

Exploitation et pollution des milieux naturels



Chloé Maréchal

LGL-TPE – Université Lyon 1



Chloé Maréchal
LGL-TPE – Université Lyon1

Capsule 1

La déforestation #1



2) La déforestation

Objectifs :

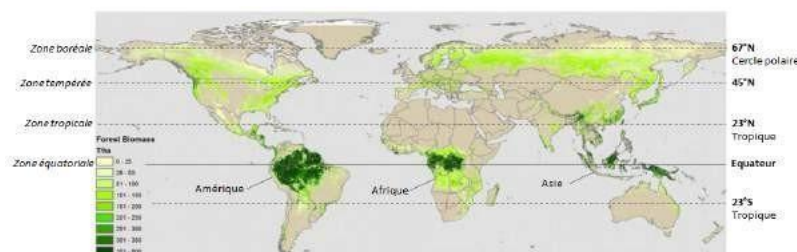
Comprendre :

- (1) comment les émissions de CO₂ anthropiques perturbent les forêts mondiales,
- (2) comment la déforestation produit du CO₂ dans l'atmosphère.

Retenir quels sont les impacts destructeurs de la déforestation tropicale sur le vivant, dont les hommes, et l'environnement.

2) La déforestation

Les forêts sur Terre



Répartition des forêts sur Terre et de leur densité (au-dessus et au-dessous du sol) (biomasse par unité de surface, en tC.ha⁻¹ : tonne de carbone par hectare (soit 10 000 m²)).

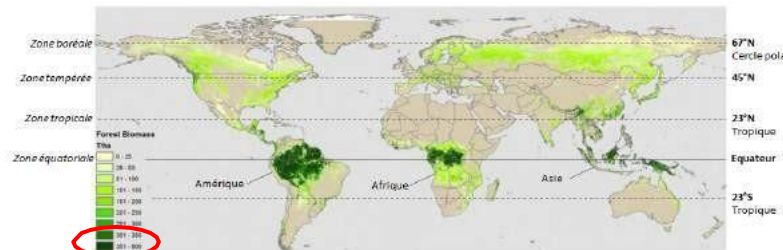
Attention ! la projection du globe en carte ne respecte pas les proportions des surfaces entre les hautes et les basses latitudes : les surfaces des hautes latitudes sont largement sur-représentées.

Les **forêts sur Terre** sont réparties selon **deux bandes dans chaque hémisphère** :

- aux **moyennes latitudes**, dans la zone tempérée,
- et dans la **zone équatoriale et tropicale**.

La plupart des arbres vivent une centaine d'années, certains jusqu'à plusieurs milliers d'années. Durant tout ce temps, ils stockent du carbone dans leur tronc, leurs branches, leur feuillage (partie au-dessus du sol des arbres) et dans leur souche, leurs racines (partie souterraine, au-dessous du sol).

Les forêts sur Terre



Répartition des forêts sur Terre et de leur densité (au-dessus et au-dessous du sol) (biomasse par unité de surface, en $tC.ha^{-1}$: tonne de carbone par hectare (soit $10\,000\,m^2$)).

Attention ! la projection du globe en carte ne respecte pas les proportions des surfaces entre les hautes et les basses latitudes : les surfaces des hautes latitudes sont largement sur-représentées.



La **biomasse des forêts tropicales** est la **plus grande au monde** : elle est comprise entre 300 et 600 tonnes de carbone par hectare, au-dessus du sol et au-dessous du sol.

La **plus grande forêt au monde** se situe dans le **Bassin de l'Amazonie**, la **seconde** dans le **Bassin du Congo**, enfin la **troisième** en **Indonésie/Malaisie/Papouasie-Nouvelle Guinée**.

Arbre tropical.

L'impact du CO₂ anthropique sur les forêts

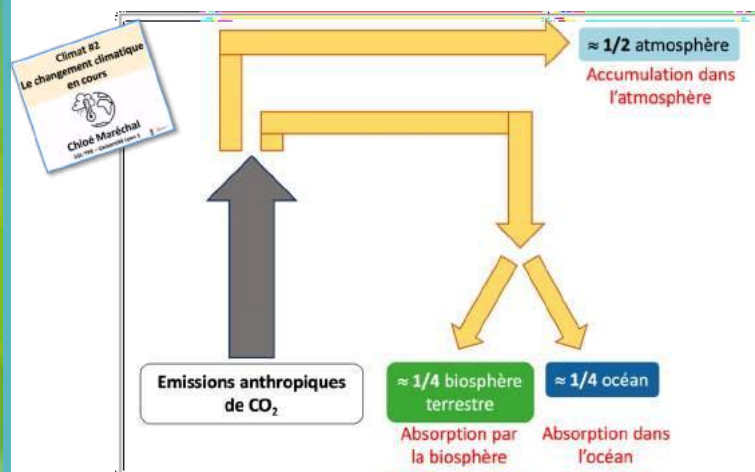


Schéma du devenir des émissions de CO₂ anthropique dans les compartiments superficiels de la Terre.

Sans les absorptions du CO₂ anthropique par la biosphère terrestre et par l'océan, la concentration en CO₂ de l'atmosphère serait beaucoup plus élevée !

2) La déforestation

Sources de CO₂ anthropique

Les émissions anthropiques de CO₂ sont très largement dues aux combustibles fossiles (**charbon, pétrole, gaz**) ≈ 90%
+ à l'usage des sols (déforestation) ≈ 10%

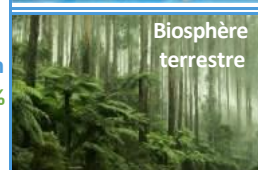


Puits de CO₂ anthropique

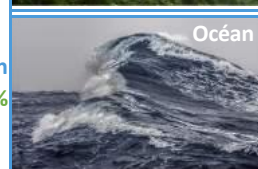
19 GtCO₂/an
48%



11 GtCO₂/an
29%

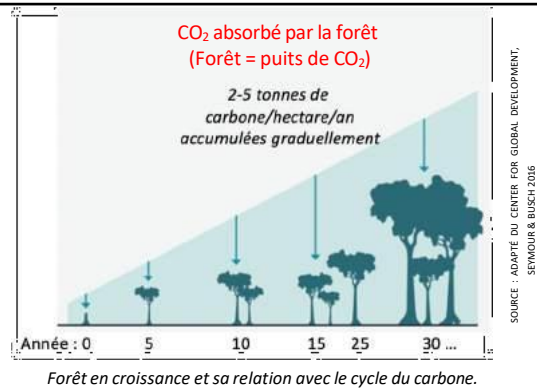


10 GtCO₂/an
26%



Répartition des émissions anthropiques annuelles de CO₂ dans les compartiments superficiels de la Terre sur la période 2011-2020.

2) La déforestation



Pour la biosphère terrestre, **principalement les forêts**, l'absorption annuelle de plus en plus grande de CO₂ agit comme un fertilisant : les forêts sur Terre sont **globalement en croissance**.



=> La planète verdit.

L'augmentation de l'azote (N₂) dans l'atmosphère, produit par l'agriculture, ainsi que l'augmentation globale de la température, contribuent également, en second plan, au verdissement de la Terre.

=> Sans ce verdissement, l'atmosphère accumulerait environ ¼ de CO₂ émis par l'homme supplémentaire.

7

2) La déforestation

L'augmentation de CO₂ anthropique dans l'atmosphère fait croître la végétation, qui absorbe et stocke une partie du CO₂ anthropique ... Jusqu'à quand ?

L'augmentation du verdissement mondial a été plus lente au cours des deux dernières décennies. Cela indique que le puits de CO₂ des forêts diminue progressivement.

D'autre part, les forêts sont de plus en plus fragilisées, à cause :

- du stress hydrique lors des sécheresses,
- des incendies (« méga-feux »),
- du développement des « ravageurs » (insectes xylophages) suite au réchauffement climatique.



Mégafeu dans le New South Wales (Australie) en Janvier 2020.



Scolyte du pin (5 mm), insecte xylophage ; Tronc scolyté ; Forêt attaquée par le scolyte du pin, Parc National Jasper (Alberta, Canada).



8

1) La déforestation

La déforestation, source de CO₂

De quelle manière la déforestation participe-t-elle aux émissions de CO₂ anthropique ?



Feu de forêt tropicale causé par la déforestation.



Déforestation dans le Mato Grosso (Brésil), forêt amazonienne, en octobre 2015.

La déforestation tropicale s'accompagne du brûlage des arbres qui libère ainsi des surfaces : celles-ci sont converties en champs cultivés ou en pâturages.

Lors de la déforestation, la forêt est entièrement supprimée.

9

1) La déforestation

CO₂ émis dans l'atmosphère
(Déforestation = source de CO₂)

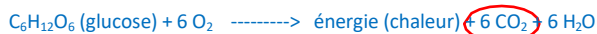
165 tonnes de
carbone/hectare
immédiatement émis



SOURCE : ADAPTÉ DU CENTER FOR GLOBAL DEVELOPMENT,
SEYMOUR & BUSCH 2016

La déforestation (brûlage) est responsable d'émissions humaines de CO₂.

Le carbone stocké par les arbres est émis dans l'atmosphère lorsque les forêts sont supprimées et détruites par le feu suite à la **déforestation** :



La **dégradation des forêts** par l'abattage sélectif d'arbres, la pratique de la chasse, etc., participe également aux émissions anthropiques de CO₂ suite à la décomposition progressive des arbres.



Lyon 1

10

1) La déforestation

CO₂ anthropique : “Sources” (≈ 40 GtCO₂/an) = “Puits” (≈ 40 GtCO₂/an)

Combustibles fossiles
(et cimenteries)



35 GtCO₂/an
89%

Usage des sols
(= déforestation)



4 GtCO₂/an
11%



19 GtCO₂/an
48%

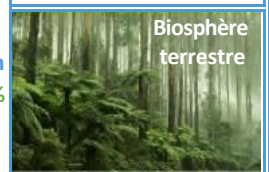
11 GtCO₂/an
29%

10 GtCO₂/an
26%

Atmosphère



Biosphère terrestre



Océan

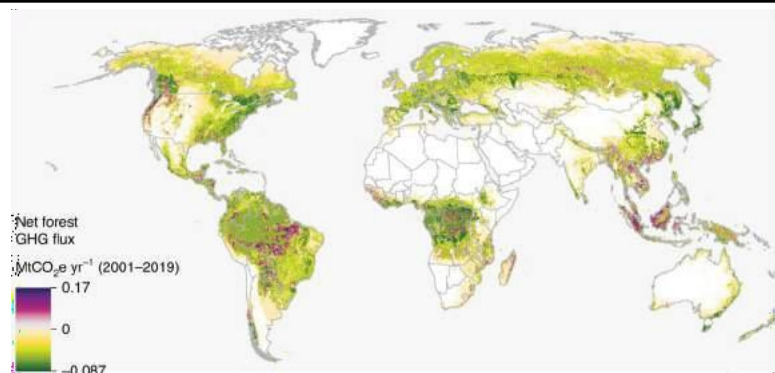


Émissions anthropiques annuelles de CO₂ et leur répartition dans les compartiments superficiels de la Terre sur la période 2011-2020. Le déséquilibre entre les sources et les puits est de 3% (1 GtCO₂/an).

L'usage des sols (déforestation) représente ≈ 10% des émissions anthropiques de CO₂.

11

1) La déforestation



Flux nets de CO₂ échangé par les forêts avec l'atmosphère entre 2001 et 2009
(= émission de CO₂ par les forêts – absorption de CO₂ par les forêts).

Attention ! la projection du globe en carte ne respecte pas les proportions des surfaces entre les hautes et les basses latitudes : les surfaces des hautes latitudes sont largement sur-représentées.

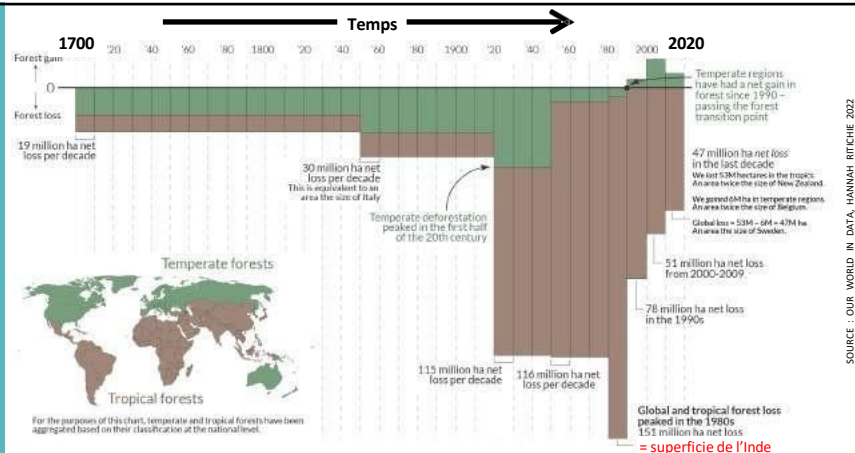
Violet : Zones où les émissions de CO₂ dues à la déforestation par le feu (Équateur et tropiques) ou aux feux naturels (zones tempérées et boréales) sont prépondérantes,
Vert : Zones où la capture du CO₂ par les forêts suite à leur croissance est prépondérante.

Les émissions anthropiques de CO₂ liées à l'usage des sols (déforestation) dominent dans les tropiques sur les trois continents : Amérique, Afrique, Asie.

L'Indonésie (Asie) est particulièrement impactée par la déforestation, suivi du Brésil (Amérique du Sud), puis de la République Démocratique du Congo (Afrique).

12

1) La déforestation



SOURCE : OUR WORLD IN DATA, HANNAH RITCHIE 2022

Évolution des pertes et des gains de surfaces forestières sur Terre de 1700 à 2020 (hectares/décennie).

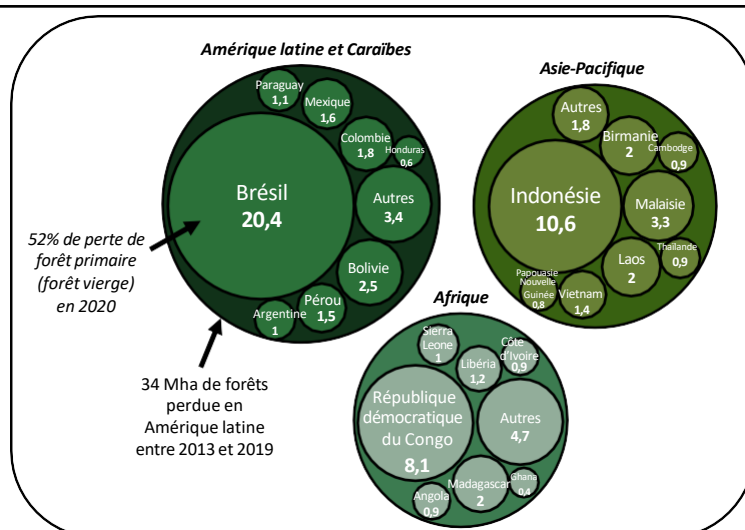
La déforestation a été importante au cours des trois derniers siècles. 1,5 milliard d'hectares de forêt globale ont été perdu entre 1700 et 2020, soit 1,5 fois la taille des USA.

Elle l'est de façon alarmante dans les forêts tropicales depuis les années 1930, avec un pic dans les années 1980.

Entre 2010 et 2019, 53 millions d'hectares de forêt ont été supprimé dans les tropiques suite à la déforestation, soit 2 fois la taille de la Nouvelle-Zélande.

13

1) La déforestation



SOURCE : FOREST TRENDS, FOREST POLICY TRADE AND FINANCE INITIATIVE, MAI 2021 ET D' APRÈS GLOBAL FOREST WATCH 2020

Pays qui ont enregistré la plus grande perte de forêts entre 2013 et 2019, en millions d'hectares (Mh).

Les pays tropicaux les plus touchés par la déforestation sont le Brésil, l'Indonésie, et la République démocratique du Congo.

La déforestation tropicale est en partie illégale.

14

1) La déforestation

La déforestation tropicale, source de destruction

La biodiversité dévastée

Les **forêts tropicales** possèdent la **plus grande biodiversité au monde**.

La forêt amazonienne compte plus de 300 espèces d'arbres par hectares, lorsque les forêts françaises en abritent près de 140 ... Elle compte plus de 5 millions d'espèces de plantes et d'animaux dont une grande partie est encore inconnue et n'existe nulle part ailleurs.

La déforestation cause la **perte de biodiversité** suite à la **destruction de la faune** (par les feux ...) et **de son habitat**.



*Le jaguar, l'éléphant des forêts, l'orang outan, vivent respectivement dans les forêts tropicales américaine, africaine, et asiatique. Ces trois espèces figurent sur la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) : elles sont classées **menacées d'extinction** à cause de la destruction et de la fragmentation de leur habitat par la **déforestation**. L'orang outan est en particulier « gravement menacé » et pourrait disparaître d'ici une dizaine d'années.*

15

1) La déforestation

Les peuples autochtones bafoués et menacés

Dans les forêts tropicales, la **vie** et les **droits fonciers des autochtones ne sont pas respectés**, comme par exemple en Amazonie où la **déforestation** par orpaillage (majoritairement **illégal**), la construction de barrages, l'expansion de l'agriculture intensive **détruit leur habitat forestier** (chasse et cueillette pour la nourriture, ressources en bois et en plantes médicinales).

Plusieurs leaders autochtones ou défenseurs environnementaux sont **tués en toute impunité** chaque année au Brésil et en Colombie.



Yanomamis en Amazonie.

PHOTO : FIONA WATSON / SURVIVAL

Ces **peuples vivent en harmonie avec la nature**, ce qui permet la régénérescence des milieux naturels et la sauvegarde de la forêt.

Une meilleure **reconnaissance** et une **protection des peuples autochtones** est **indispensable**.

16

1) La déforestation

La déforestation tropicale perturbe le cycle de l'eau régional

(1) Une **forêt tropicale** fonctionne à la manière d'une grande pompe qui redistribue l'eau des pluies sur un large territoire et produit un **climat régional humide**.

L'eau des précipitations, produites par l'évaporation de l'océan, est reprise en partie dans le sol par les racines des arbres, puis évaporée dans l'atmosphère au niveau des feuilles par le processus de « respiration ».

Une forêt étendue, telle la forêt amazonienne, provoque ainsi beaucoup d'« **évapotranspiration** ».

L'eau évaporée re-condense dans l'atmosphère et de nouvelles pluies se propagent vers l'ouest, poussées par les Alizés.

Sans forêt tropicale, l'eau des pluies s'écoule par ruissellement sur le sol et gagne directement les rivières puis l'océan, sans alimenter de nouvelles pluies : **le climat régional est plus sec**.

(2) D'autre part, les **arbres** fournissent de l'**ombre**, ce qui maintient le **sol humide**.

Sans arbre, les sols reçoivent plus le rayonnement solaire, évaporent plus vite, et ne restent plus humides : ils deviennent plus secs.

17

1) La déforestation

La déforestation tropicale engendre une vive érosion des sols

(1) Les **forêts tropicales** permettent au **sol de capter l'eau des pluies sans être détérioré**.

Les pluies qui s'abattent aux tropiques sont importantes.

L'eau de pluie, entre le haut de la canopée et le sol, voit sa course entravée par la présence du feuillage : elle a perdu une partie de son énergie en arrivant au sol, et pénètre doucement dans celui-ci.

Sans forêt, les pluies tropicales violentes frappent le sol qui devient fragilisé, facilement soumis à l'érosion.

(2) Les arbres maintiennent le sol en place grâce à leur réseau de racines.

La perte d'arbres cause une érosion répandue à travers les tropiques.

Seule une **minorité de zones ont de bons sols, qui, après déboisement, sont rapidement emportés par les pluies.**

Ainsi les récoltes déclinent et les populations locales doivent payer pour importer des engrais ou déboiser davantage de forêt ...



*Érosion à Madagascar par creusement de ravines dans le sol. L'île a perdu 44 % de ses forêts naturelles depuis les années 50 et le rythme de la **déforestation** s'accélère.*

18

1) La déforestation

Résumé :

À cause des **émissions anthropiques de CO₂** (par l'utilisation des combustibles fossiles à $\approx 90\%$), les **forêts sur Terre croissent mieux : la planète verdit.**

Sans ce verdissement, une quantité **plus grande de CO₂ anthropique s'accumulerait dans l'atmosphère.**

L'usage des sols (déforestation) représente $\approx 10\%$ des émissions anthropiques de CO₂ suite au brûlage des arbres.

Il domine dans les **tropiques sur les trois continents : Amérique, Afrique, Asie.**

La **déforestation tropicale** implique une **perte de la biodiversité**, une **menace pour les peuples autochtones**, une **altération du cycle de l'eau régional**, une **érosion accrue des sols.**

19

2) La déforestation

Références bibliographiques

CURTIS P., SLAY C., HARRIS N., TYUKAVINA A. & HANSEN M. (2018) Classifying drivers of global forest loss, *Science*, 361, 1108-1111.

FRIEDLINGSTEIN ET AL (2021), GLOBAL CARBON PROJECT 2021, *Earth Syst. Sci. Data*.
<https://doi.org/10.5194/essd-2021-386>

GOODMAN R. C. & M. HEROLD (2014) Why Maintaining Tropical Forests Is Essential and Urgent for a Stable Climate, Center for Global Development, Climate and Forest Paper Series #11, pp. 56.

HARRIS ET AL. (2021) Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes, *Nature Climate Change*, 11, 234-240.

SEYMOUR AND BUSCH (2016) Why forests ? Why now ? A preview of the Science, Economics, and Politics of Tropical Forests and Climate Change, pp. 20.

GLOBAL FOREST WATCH 2022, <https://blog.globalforestwatch.org/>

Le Monde (2018), La culture du cacao dévore la forêt tropicale.

WWF (2012) Viande, un arrière-goût de déforestation.

WWF (2018), Déforestation importée : arrêtons de scier la branche.

20

Capsule 2

La déforestation #2

Objectifs :

Connaître les activités humaines responsables de la déforestation et de la dégradation des forêts et leur répartition géographique.

Avoir conscience du rôle des consommateurs, notamment Européens, sur la déforestation tropicale.

Les causes de disparition des forêts sur Terre

Déforestation



Production de matières premières et d'énergie :
agriculture intensive et élevage ; exploitation minière ; barrages ...



Urbanisation

Dégradation des forêts



Agriculture itinérante



Feux de forêt naturels ou délibérés

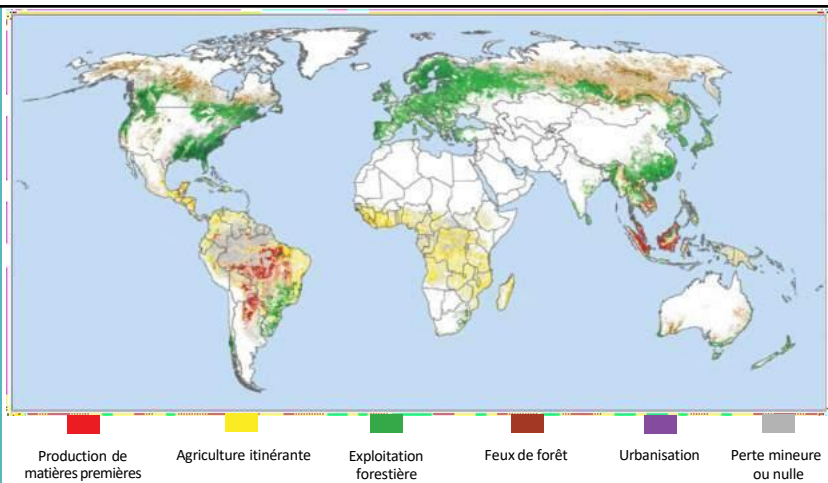


Exploitation forestière

Images satellites de Google Earth utilisées pour le modèle de classification des causes de la perte des forêts dans le monde (exemples).

SOURCE : D' APRES CURTIS ET AL

2



Répartition des causes des pertes des forêts sur Terre entre 2001 et 2015.

La déforestation pour la **production de matières premières** touche les **forêts tropicales** de l'**Amérique du sud** et de l'**Asie du sud**.

L'**agriculture itinérante** est très largement répandue dans les **forêts tropicales** d'**Afrique** (+ Amérique du sud et Asie du sud).

L'**exploitation forestière** et les **feux naturels** touchent les **forêts tempérées** des moyennes latitudes

L'**urbanisation** apparaît minoritaire.

SOURCE : GLOBAL FOREST WATCH 2022

5

Viande, chocolat, biocarburant ... déforestation et CO₂ importés dans nos assiettes et nos véhicules

Le soja, un aliment modèle dans l'élevage français

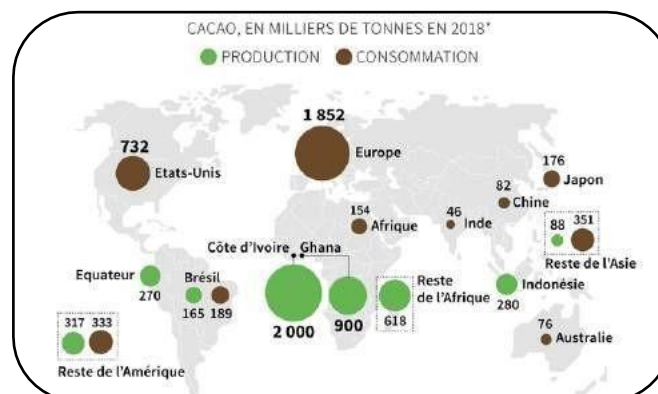


SOURCE : MODIFIÉ D'APRÈS MIGHTY EARTH

Le soja importé en France : zones de culture, chaîne d'approvisionnement et utilisation dans la production alimentaire.

6

Le chocolat et les français



SOURCE : LE MONDE 2018
D'APRÈS INTERNATIONAL COCOA

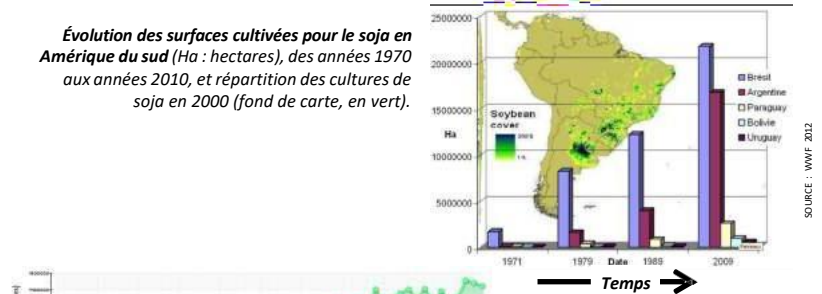
Zones de production de cacao (en vert) et zones de consommation de cacao (en marron).
Les flux de cacao sont exprimés en milliers de tonnes en 2018 (Octobre 2017 à Septembre 2018).

La cacao est majoritairement cultivé et produit en Afrique
et majoritairement consommé en Europe.

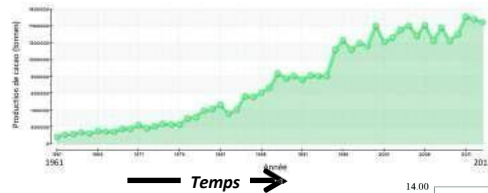
8

2) La déforestation

Évolution des surfaces cultivées pour le soja en Amérique du sud (Ha : hectares), des années 1970 aux années 2010, et répartition des cultures de soja en 2000 (fond de carte, en vert).



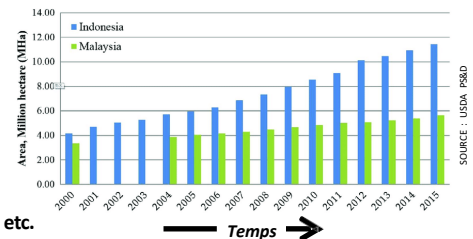
SOURCE : WWF 2012



Évolution de la quantité de cacao produite en Côte d'Ivoire (tonnes) de 1961 à 2013.

SOURCE : FAO

Évolution des surfaces de culture de palmiers à huile en Indonésie (bleu), Malaisie (vert) (MHa : million d'hectares) de 2000 à 2015.

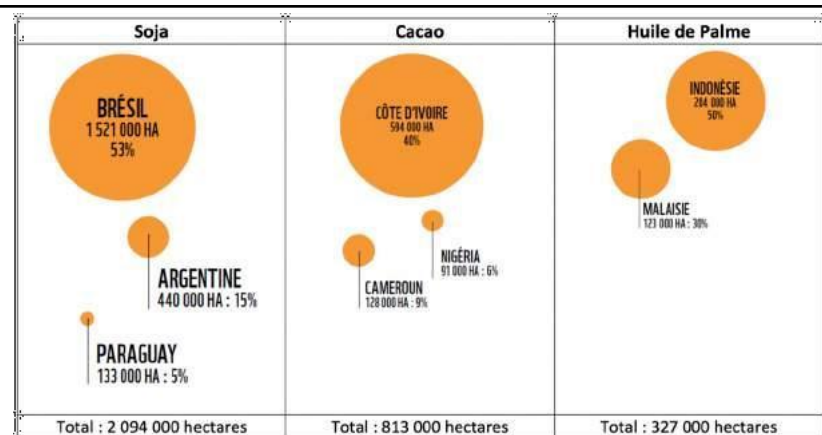


SOURCE : USDA PSAD

Les cultures de soja, cacao, palmier à huile, etc. sont en constante augmentation sur les dernières décennies.

10

2) La déforestation



SOURCE : D' APRÈS WWF

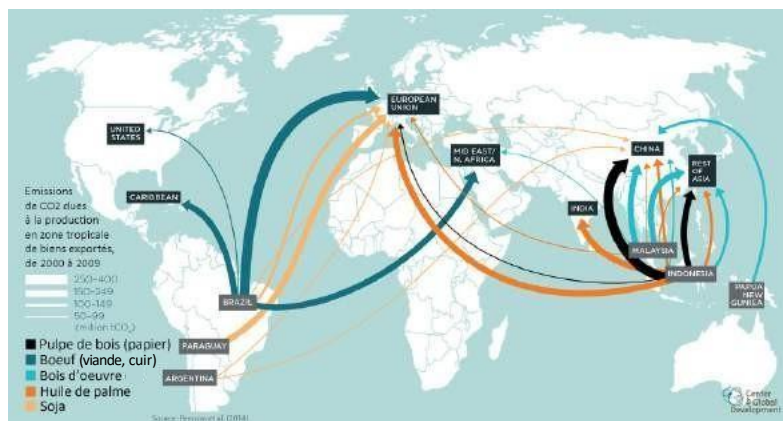
Surfaces de culture en 2012-2016 de trois matières premières (soja, cacao, huile de palme) importées en France (en Ha : hectares, 10 000 m² ou 0,01 km²). Pour chaque matière première, l'importation relative à chaque pays est ramenée en pourcentage par rapport à l'importation totale en France (%). Attention, les disques ne sont pas à la même échelle entre les 3 colonnes !

Les cultures de soja, cacao, huile de palme utilisent une surface forestière tropicale qui a été supprimée et participent donc à la **déforestation tropicale**.

Les **produits** sont **consommés en France** ou dans d'autres pays des latitudes tempérées : c'est la **déforestation importée**.

11

2) La déforestation



SOURCE : ADAPTE DE SEYMOUR AND BUSCH 2016



Lyon 1

12

2) La déforestation

Résumé :

La perte des forêts sur Terre est due à (1) la production de matières premières et d'énergie (2) l'urbanisation, (3) l'agriculture itinérante, (4) les feux naturels, (5) l'exploitation forestière.

La **déforestation tropicale** est due à la **production de matières premières** (agriculture et élevage intensifs ; exploitation minière ; barrages ...) en **Amérique du sud** et en **Asie du sud**, et à l'**agriculture itinérante** en **Afrique**.

L'agriculture intensive à l'origine de la déforestation tropicale concerne la culture du palmier à huile, du soja, de l'hévéa, du café, du cacaoyer, ...

Les **consommateurs des pays développés (Européens ...)** participent à la **déforestation importée** aux tropiques et donc aux **émissions de CO₂ à travers l'usage des sols**.

13

2) La déforestation

Références bibliographiques

CURTIS P., SLAY C., HARRIS N., TYUKAVINA A. & HANSEN M. (2018) Classifying drivers of global forest loss, *Science*, 361, 1108-1111.

FRIEDLINGSTEIN ET AL (2021), GLOBAL CARBON PROJECT 2021, *Earth Syst. Sci. Data*.
<https://doi.org/10.5194/essd-2021-386>

GOODMAN R. C. & M. HEROLD (2014) Why Maintaining Tropical Forests Is Essential and Urgent for a Stable Climate, Center for Global Development, Climate and Forest Paper Series #11, pp. 56.

HARRIS ET AL. (2021) Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes, *Nature Climate Change*, 11, 234-240.

SEYMOUR AND BUSCH (2016) Why forests ? Why now ? A preview of the Science, Economics, and Politics of Tropical Forests and Climate Change, pp. 20.

GLOBAL FOREST WATCH 2022, <https://blog.globalforestwatch.org/>

Le Monde (2018), La culture du cacao dévore la forêt tropicale.

WWF (2012) Viande, un arrière-goût de déforestation.

WWF (2018), Déforestation importée : arrêtons de scier la branche.

