

MÊME LES SÉISMES NE SONT PLUS NATURELS

Deadly landslide, flash flooding hit Nepal-China border



Ce mercredi, une immense section de glacier s'est détachée du massif du Langtang Lirung, dans l'Himalaya népalais, à quelques kilomètres de la frontière chinoise. La glace a cassé à environ 5 200 mètres d'altitude avant de tomber de 1 200 mètres dans la vallée.



En touchant le fond, des millions de tonnes de glace ont pulvérisé la roche et libéré assez d'énergie pour produire un signal sismique de magnitude 5,2. La montagne venait de trembler sous son propre effondrement.



La masse de glace et de roche a ensuite barré la Lhende, une rivière qui descend vers la frontière entre le Népal et le Tibet. L'eau s'est accumulée derrière ce barrage improvisé. Lorsqu'il a cédé, **une vague épaisse de boue, de blocs et de glace a dévalé la vallée.**



En 30 minutes, l'eau est montée de 7 à 9 mètres dans certaines stations en aval. Des villages, des ponts, des routes et des centrales hydroélectriques ont été emportés. Des centaines de personnes sont mortes et plus d'un millier restent portées disparues.

Le 8 juin 2026, moins de 3 mois avant cette catastrophe, 7 chercheurs publiaient dans la revue *Global and Planetary Change* une étude littéralement prémonitoire.

Global and Planetary Change 264 (2026) 105555

Contents lists available at ScienceDirect

Global and Planetary Change

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gloplacha

ELSEVIER

Check for updates

Glacier changes in Langtang Catchment, Central Nepalese Himalaya from the Little Ice Age (~1815 CE) to 2023 CE

Gunjan Silwal^{a,*}, Bethan Davies^a, J. Rachel Carr^a, Owen King^a, Sammie Buzzard^b, Jonathan L. Carrivick^c, Prashant Baral^d

^a School of Geography, Politics, and Sociology, Newcastle University, UK
^b School of Geography and Natural Sciences, Northumbria University, UK
^c School of Geography and water@leeds, University of Leeds, UK
^d International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Kathmandu, Nepal

ARTICLE INFO

Editor: Aparna Shukla

Keywords:
LIA
Glacier area change
Elevation-dependent warming
Glacier fragmentation and disconnection

ABSTRACT

Himalayan glaciers have experienced significant area and mass loss since the end of the Little Ice Age (LIA; ~mid-1800s to early-1900s), yet analysis of the patterns of recession and long-term, catchment-scale records remain scarce. Here, we reconstruct the extent and surface of glaciers at the LIA (~1815 CE) in the Langtang Catchment, Nepal Himalaya, using geomorphological indicators and Balanced-Ratio (BR) method, and quantify the long-term (LIA-1964/2023 CE) and recent (1964 to 2023 CE) changes in glacier extent based on Corona (1964/1974) and Sentinel (2016/2023) imagery, while examining climatic, topographic, and glaciological controls. Between the LIA and 2023, total glacier area decreased by $78.46 \pm 4.38 \text{ km}^2$ (~41.5%), while glacier numbers nearly doubled from 58 to 115 due to separation, fragmentation, and disconnection. Glacier area loss rates increased more than fourfold, from $0.11\% \text{ a}^{-1}$ (LIA:1815–1964) to $0.49\% \text{ a}^{-1}$ (1964–2023) with further acceleration after 2000 ($-0.79\% \text{ a}^{-1}$ during 2000–2016 and $-0.5\% \text{ a}^{-1}$ during 2016–2023). Glaciers in the catchment experienced widespread thinning, reduced flow velocities, and rising equilibrium-line altitudes (ELAs), coinciding with pronounced elevation-dependent warming ($-0.3 \text{ }^\circ\text{C dec}^{-1}$ > 4000 m compared to $0.1 \text{ }^\circ\text{C dec}^{-1}$ at 3865 m a.s.l.; 1964–2023). Thinning progressively migrated up-glacier into accumulation zones, while rising ELAs increasingly intersected thinned and heavily crevassed icefall regions, driving glacier fragmentation and disconnection. Fragmented glaciers showed higher area loss, thinning rates, and reduced surface velocities, whereas disconnections in valley glaciers led to stagnation and degradation of debris-covered tongues. Our study highlights the critical need to assess glacier fragmentation and disconnection across the Himalaya. With enhanced warming at higher elevations, fragmentation and disconnection will likely become dominant mode of glacier recession in the region, with significant implications for future glacier evolution, meltwater availability, regional hydrology and associated geohazards.

1. Introduction

Himalayan glaciers cover $\sim 22,800 \text{ km}^2$ (Bolch et al., 2012) and store $\sim 3,000 \text{ km}^3$ of ice (Farinotti et al., 2019). Together with glaciers of the Hindu Kush, Karakoram, and Pamir ranges of High Mountain Asia (HMA), they sustain ten major transboundary river systems in Asia, directly supplying freshwater to over 240 million people and supporting the livelihoods of 1.65 billion people further downstream, particularly during dry seasons and droughts (Lutz et al., 2022). These glaciers also serve as crucial hydrological buffers supporting ecology, agriculture, and hydropower generation (Azam et al., 2018; Immerzeel et al., 2020; Lutz, 2016). However, since the end of the Little Ice Age (LIA), Himalayan glaciers have undergone substantial retreat and mass loss (Lee et al., 2021). This trend has accelerated in recent years due to pronounced thinning, fragmentation, and terminus recession driven by rising air temperatures and increasingly erratic precipitation patterns (Bhattacharya et al., 2021) and is expected to persist in the coming decades and century with enhanced warming rates at higher elevations (Fox-Kemper and Aðalgeirsdóttir, 2023; Jackson et al., 2023). These changes threaten the Himalayan cryosphere's ability to sustain river

* Corresponding author.
E-mail address: g.silwal2@newcastle.ac.uk (G. Silwal).

<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2026.105555>
Received 17 February 2026; Received in revised form 27 May 2026; Accepted 3 June 2026
Available online 8 June 2026
0921-8181/© 2026 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Dedans, ils ont remonté 2 siècles d'histoire glaciaire du bassin du Langtang à partir des moraines, des photographies satellites Corona des années 1960 et 1970, puis des images Sentinel les plus récentes.

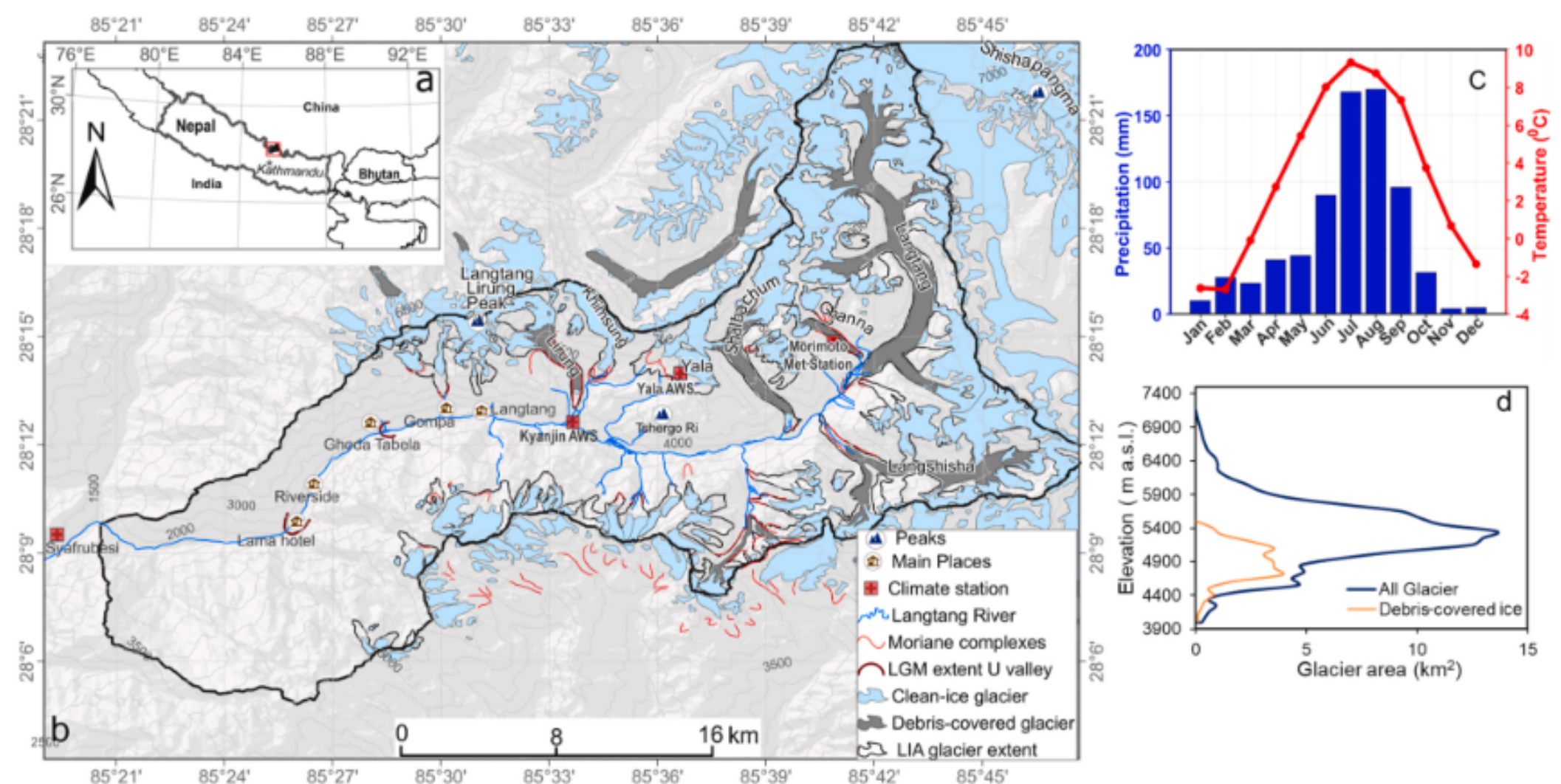


Fig. 1. (a) Location of the study area, Langtang Catchment (highlighted by the red rectangular box), (b) a detailed map of the Langtang Catchment, with placemark for major places, meteorological stations, and peaks. The major glacier systems in the catchment are labelled on the map, the LGM extent (U valley in brown) and moraine complexes in red solid lines are digitized from Shiraiwa and Watanabe (1991). Glacier outlines (sky-blue polygons) are from RGI v.7.0, while debris-covered glacier outlines (light grey polygon) are from ICIMOD glacier inventory (<https://rds.icimod.org>). (c) the climatology (temperature and precipitation from 1988 to 2016) is from Kyanjing station (3862 m a.s.l.) and (d) the hypsometric curve of the glaciers (all glacier in solid dark blue line and debris-covered ice in orange solid line) based on RGI v.7.0 glacier outlines (for all glaciers) and ICIMOD glacier inventory (for debris-covered glaciers) and Shuttle Radar Topography Mission (SRTM GL1) Global 30 m void-filled DEM from 2000 (Farr et al., 2007). (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Sous l'effet du changement climatique, le glacier s'est cassé en morceaux comme une coupée de porcelaine. Le nombre de glaciers recensés est passé de 58 à 115 et, depuis le Petit Âge glaciaire, le bassin a perdu 41,5 % de sa surface glaciaire.

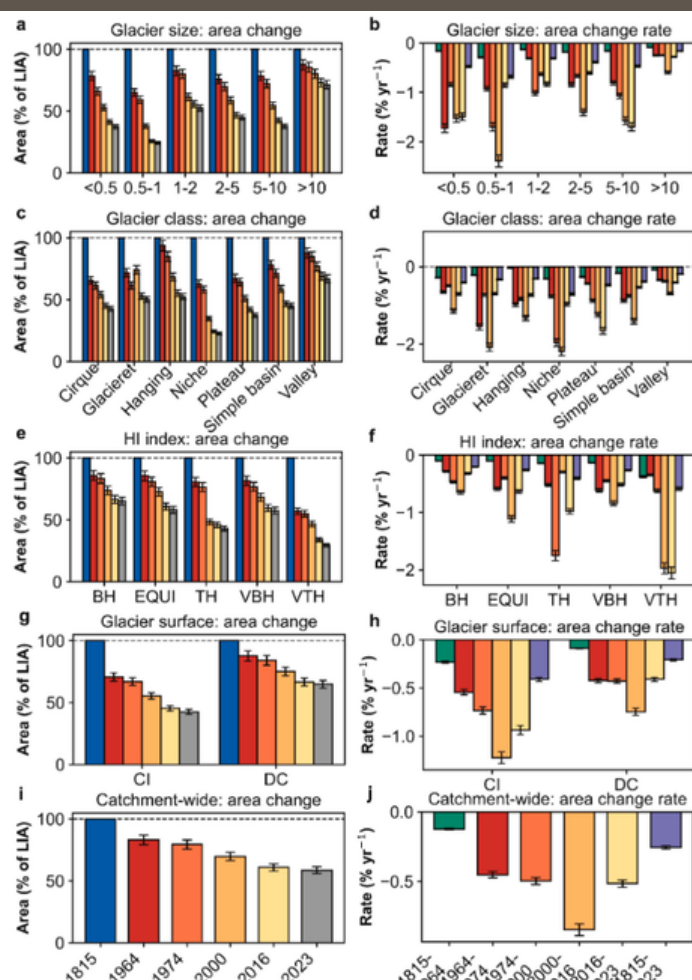


Fig. 6. Glacier area change in the Langtang catchment expressed as relative area change (%) remaining to LIA and area change rate (% a⁻¹) for each period. Pane (a-b) show changes by glacier size class; (c-d) by glacier morphological type; (e-f) by hypsometric index; (g-h) by debris cover (clean-ice-CI vs. debris-covered-DC and (i-j) for catchment-wide glacier change. Bars are colour coded as per the period/year.

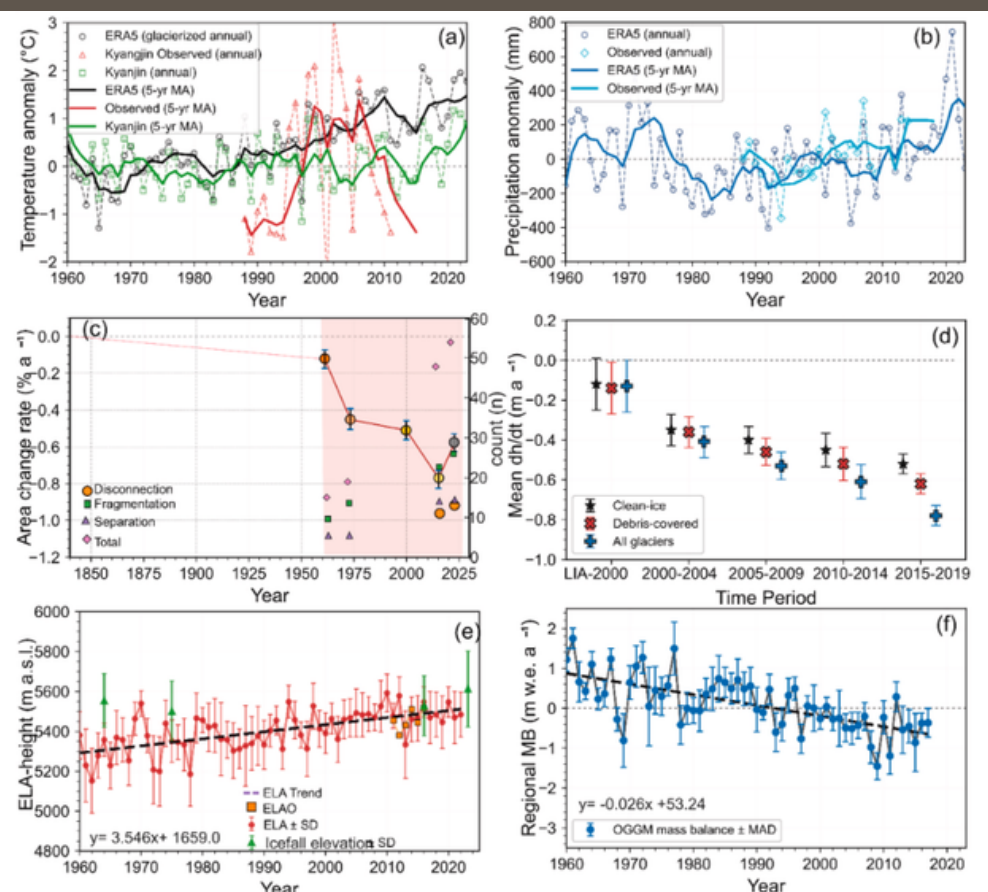


Fig. 10. Summary plots of climate and glacier change in the Langtang Catchment. (a) Mean annual 2 m ERA5-Land temperature anomaly for all glacierized areas (black circle), observed anomalies at Kyanjing AWS (~3865 m a.s.l.; red triangle), and ERA5-Land anomalies at the Kyanjing grid point (green square). (b) Mean ERA5-Land annual precipitation anomalies (blue circle) and observed anomalies (sky-blue diamond). ERA5-Land anomalies calculated over 1960–2023 relative to 1960–1990; observed anomalies from Kyanjing station (1986–2015). Trend lines are 5-year moving averages. (c) Glacier area change rates since LIA (~1815 CE) to 2023 and numbers of disconnection, fragmentation, and separation per mapping period. (d) Glacier area-averaged thinning (dh/dt) by glacier types. (e) Regional ELA simulated with OGGM, with observed ELA for Yala Glacier (2011–2017, orange square) and median icefall elevations (green triangle) with standard deviation (SD). (f) Light pink shading in Fig. (c) indicates the glacier mapping periods. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

L'étude montre que la ligne d'équilibre est remontée d'environ 175 mètres. Cette ligne sépare la zone où un glacier gagne encore de la glace de celle où il en perd. Quand elle remonte, la fonte attaque des secteurs toujours plus raides et plus crevassés.

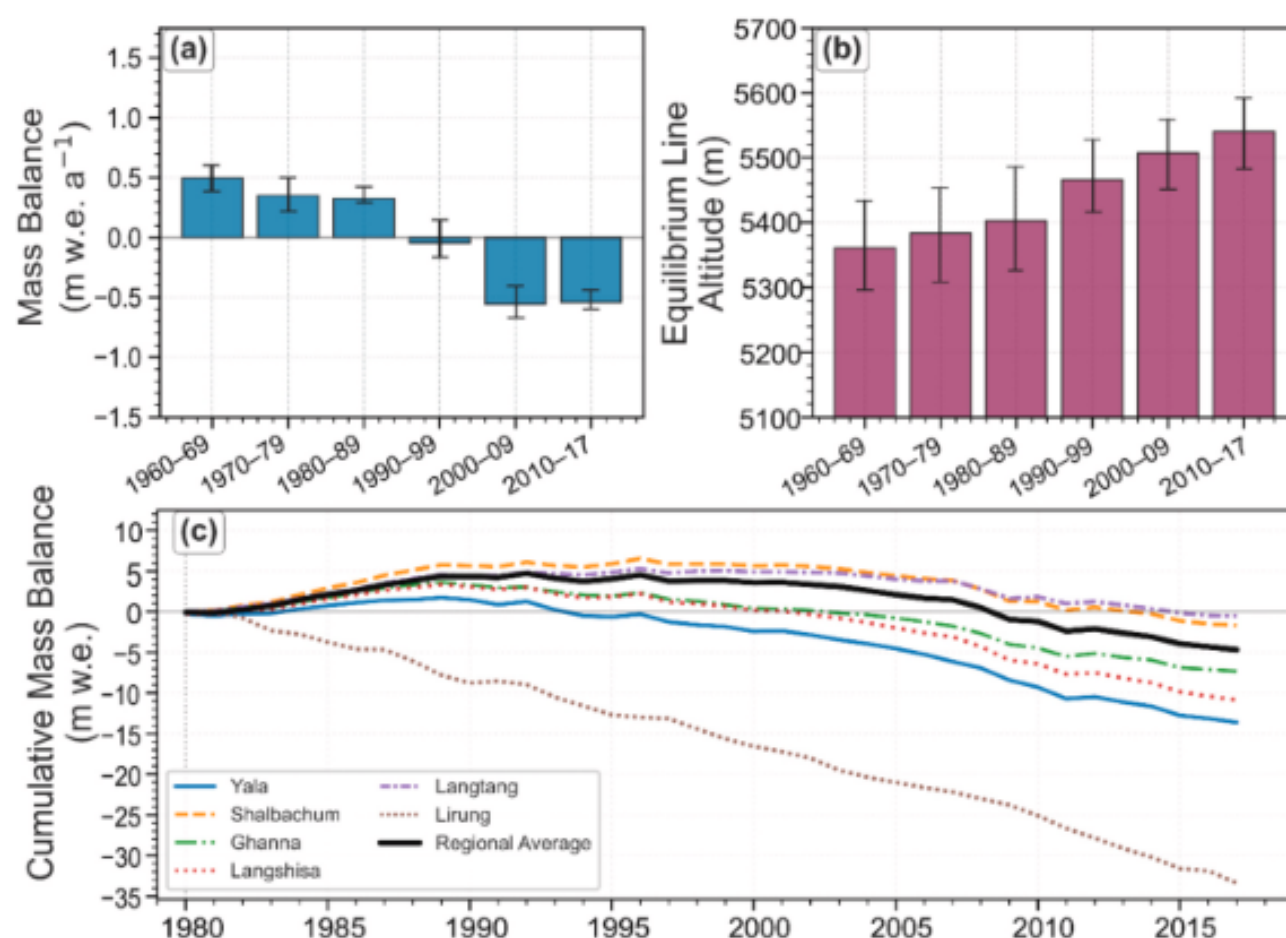
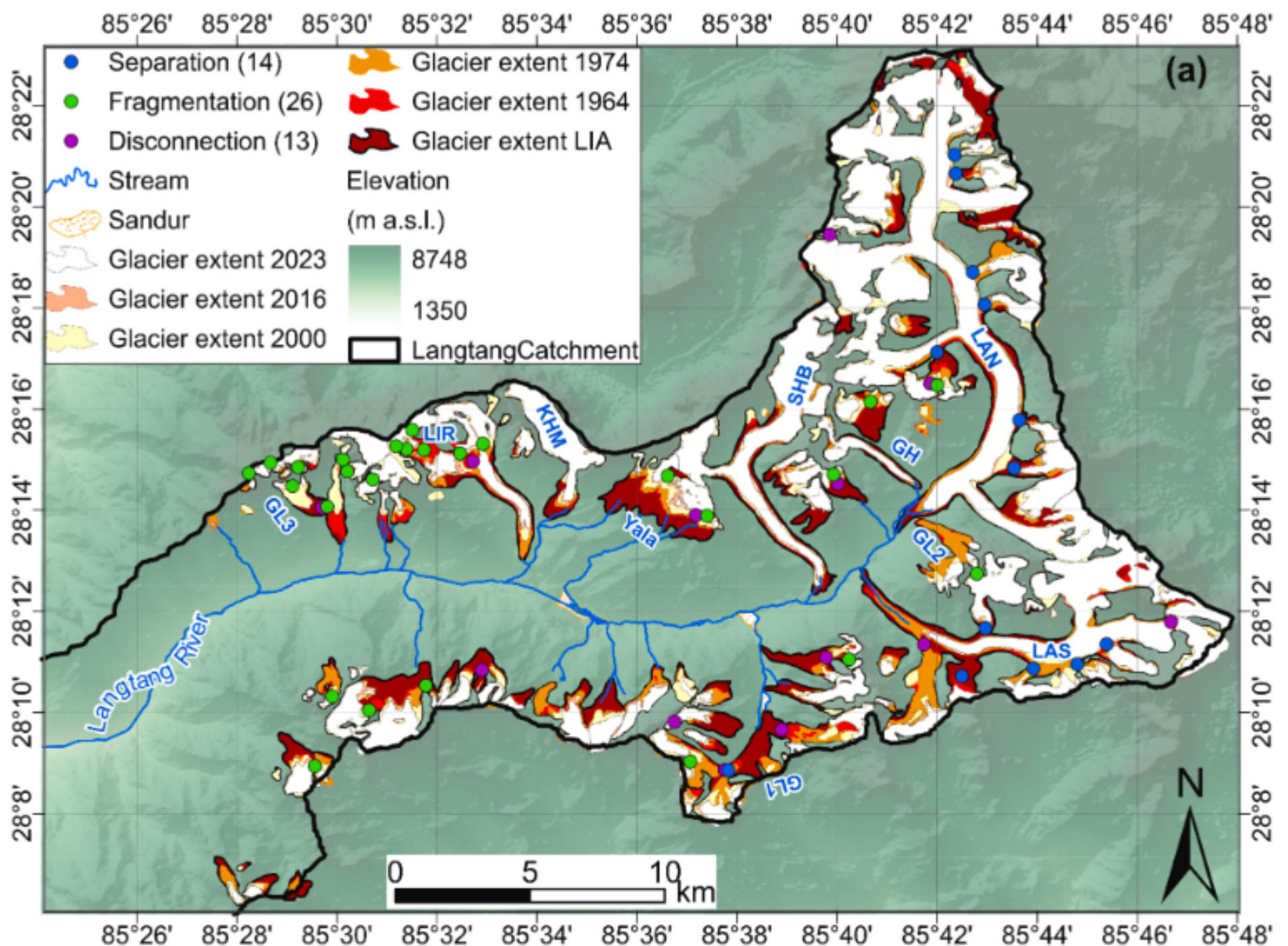


Fig. 7. Decadal variability of (a) regional glacier mass balance (MB) and (b) equilibrium-line altitude (ELA) in the Langtang Catchment from 1960 to 2020, simulated by OGGM. Values represent catchment-wide, area-weighted averages of individual glacier MB and ELA aggregated by decade. Boxes show the interquartile range (25th–75th percentiles). (c) Cumulative mass balance of major glaciers in the catchment since the 1980s.

L'étude cartographie 26
fragmentations et 13
déconnexions dans le bassin.
Une fois séparée de la glace qui
l'alimentait en altitude, la
partie basse du glacier, appelée
langue glaciaire, se dégrade.



Des mares se forment à sa surface. Des falaises de glace apparaissent. La fonte accélère autour de ces points faibles, tandis que les masses suspendues sur les pentes perdent progressivement leur continuité.

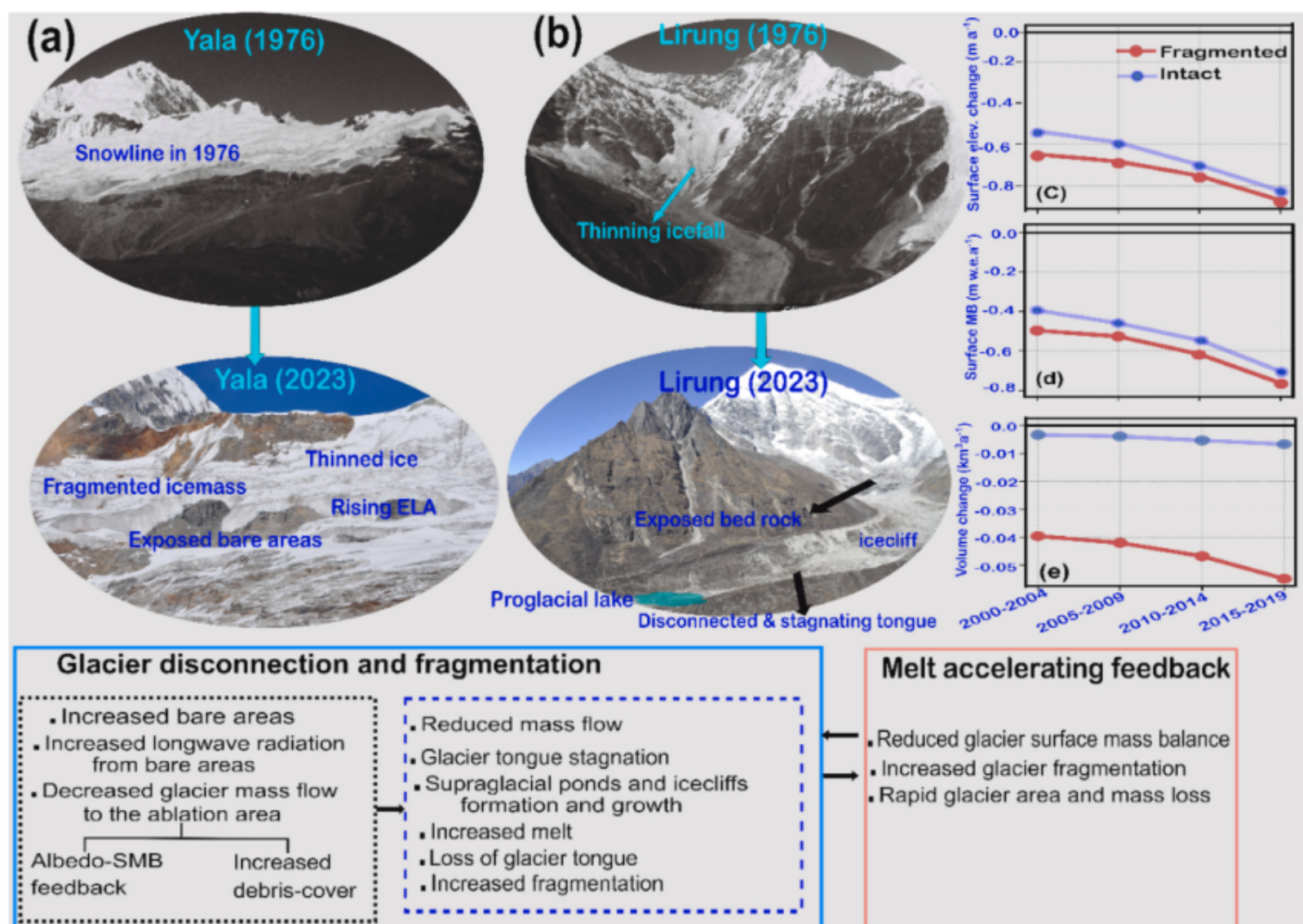


Fig. 13. Some key processes and feedback mechanisms driving long-term glacier evolution and surface changes in the Langtang Catchment. (a-b) Historical and contemporary images of the Yala and Lirung Glaciers illustrate striking glacier retreat, surface lowering, and expansion of debris-cover over the period (1970s – 2023). Both glaciers have undergone disconnection and fragmentation and shown upward migration of the snowline, increased bare areas and bed rock exposure. (c-e) Average rates of surface thinning, SMB, and volume change between fragmented and intact glaciers.

Le papier se terminait sur cet avertissement : « Avec le renforcement du réchauffement en altitude, la fragmentation et la déconnexion deviendront probablement le mode dominant du recul glaciaire dans la région, avec des conséquences importantes sur l'hydrologie et les risques géologiques associés. »

**Dans un monde devenu
fluctuant, les études
scientifiques nous donnent la
capacité inestimable de voir
venir les catastrophes avant
qu'elles ne fassent la une des
journaux.**

Sauf qu'on empêche
littéralement des pays comme
le Népal de financer leur
adaptation au niveau de leurs
besoins.

Chaque année, les pays « en
développement » reçoivent 30
milliards de dollars de
financements publics
internationaux pour s'adapter
au changement climatique.

C'est 10 fois moins que ce qu'il faudrait, mais surtout 60 % de ces financements sont des prêts avec intérêts. Oxfam et CARE estiment qu'ils obligeraient les pays bénéficiaires à rembourser entre 30 et 40 % de plus que les sommes reçues.

CLIMATE FINANCE
SHADOW REPORT
2025
ANALYSING PROGRESS ON CLIMATE FINANCE
UNDER THE PARIS AGREEMENT



Table 2.2: Estimated climate loan debt service for 2021–22 loans

	2021 (US\$bn)	2022 (US\$bn)
Reported loan amounts	47.9	62.1
Bilateral providers	17.7	20.7
Multilateral providers	30.2	41.4
Resulting debt service	63.5-70.9	79.8-88.4
Bilateral providers	20.1	23.7
Multilateral providers	43.4-50.8	56.1-64.7

Table 2.3: Estimated adaptation loan debt service for 2021–22 loans

	2021 (US\$bn)	2022 (US\$bn)
Reported loan amounts	15.2	18.6
Bilateral providers	5.2	4.5
Multilateral providers	10.0	14.1
Resulting debt service	20.8-23.0	24.2-26.4
Bilateral providers	5.9	5.1
Multilateral providers	14.9-17.1	19.1-21.3

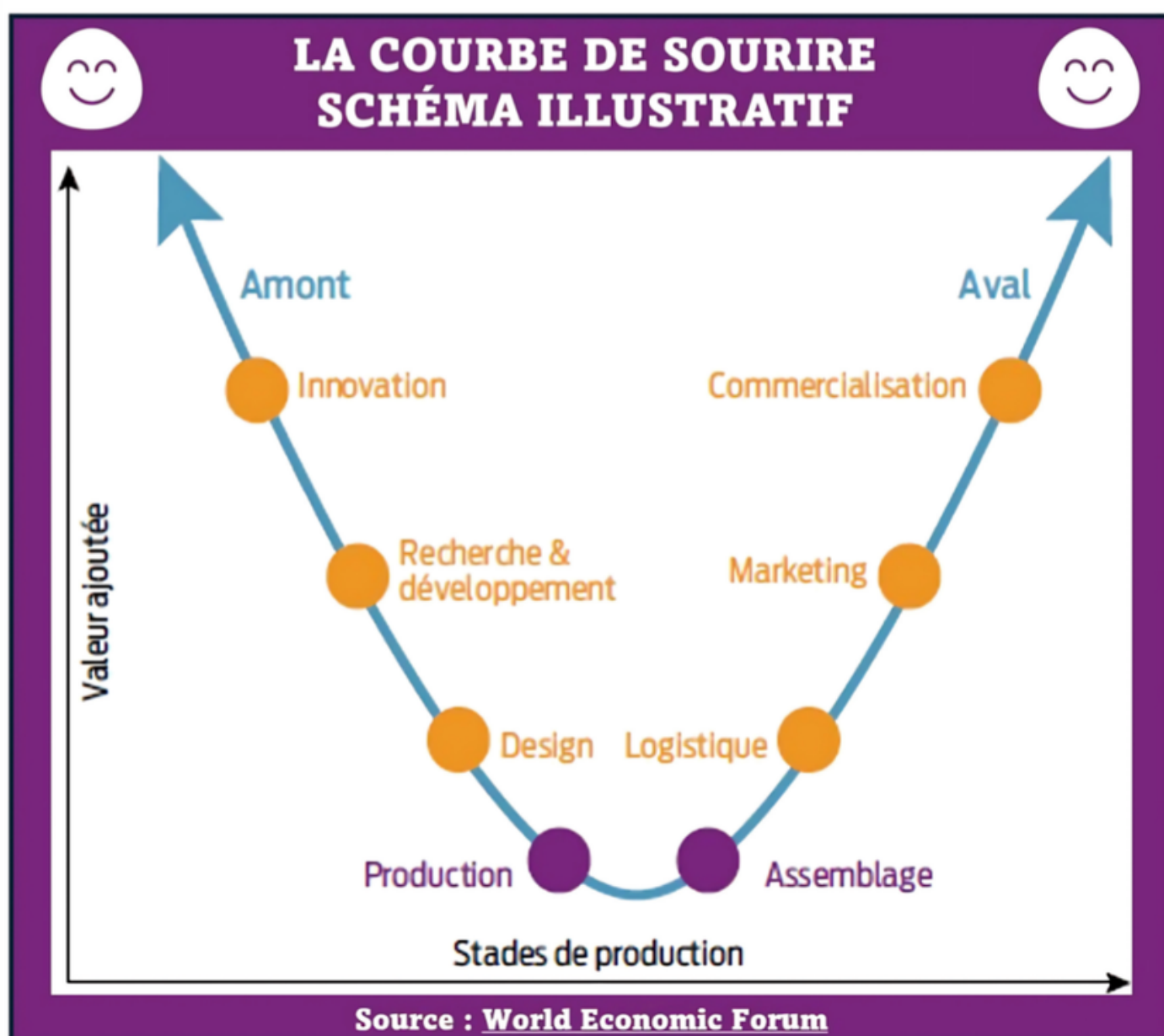
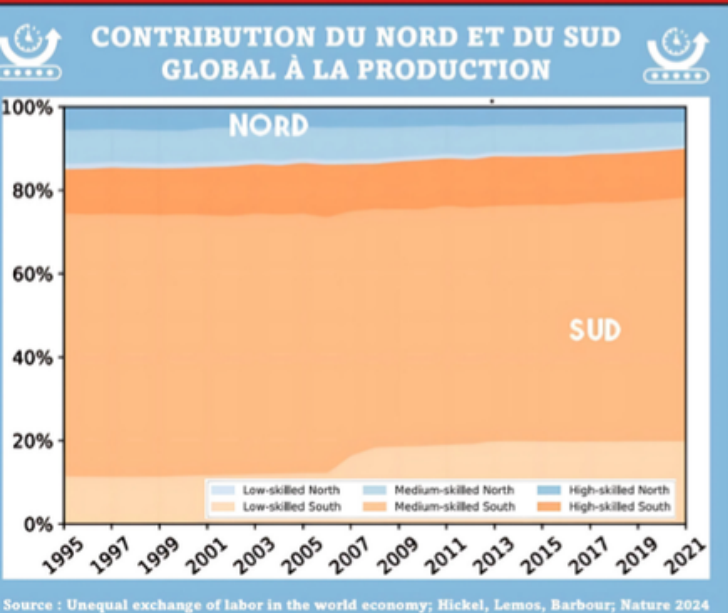
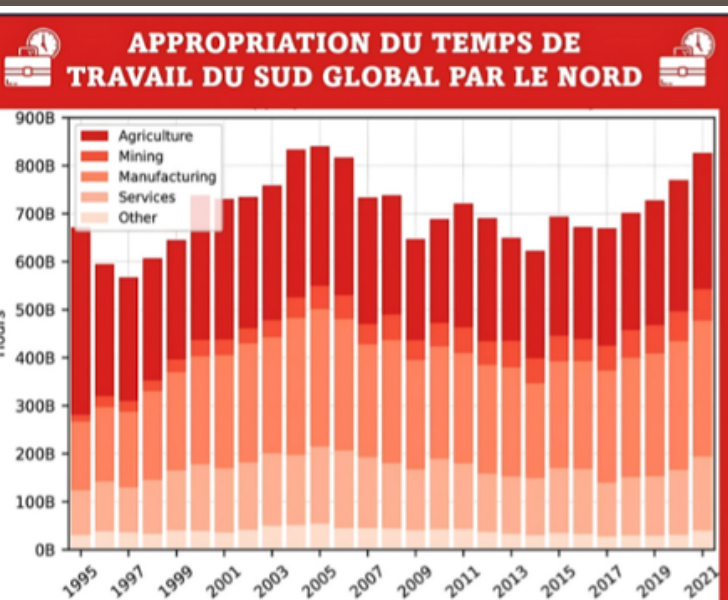
Notes: Reported bilateral and multilateral adaptation loan disbursements (at face value) and the implied total nominal debt service over the duration of those loans. Figures might not add up due to rounding.

Source: Oxfam and CARE's calculations based on the BTR1s (UNFCCC, n.d.c-f) for most bilateral providers and the OECD CRDF datasets (OECD, n.d.a) for multilateral and some (minor) bilateral providers. See Annex 2 for details of the methodology.

Oui, vous avez bien lu, les pays qui ont le moins contribué au dérèglement doivent donc payer les pays les plus riches du monde pour avoir le droit de s'adapter au changement climatique. C'est un scandale absolu.

Il l'est d'autant plus lorsqu'on réalise que le surdéveloppement du Nord repose sur des décennies de sous-développement organisé du Sud.

Chaque année, les économies occidentales s'approprient le fruit de 800 milliards d'heures travaillées dans les pays du Sud. Leurs travailleurs accomplissent 90 % du travail qui fait tourner l'économie mondiale pour seulement 20 % de ses revenus.



Mettre l'adaptation en sécurité sociale à l'échelle internationale consiste à renverser cette logique néo-coloniale toujours au cœur des relations internationales.

Car, décidément, lorsqu'on se donne la peine de fouiller, on se rend compte qu'un peu comme les dinosaures, les catastrophes « naturelles » ça n'existe plus.

Arrêtons de demander à nos dirigeants de changer le monde. Changeons le monde nous-mêmes. Mettons-nous en lien autour de la mise en sécurité sociale des communs et des besoins.



S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ilian Moundib

On va vers + 4 °C de réchauffement climatique ?



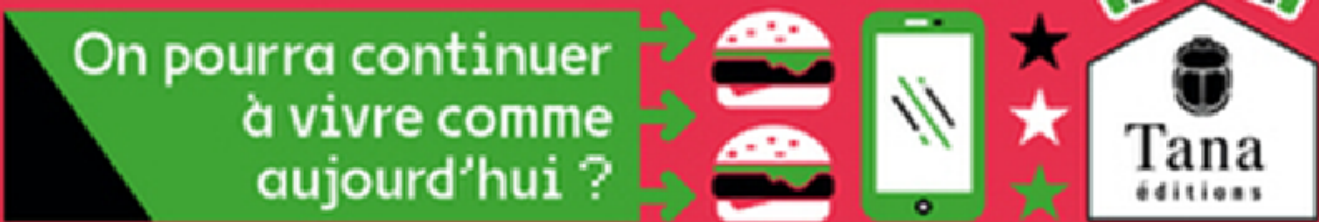
FAKE? NON!



On s'adaptera car le génie humain est sans limite ?



On pourra continuer à vivre comme aujourd'hui ?





T'inquiète, on s'est toujours adaptés

♦ Dans le débat public, le terme *adaptation* suggère que nous pourrions vivre « normalement » quel que soit le nombre de degrés en plus. Sauf que l'adaptation ne sera pas possible à tout niveau de réchauffement. Il est impossible d'anticiper tous les effets d'un réchauffement de 4 °C ou davantage. La réussite de notre adaptation dépend donc d'abord de celle de l'atténuation du réchauffement climatique. Nous devrions, avant tout, **amplifier nos efforts pour diminuer nos émissions de GES**. Freiner le processus de réchauffement par la diminution de nos extractions de matières premières et de ressources naturelles, par la réduction de nos productions et de nos consommations et par un changement majeur de nos modes de vie conduisant à la sobriété. **C'est la condition primordiale de notre possible adaptation face à l'avenir qui s'annonce.**



IL N'Y A AUCUNE RAISON POUR QUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE SE STABILISE MIRACULEUSEMENT À + 3 °C. La majorité des scientifiques situe le franchissement de points d'emballement climatique autour de +2 °C de réchauffement planétaire. Au-delà, on ne sait pas ce qui va se passer.

7 COMMUNS À PRÉSERVER

- Un air respirable
- Une terre hors d'eau
- Une eau douce disponible et potable
- Un sol nourricier
- Des végétaux qui captent le CO₂
- Une qualité de vie
- L'entraide

7 PLANIFICATIONS À ORGANISER

- Adapter les villes et les territoires aux canicules, aux sécheresses et aux inondations
- Organiser la sobriété hydrique pour garantir le partage de l'eau
- Accomplir une bifurcation agricole et reconquérir une souveraineté alimentaire
- Arrêter l'artificialisation et libérer la terre
- Maintenir nos puits de carbone vivants
- Mettre en œuvre une réindustrialisation souveraine et résiliente
- Institutionnaliser l'entraide



modèle alternatif et résilient, il faut, d'une part, remplacer la recherche de performance par celle de la robustesse pour rester stable malgré les crises. Et d'autre part, se transformer pour métaboliser l'évolution de notre environnement. Mais aussi et surtout, se doter d'un outil de planification démocratique **pour bâtir les fondations d'un monde qui garantit notre survie en assurant nos besoins vitaux sur le long terme.**

* Pour aller plus loin sur le concept de robustesse, voir *La Troisième Voie* du biologiste Olivier Hamant, Odile Jacob, 2022.