

Eustatisme et cycles eustatiques

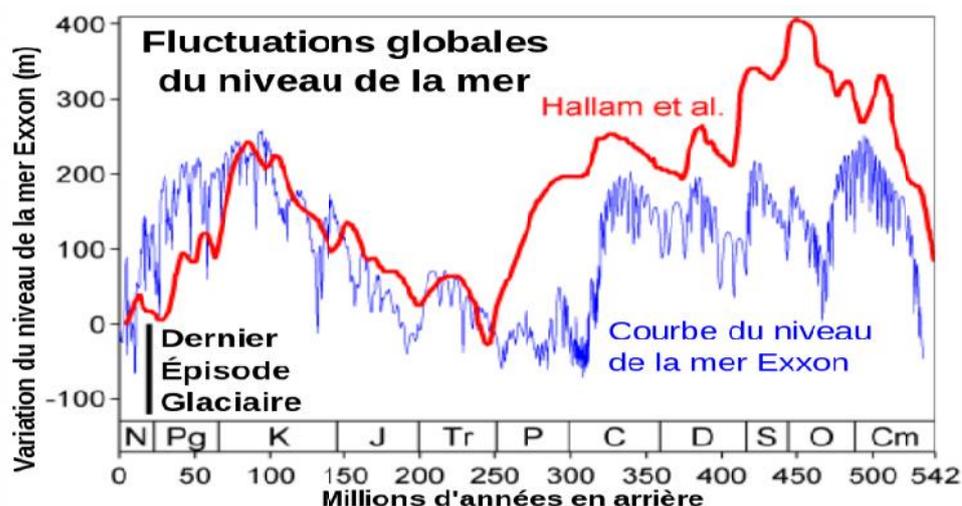
I. Introduction

L'eustatisme est toute variation relative du niveau de l'océan mondial (à l'échelle de la planète). Cette variation se manifeste par des déplacements de la ligne du rivage et par conséquent par une augmentation ou une diminution des surfaces du domaine marin et du domaine continental. L'eustatisme est provoqué par les moteurs responsables de la variation du volume d'eau ou/et du volume de l'océan mondial. Par leur impact direct sur le milieu, la vie et la sédimentation, perceptible à différentes échelles, les effets de l'eustatisme sont directement observables dans les séries stratigraphiques.

II. Définitions

Variations relatives du niveau marin

Ce sont des processus qui se matérialisent par le déplacement vers le continent ou vers le large, de la ligne de rivage (transgressions et régressions). Ces déplacements (à l'échelle globale) dérivent de la montée ou de la baisse relative du niveau marin. Suite à ces mouvements, les différents milieux d'érosion ou de sédimentation se déplacent dans un sens ou dans l'autre. Ceci provoque le déplacement latéral et donc la superposition de milieux différents. Une régression peut être provoquée aussi par une simple progradation de corps sédimentaires à accroissement latéral (delta, récif) sans aucune variation relative du niveau marin (régression forcée) par des mouvements tectoniques sur les marges continentales (soulèvement). Une transgression peut être provoquée aussi par des mouvements tectoniques sur les marges continentales (subsidence). Au cours d'une transgression, la lithologie et les fossiles indiquent des milieux de plus en plus profonds de la base vers le sommet de la série (mesoséquence d'approfondissement). Ils sont moins profonds, du bas vers le haut, dans une régression (mesoséquence de comblement).



Variations globales, par rapport un niveau actuel, des océans depuis 600 millions d'années.

Causes

L'origine des variations relatives du niveau marin est à rechercher dans les causes de la variation du volume des bassins océaniques (tecto-eustatisme) et du volume de l'eau contenue dans ces bassins (glacio-eustatisme).

Tecto-eustatisme : changement du volume des bassins océaniques

La variation du volume de l'océan mondial est liée au changement du volume des dorsales médio océaniques. En effet (et en manière générale) on note que le passage d'une période de collision maximale (à super continent/s) à une période de dislocation maximale s'accompagne par une augmentation progressive de la longueur absolue du système dorsale. Elle diminue régulièrement lorsque d'une période de dislocation on va vers une période de collision.

Le tecto-eustatisme se présente donc comme un phénomène important. Les études ont montré un certain parallélisme entre la dérive des continents et les variations relatives du niveau marin à long et court termes rythmées par de tectonique des plaques.

a- Variation de la longueur du système dorsale (ensemble des rides médio-océaniques)

La collision des plaques provoque la disparition de certains océans et une diminution corrélative de la longueur globale du système dorsale et son volume absolu diminue (volume lié à la longueur). Ceci provoque une augmentation du volume du bassin océanique et donc une diminution du niveau marin. La dislocation, par création de nouveaux océans, rallonge le système des dorsales. Les dorsales sont plus longues et donc leur volume absolu augmente. Par conséquent, le volume du bassin océanique diminue et le niveau marin augmente.

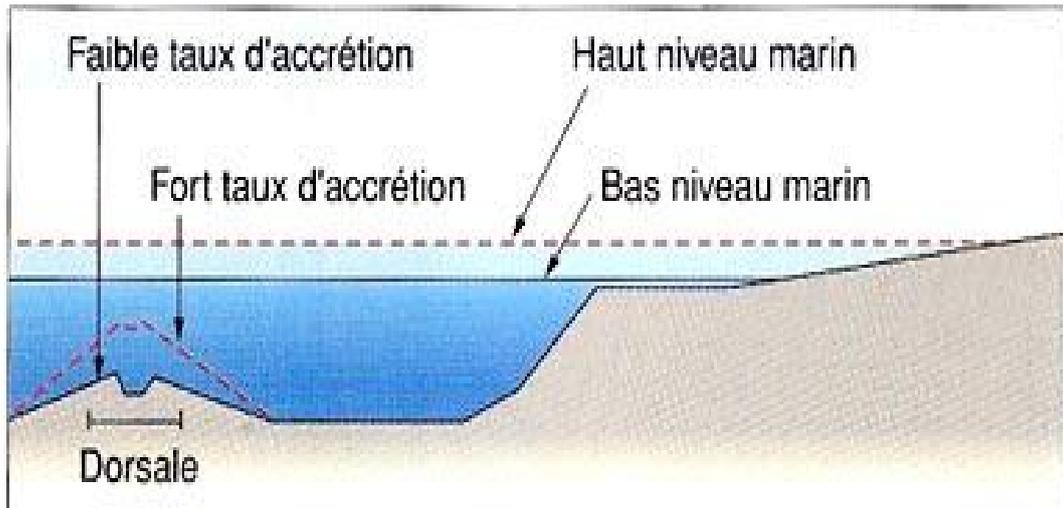
b- Variation du volume des rides médio-océaniques

La vitesse d'expansion océanique est variable dans le temps et dans l'espace. A l'échelle globale elle varie entre 2 et 24 cm/an en relation avec la position des dorsale sur le globe terrestre et à aux caractéristiques intrinsèque des cellules convectives (effet moteur). En absolu on peut considérer que l'activité des cellules convectives dans le manteau supérieur est continue dans le temps et que leur température est variable dans le temps et dans l'espace.

L'impact thermique des cellules convectives sur les dorsales se matérialise par une augmentation (dilatation) ou diminution (contraction) de leur volume.

Ceci provoque des variations positives ou négatives du volume du bassin océanique par augmentation ou diminution du volume des dorsales. Ces variations seraient donc directement liées à l'activité des cellules convectives dans le manteau supérieur et donc à la vitesse d'expansion océanique.

Quand la vitesse augmente le niveau marin augmente et il diminue quand la vitesse diminue.



4. Activités des dorsales et variation du niveau marin.

c- Orogenèses

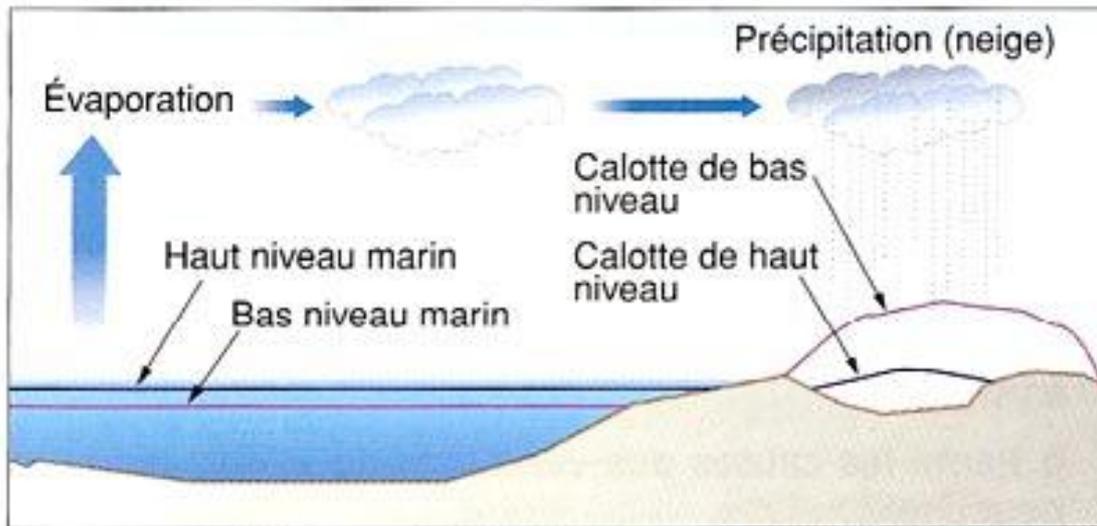
Les orogénèses tendent à réduire la surface des continents en plissant et même éventuellement en redoublant la croûte continentale. En conséquence, la surface des continents diminue, le volume des bassins océaniques s'accroît et le niveau de la mer s'abaisse.

Glacio-eustatisme : changement du volume d'eau contenue dans les océans

Le climat contrôle d'une façon primordiale toute variation du volume d'eau contenue dans l'océan mondial et provoque donc des variations positives ou négatives de son niveau : c'est le glacio-eustatisme.

Ce type d'eustatisme est un phénomène assez particulier et pour qu'il y est des variations du niveau marin (montées ou baisses) dues à ce phénomène, il faut qu'il se produise un refroidissement (ou réchauffement) climatique et que des terres émergées importantes soient présentes au niveau ou à proximité des pôles.

Le glacio-eustatisme provoque des grandes régressions et transgressions liées respectivement à un refroidissement climatique (avec formation de calottes polaires) ou à un réchauffement climatique (fusion des calottes polaires).



3. Formation et destruction des calottes glaciaires et variation du niveau marin.

Conséquences de l'eustatisme

La dérive des continents provoque des changements relatifs importants de la surface du domaine marin et du domaine continental et le maximum de ces changements s'enregistre au niveau des plates-formes continentales.

En période de dislocation maximale la surface occupée par les plates-formes est nettement supérieure à celle occupée par ces dernières lors des périodes à super continents. Ceci est en relation avec la diminution ou l'augmentation de la distribution des masses continentales auxquelles les plates-formes sont strictement liées.

Les transgressions et les régressions causées par le tecto-eustatisme, le glacio-eustatisme ou la combinaison des deux provoquent une augmentation ou une diminution de la surface absolue des domaines marin et continental.

Ceci a un impact sur :

Le milieu

Les modifications des surfaces, du domaine marin et du domaine continental, engendrées par les variations relatives du niveau marin, influent sur les caractéristiques biotiques et abiotiques des différents milieux :

- en période transgressive, la grande surface du domaine marin accroît l'évaporation, donc la nébulosité et les précipitations. Le climat sera humide et à faible écart thermique. Au niveau du domaine continental, les mers épicontinentales pénètrent, parfois profondément au sein des terres émergées. L'altitude relative des reliefs diminue. Le climat sera plus océanique avec faible écart thermique.

- en période régressive la pluviosité diminue et le climat est sec. Les mers épicontinentales sont réduites, voir absentes. L'altitude relative des reliefs augmente et le climat sera plus continental avec un fort écart thermique.

La sédimentation

Les modifications progressives de la configuration terrestre, causées par la dérive continentale, entraînent des changements dans le régime et la dynamique sédimentaire. Ceci est en relation avec la modification conséquente du profil de la courbe d'équilibre des fleuves.

a - Détritique :

- les périodes à super continents (phase tectonique convergente) sont caractérisées par un climat aride, défavorable à la végétation (déforestation) et de vastes surfaces sont ainsi livrées à l'érosion mécanique et chimique (rhexistasie). L'abaissement du niveau marin (régression) entraîne en plus, un surcreusement des fleuves et les apports terrigènes vers le bassin sont alors importants.
- lors des périodes de dislocation (phase tectonique divergente), les mers épicontinentales pénètrent entre les continents séparés. Le climat océanique favorise le développement du couvert végétal (Biostasie) et l'érosion mécanique est faible.

Les avancées marines (transgressions) déplacent graduellement la ligne de rivage vers le continent. Les sédiments terrigènes, piégés près des rivages, s'éloignent progressivement du centre du bassin.

b- Carbonatée:

Les dépôts carbonatés sont essentiellement constitués par l'accumulation de bioclastes. C'est donc le facteur biologique qui dirige, en grande partie et d'une manière directe (bioconstructions) ou indirecte (accumulations) la sédimentation carbonatée.

Les transgressions correspondent à des périodes à forte sédimentation carbonatée car elles augmentent la surface des biotopes favorables au développement des organismes marins (plate-forme continentale).

Lors des régressions, c'est la sédimentation terrigène qui domine.

c- Les dépôts anoxiques (black shales):

Il s'agit de vases organiques noires (détritiques fines riches en matière organique), qui se déposent dans des milieux anoxiques en période de confinement (régressions) ou de ralentissement des circulations océaniques (transgressions) (figure1). Ces vases sapropéliques deviennent par diagenèse des black shales, roches mères du pétrole. Pendant les périodes transgressives, se vérifient toutes les conditions favorables au développement de ce type de sédimentation :

- les dépôts de bassin sont argileux, se déposent lentement et peuvent se charger en matière organique.
- la faible profondeur de la CCD (limite de compensation des carbonates) restreindra l'aire de répartition de la sédimentation carbonatée,
- le climat chaud et humide (à faible écart thermique) accompagné de la disparition des calottes polaires fait que pendant les transgressions les températures marines sont

plus homogènes, ainsi, les courants produits par les écarts de température seront moins actifs.

- la montée du niveau marin permet de larges communications entre les océans, ce qui tend à diminuer les différences entre leurs caractéristiques physico-chimiques et réduire l'activité des courants dus à ces processus. Il faut noter que dans cette analyse nous n'avons pas tenu compte de la configuration des bassins et des forces de Coriolis, qui sont deux paramètres essentiels dans la formation des courants.
- la teneur en oxygène, de la colonne d'eau océanique, bien que très élevée en surface (activité importante du phytoplancton), diminue rapidement avec la profondeur.



FIG 1 : BLACK SHALE

La vie

L'influence de l'eustatisme sur la vie est très importante, qu'il s'agisse de vie marine ou continentale.

a – Marine

L'eustatisme aurait de nombreuses conséquences sur la vie marine du fait de ces conséquences sur le climat, la surface du domaine marin, la sédimentation, la teneur en oxygène et en dioxyde de carbone.

Les périodes transgressives seraient caractérisées par le développement de conditions favorables à la vie marine avec un enrichissement tant en espèces qu'en individus ; certains groupes évoluent rapidement pour coloniser les niches écologiques nouvelles, créées par la montée du niveau marin.

La faune pélagique connaît un grand développement, lors des transgressions, aussi bien dans le bassin (zone photique) que dans la plate-forme continentale.

La faune benthique, toujours en période transgressive et suite au développement de larges surfaces à faible tranche d'eau (plates-formes), connaît-elle aussi un grand développement qualitatif et quantitatif.

Lors des régressions, on assiste à une forte réduction des surfaces favorables à la vie benthique (plates-formes) avec en conséquence une réduction des populations.

b – Continentale

Les variations relatives du niveau marin influenceraient la vie continentale par le biais de deux facteurs :

- lors des périodes régressives, la surface des continents augmente et, par conséquent, l'aire de répartition des organismes continentaux devient théoriquement plus importante. Toutefois, les régressions, en créant des ponts de terre entre des continents jusque là séparés, mettent en compétition des populations dont les biotopes sont identiques et entraînent ainsi de nombreuses extinctions.
- la baisse du niveau marin entraîne une baisse dans le niveau des nappes et par la suite, un manque d'eau pour les animaux et végétaux. Ceci entraîne une désertification de plus en plus accentuée au centre des continents avec en conséquence une réduction des surfaces favorables à la vie.