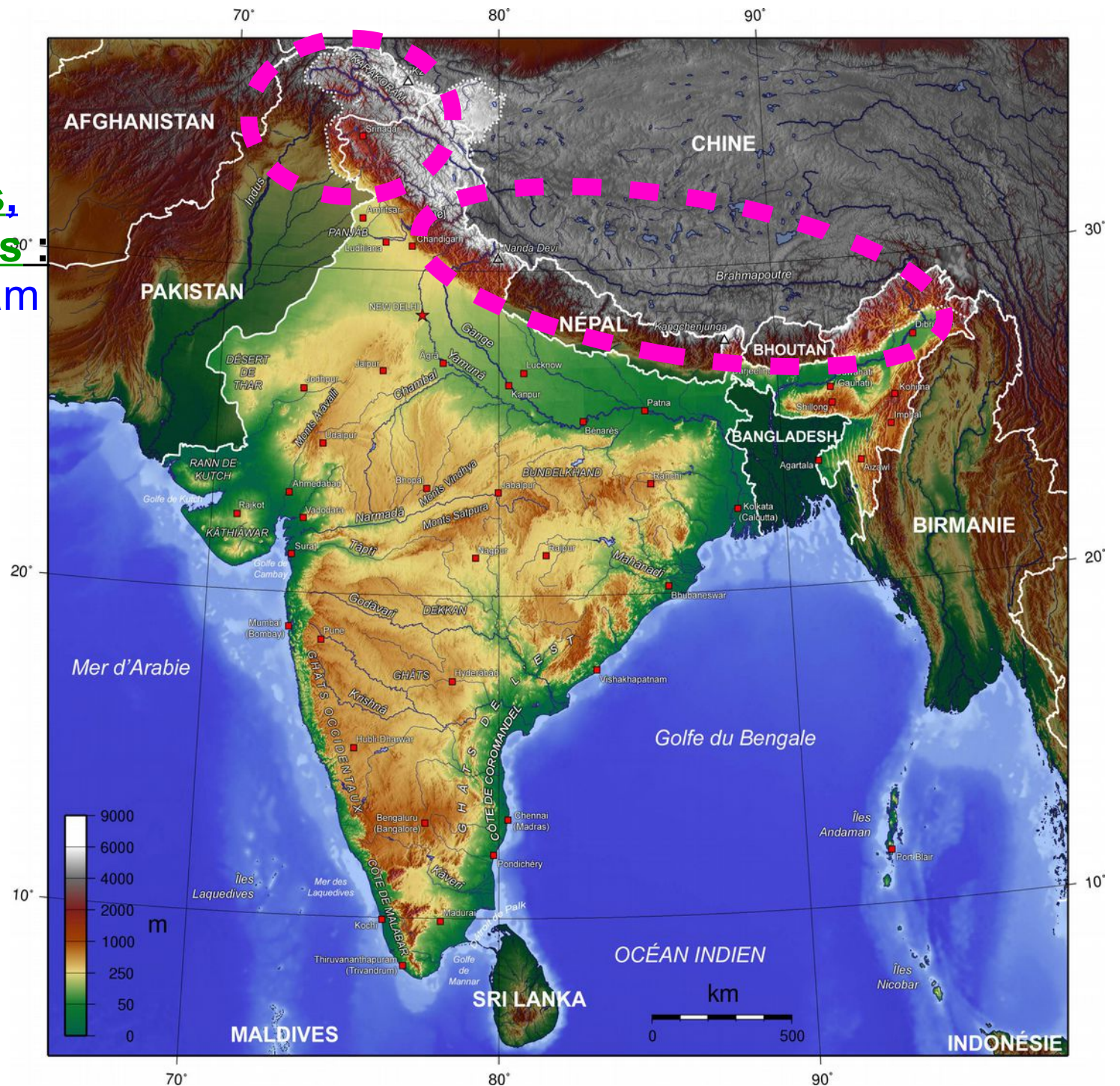


**B. Tectonique active et
organisation topographique**
3 croissants concentriques



3 croissants concentriques

- arc interne de hautes montagnes, plateaux et bassins
Himalaya, Karakoram



3 croissants concentriques

- arc interne de hautes montagnes, plateaux et bassins : Himalaya, Karakoram

28 juillet 2025 sur le pic Laila (Pakistan)

DISPARITION / BIATHLON

Laura Dahlmeier meurt dans un accident en haute montagne

L'ancienne championne olympique a perdu la vie à 31 ans au Pakistan, après un accident survenu lors d'une expédition d'alpinisme à plus de 6 000 m d'altitude

Laura Dahlmeier a été déclarée morte après un accident de haute montagne au Pakistan, toute tentative de sauvetage étant rendue « impossible » par la dangerosité du site. « Les efforts de sauvetage pour la récupérer ont échoué et l'opération a

été interrompue dans la soirée » de mardi, a indiqué l'agence Nine & One dans un communiqué. Partie en binôme pour une expédition d'alpinisme sur le pic Laila, une montagne de la chaîne du Karakoram (nord) culminant à un peu plus

de 6 000 m d'altitude, la double championne olympique allemande de biathlon âgée de 31 ans a été prise lundi à la mi-journée « dans une chute de pierres », lançant une opération de sauvetage. Mais en raison de l'isolement de la zone, les secours n'ont pu atteindre la jeune femme, qui ne donnait plus de signe de vie. Reine des Mondiaux de Hochfilzen en 2017, avec cinq titres et une médaille d'argent en six épreuves, Laura Dahlmeier avait ensuite remporté l'or en sprint et en poursuite, ainsi que le bronze en individuel, aux JO de Pyeongchang en 2018. Elle avait mis fin à sa carrière en 2019, à l'âge de 25 ans.

Elle était ensuite devenue consultante pour la TV allemande et s'était

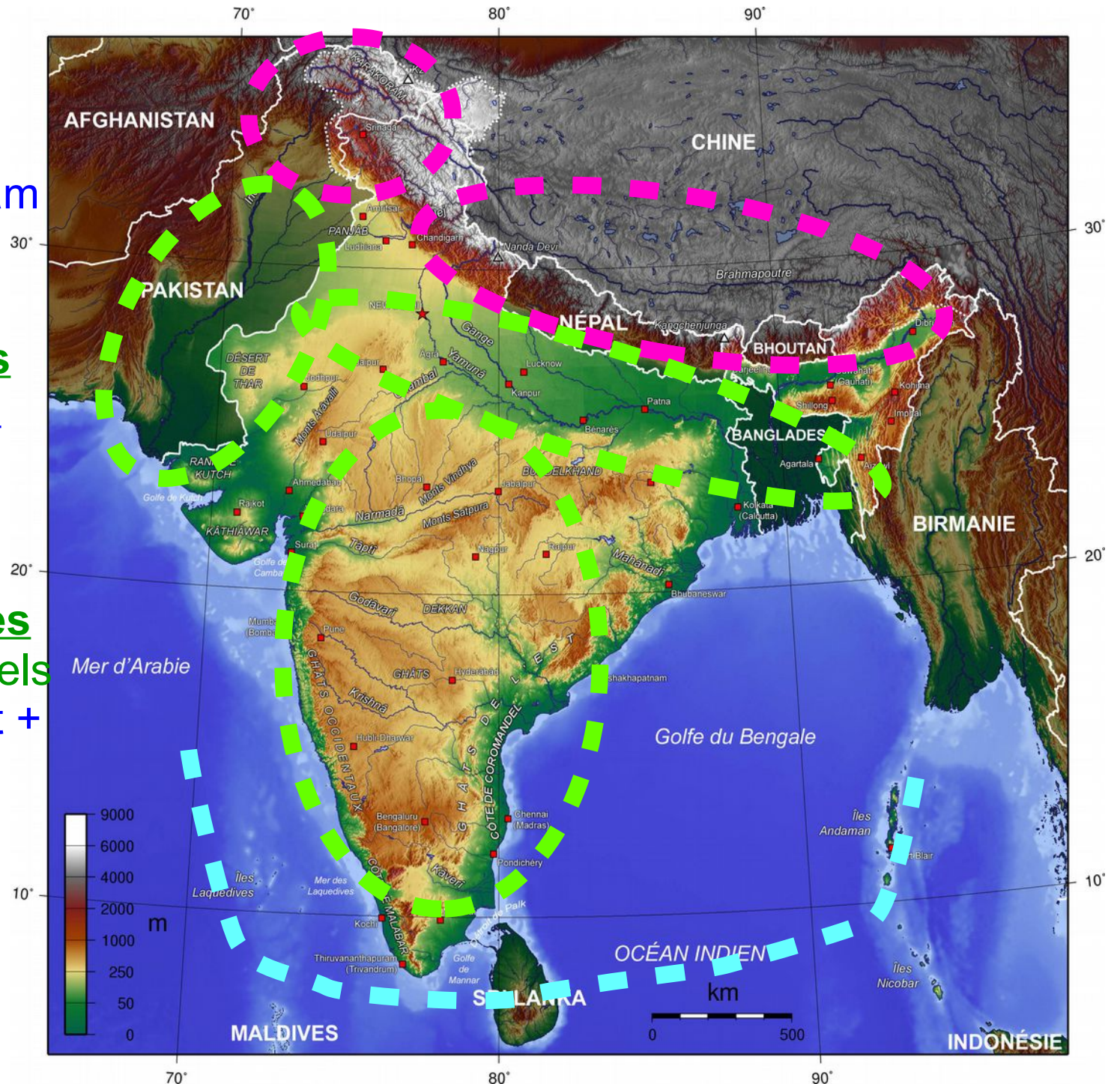


Laura Dahlmeier s'était reconvertie dans l'alpinisme. AFP

reconvertie dans l'alpinisme. Devenue en novembre guide de montagne certifiée, elle avait gravi plusieurs sommets de l'Himalaya.

3 croissants concentriques

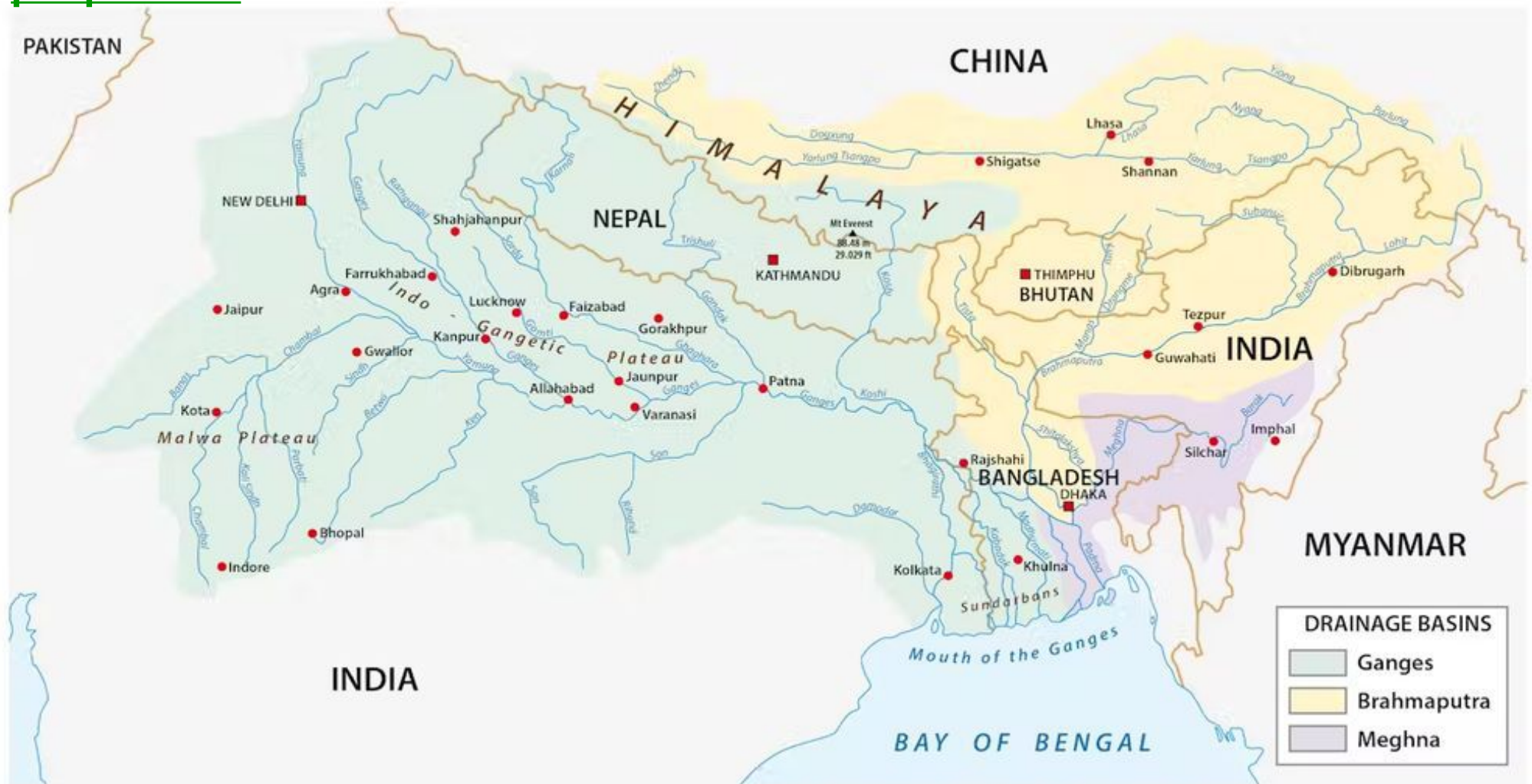
- arc interne :
Himalaya, Karakoram
- arc moyen de montagnes, plateaux et plaines alluviales (deltas) :
Ghâts ; Dekkan ; Indus, Gange, Brahmapoutre
- arc extérieur d'îles et de mers : archipels bordant le continent + grandes îles (Sri Lanka)



3 croissants concentriques

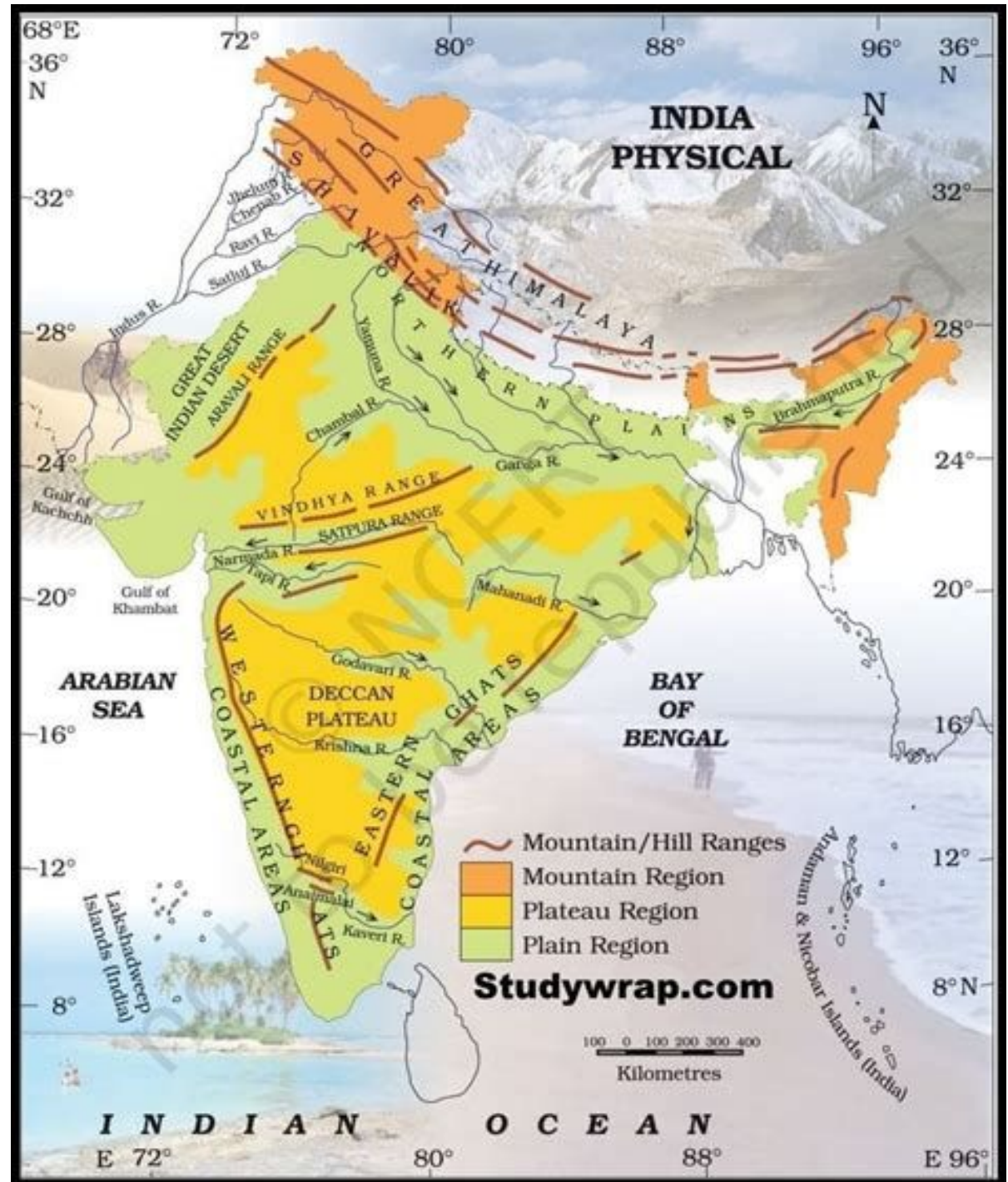
- arc moyen de montagnes, plateaux et plaines alluviales (deltas) :
Ghâts ; Dekkan ; Indus, Gange, Brahmapoutre

Bassins versants de l'Indus, du Gange et du Brahmapoutre, des foyers de peuplement

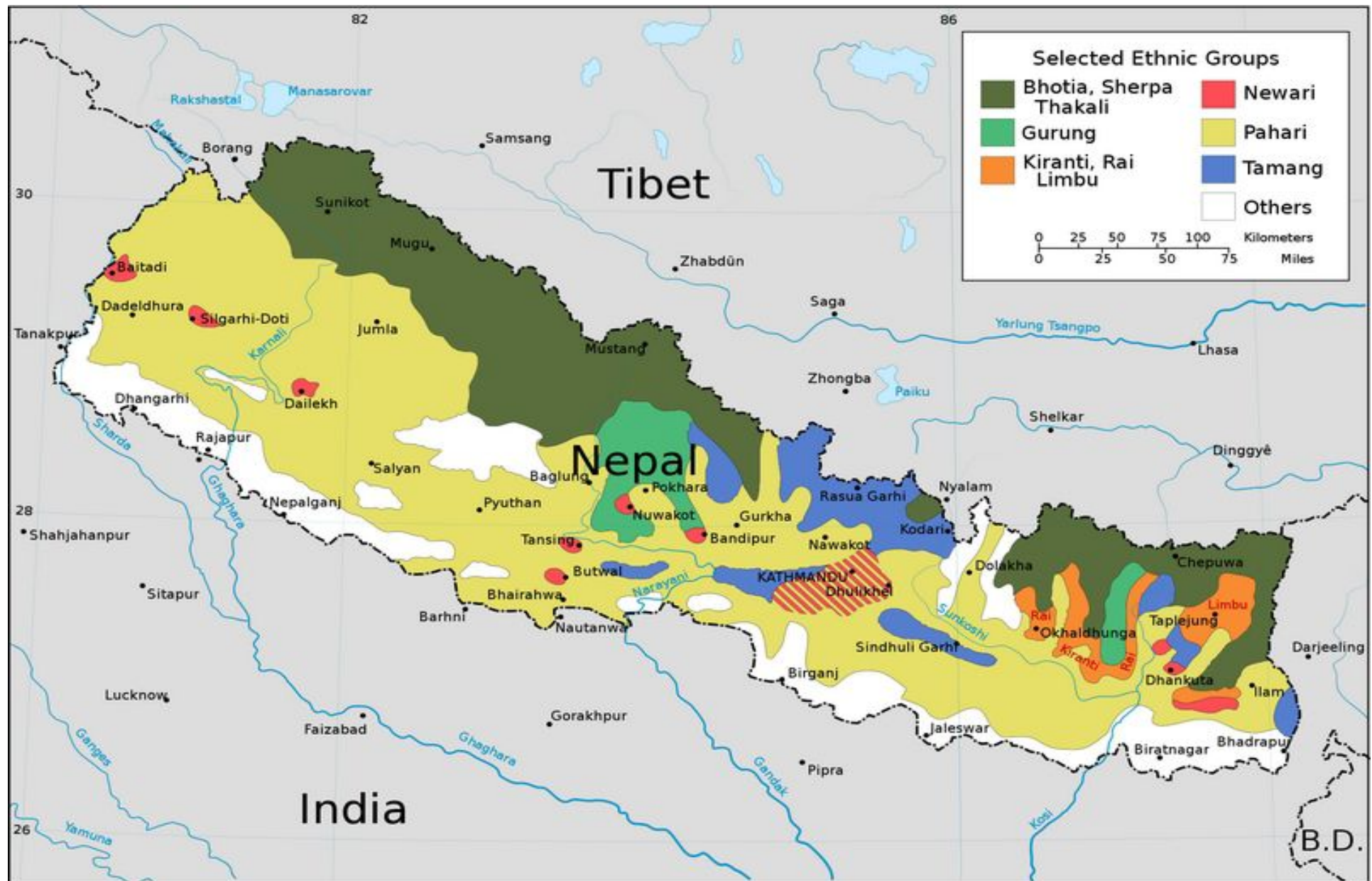


3 croissants concentriques

- arc interne :
Himalaya, Karakoram
- arc moyen de montagnes, plateaux et plaines alluviales (deltas) :
Ghâts ; Dekkan ;
Indus, Gange,
Brahmapoutre
- arc extérieur d'îles et de mers : archipels
bordant le continent +
grandes îles (Sri Lanka)



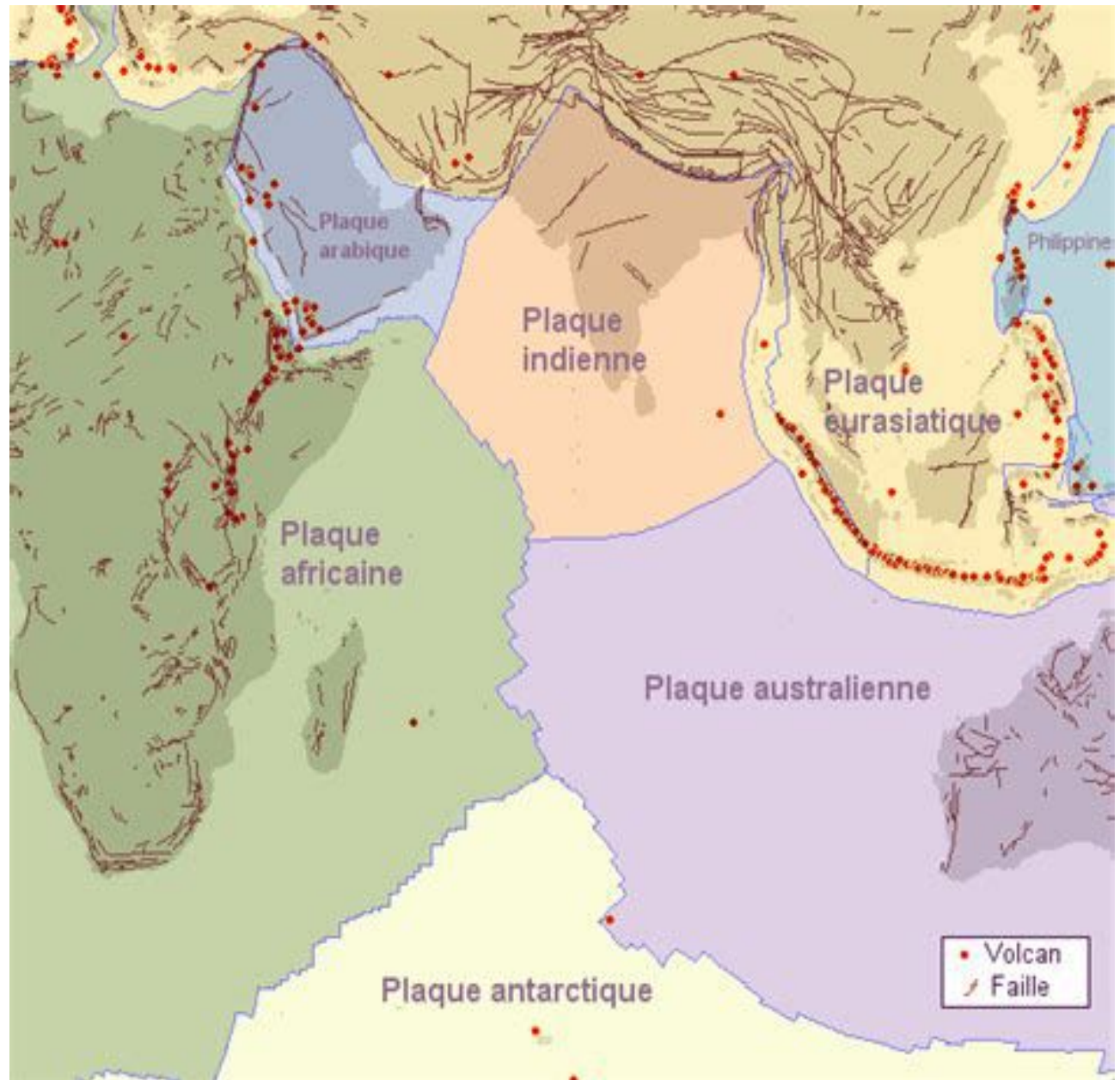
Lien entre compartimentage topo et multiplication des groupes ethniques (Népal)



C. Tectonique active et risques sismiques

Un arc de territoires soumis aux risques sismiques

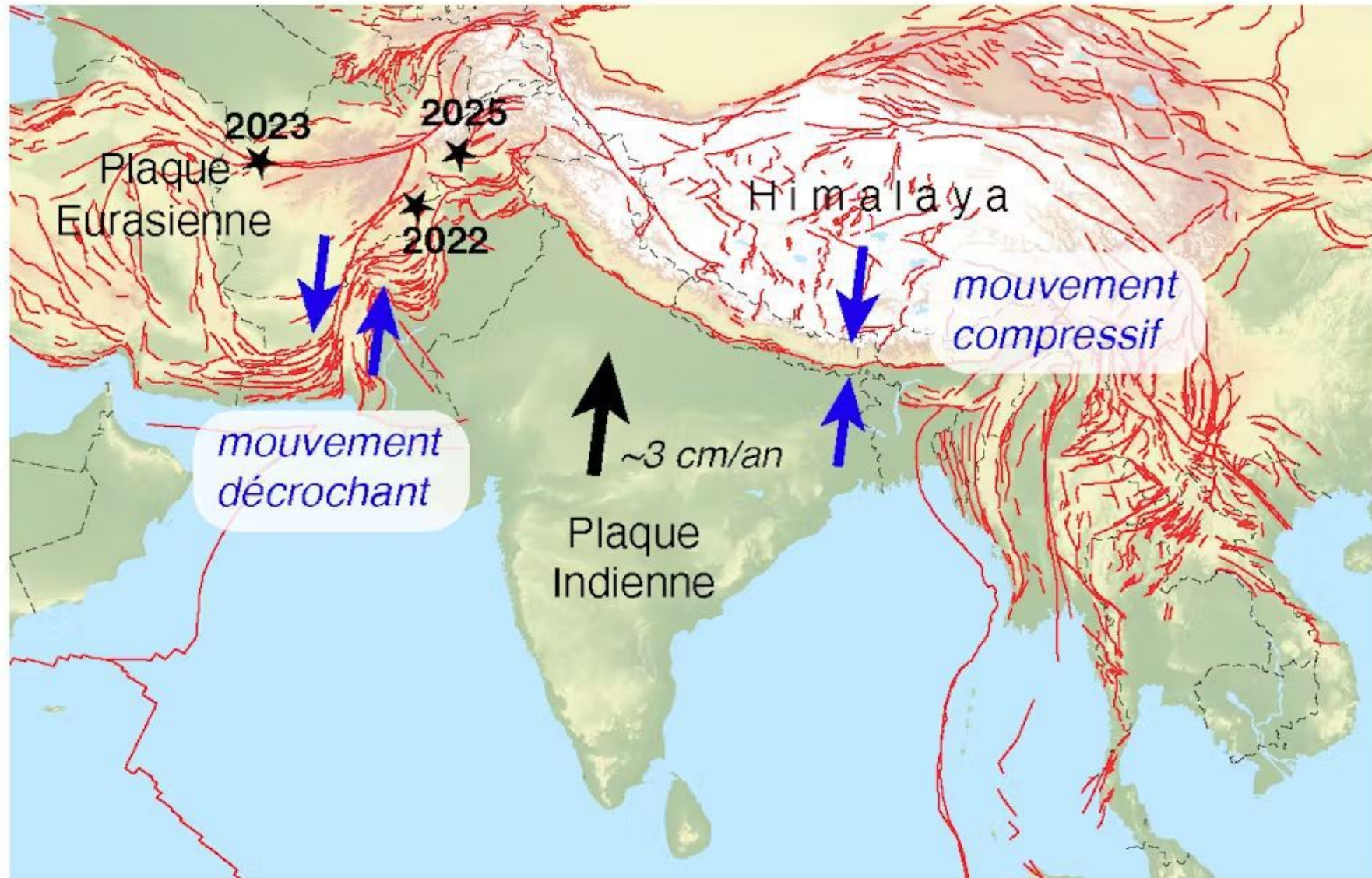
Plaques tectoniques et foyers sismiques



C. Tectonique active et risques sismiques

Un **arc de territoires** soumis aux **risques sismiques**

Plaques tectoniques et foyers sismiques

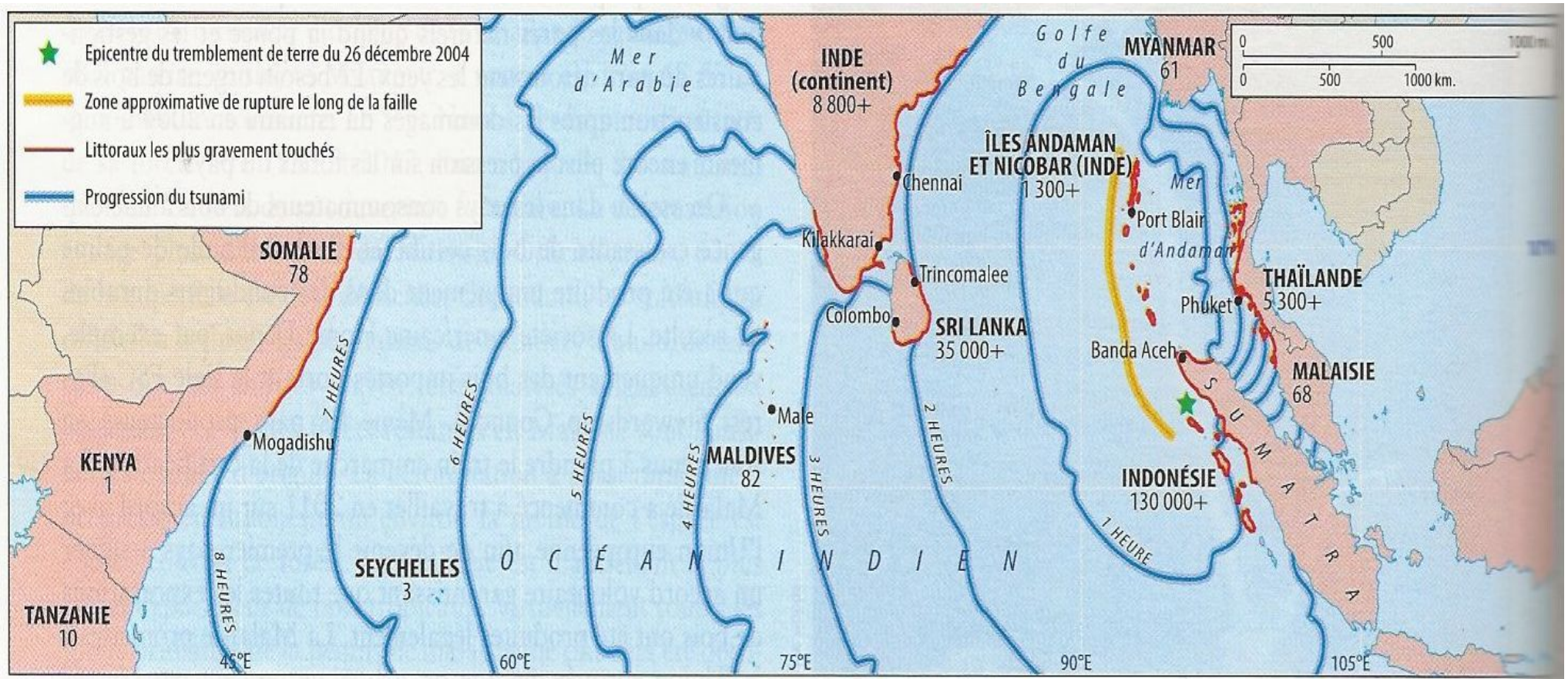


C. Tectonique active et risques sismiques

Un **arc de territoires** soumis aux **risques sismiques**

Séisme de décembre 2004 (magnitude 9,3) suivi d'un tsunami

Épicentre du tremblement de terre et progression du tsunami



C. Tectonique active et risques sismiques

Un **arc de territoires** soumis aux **risques sismiques**

Séisme de décembre 2004 (magnitude 9,3) suivi d'un tsunami

Épicentre du tremblement de terre et progression du tsunami

=> **vulnérabilité des sociétés littorales (golfe du Bengale)**

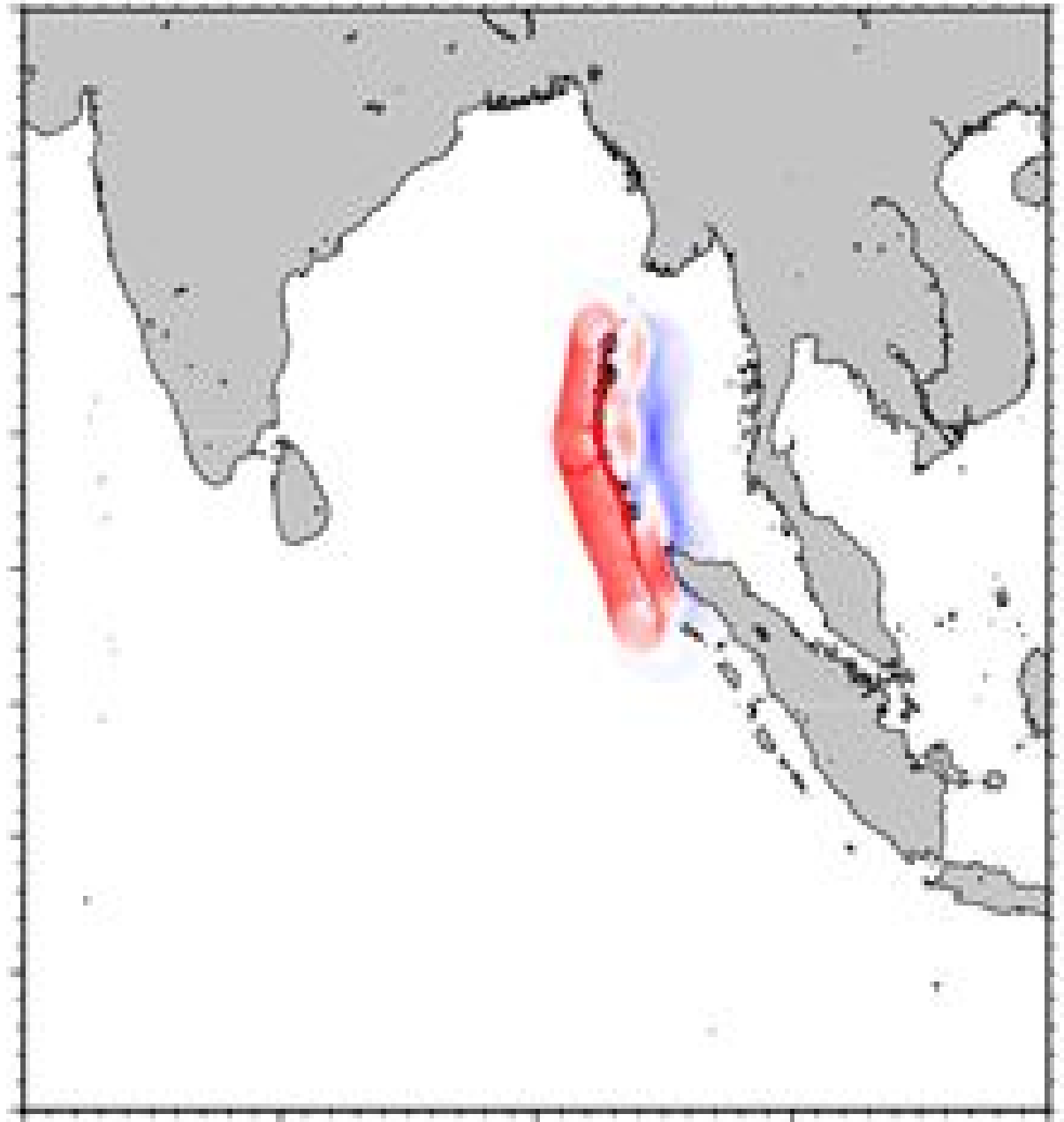
Bilan : 250 000 disparues

170 000 en Indonésie

31 000 au Sri Lanka

16 400 en Inde

5 400 en Thaïlande

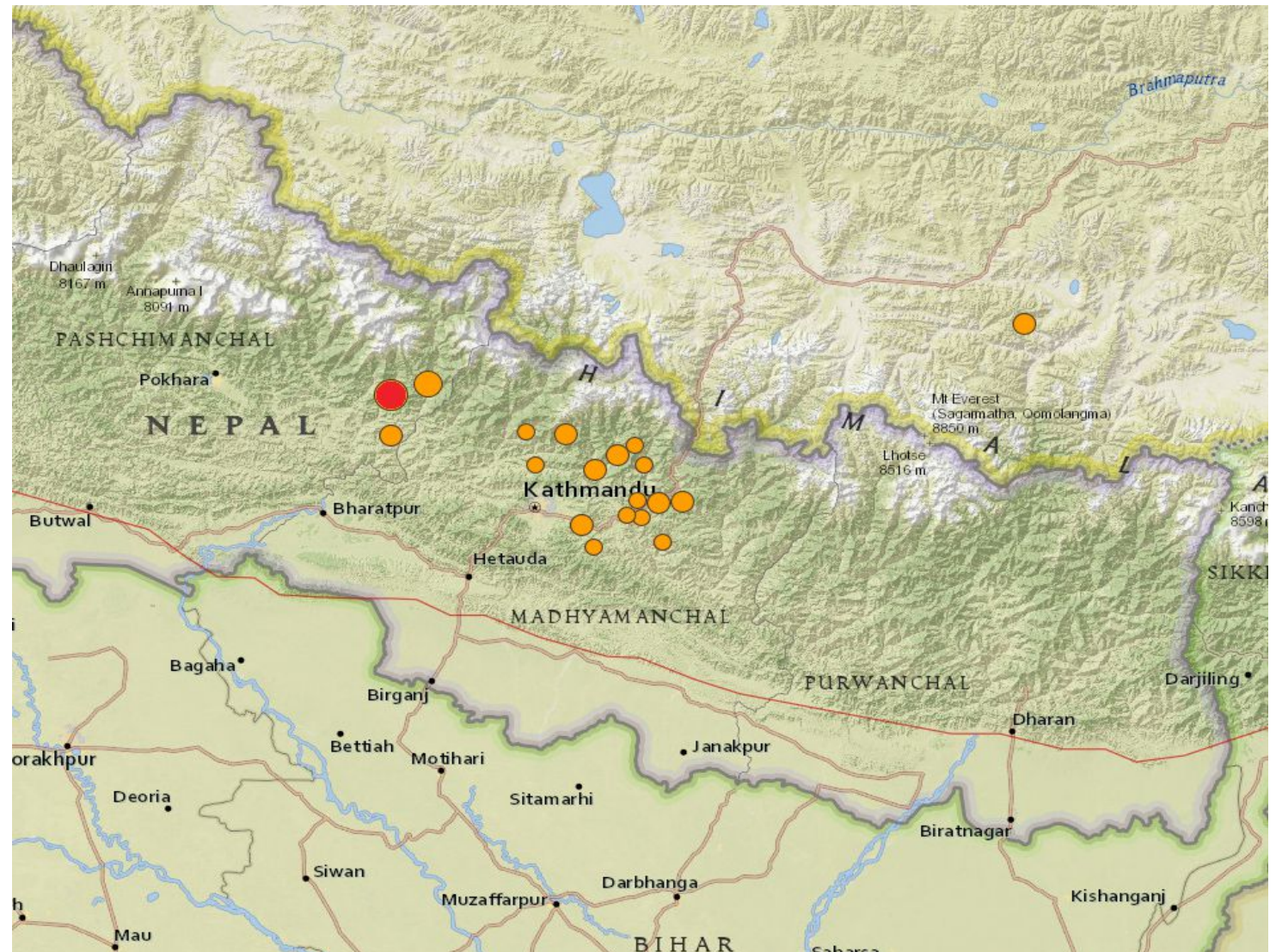


C. Tectonique active et risques sismiques

Un arc de territoires soumis aux risques sismiques

Séisme au Népal (magnitude 7,9) : 25 avril 2015

17 000 morts : Népal + Bihar (Inde)



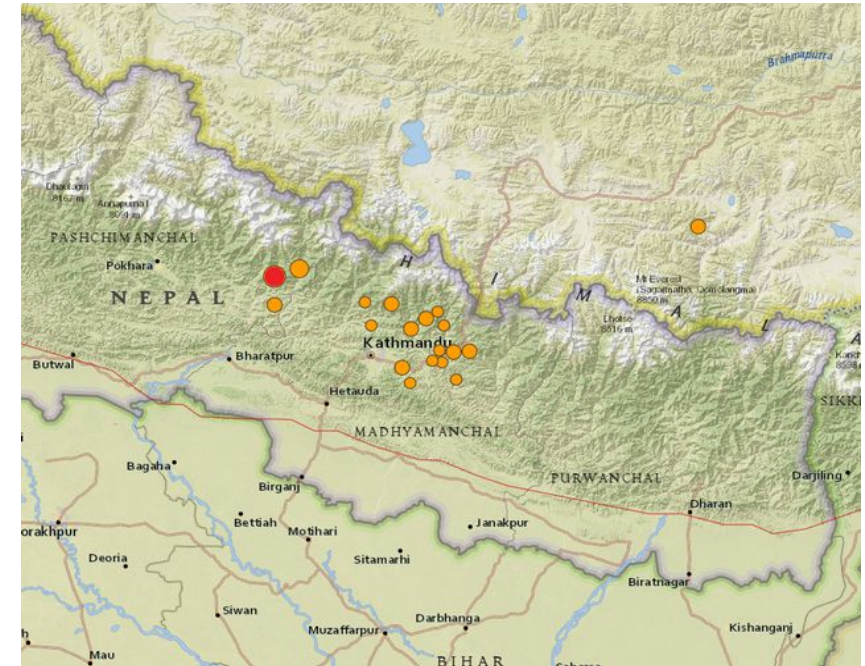
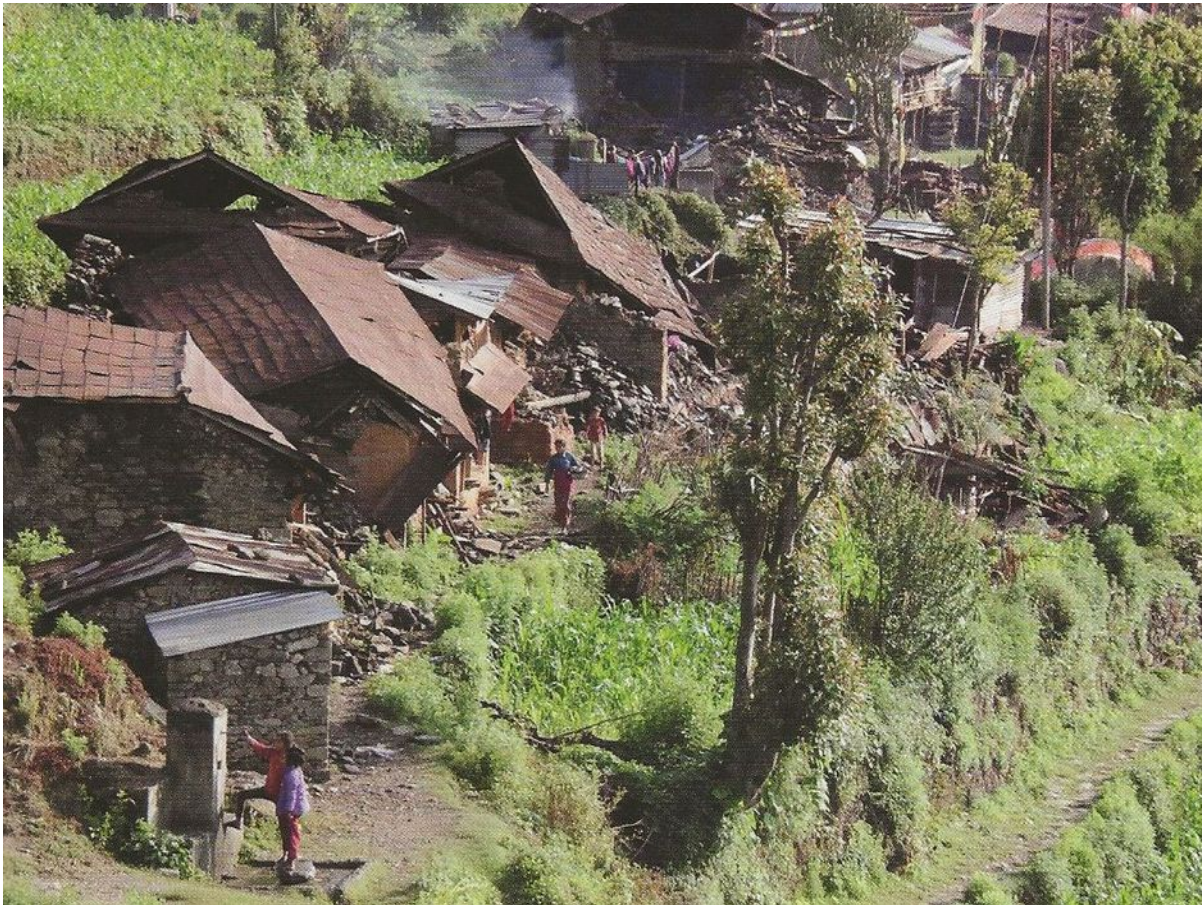
C. Tectonique active et risques sismiques

Un arc de territoires soumis aux risques sismiques

Séisme au Népal (magnitude 7,9) : 25 avril 2015

17 000 morts : Népal + Bihar (Inde)

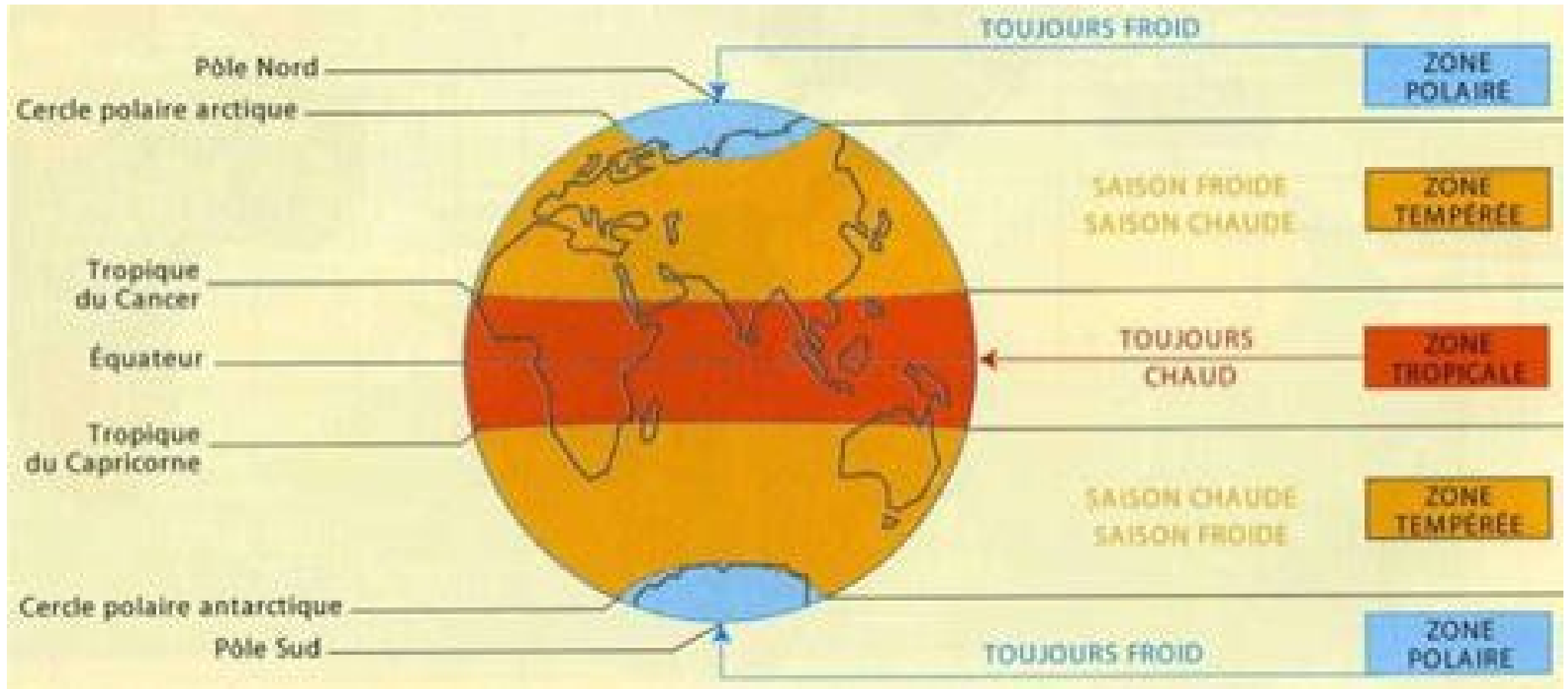
Village de Salme (Népal) quelques jours après
le séisme du 25/04/2015



II. Climats des mondes indiens : un monde d'extrêmes

A. Climat et végétation : grande diversité des paysages

Latitude **tropicale** => température **peu variable** (zone chaude)



II. Climats des mondes indiens : un monde d'extrêmes

A. Climat et végétation : grande diversité des paysages

Latitude **tropicale** => **température peu variable** (zone chaude)

Pluviométrie (sec / humide) **donc discriminante**

Pluviométrie (sec / humide) donc discriminante

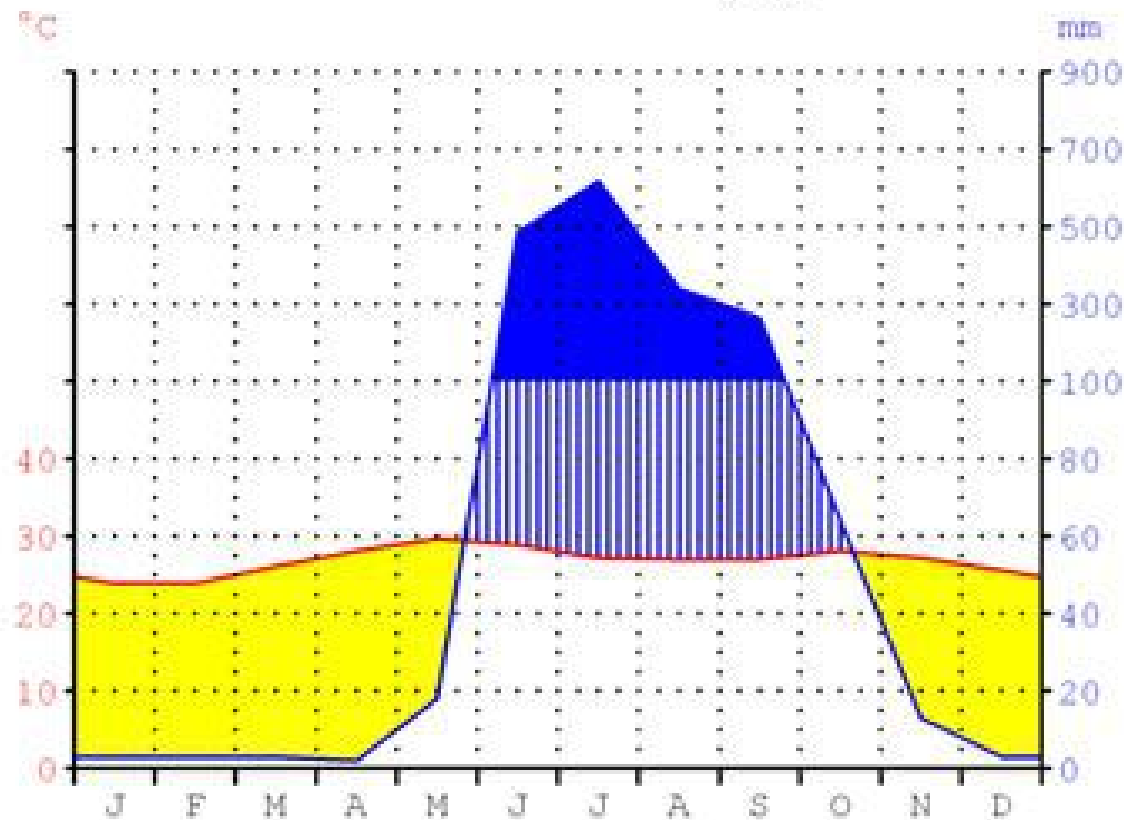
Diagramme ombrothermique de Mumbai :

Total pluviométrique élevé

Saison des pluies / Saison sèche (7 mois secs)

Source: Climats 3-1

Bombay/Indien
18°54'N/72°49'E
11m



Monat	Temp. (°C)	Nied. (mm)
JAN	23,9	3
FEB	23,9	3
MAR	26,1	3
APR	28,1	2
MAI	29,7	18
JUN	28,9	485
JUL	27,2	617
AUG	27,0	340
SEP	27,0	264
OKT	28,1	64
NOV	27,2	13
DEZ	25,6	3

Temp.-Jahresmittel
26,9 °C

Niederschlagssumme
1815 mm

A. Climat et végétation : grande diversité des paysages

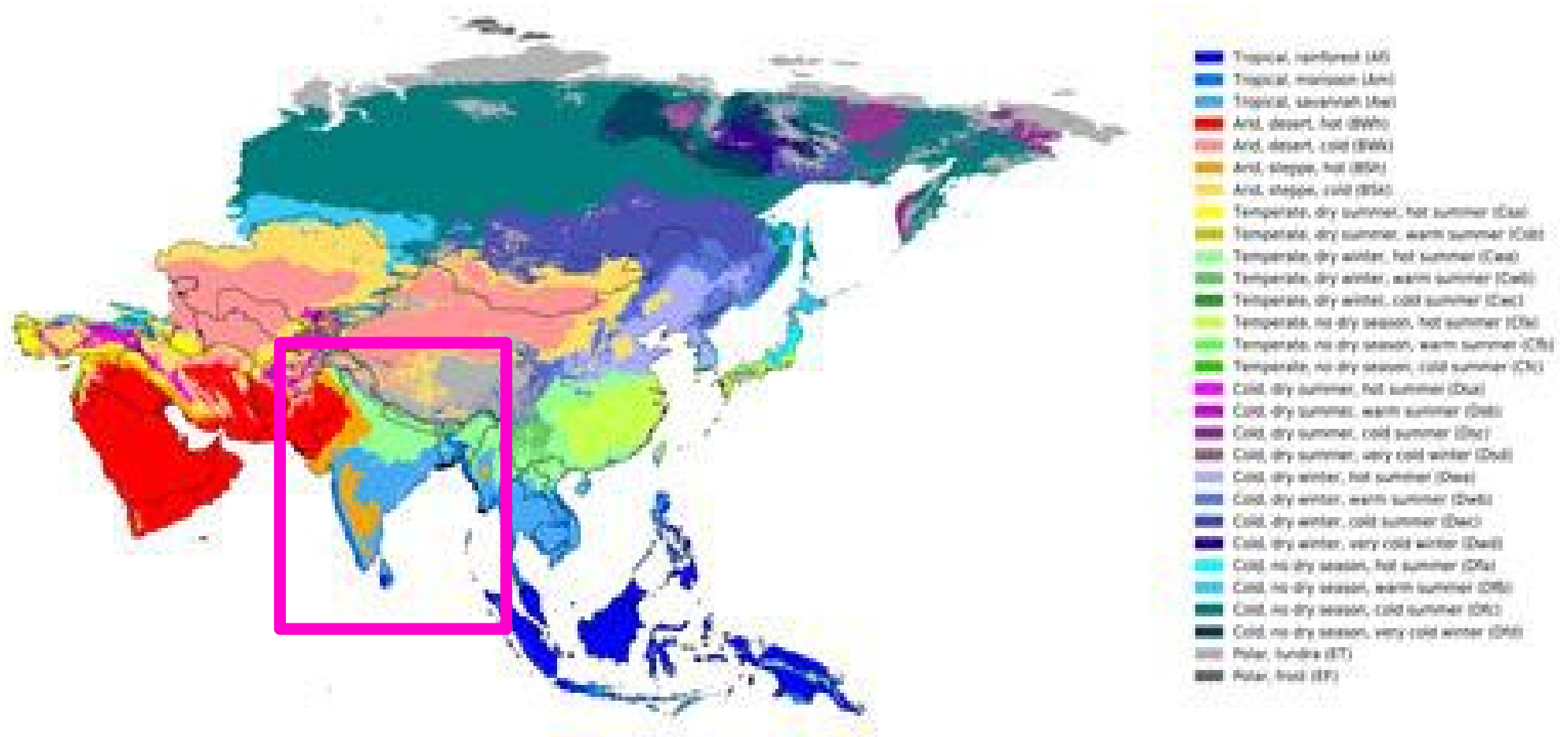
Latitude **tropicale** => température peu variable (zone chaude)

Pluviométrie (sec / humide) donc discriminante

Amplitude latitudinale + immensité continentale => **7** types de climats

Amplitude latitudinale + immensité continentale => 7 types de climats (Classification Köppen-Geiger)

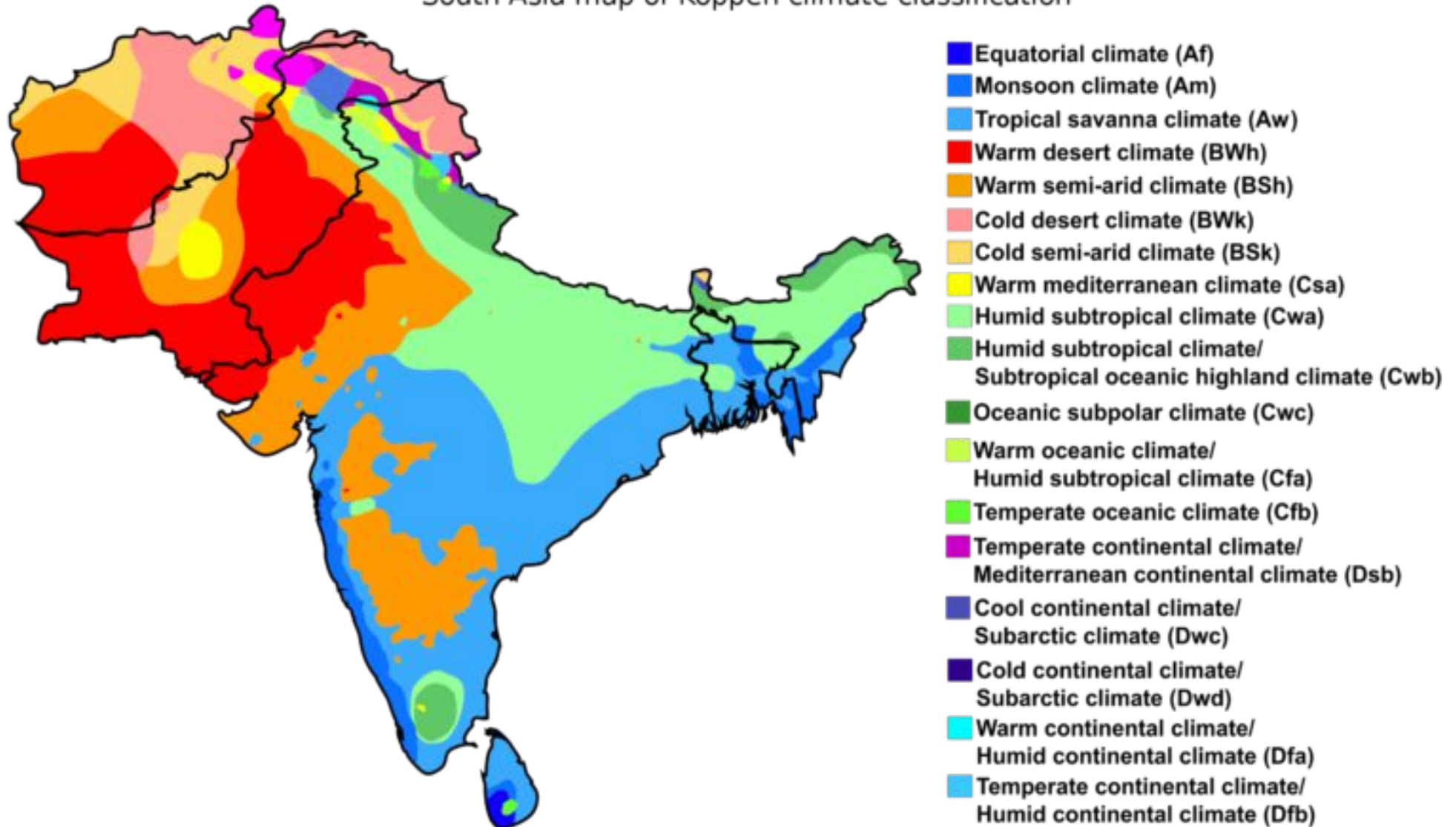
Köppen-Geiger climate classification map for Asia (1980-2016)



Source: Beck et al., Present and Future Köppen-Geiger Climate Classification Maps at 1-km Resolution, Scientific Data 3 (2016), doi:10.1038/sdata.2016.01100

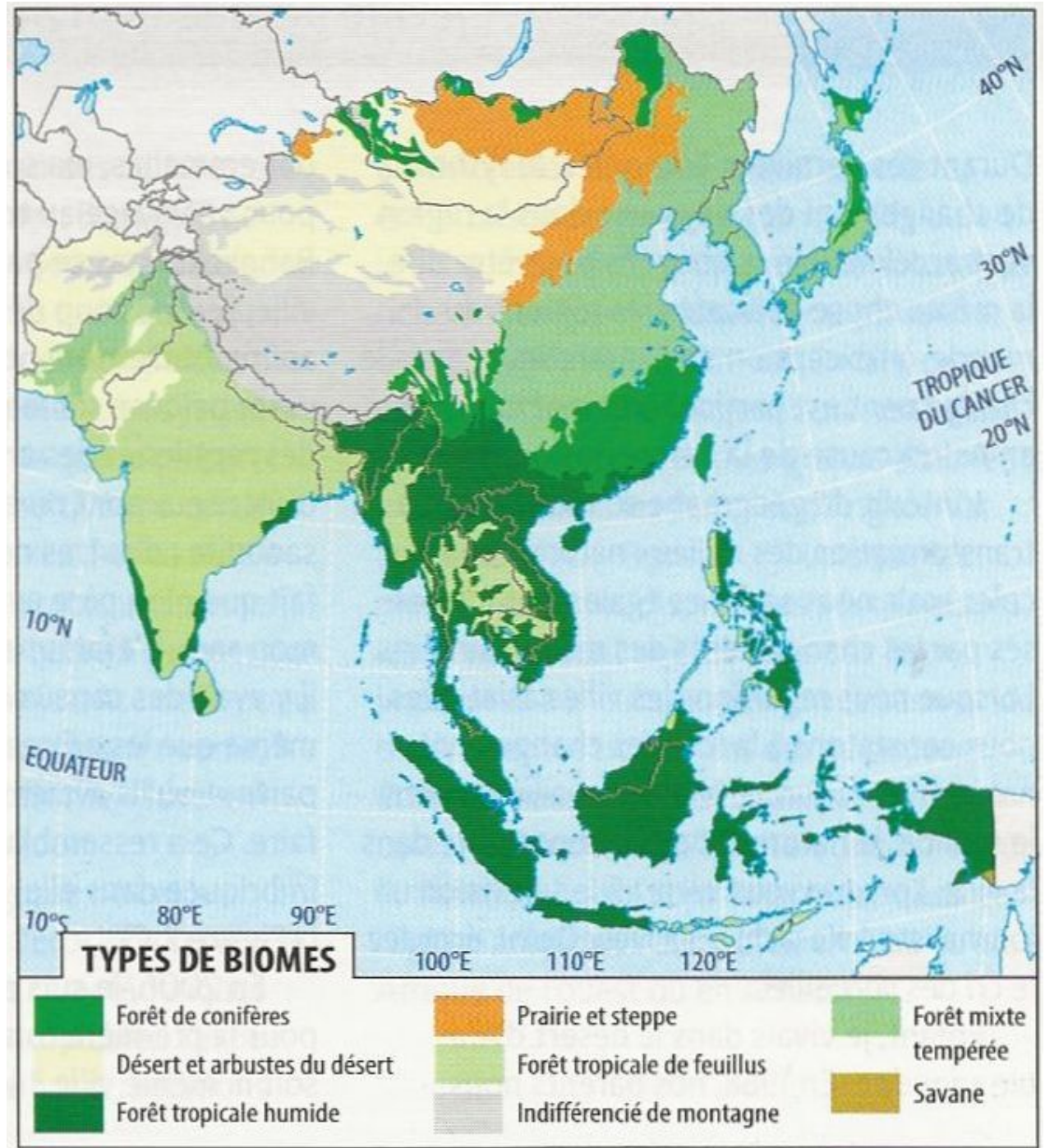
Amplitude latitudinale + immensité continentale => 7 types de climats (Classification Köppen-Geiger)

South Asia map of Köppen climate classification



A. Climat et végétation : grande diversité des paysages

Amplitude latitudinale +
immensité continentale
=> 7 types de climats
associés à des types de
végétation **modifiés**
fortement par des
millénaires **d'utilisation**
humaine (transformation)



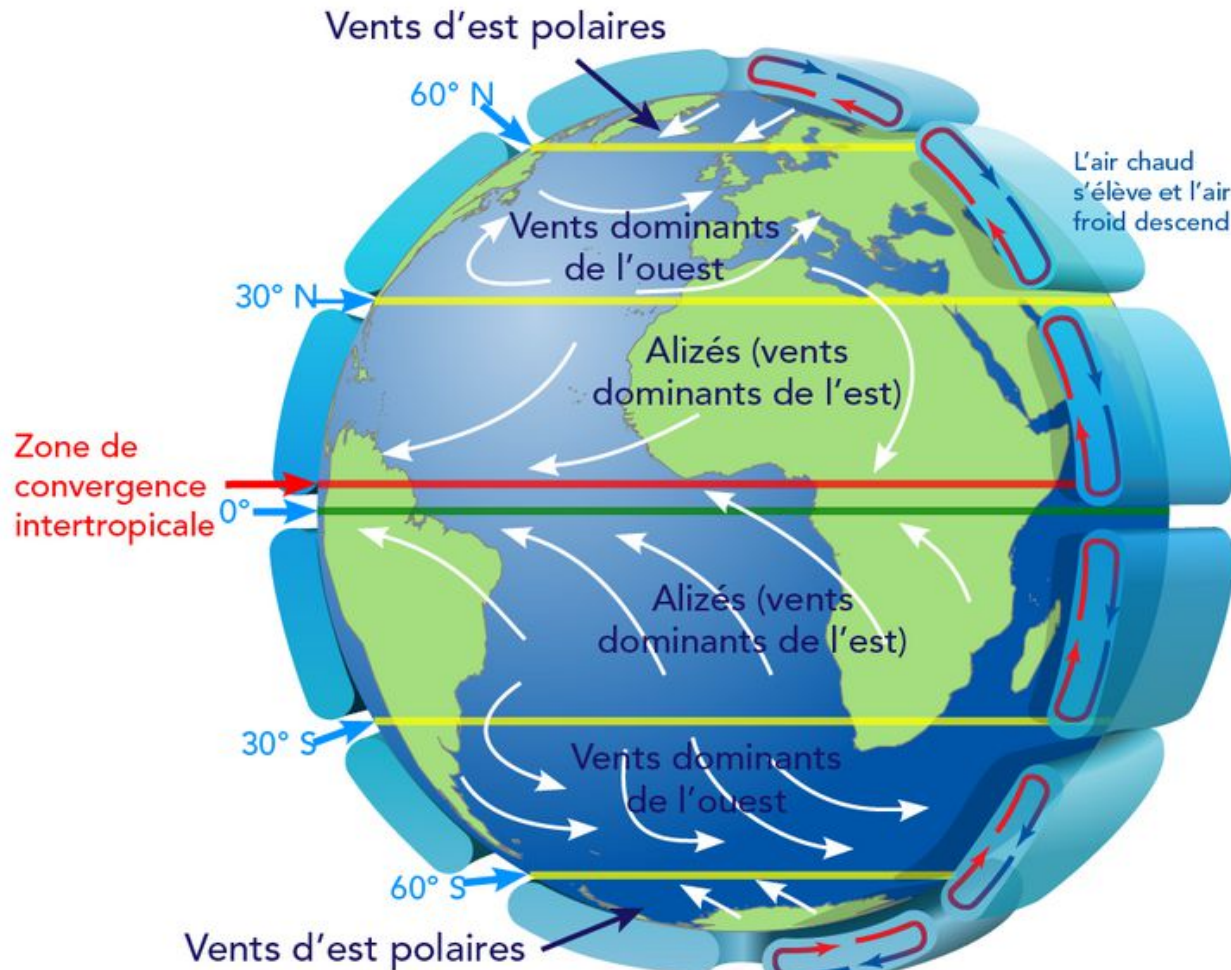
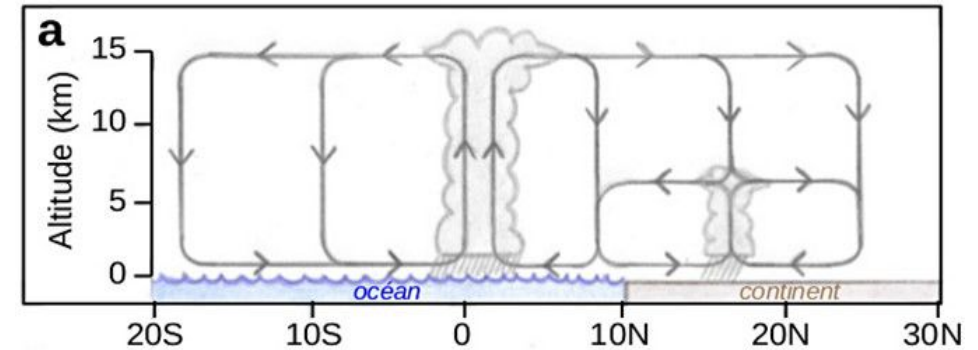
B. Les moussons, phénomènes climatiques centraux, indispensables (attendus) mais craints

Moussons (arabe *mawsim*, saison) = **phénomènes saisonniers de régime de vents dominants**

- de la mer → la terre (mousson d'été)
- de la terre → la mer (mousson d'hiver)

Mousson - Schéma latitude- altitude de progression de mousson

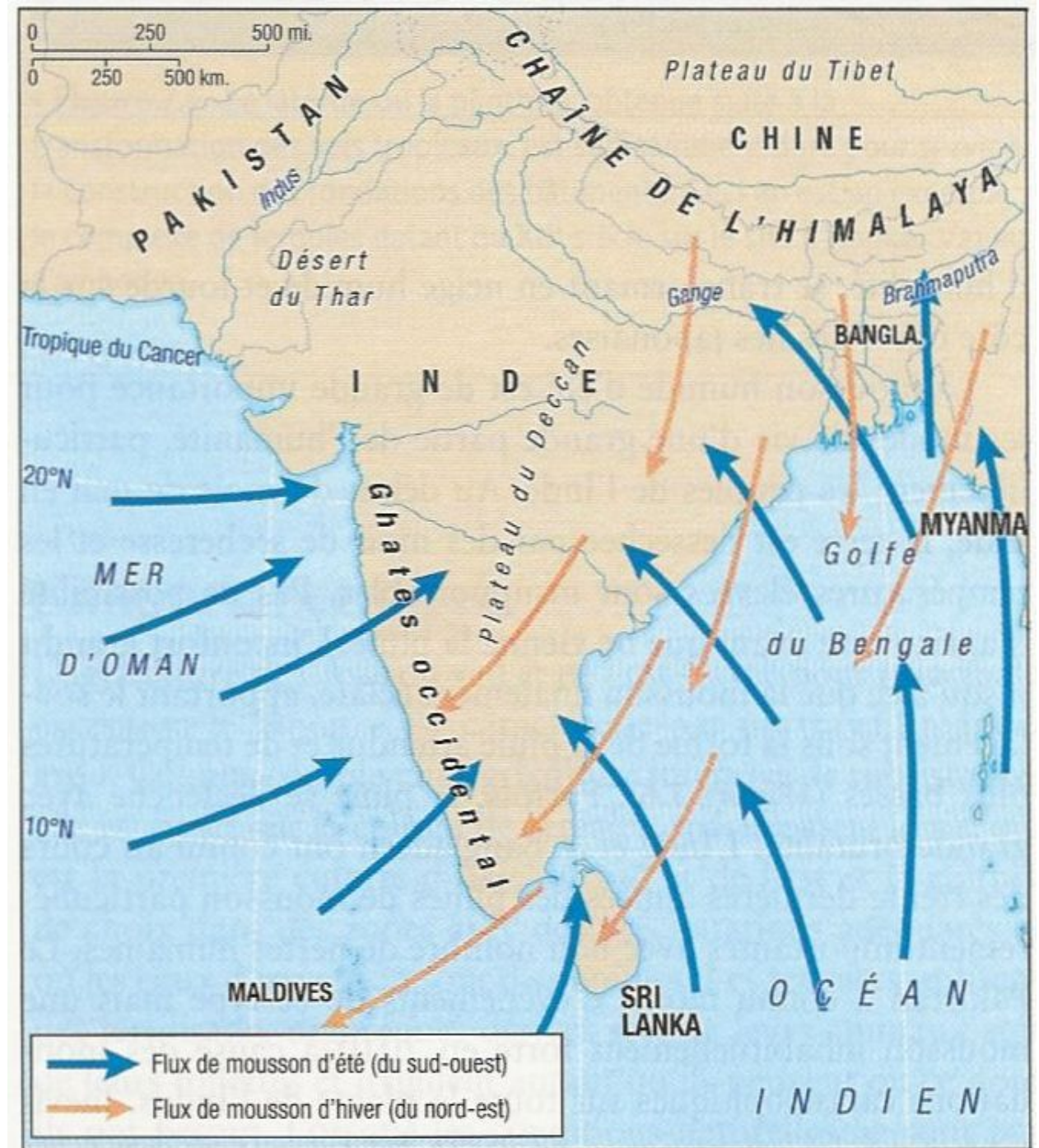
a. printemps



Moussons (arabe *mawsim*, saison) = **phénomènes saisonniers de régime de vents dominants**

- de la mer → la terre (mousson d'été)
- de la terre → la mer (mousson d'hiver)

Carte du fonctionnement de la mousson

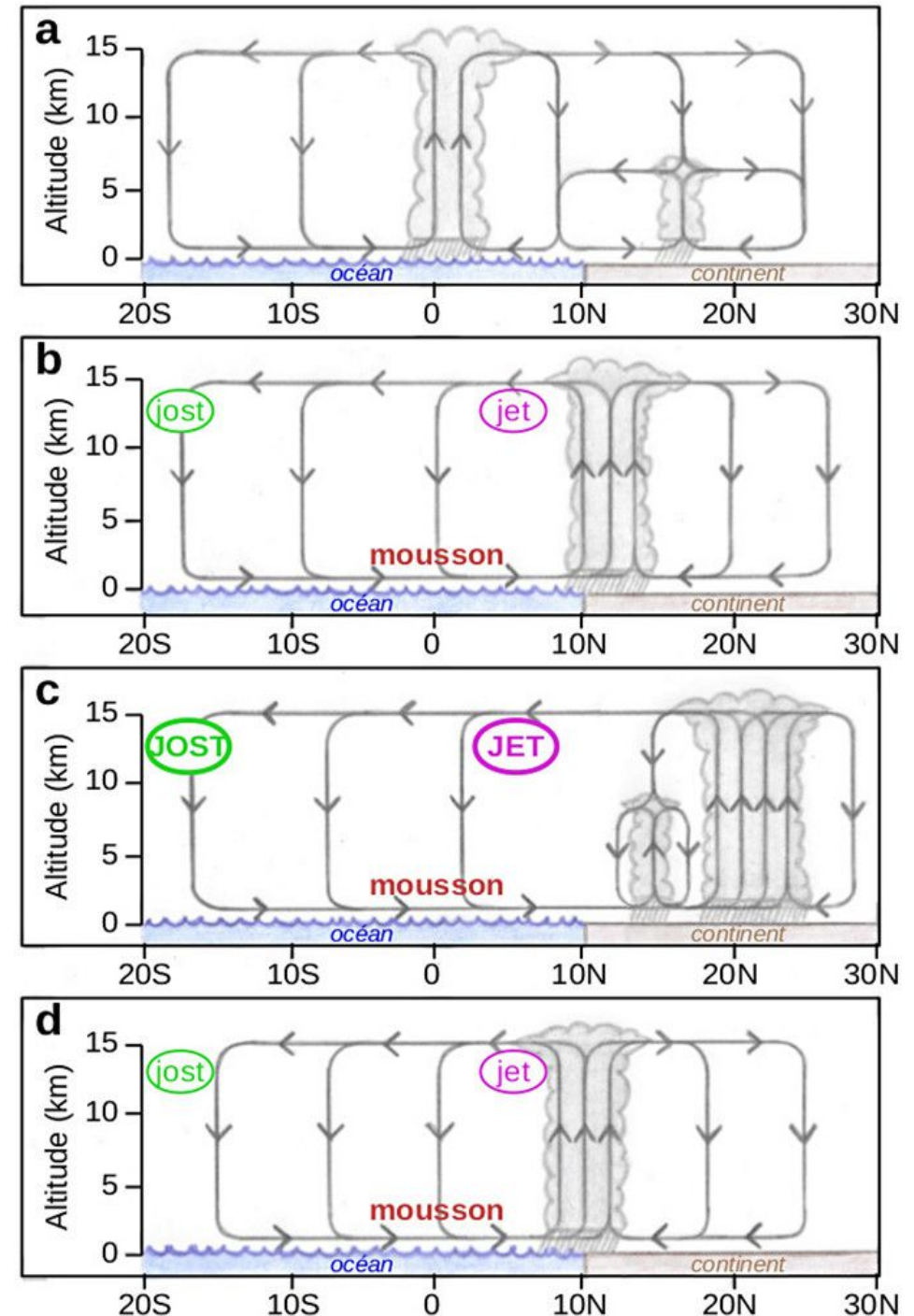


Moussons (arabe *mawsim*, saison) = **phénomènes saisonniers de régime de vents dominants**

- de la mer → la terre
(mousson d'été)
- de la terre → la mer
(mousson d'hiver)

Mousson - Schéma latitude-altitude de progression de mousson

- a. printemps
- b. début de saison
- c. activité maximale
- d. fin de saison



B. Les moussons, phénomènes climatiques centraux, indispensables (attendus) mais craints

Moussons (arabe *mawsim*, saison) = phénomènes saisonniers de régime de vents dominants

- de la mer → la terre (mousson d'été)
- de la terre → la mer (mousson d'hiver)

Altitude (Ghâts, Himalaya, Harakoram) augmentent l'effet orographique (énormes chutes de pluies et de neige)

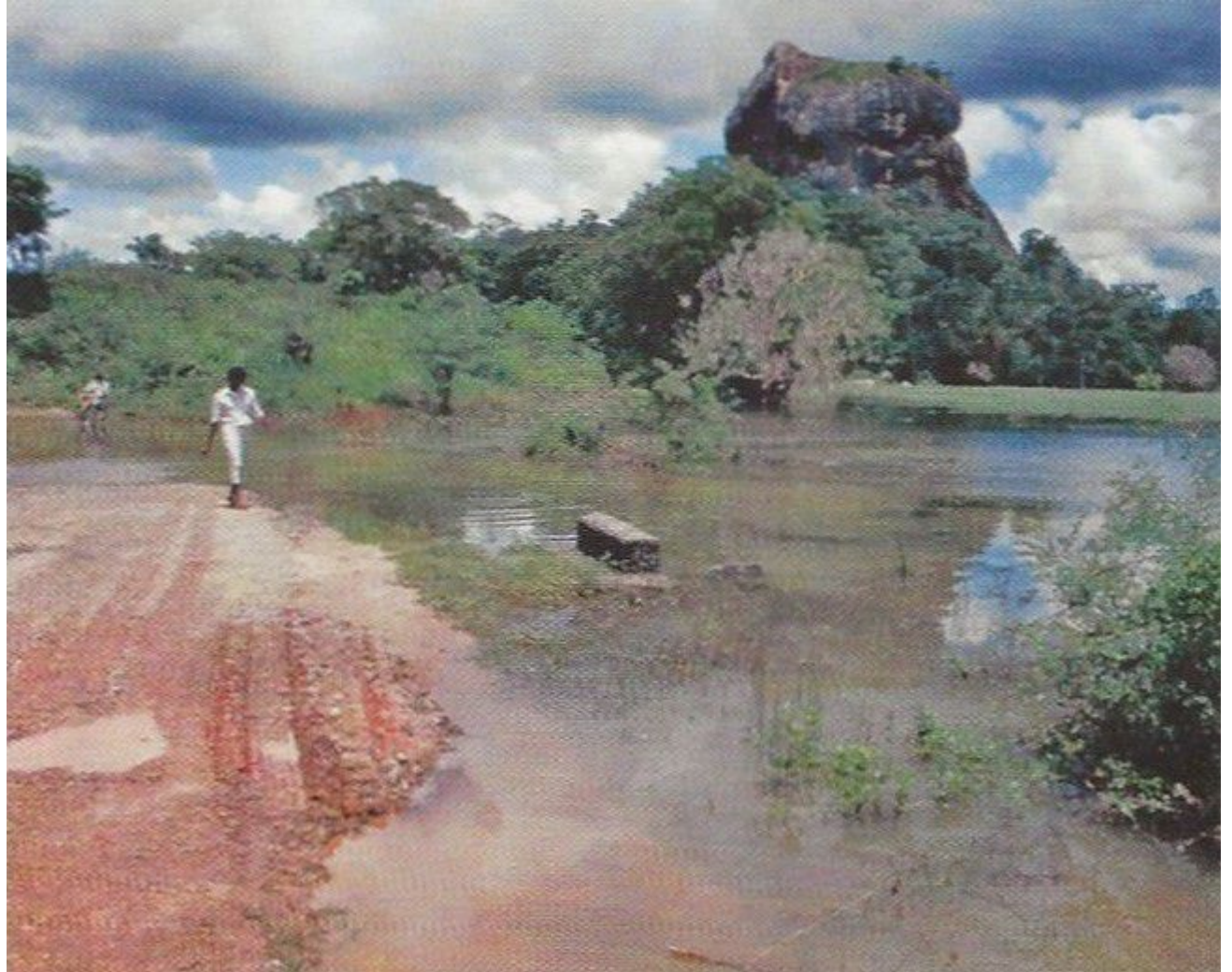
Mousson d'été = forte humidité et forte pluies en saison chaude donc favorable à l'agriculture

Mais risque d'inondation (intensité des pluies)

Mousson d'été = forte humidité et forte pluies en saison chaude
donc favorable à l'agriculture

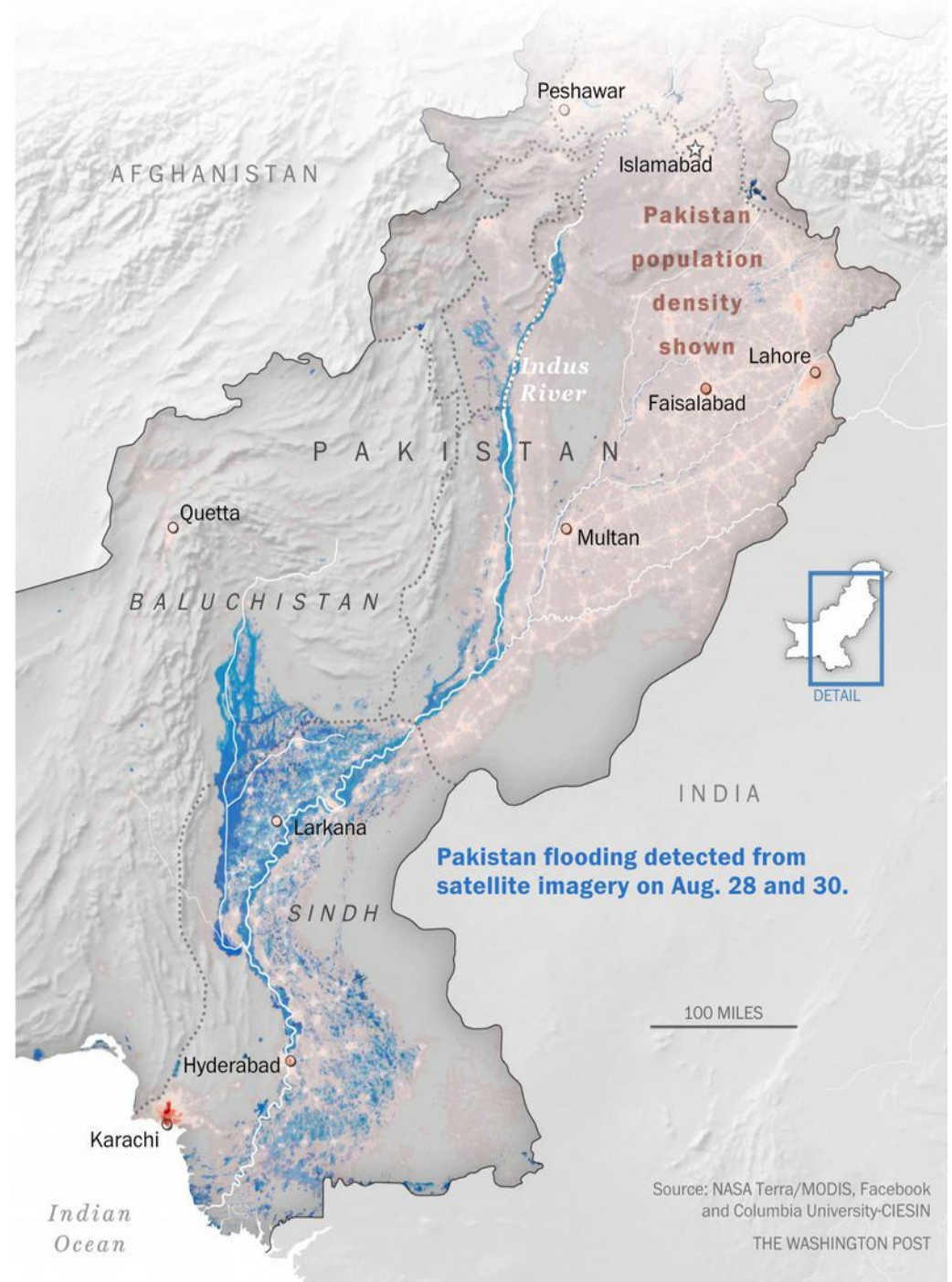
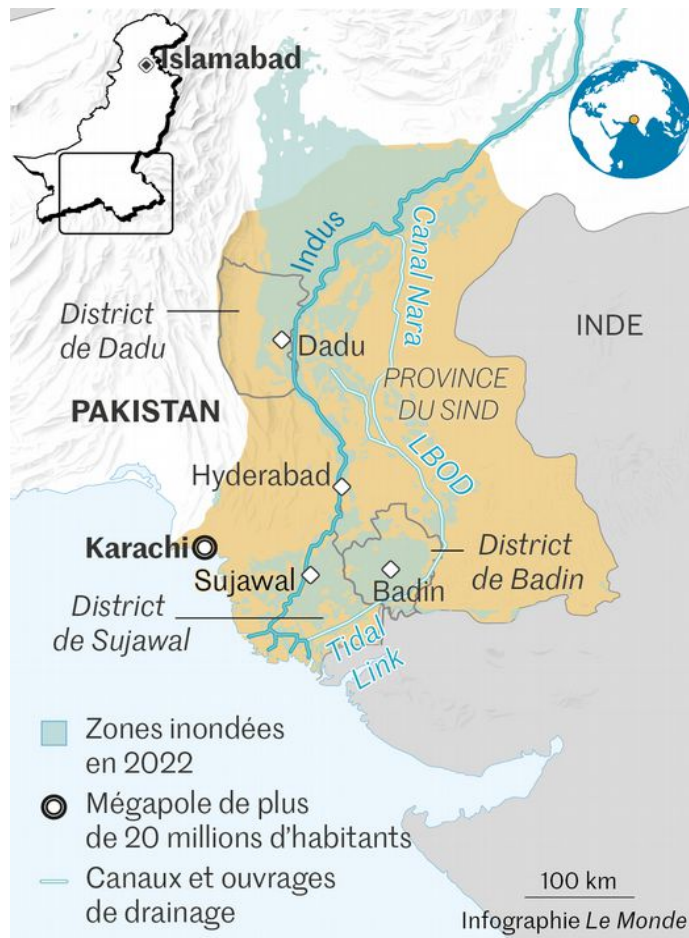
Mais **risque d'inondation** (intensité des pluies)

Route inondée au sud du
Sri Lanka (2013)



Mousson d'été = forte humidité et forte pluies en saison chaude donc favorable à l'agriculture
Mais risque d'inondation (intensité des pluies)

Pakistan – Inondation de l'Indus (07/2022)



III. Des risques accrus par les vulnérabilités humaines et le contexte global défavorable (changement climatique)

A. Le poids des fortes densités

Mondes indiens = 2 Mi d'hab

Bangladesh = un des État les + **vulnérables** / **cyclones** & **inondations** : **20-60%** de la surface submergée / an => **maladies**
2000 : **20%** des enfants de - 5 ans **décédés** par **diarrhées** propagées par les **eaux stagnantes**

Inde : **sécheresse** liée à la faiblesse de la **mousson**
2012 : **Haryana & Pendjab** : **manque de 65% d'eau** => pas d'**ensemencement** des **champs** par **peur des pertes**

III. Des risques accrus par les vulnérabilités humaines et le contexte global défavorable (changement climatique)

A. Le poids des fortes densités

B. L'influence des manques financiers

Multitude des **contraintes** => **valorisation** difficile des **espaces** par les **sociétés humaines** => multiples **équipements** :

fleuves → **pont**

pente → **terrasses**

Potentiel est intéressant mais **réalisation** fonction des **stratégies** et des **investissements** = **construit**

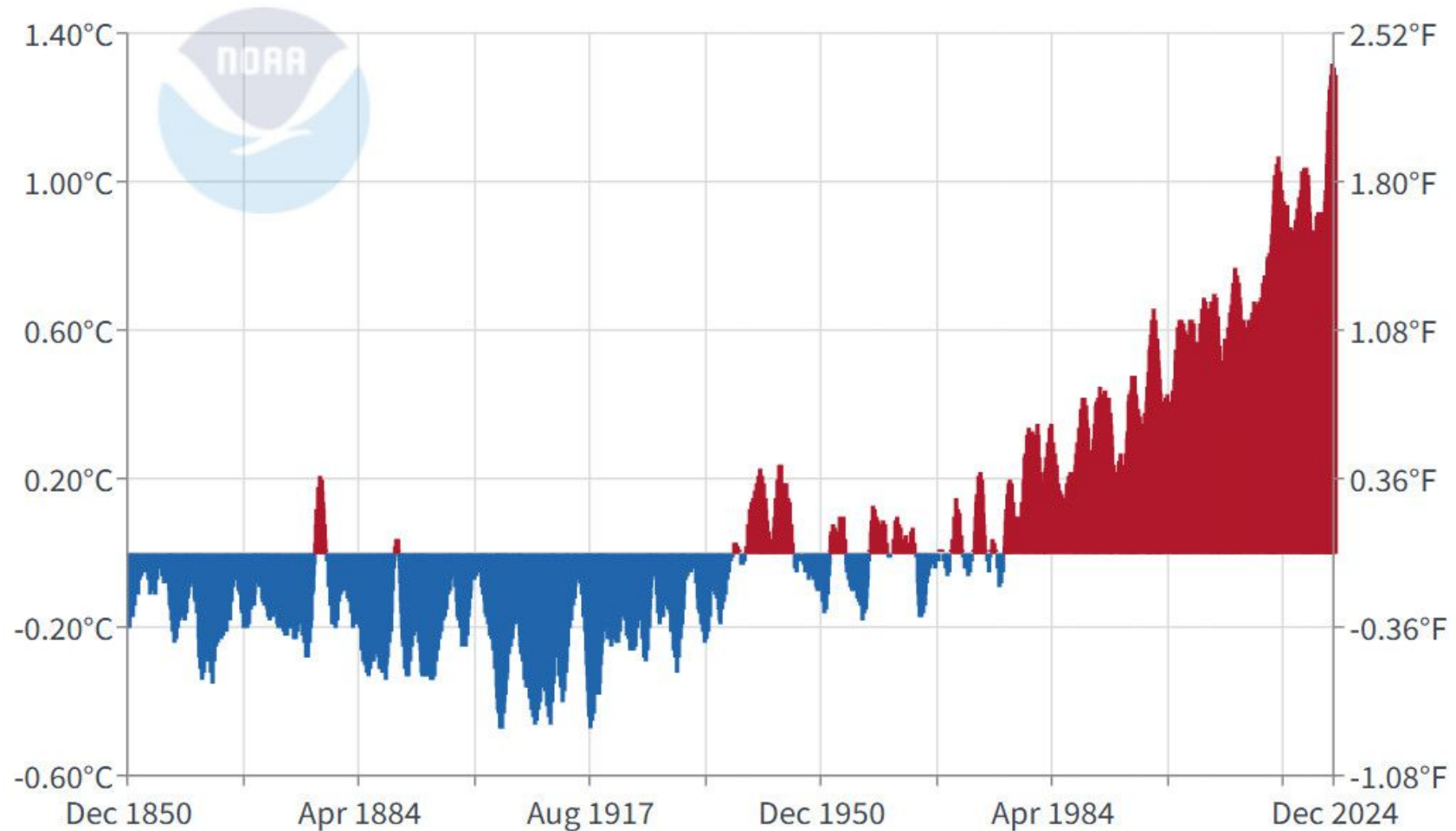
- **Mondes indiens** : **90** **minerais** dans le sous-sol et à **bonne teneur** (fer en Inde)
- **surface** + **ensoleillement** = **énergie renouvelable**
- **surface** + **eau** + **pente** = **énergie hydroélectrique**

C. Une région très touchée par le changement climatique et ses multiples effets

Anomalie de température moyenne à l'échelle du globe (moyenne 1850-2020)

Global Avg Temp Anom

12-Months

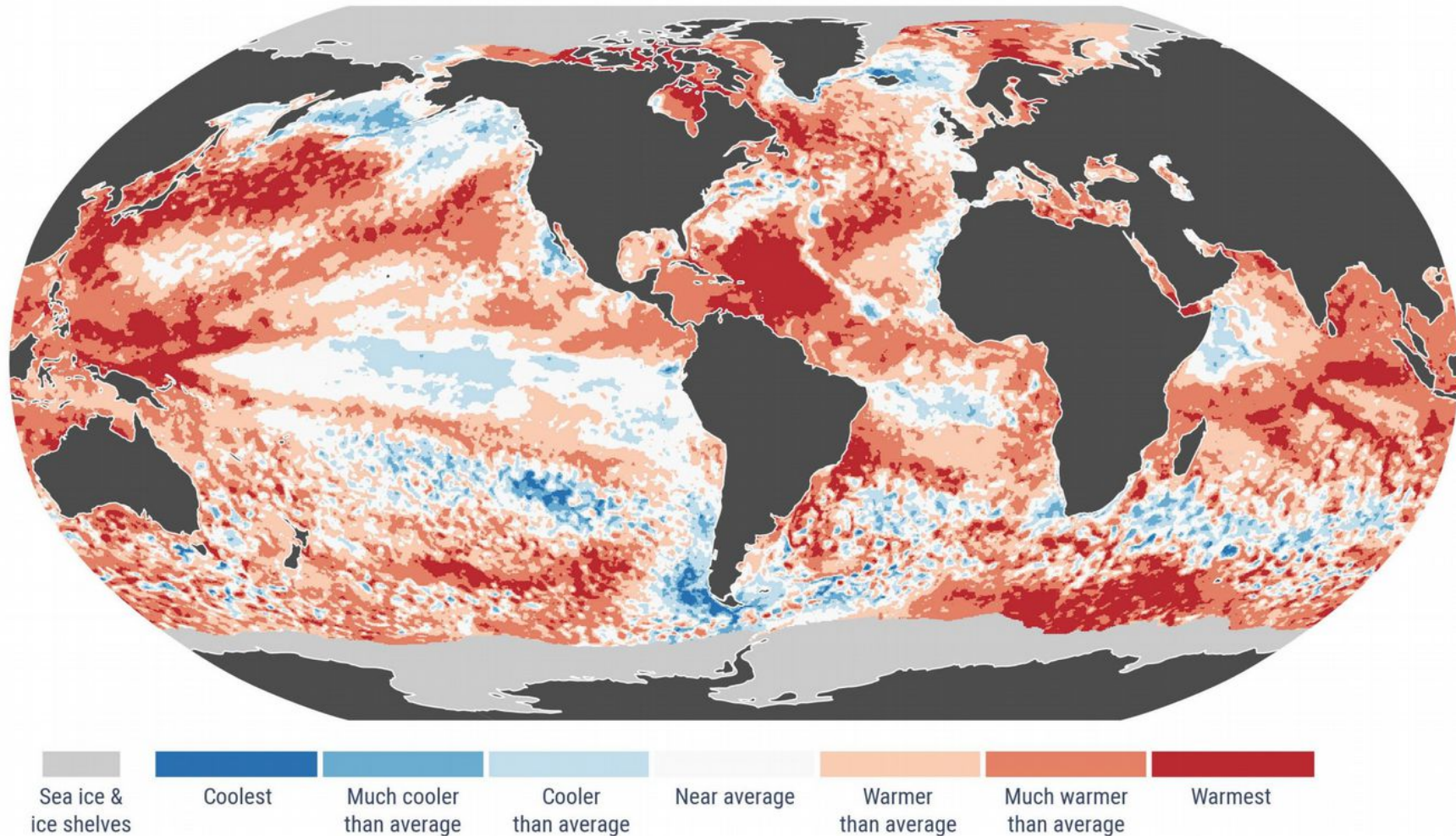


C. Une région très touchée par le changement climatique et ses multiples effets

Anomalie de température moyenne à l'échelle du globe (moyenne 1850-2020)

Anomalies and extremes in sea surface temperature in October 2024

Data: ERA5 1979–2024 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



III. Des risques accrus par les vulnérabilités humaines et le contexte global défavorable (changement climatique)

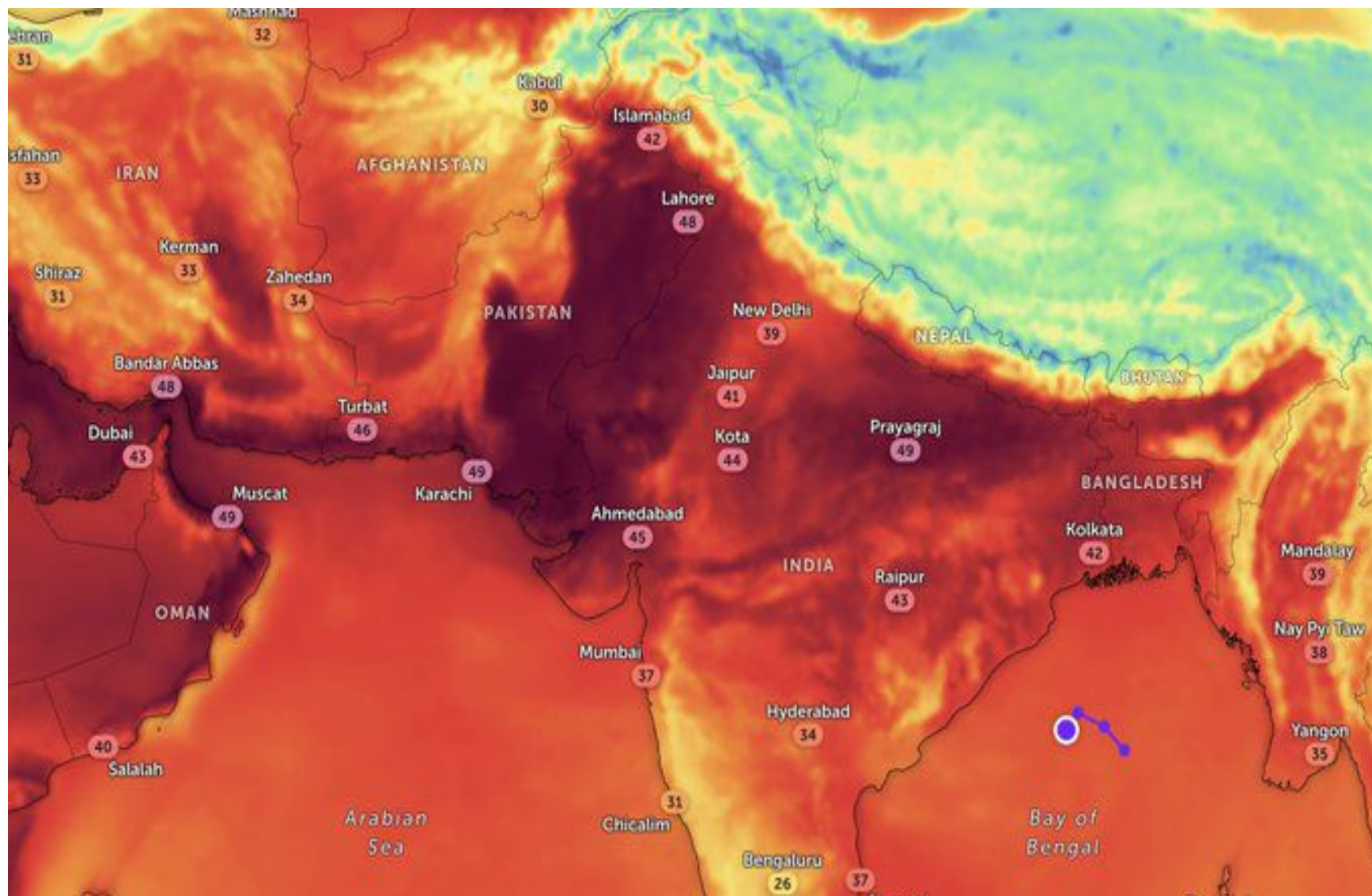
C. Une région très touchée par le changement climatique et ses multiples effets

Réchauffement climatique amplifie l'évaporation => intensification des **moussons** → catastrophiques

Idem **sécheresses** et **canicules** plus sévères et plus fréquentes (annuelles)

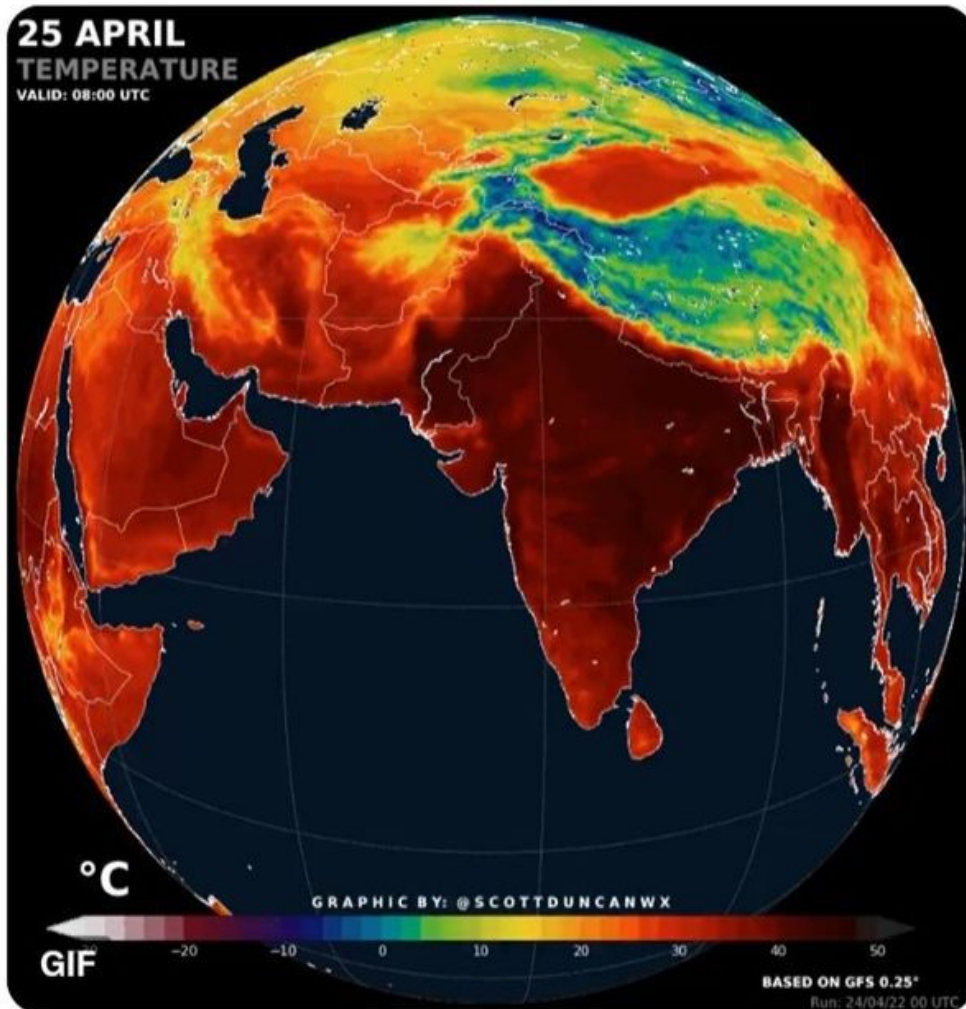
Idem **sécheresses** et **canicules** plus sévères et plus fréquentes (annuelles)

Canicule en Inde & Pakistan - Températures - 500 morts (28/06/2024)



Idem **sécheresses** et **canicules** plus sévères et plus fréquentes (annuelles)

Canicule en Inde & Pakistan – Températures d'avril-mai 2022



District de Jacobabad, Pakistan

lun. 15:00, Ensoleillé

Semaine du 9 au 17 mai 2022

46 °C | °F

Précip. : 0%
Humidité : 12%
Vent : 11 km/h



LUN.	MAR.	MER.	JEU.	VEN.	SAM.
46 ° 30 °	47 ° 29 °	48 ° 32 °	48 ° 29 °	49 ° 28 °	49 ° 31 °

III. Des risques accrus par les vulnérabilités humaines et le contexte global défavorable (changement climatique)

C. Une région très touchée par le changement climatique et ses multiples effets

Réchauffement climatique amplifie l'évaporation => intensification des **moussons** → catastrophiques

Idem **sécheresses** et **canicules** **plus** sévères et **plus** fréquentes (annuelles)

- **augmentation de la mortalité**
- **diminution de la production agricole**
- **désertification** de certaines régions => **migration**

Idem **sécheresses** et **canicules** plus sévères et plus fréquentes

- augmentation de la mortalité
- diminution de la production agricole
- **désertification** de certaines régions => **migration**

Pakistan - Champ touché par la salinisation (District de Badin)



III. Des risques accrus par les vulnérabilités humaines et le contexte global défavorable (changement climatique)

C. Une région très touchée par le changement climatique et ses multiples effets

Réchauffement climatique amplifie l'évaporation => intensification des **moussons** → catastrophiques

Idem **sécheresses** et **canicules** plus sévères et plus fréquentes (annuelles)

- augmentation de la mortalité
- diminution de la production agricole
- **désertification** de certaines régions => **migration**

Hausse du niveau marin fragilise et modifie les **littoraux** + sociétés qui les habitent

Hausse du niveau marin fragilise et modifie les littoraux + sociétés qui les habitent

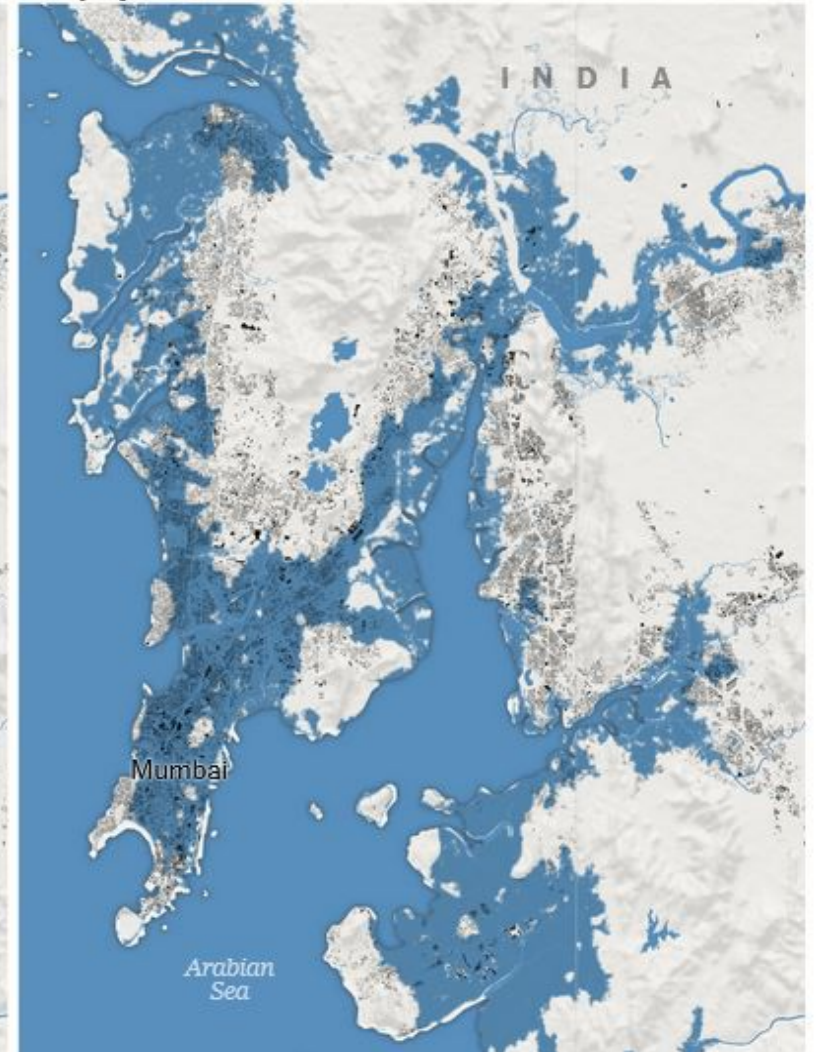
Projection du niveau marin à Mumbai en 2050 avec mise à jour (New York Times 2019)

■ Land underwater at high tide ■ Buildings

Old projection for 2050



New projection for 2050



III. Des risques accrus par les vulnérabilités humaines et le contexte global défavorable (changement climatique)

C. Une région très touchée par le changement climatique et ses multiples effets

Réchauffement climatique amplifie l'évaporation => intensification des **moussons** → catastrophiques

Idem **sécheresses** et **canicules** plus sévères et plus fréquentes (annuelles)

- augmentation de la mortalité
- diminution de la production agricole
- **désertification** de certaines régions => **migration**

Hausse du niveau marin fragilise et modifie les **littoraux** + sociétés qui les habitent

Pratiques (crevetticulture détruisant la mangrove) **amplifient les effets** (Sundarbans)

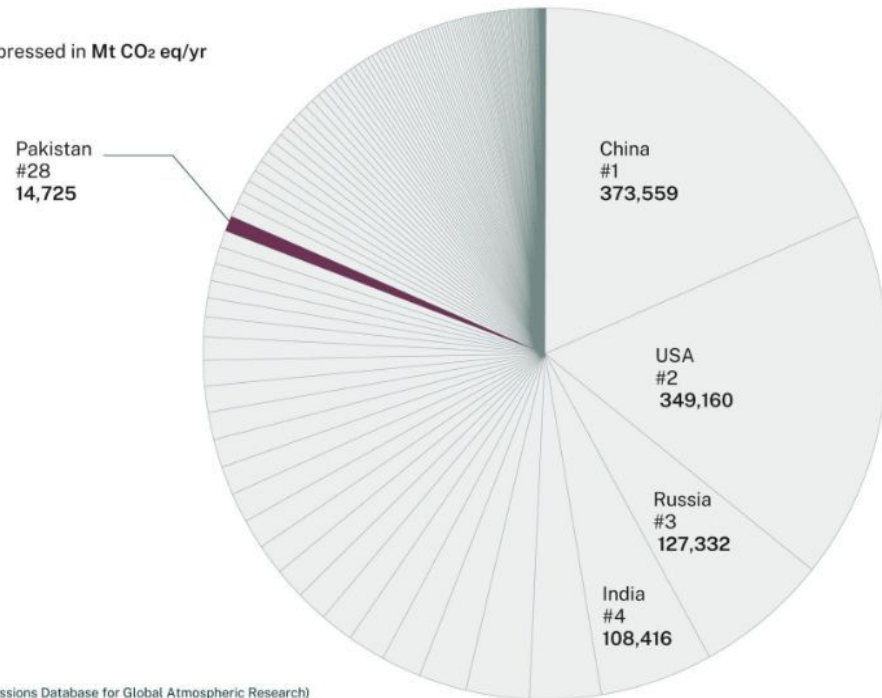
Mondes indiens et injustice environnementale

Pakistan illustre la géographie des **inégalités climatiques** : Peu émetteur mais frappé de plein fouet

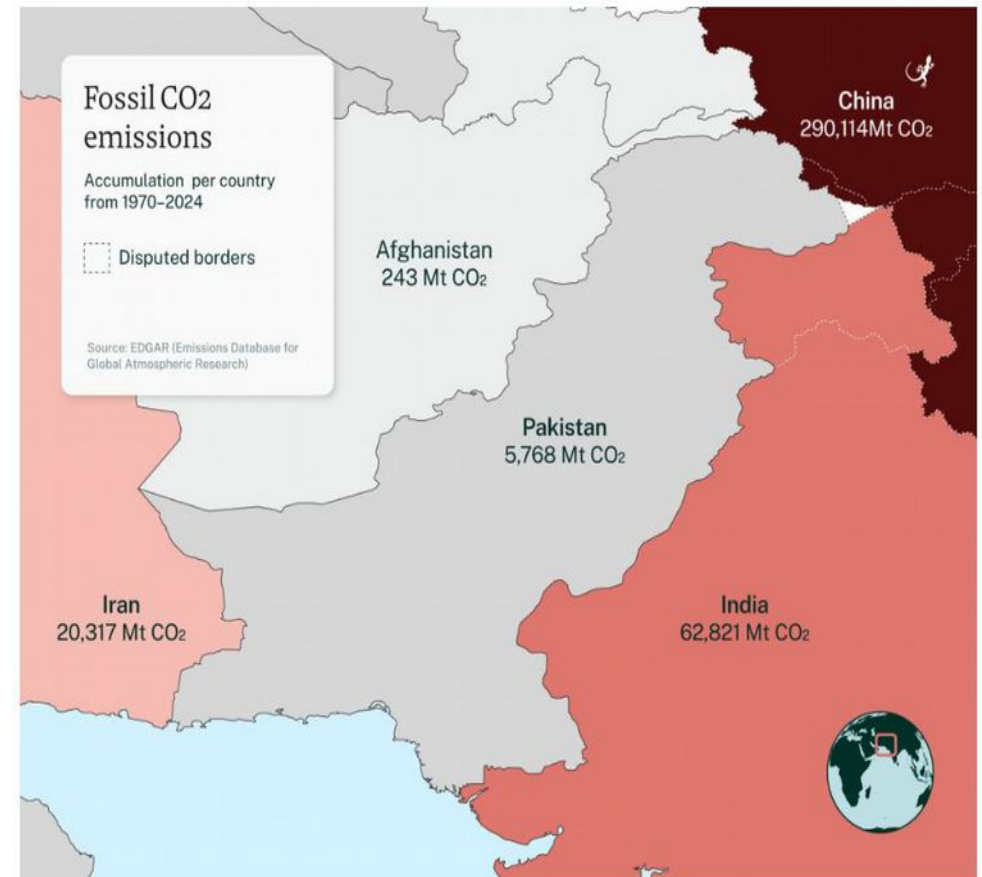
Greenhouse Gas (GHG) Emissions per Country
Global accumulation from 1970–2024



Values are expressed in Mt CO₂ eq/yr



Source: EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research)



Pakistan is bordered by China and India, two of the world's highest GHG-emitting countries. Map by Andrés Alegria/Mongabay.