

OSUC, 29 janvier 2011

Les géosciences au lycée: *Les nouveaux programmes*

Laurent Jolivet

La plupart des gens n'ont qu'une idée très vague de la place des géologues et de la géologie dans nos sociétés.

La plupart des étudiants qui rentrent à l'Université ont des connaissances très fragmentaires en sciences de la Terre et ils connaissent mieux les modèles que les faits d'observation ou les raisonnements qui ont conduit les chercheurs à proposer ces modèles
(... sur quelles observations est réellement fondé le modèle de la tectonique des plaques... quelles en sont les hypothèses de base...)

(ce constat est vrai jusqu'à la préparation aux concours de l'enseignement)

Pourtant la géologie (ou les sciences de la Terre, si certains préfèrent),
c'est, outre la recherche académique:

Les *ressources minérales* (les métaux par exemple)

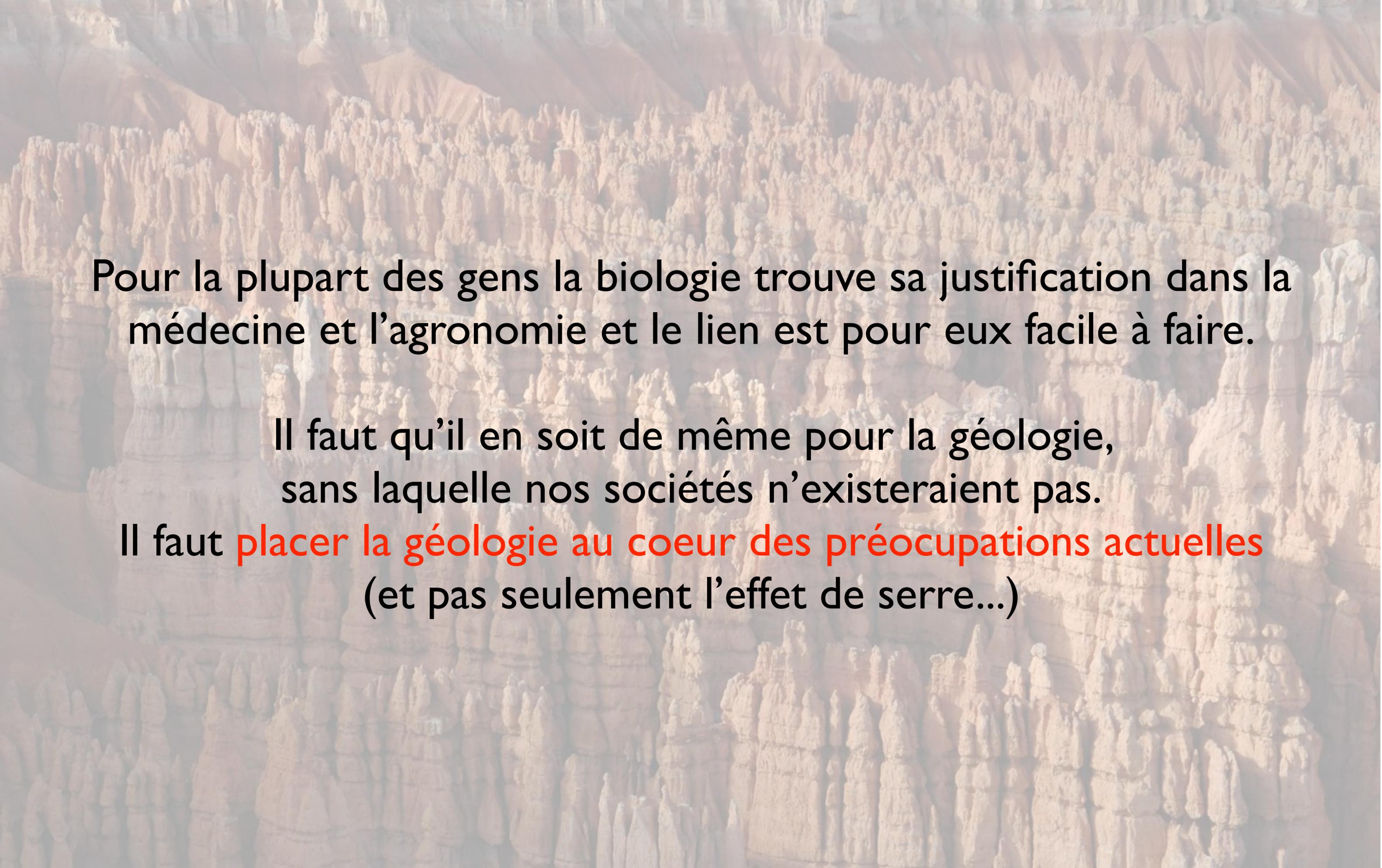
les *ressources énergétiques* (pétrole, charbon, uranium, géothermie,
hydroélectricité)

Les *ressources en eau et les sols*

le *risque naturel* (séismes, volcans, glissements de terrain...)

Les *matériaux de constructions*

La *géotechnique*

The background of the slide is a photograph of a desert landscape. In the foreground, there are numerous small, rounded sand dunes. In the middle ground, a large, prominent rock formation with a jagged, spiky top rises above the dunes. The sky is a clear, pale blue. The overall scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

Pour la plupart des gens la biologie trouve sa justification dans la médecine et l'agronomie et le lien est pour eux facile à faire.

Il faut qu'il en soit de même pour la géologie, sans laquelle nos sociétés n'existeraient pas.

Il faut **placer la géologie au coeur des préoccupations actuelles** (et pas seulement l'effet de serre...)

Sur le plan des besoins de formation en géologie

(voir la conférence de Jacques Varet):

les Sciences de la Terre arrivent à un moment de leur histoire où elles doivent devenir encore plus opérationnelles:

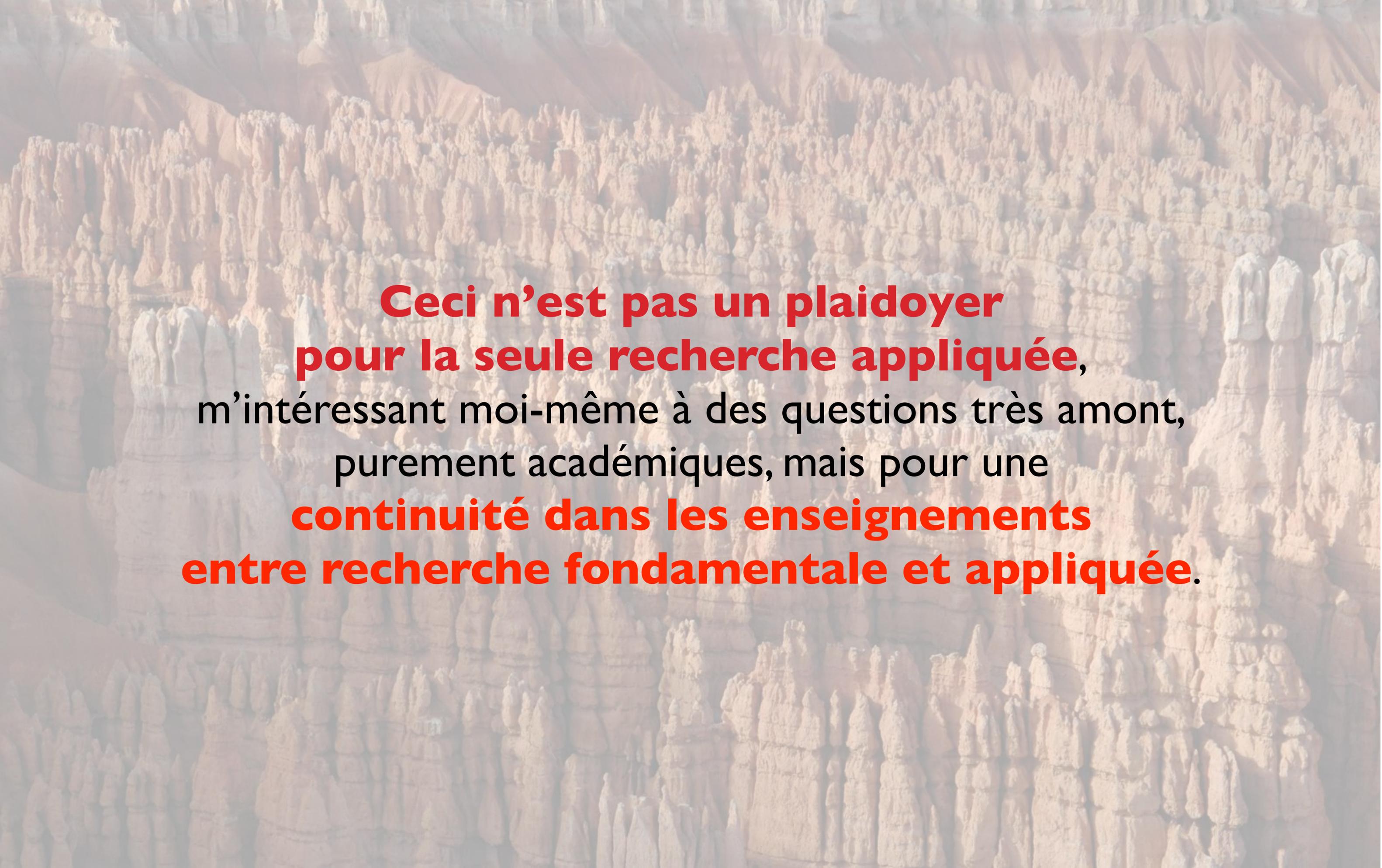
prévision des catastrophes et recherche de nouvelles ressources.

Le développement des moyens de calcul le permet.

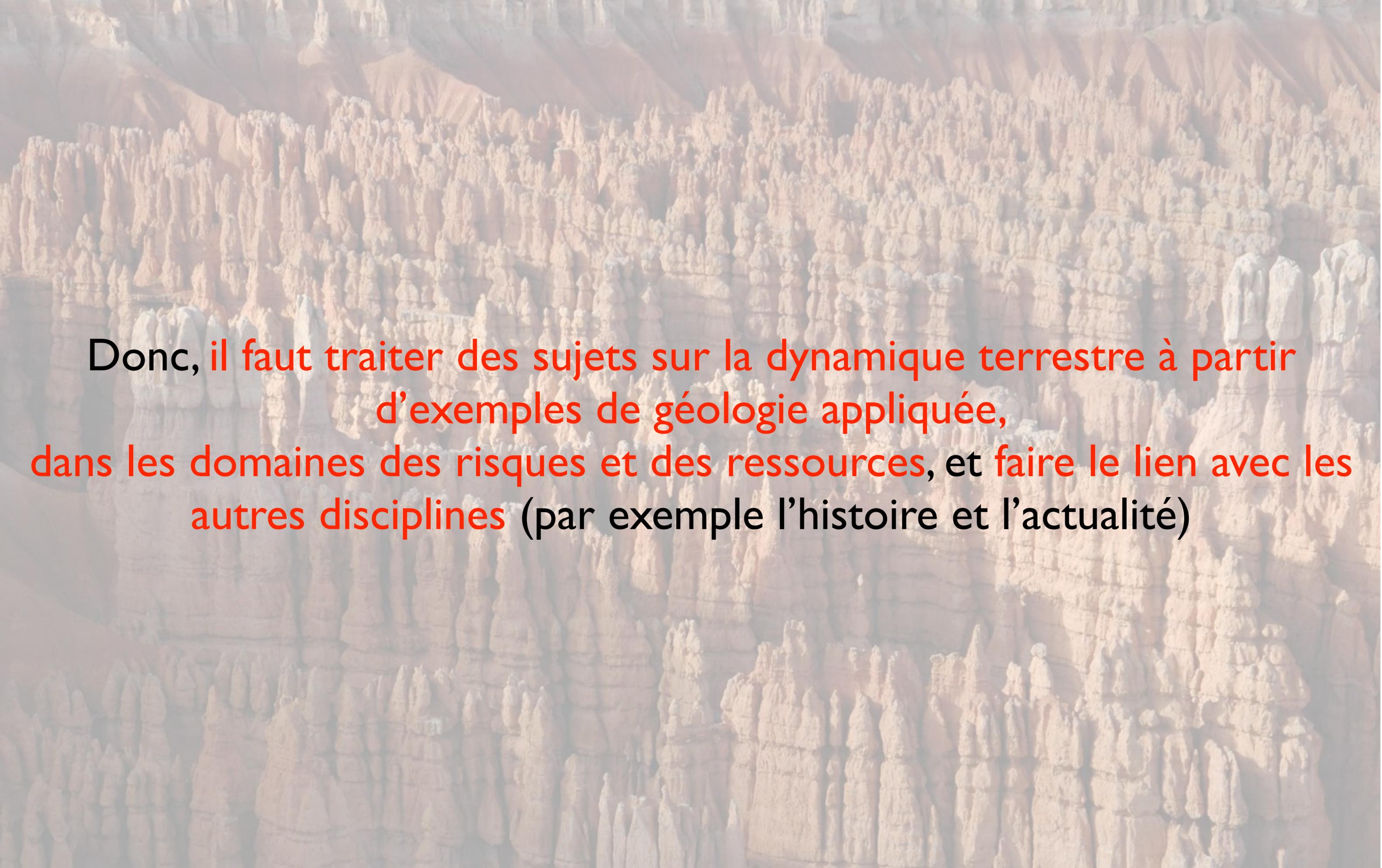
Il faut **former des géologues**

capables de ramener des informations fiables et quantifiables du terrain.

Les besoins en recrutement sont importants.

An aerial photograph of a desert canyon, showing a vast expanse of layered rock formations in shades of orange, red, and tan. The rock walls are eroded into vertical columns and ledges, creating a complex, textured landscape. The lighting is bright, casting shadows that emphasize the three-dimensional structure of the canyon.

**Ceci n'est pas un plaidoyer
pour la seule recherche appliquée,**
m'intéressant moi-même à des questions très amont,
purement académiques, mais pour une
**continuité dans les enseignements
entre recherche fondamentale et appliquée.**



Donc, il faut traiter des sujets sur la dynamique terrestre à partir d'exemples de géologie appliquée, dans les domaines des risques et des ressources, et faire le lien avec les autres disciplines (par exemple l'histoire et l'actualité)

Les sciences de la vie et de la Terre au lycée

Les objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre

Aider à la construction d'une culture scientifique commune

Participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne

Préparer les futures études supérieures

Trois thématiques structurantes

La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant

Enjeux planétaires contemporains

Corps humain et santé

La pratique de démarches historiques

Les sciences de la vie et de la Terre au lycée

Les objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre

Aider à la construction d'une culture scientifique commune

Participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne

Préparer les futures études supérieures

Trois thématiques structurantes

La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant

Enjeux planétaires contemporains

Corps humain et santé

La pratique de démarches historiques: l'exemple choisi est celui de la tectonique des plaques

Les sciences de la vie et de la Terre au lycée

Les objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre

Aider à la construction d'une culture scientifique commune

Participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne

**Etudier au lycée des sujets de culture générale
ayant trait à la science fondamentale et à ses applications**
(le fonctionnement de la planète, les questions climatiques, les ressources énergétiques, les sols ...)

Les sciences de la vie et de la Terre au lycée

Les objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre

Aider à la construction d'une culture scientifique commune

Participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne

Préparer les futures études supérieures

**Étudier les sujets abordés suffisamment en profondeur pour que
les notions principales soient réellement acquises.**

(exemple de la tectonique des plaques à propos de laquelle les notions connues des élèves sortant du lycée sont en général très incomplètes) -voir ma conférence de cet après-midi-

La formation pour les études supérieures:

On considère une continuité du lycée au supérieur et on suppose donc que les connaissances du programme ont été réellement acquises.

Ceci implique de choisir un petit nombre de connaissances importantes sur le fonctionnement de la planète ou sur les enjeux sociétaux (énergie, environnement) et de les traiter correctement au niveau du lycée.

Ceci impose en corolaire de laisser tomber des connaissances trop «pointues», non indispensables au citoyen et qui souvent sont de l'ordre de la recherche en marche.

A l'Université d'Orléans nous avons décidé d'anticiper cette évolution et nous avons changé notre façon d'aborder les Sciences de la Terre en L1.

Nous considérons que les bases de la tectonique des plaques, de la structure du globe... sont connues et nous avons choisi trois thèmes pour les approfondir (8h de cours magistraux consacrées à chacun de ces thèmes):

Les volcans

Les séismes

La Terre et la Vie

Nous ne présentons plus un panorama complet des sciences de la Terre qui nous amenait à reprendre en permanence des notions déjà vues au lycée sans avoir le temps de les approfondir ni de corriger certaines idées fausses bien ancrées dans l'esprit des étudiants.

Cette expérience est positive, on observe une bien meilleure attention des élèves et un intérêt plus grand, liés au fait que nous ne répétons pas des notions déjà vues plusieurs fois au lycée, mais qu'au contraire nous allons beaucoup plus loin dans chaque domaine abordé, de façon plus linéaire sur plusieurs semaines. Les étudiants ont vraiment l'impression d'apprendre quelque chose de neuf.

Les grands processus et notions de base seront reprises de façon plus détaillée à partir du L2.

La classe de seconde

Thème 1 – La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée

Les conditions de la vie : une particularité de la Terre ?

La Terre est une **planète rocheuse** du système solaire. Les conditions physico-chimiques qui y règnent permettent l'existence d'**eau liquide** et d'une **atmosphère** compatible avec la vie.

Ces particularités sont liées à la **taille de la Terre et à sa position dans le système solaire**. Ces conditions peuvent exister sur d'autres planètes qui possèderaient des caractéristiques voisines sans pour autant que la présence de vie y soit certaine.

La nature du vivant

Les êtres vivants sont constitués d'éléments chimiques disponibles sur le globe terrestre. Leurs proportions sont différentes dans le monde inerte et dans le monde vivant.

La biodiversité, résultat et étape de l'évolution

L'état actuel de la biodiversité correspond à une **étape de l'histoire du monde vivant : les espèces actuelles représentent une infime partie du total des espèces ayant existé depuis les débuts de la vie**.

La classe de seconde

Thème 2 Enjeux planétaires contemporains : énergie, sol

Le soleil : une source d'énergie essentielle

La présence de **restes organiques dans les combustibles fossiles** montre qu'ils sont issus d'une biomasse. Dans des environnements de **haute productivité**, une faible proportion de la matière organique échappe à l'action des décomposeurs puis se transforme en **combustible fossile** au cours de son **enfouissement**.

La répartition des gisements de combustibles fossiles montre que transformation et conservation de la matière organique se déroulent dans des **circonstances géologiques bien particulières**.

La connaissance de ces mécanismes permet de **découvrir les gisements** et de les exploiter par des méthodes adaptées. Cette exploitation a des **implications économiques et environnementales**.

L'utilisation de combustible fossile restitue rapidement à l'atmosphère du dioxyde de carbone prélevé lentement et piégé depuis longtemps. **Brûler un combustible fossile, c'est en réalité utiliser une énergie solaire du passé. L'augmentation rapide, d'origine humaine de la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère interfère avec le cycle naturel du carbone.**

L'énergie solaire est inégalement reçue à la surface de la planète. La photosynthèse en utilise moins de 1%. Le reste chauffe l'air (par l'intermédiaire du sol) et l'eau (ce qui est à l'origine des vents et courants) et évapore l'eau (ce qui permet le cycle de l'eau).

Utiliser l'énergie des vents, des courants marins, des barrages hydroélectriques, revient à utiliser indirectement de l'énergie solaire. Ces ressources énergétiques sont rapidement renouvelables.

La comparaison de l'énergie reçue par la planète et des besoins humains en énergie permet de discuter de la place actuelle ou future de ces différentes formes d'énergie d'origine solaire.

La classe de seconde

Thème 2 Enjeux planétaires contemporains : énergie, sol

Le sol : un patrimoine durable ?

Pour satisfaire les **besoins alimentaires de l'humanité**, l'Homme utilise à son profit la photosynthèse. L'**agriculture** a besoin pour cela de **sols cultivables et d'eau** : deux ressources très inégalement réparties à la surface de la planète, fragiles et disponibles en quantités limitées. **Elle entre en concurrence avec la biodiversité naturelle.**

La **biomasse végétale produite par l'agriculture** est une source de nourriture mais aussi une source de **combustibles ou d'agrocarburants**. Ces deux productions entrent en concurrence.

Un **sol** résulte d'une **longue interaction entre les roches et la biosphère**, conditionnée par la présence d'eau et la température. **Le sol est lent à se former, inégalement réparti à la surface de la planète, facilement dégradé et souvent détourné de sa fonction biologique.** Sa gestion est un enjeu majeur pour l'humanité.

La classe de première S

La tectonique des plaques : l'histoire d'un modèle

Les grandes lignes de la tectonique des plaques ont été présentées au collège.

Il s'agit, en s'appuyant sur une **démarche historique**, de comprendre comment ce modèle a peu à peu été construit au cours de l'histoire des sciences et de le compléter. On se limite à quelques étapes significatives de l'histoire de ce modèle.

L'exemple de la tectonique des plaques fournit l'occasion de **comprendre la notion de modèle** scientifique et son **mode d'élaboration**. Il s'agit d'une construction intellectuelle hypothétique et modifiable. Au cours du temps, la communauté scientifique l'affine et le précise en le confrontant en permanence au réel. Il a une valeur prédictive et c'est souvent l'une de ces prédictions qui conduit à la recherche d'un fait nouveau qui, suivant qu'il est ou non découvert, conduit à étayer ou modifier le modèle. La solidité du modèle est peu à peu acquise par l'accumulation d'observations en accord avec lui. Les progrès techniques accompagnent le perfectionnement du modèle tout autant que les débats et controverses.

La naissance de l'idée

L'interprétation actuelle de la dualité altitudinale

L'hypothèse d'une expansion océanique et sa vérification

Le concept de lithosphère et d'asthénosphère

Un premier modèle global : une lithosphère découpée en plaques rigides

Le renforcement du modèle par son efficacité prédictive

L'évolution du modèle : le renouvellement de la lithosphère océanique

La classe de première S

La tectonique des plaques au service des besoins de l'Homme

L'objectif est de montrer que le modèle de la tectonique des plaques présente un **intérêt appliqué**. En s'appuyant sur les acquis de la seconde concernant la formation de combustible fossile, et en centrant cette fois-ci l'attention sur les hydrocarbures, **le choix est fait de s'intéresser à un champ pétrolifère ou gazier situé dans un bassin de marge passive et par là, de comprendre les principaux facteurs qui conditionnent la formation des gisements**.

Dans un contexte plus proche, un exemple de ressource géologique est interprété en termes de tectonique des plaques.

À la recherche des hydrocarbures

Le modèle de la tectonique des plaques constitue un cadre intellectuel utile pour rechercher des gisements pétroliers.

À partir de l'étude d'un exemple on montre que la tectonique globale peut rendre compte :

- d'un positionnement géographique du bassin favorable au dépôt d'une matière organique abondante et à sa conservation ;
- d'une tectonique en cours de dépôt (subsidence) et après le dépôt qui permettent l'enfouissement et la transformation de la matière organique puis la mise en place du gisement.

La rare coïncidence de toutes ces conditions nécessaires explique la rareté des gisements dans l'espace et le temps.

Tectonique globale et ressource locale

Un exemple de ressource géologique est choisi dans un contexte proche de l'établissement scolaire. Son étude (nature, gisement) permet de découvrir le pouvoir explicatif et l'intérêt pratique local de la tectonique globale.

La classe de terminale S

(travail en cours...)

Dans le thème « La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant »:

- quelques aspects des transformations géologiques du domaine continental (la lithosphère continentale, sa constitution, sa formation -magmatisme et tectonique, subduction et collision-, son évolution -érosion-transport-sédimentation: un bilan-)

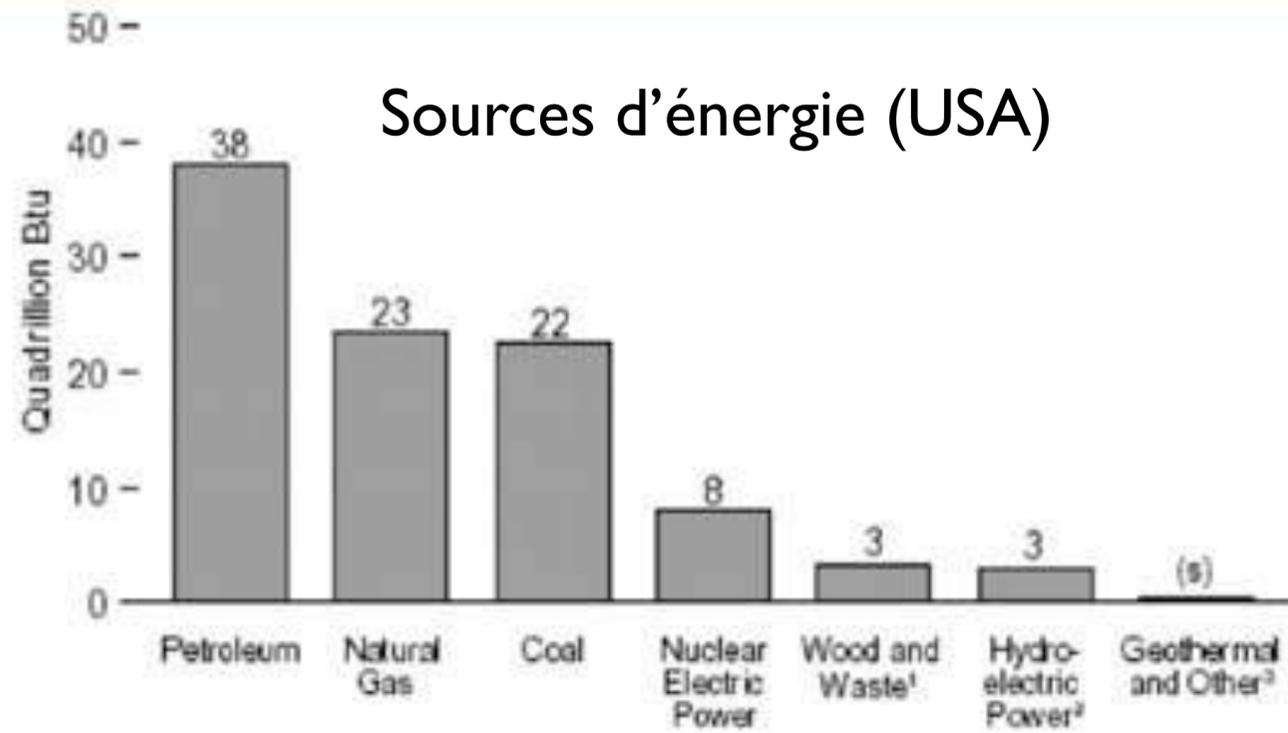
Pour aborder le thème des « enjeux planétaires contemporains »:

- la chaleur de la Terre, comme source possible d'énergie et comme élément de compréhension du fonctionnement de la planète.

Un exemple: Le Pétrole



Sources d'énergie (USA)



¹ Includes ethanol blended into motor gasoline.

² Conventional and pumped-storage hydroelectric power.

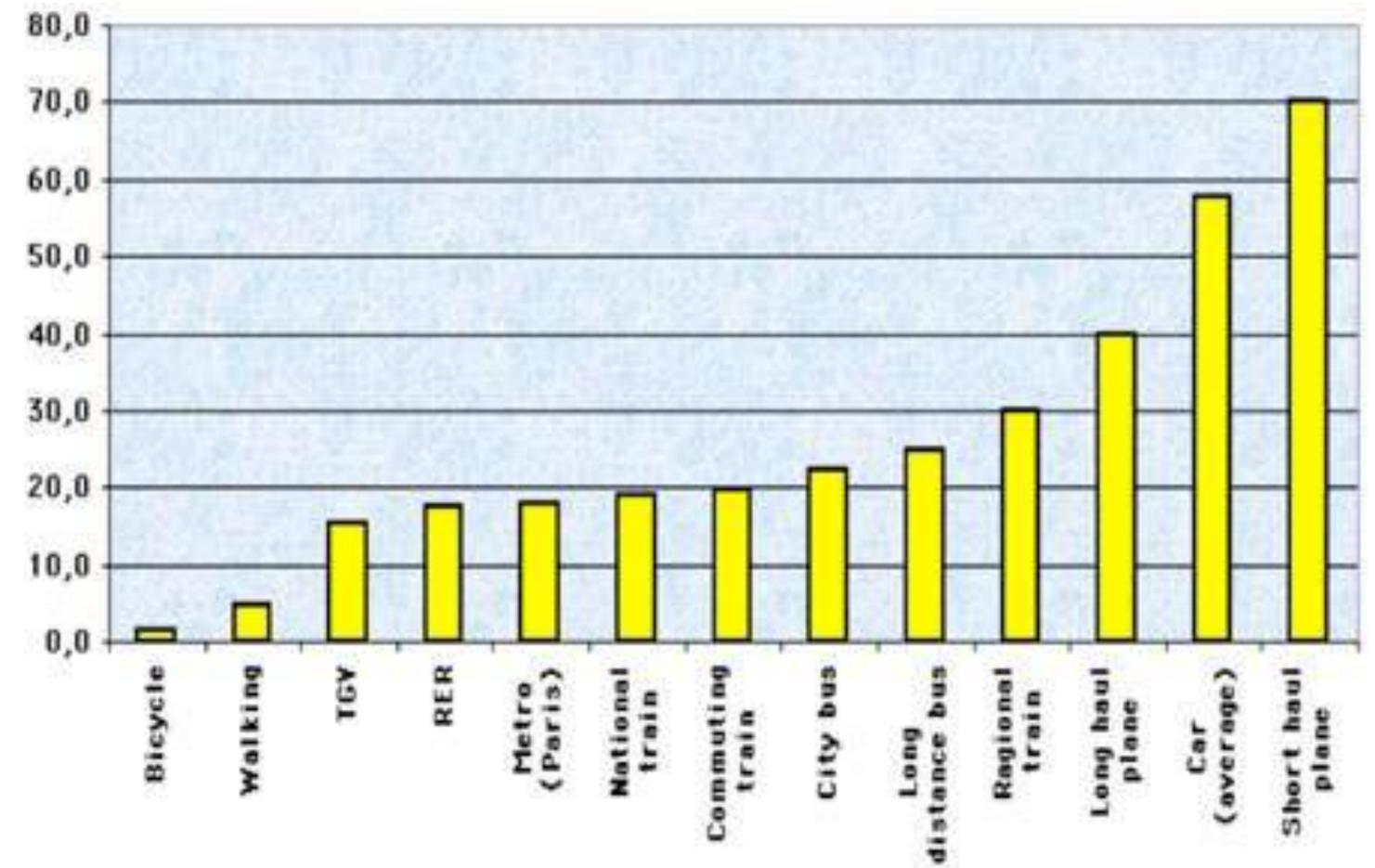
³ Solar and wind.

Types de conflits attendus

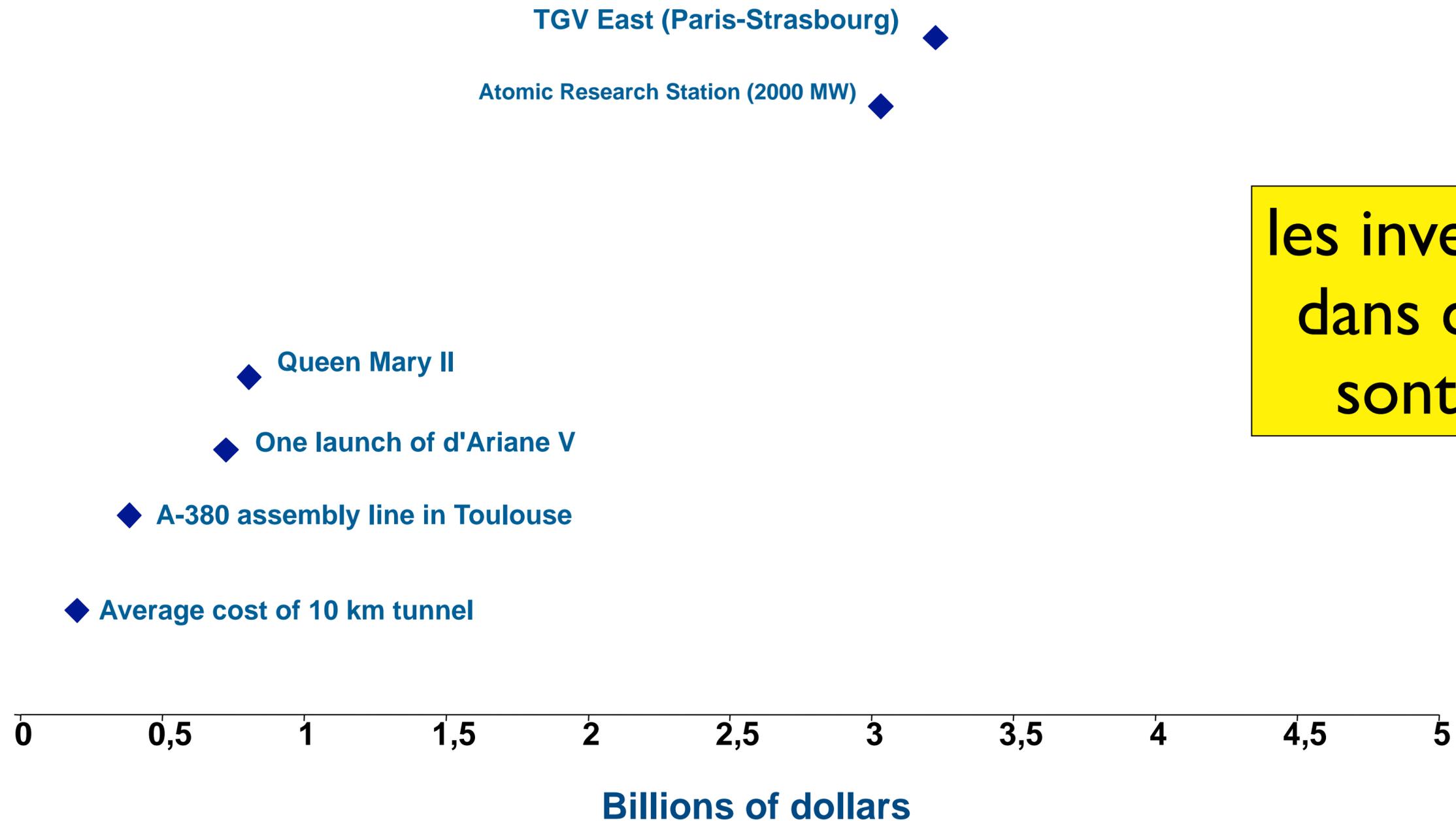


Les hydrocarbures représentent un enjeu économique et stratégique majeur

Energie consommée pour une même distance en fonction du mode de transport

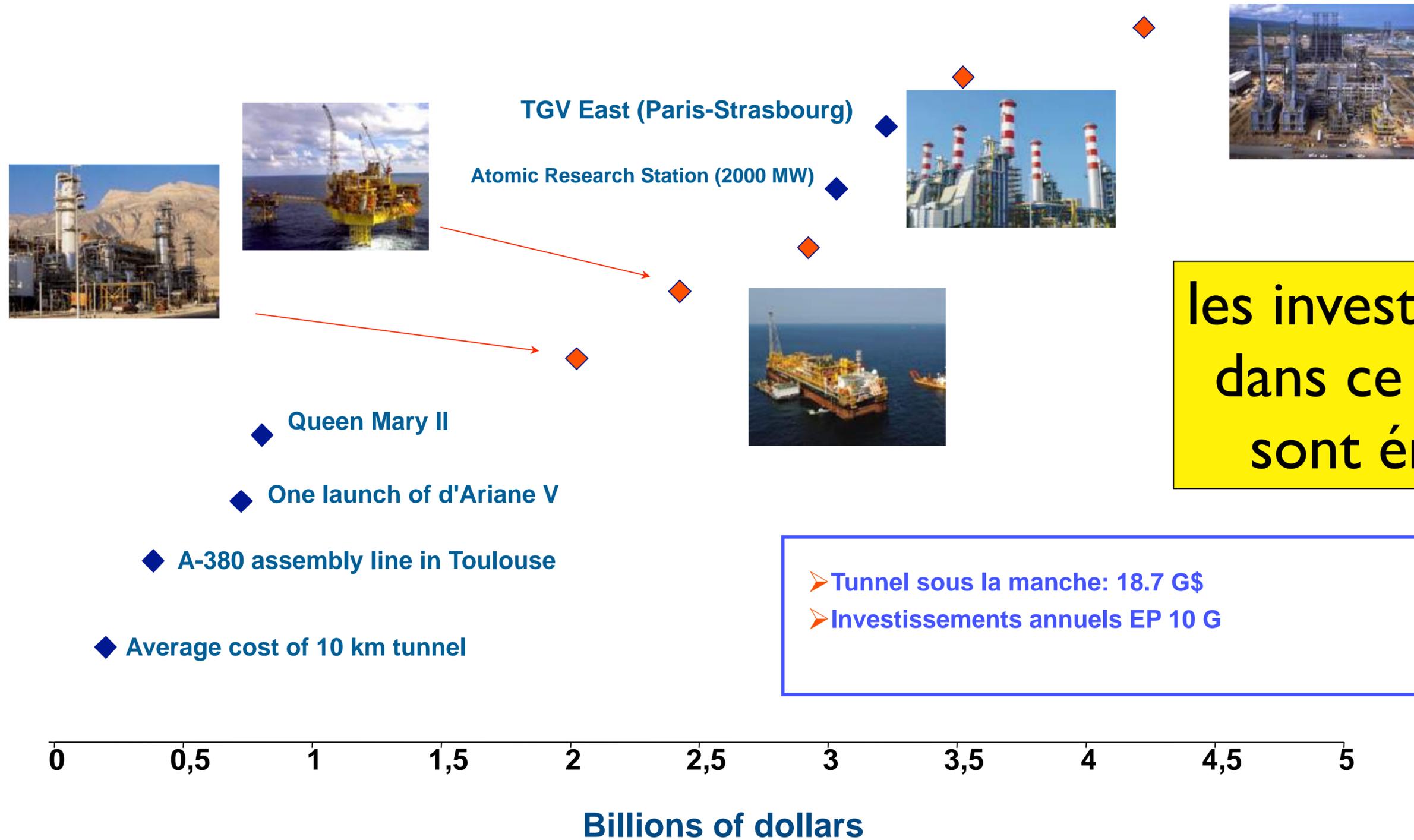


Niveaux des Investissements dans l'EP



les investissements dans ce domaine sont énormes

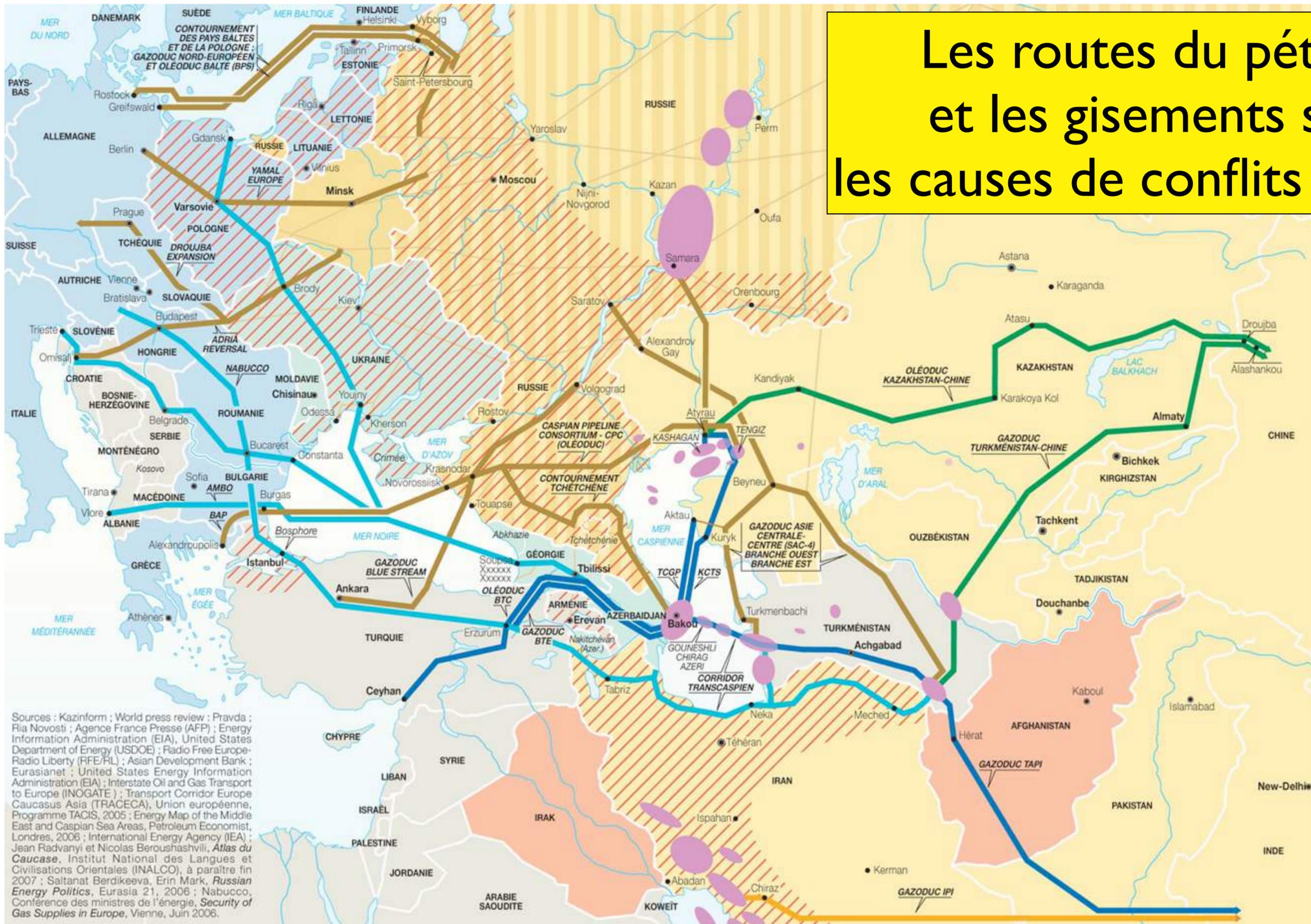
Niveaux des Investissements dans l'EP



les investissements dans ce domaine sont énormes

➤ Tunnel sous la manche: 18.7 G\$
 ➤ Investissements annuels EP 10 G

Les routes du pétrole et les gisements sont les causes de conflits majeurs



Principaux gisements de pétrole et de gaz

Construction ou de rénovation de gazoducs et d'oléoducs : grands projets soutenus par

- la Chine
- la Russie
- les Etats-Unis
- l'Europe
- l'Iran
- Principaux réseaux de pipelines des pays de l'ex-Union soviétique

Par où passer ? : géopolitique des « contournements »

- Pays dans lesquels la majeure partie du territoire échappe au contrôle de l'Etat et où la sécurité des tubes ne peut être assurée
- Territoires à « éviter » selon les différents acteurs du « grand jeu » pour l'évacuation du gaz et des hydrocarbures des zones d'extractions vers les marchés (Etats-Unis, Europe, Chine et Japon) :

Les Etats-Unis et l'Union européenne cherchent à tout prix des voies d'approvisionnement à travers le Caucase sud, la mer Noire, la Turquie pour éviter les territoires russe et iranien (néanmoins, les européens soutiennent toujours un projet de gazoduc - route sud - traversant le nord de l'Iran).

La Russie cherche à s'approprier - jusqu'ici sans succès - les réseaux de gazoducs et oléoducs des pays de transit (Georgie, Ukraine, Biélorussie, Hongrie et Pologne). Elle a signé, le 12 mai 2007, un accord avec le Turkménistan, le Kazakhstan et l'Ouzbékistan pour la rénovation du gazoduc SAC-4, ce qui met à mal les projets concurrents des occidentaux. Par ailleurs, elle a mis en service un oléoduc de contournement pour éviter le territoire tchétchène. Enfin, en soutenant d'une part le projet de gazoduc et d'oléoduc à travers la mer Baltique (accès direct au marché allemand), et d'autre part l'oléoduc Bourgas-Alexandroupolis pour éviter d'utiliser le détroit du Bosphore, la Russie pourrait à court terme disqualifier l'Ukraine comme pays de transit, ainsi que la Pologne et les Pays baltes qui ont d'ailleurs décrit les projets russes en mer Baltique comme la *version énergétique du pacte germano-soviétique de 1939*.

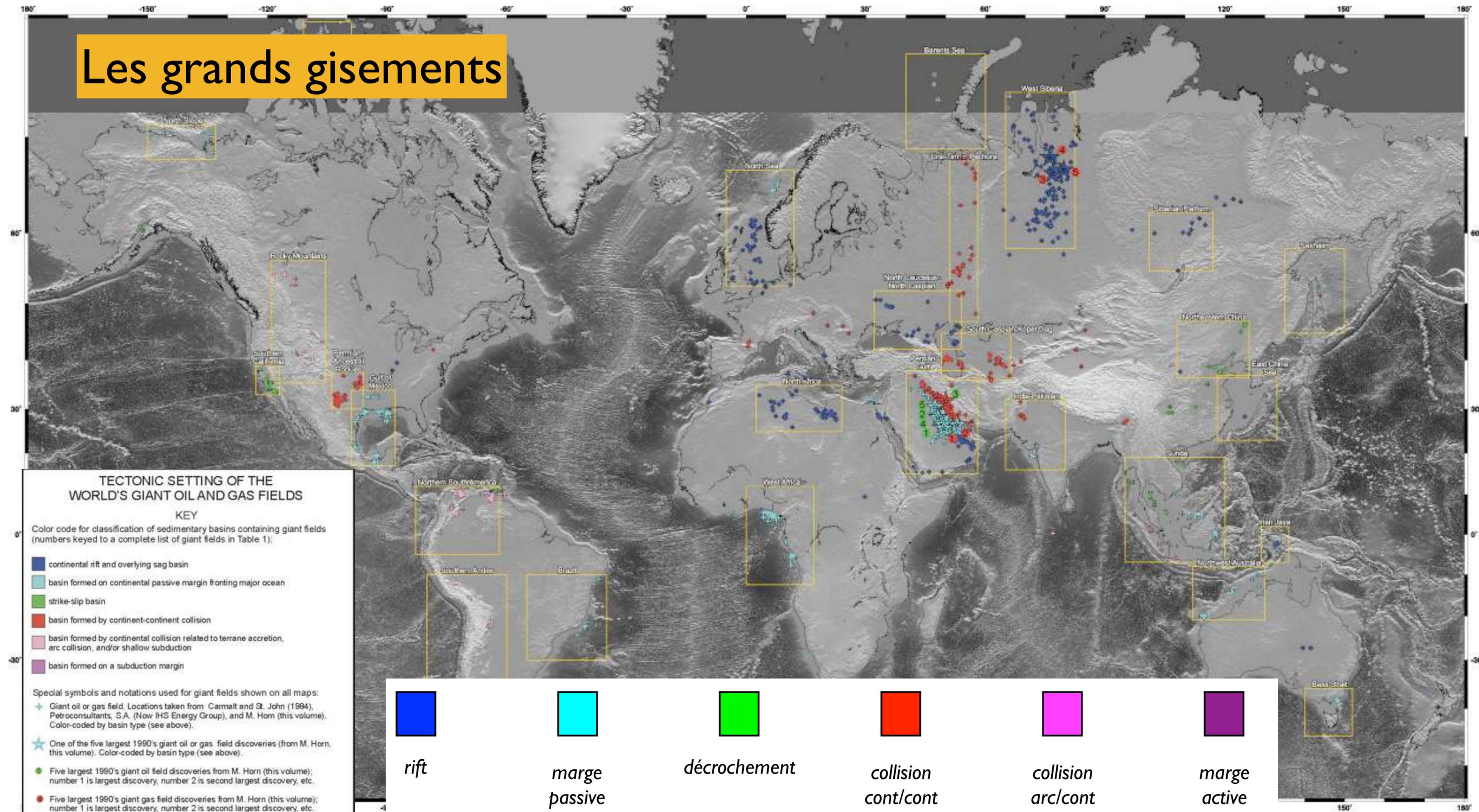
L'Azerbaïdjan impose le contournement de l'Arménie voisine avec laquelle il est toujours en conflit.

Sources : Kazinform ; World press review ; Pravda ; Ria Novosti ; Agence France Presse (AFP) ; Energy Information Administration (EIA), United States Department of Energy (USDOE) ; Radio Free Europe-Radio Liberty (RFE/RL) ; Asian Development Bank ; Eurasianet ; United States Energy Information Administration (EIA) ; Interstate Oil and Gas Transport to Europe (INOGATE) ; Transport Corridor Europe Caucasus Asia (TRACECA), Union européenne, Programme TACIS, 2005 ; Energy Map of the Middle East and Caspian Sea Areas, Petroleum Economist, Londres, 2006 ; International Energy Agency (IEA) ; Jean Radvanyi et Nicolas Berouashvili, *Atlas du Caucase*, Institut National des Langues et Civilisations Orientales (INALCO), à paraître fin 2007 ; Saltanat Berdikheeva, Erin Mark, *Russian Energy Politics*, Eurasia 21, 2006 ; Nabucco, Conférence des ministres de l'énergie, *Security of Gas Supplies in Europe*, Vienne, Juin 2006.



Source : Energy Map of the Middle East and Caspian Sea Petroleum (European and Africa Petroleum, London, 2002) ; Centre professoriel de pétrole (COPPE), Centre intelligence Agency's (CIA) Map and Publications (CIA), United States Energy Information Administration (EIA) ; Organisation à l'échelle de l'énergie (OIE) ; www.Siberianenergy.org ; United States Department of Defense (US DoD) ; PHILIPPE RENACEVICZ

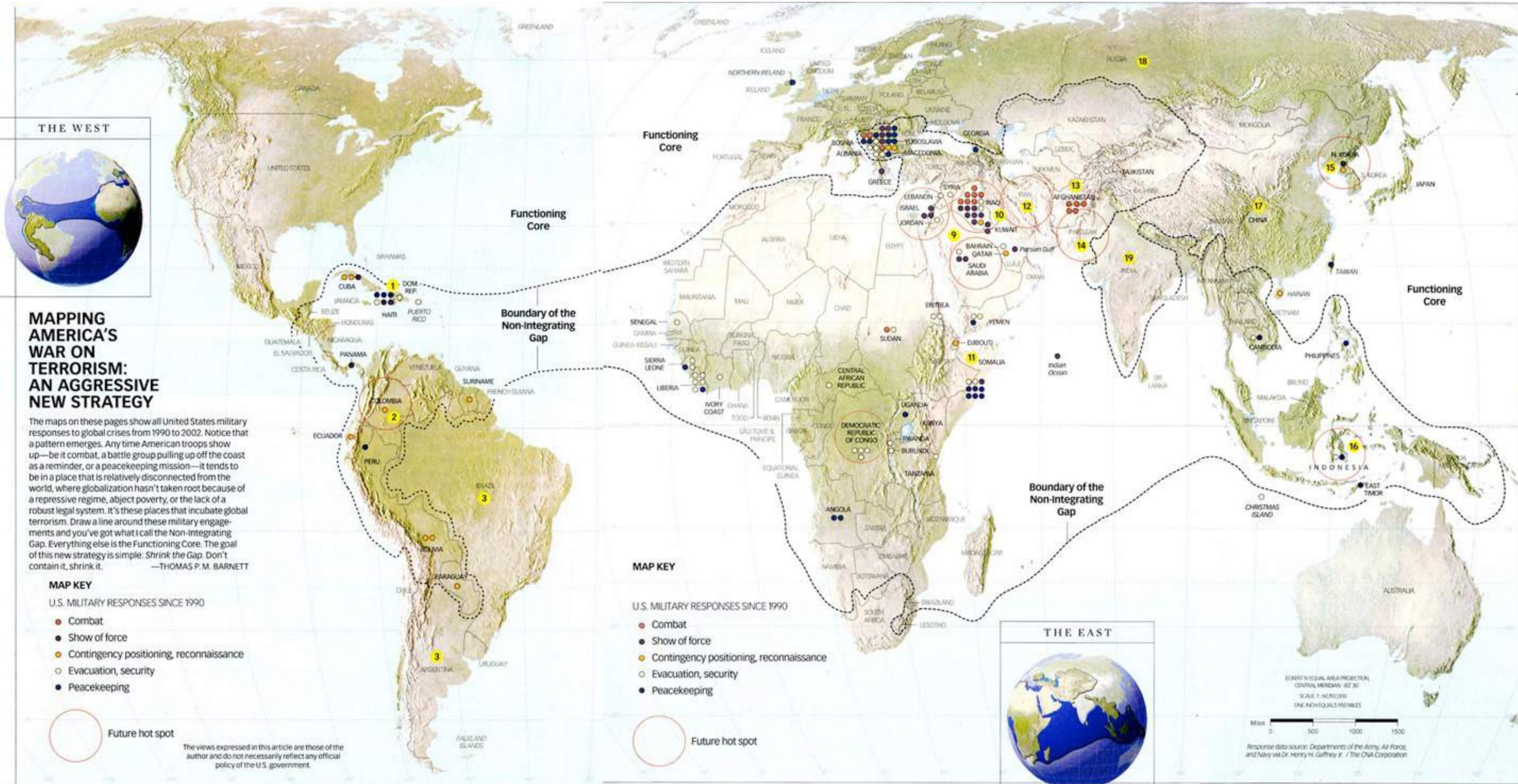
Les grands gisements



Base map used for all maps except Figure 1:
Exxon Tectonic Map of the World, 1985, World Mapping Project, Exxon Production Research Company, Houston, TX (20 panels; scale 1:5,000,000).

Figure 1, from Mann, P., Gahagan, L.M., and Gordon, M.B., 2003.

http://www.ig.utexas.edu/research/projects/giant_fields/



MAPPING AMERICA'S WAR ON TERRORISM: AN AGGRESSIVE NEW STRATEGY

The maps on these pages show all United States military responses to global crises from 1990 to 2002. Notice that a pattern emerges. Any time American troops show up—be it combat, a battle group pulling up off the coast as a reminder, or a peacekeeping mission—it tends to be in a place that is relatively disconnected from the world, where globalization hasn't taken root because of a repressive regime, abject poverty, or the lack of a robust legal system. It's these places that incubate global terrorism. Draw a line around these military engagements and you've got what I call the Non-integrating Gap. Everything else is the Functioning Core. The goal of this new strategy is simple: *Shrink the Gap*. Don't contain it, shrink it.

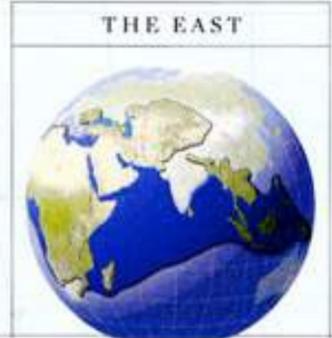
—THOMAS P. M. BARNETT

- MAP KEY**
 U.S. MILITARY RESPONSES SINCE 1990
- Combat
 - Show of force
 - Contingency positioning, reconnaissance
 - Evacuation, security
 - Peacekeeping



The views expressed in this article are those of the author and do not necessarily reflect any official policy of the U.S. government.

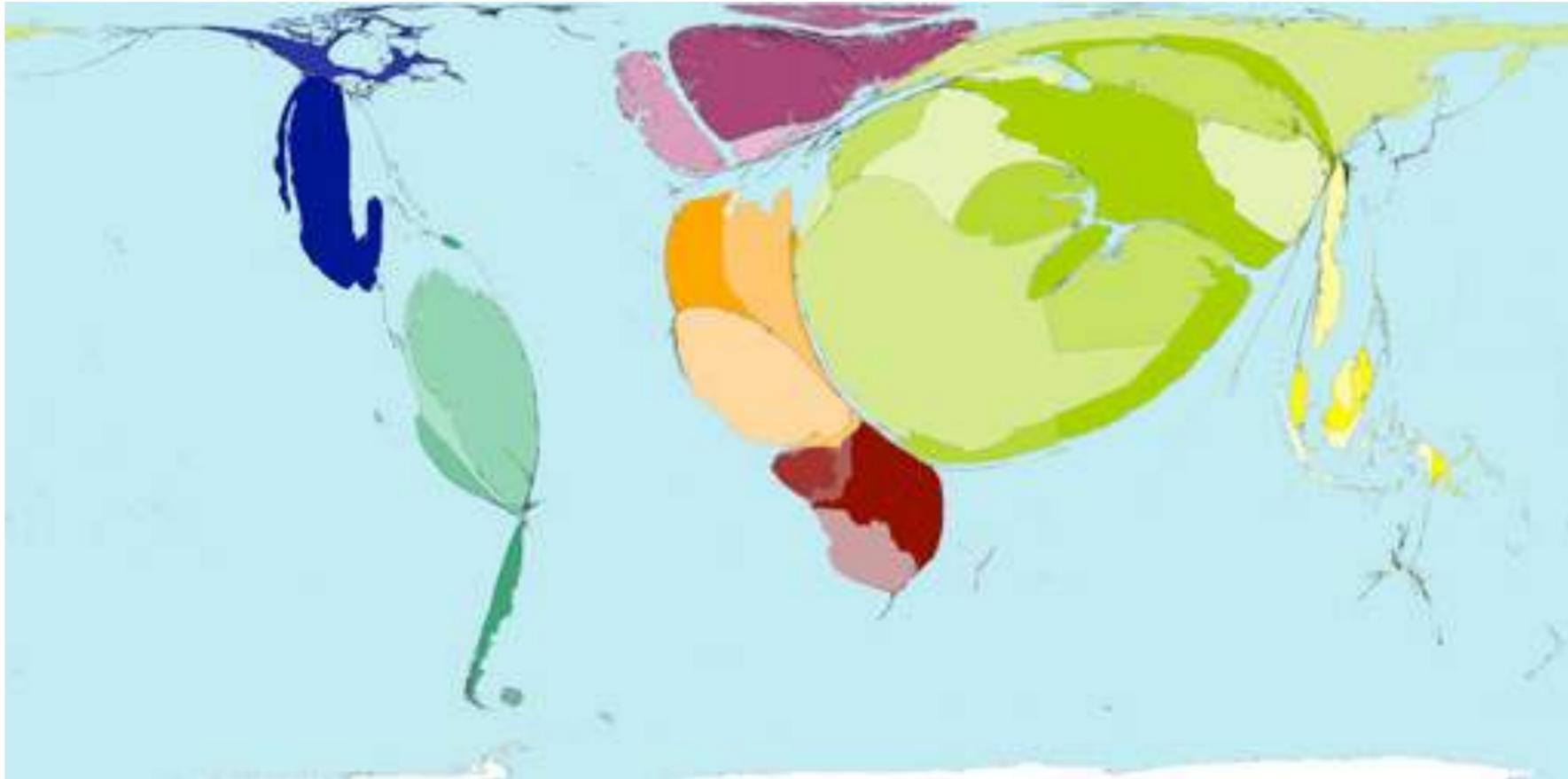
- MAP KEY**
 U.S. MILITARY RESPONSES SINCE 1990
- Combat
 - Show of force
 - Contingency positioning, reconnaissance
 - Evacuation, security
 - Peacekeeping



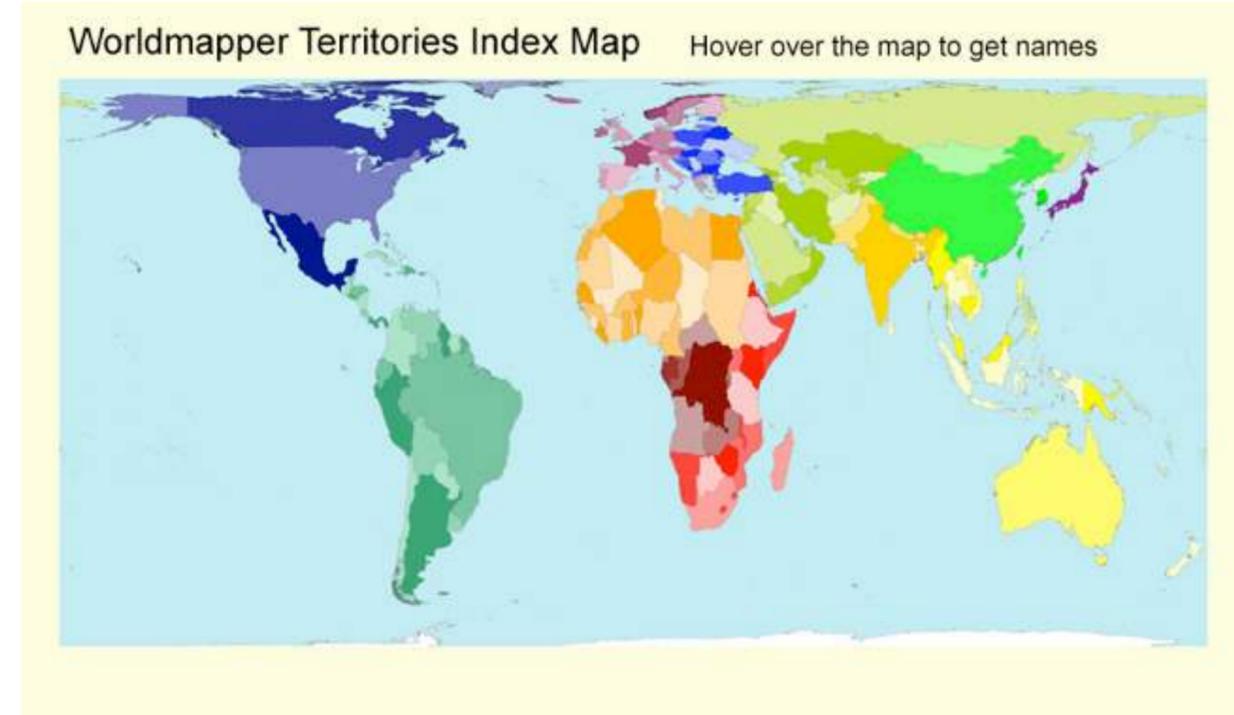
EQUIV. EQUAL AREA PROJECTION
 CENTRAL MERIDIAN -87.30°
 SCALE 1:40,000,000
 ONE INCH EQUALS 950 MILES

Miles 0 500 1000 1500

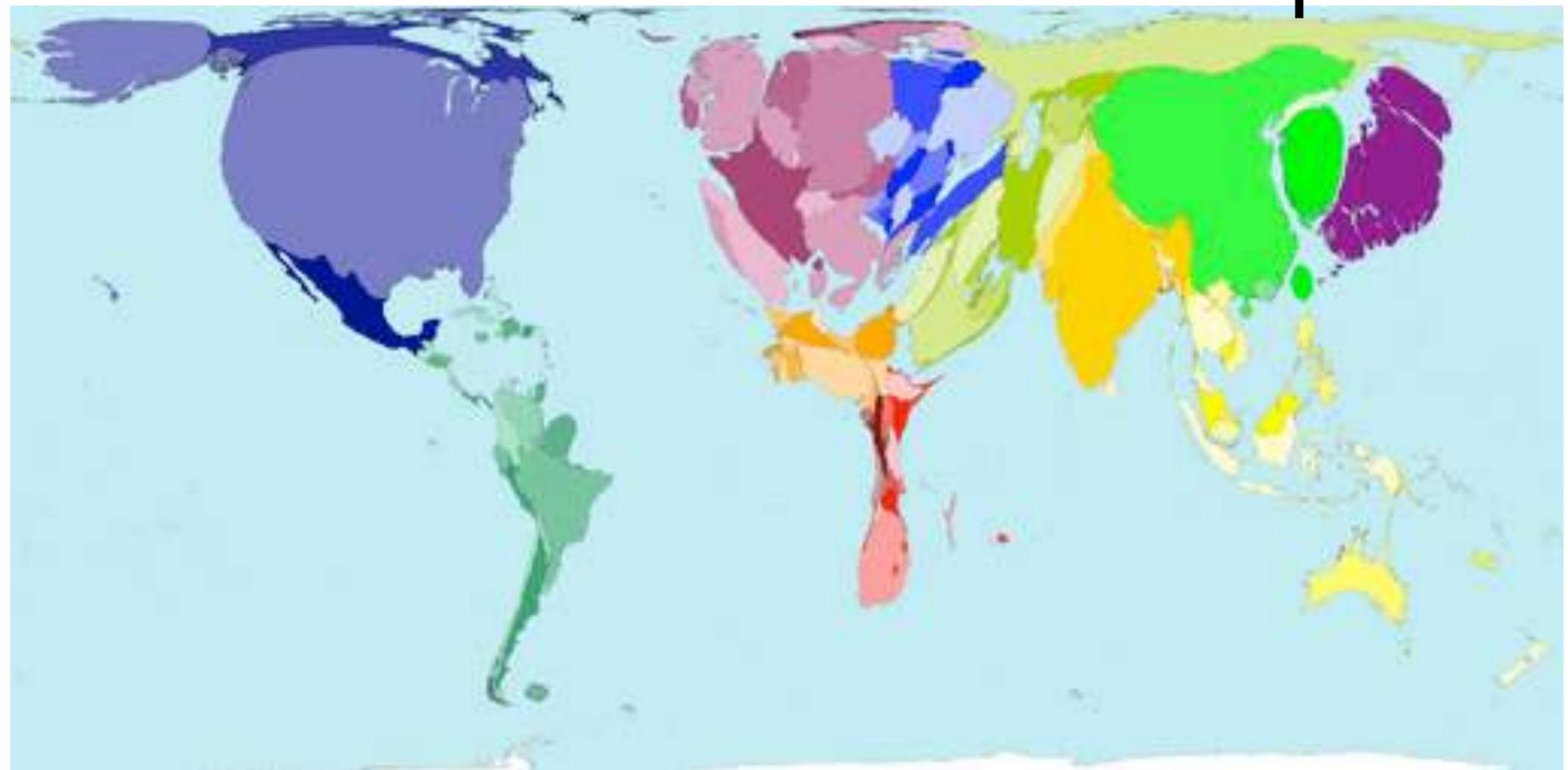
Response data source: Departments of the Army, Air Force, and Navy via Dr. Henry H. Gaffney Jr. / The CIA Corporation



Exportation de brut



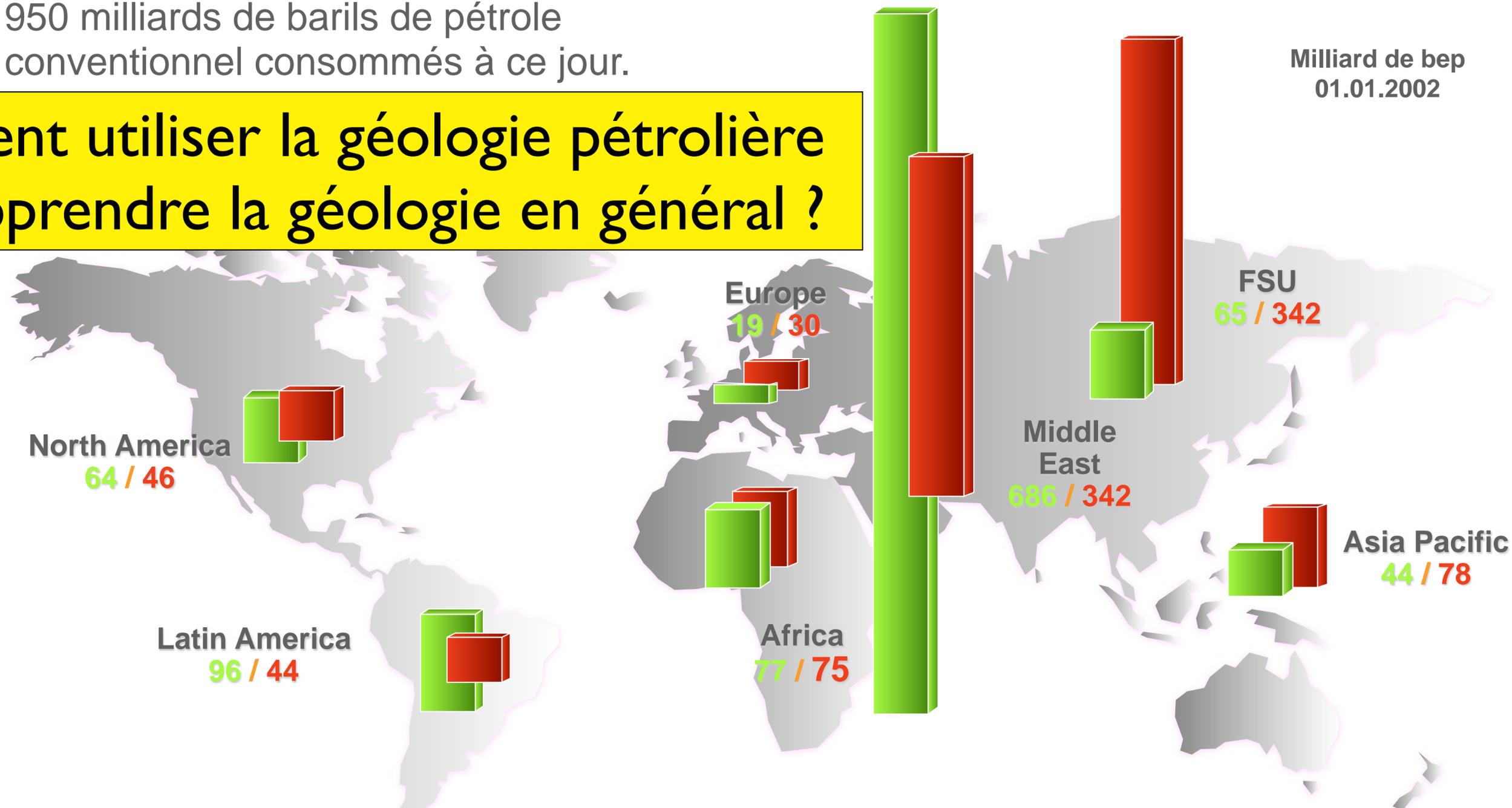
Utilisation du pétrole



Réserves mondiales de pétrole et de gaz

950 milliards de barils de pétrole conventionnel consommés à ce jour.

Comment utiliser la géologie pétrolière pour apprendre la géologie en général ?



Milliard de bep
01.01.2002

*Réserves prouvées**

Gaz : 1050 Gbep (dont 15 en mer profonde)

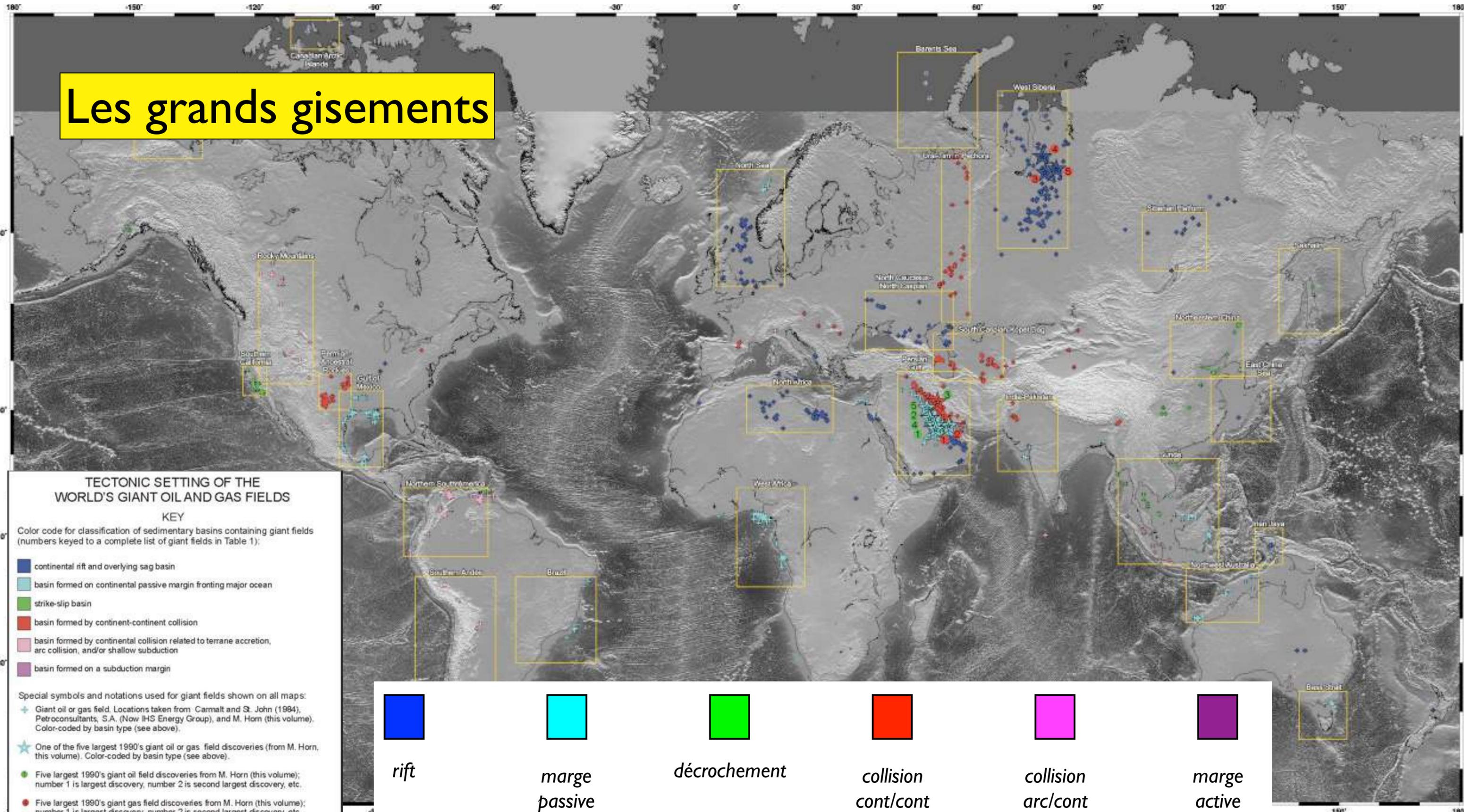
Pétrole : 1050 Gb (dont 25 en mer profonde)

2003

Source : Oil and Gas Journal, AIE

*un peu plus de 1 000 milliards de barils d'après l'ASPO

Les grands gisements



TECTONIC SETTING OF THE WORLD'S GIANT OIL AND GAS FIELDS

KEY

Color code for classification of sedimentary basins containing giant fields (numbers keyed to a complete list of giant fields in Table 1):

- continental rift and overlying sag basin
- basin formed on continental passive margin fronting major ocean
- strike-slip basin
- basin formed by continent-continent collision
- basin formed by continental collision related to terrane accretion, arc collision, and/or shallow subduction
- basin formed on a subduction margin

Special symbols and notations used for giant fields shown on all maps:

- + Giant oil or gas field. Locations taken from Carmalt and St. John (1984), Petroconsultants, S.A. (Now IHS Energy Group), and M. Horn (this volume). Color-coded by basin type (see above).
- ★ One of the five largest 1990's giant oil or gas field discoveries (from M. Horn, this volume). Color-coded by basin type (see above).
- Five largest 1990's giant oil field discoveries from M. Horn (this volume); number 1 is largest discovery, number 2 is second largest discovery, etc.
- Five largest 1990's giant gas field discoveries from M. Horn (this volume); number 1 is largest discovery, number 2 is second largest discovery, etc.

Base map used for all maps except Figure 1:
Exxon Tectonic Map of the World, 1985, World Mapping Project, Exxon Production Research Company, Houston, TX (20 panels; scale 1:5,000,000).

Figure 1, from Mann, P., Gahagan, L.M., and Gordon, M.B., 2003.



rift



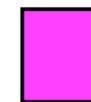
*marge
passive*



décrochement



*collision
cont/cont*



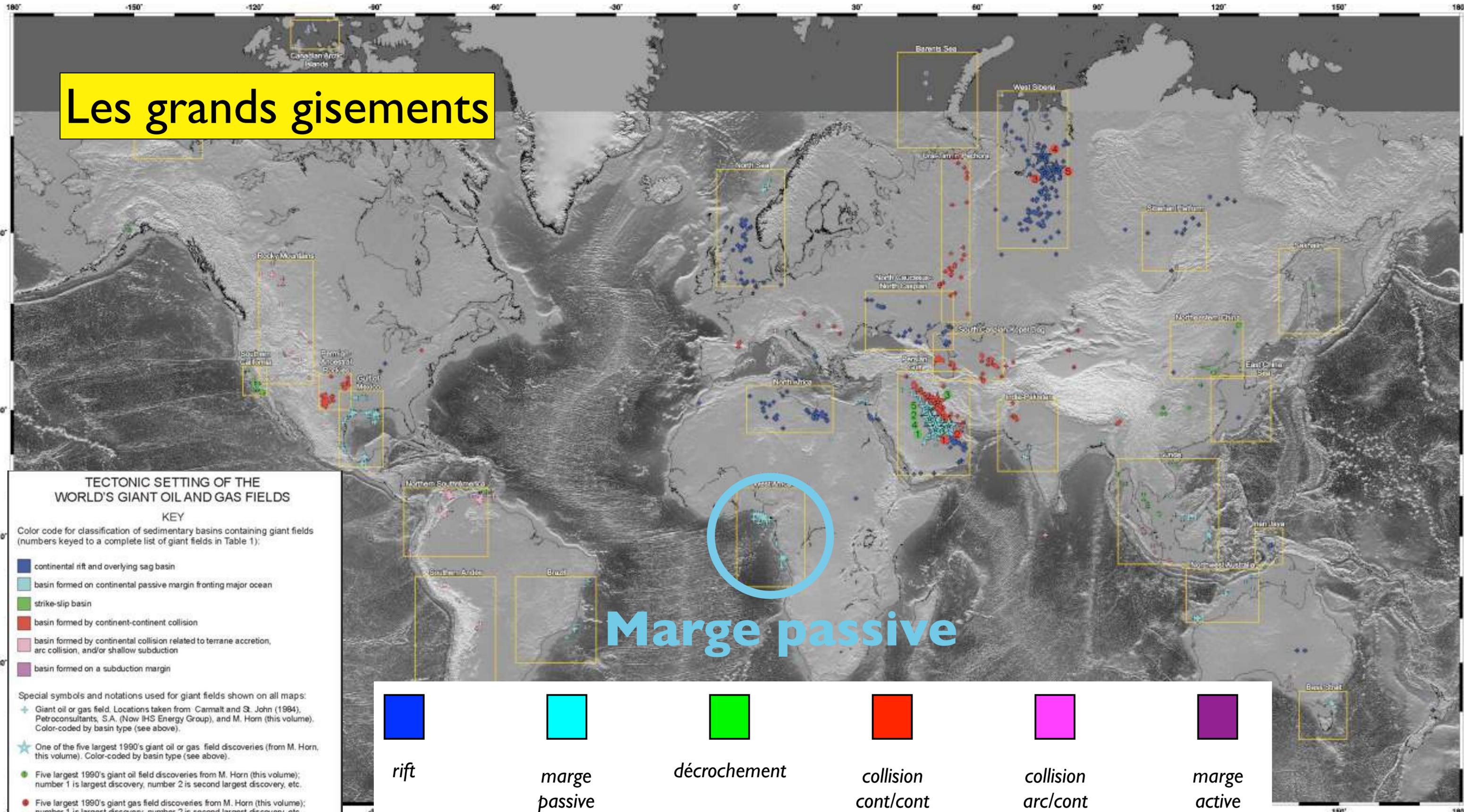
*collision
arc/cont*



*marge
active*

http://www.ig.utexas.edu/research/projects/giant_fields/

Les grands gisements



Marge passive

TECTONIC SETTING OF THE WORLD'S GIANT OIL AND GAS FIELDS

KEY

Color code for classification of sedimentary basins containing giant fields (numbers keyed to a complete list of giant fields in Table 1):

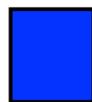
- continental rift and overlying sag basin
- basin formed on continental passive margin fronting major ocean
- strike-slip basin
- basin formed by continent-continent collision
- basin formed by continental collision related to terrane accretion, arc collision, and/or shallow subduction
- basin formed on a subduction margin

Special symbols and notations used for giant fields shown on all maps:

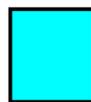
- + Giant oil or gas field. Locations taken from Carmalt and St. John (1984), Petroconsultants, S.A. (Now IHS Energy Group), and M. Horn (this volume). Color-coded by basin type (see above).
- ★ One of the five largest 1990's giant oil or gas field discoveries (from M. Horn, this volume). Color-coded by basin type (see above).
- Five largest 1990's giant oil field discoveries from M. Horn (this volume); number 1 is largest discovery, number 2 is second largest discovery, etc.
- Five largest 1990's giant gas field discoveries from M. Horn (this volume); number 1 is largest discovery, number 2 is second largest discovery, etc.

Base map used for all maps except Figure 1:
Exxon Tectonic Map of the World, 1985, World Mapping Project, Exxon Production Research Company, Houston, TX (20 panels; scale 1:5,000,000).

Figure 1, from Mann, P., Gahagan, L.M., and Gordon, M.B., 2003.



rift



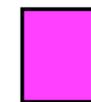
*marge
passive*



décrochement



*collision
cont/cont*



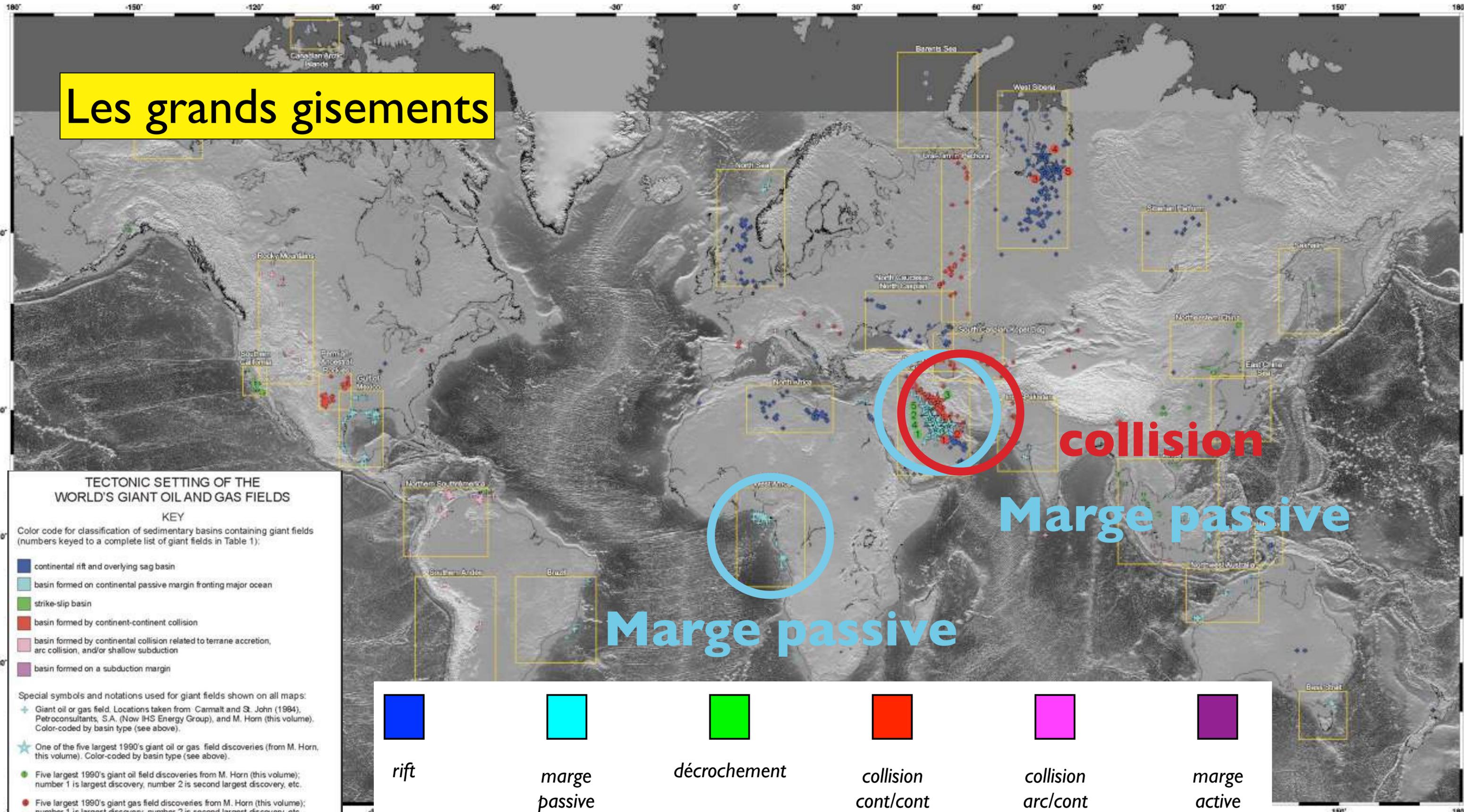
*collision
arc/cont*



*marge
active*

http://www.ig.utexas.edu/research/projects/giant_fields/

Les grands gisements



TECTONIC SETTING OF THE WORLD'S GIANT OIL AND GAS FIELDS

KEY

Color code for classification of sedimentary basins containing giant fields (numbers keyed to a complete list of giant fields in Table 1):

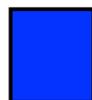
- continental rift and overlying sag basin
- basin formed on continental passive margin fronting major ocean
- strike-slip basin
- basin formed by continent-continent collision
- basin formed by continental collision related to terrane accretion, arc collision, and/or shallow subduction
- basin formed on a subduction margin

Special symbols and notations used for giant fields shown on all maps:

- + Giant oil or gas field. Locations taken from Carmalt and St. John (1984), Petroconsultants, S.A. (Now IHS Energy Group), and M. Horn (this volume). Color-coded by basin type (see above).
- ★ One of the five largest 1990's giant oil or gas field discoveries (from M. Horn, this volume). Color-coded by basin type (see above).
- Five largest 1990's giant oil field discoveries from M. Horn (this volume); number 1 is largest discovery, number 2 is second largest discovery, etc.
- Five largest 1990's giant gas field discoveries from M. Horn (this volume); number 1 is largest discovery, number 2 is second largest discovery, etc.

Base map used for all maps except Figure 1:
Exxon Tectonic Map of the World, 1985, World Mapping Project, Exxon Production Research Company, Houston, TX (20 panels; scale 1:5,000,000).

Figure 1, from Mann, P., Gahagan, L.M., and Gordon, M.B., 2003.



rift



marge passive



décrochement



collision cont/cont



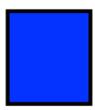
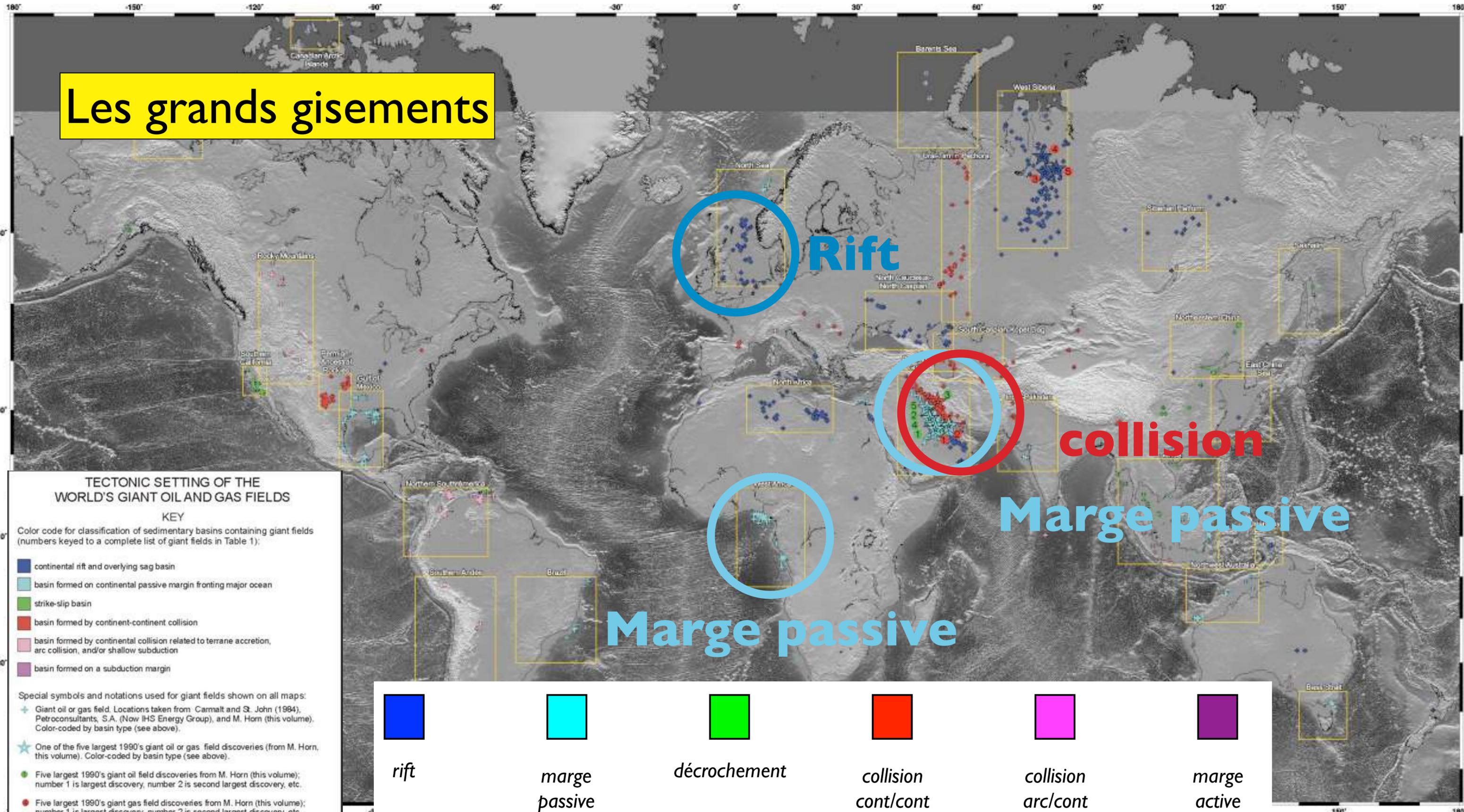
collision arc/cont



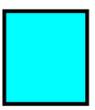
marge active

http://www.ig.utexas.edu/research/projects/giant_fields/

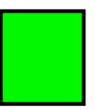
Les grands gisements



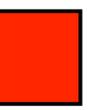
rift



marge passive



décrochement



collision cont/cont



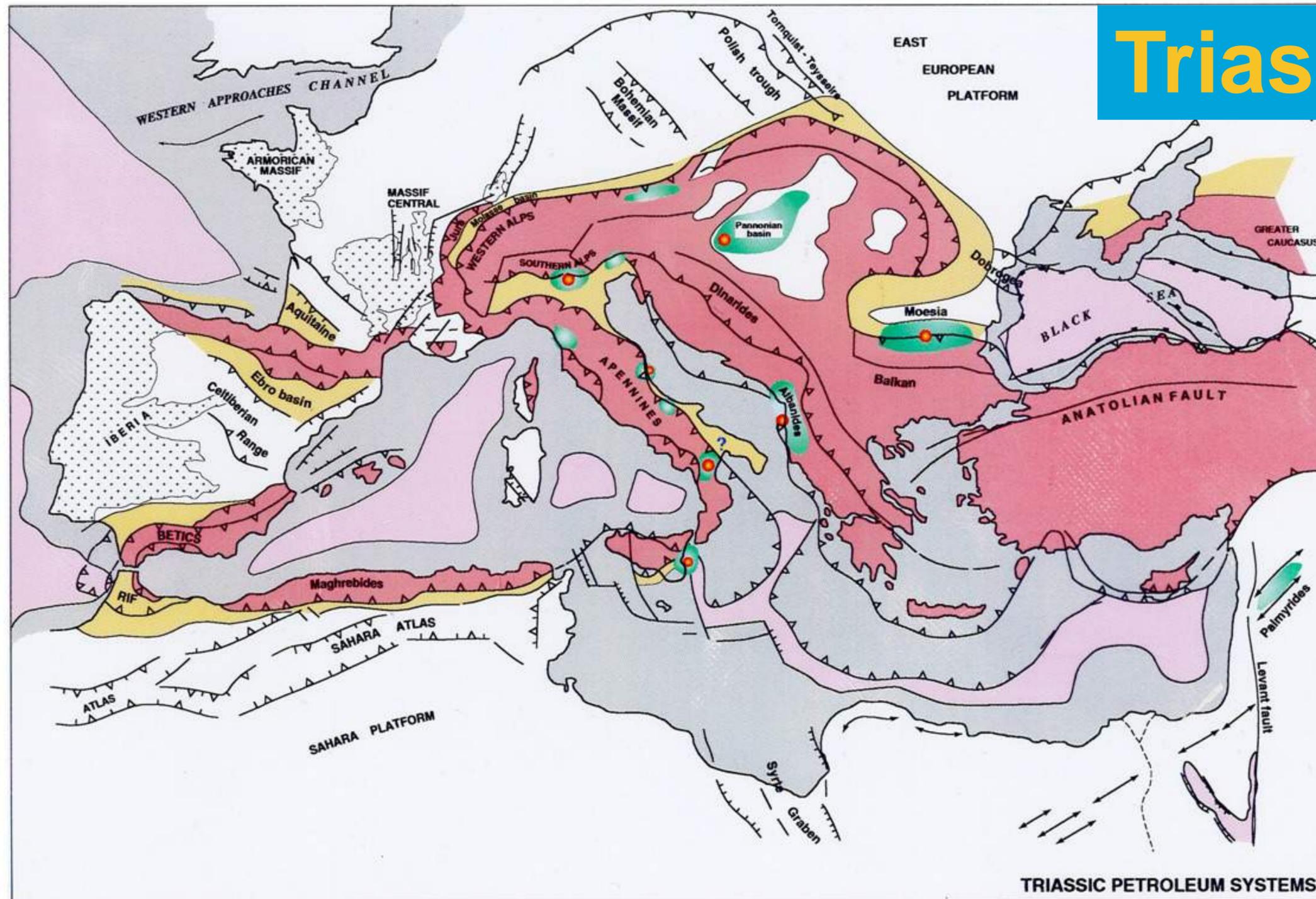
collision arc/cont



marge active

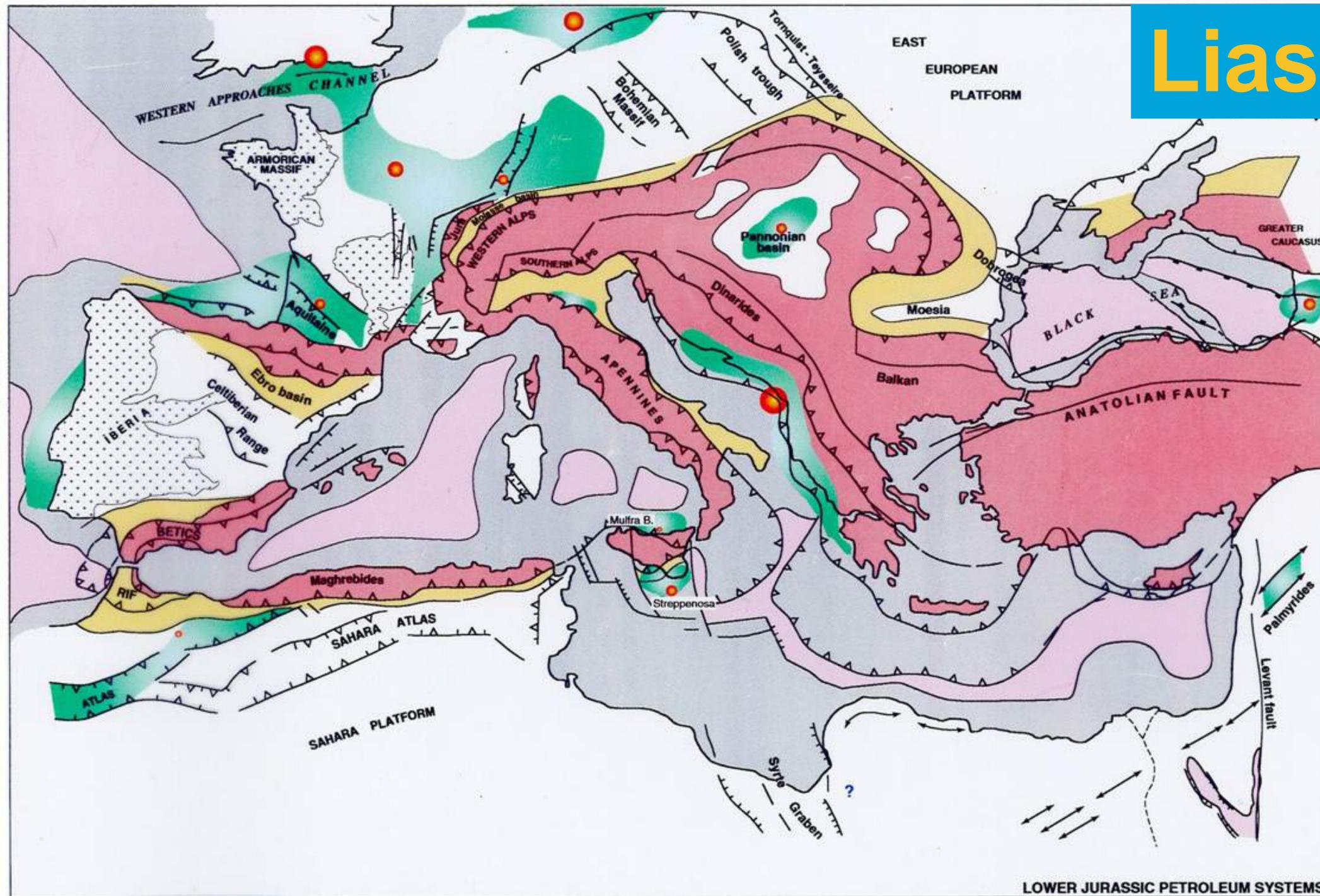
http://www.ig.utexas.edu/research/projects/giant_fields/

Les roches mères en Méditerranée



Contexte de RIFT

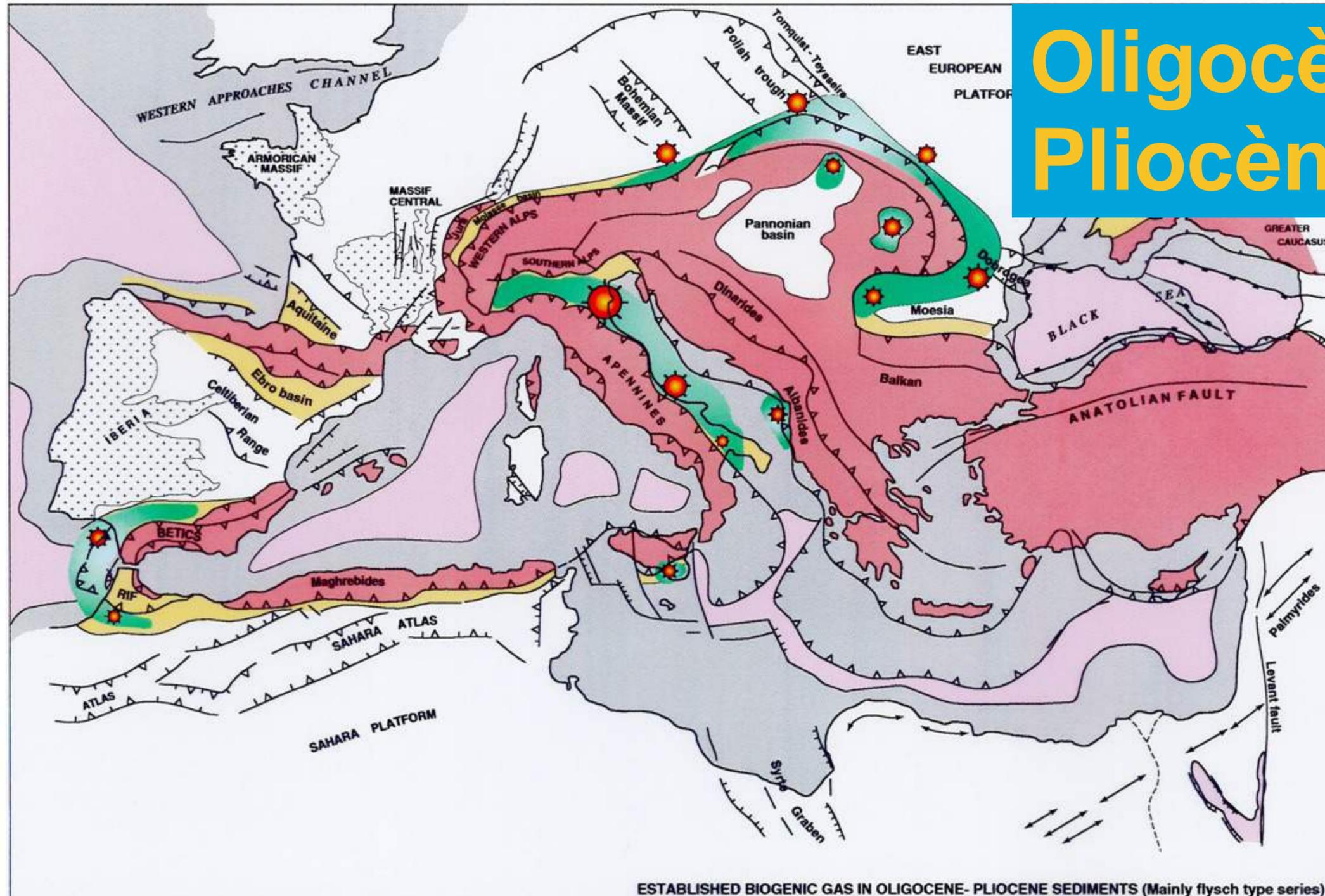
Les roches mères en Méditerranée



François Roure

Contexte de RIFT et MARGE PASSIVE

Les roches mères en Méditerranée



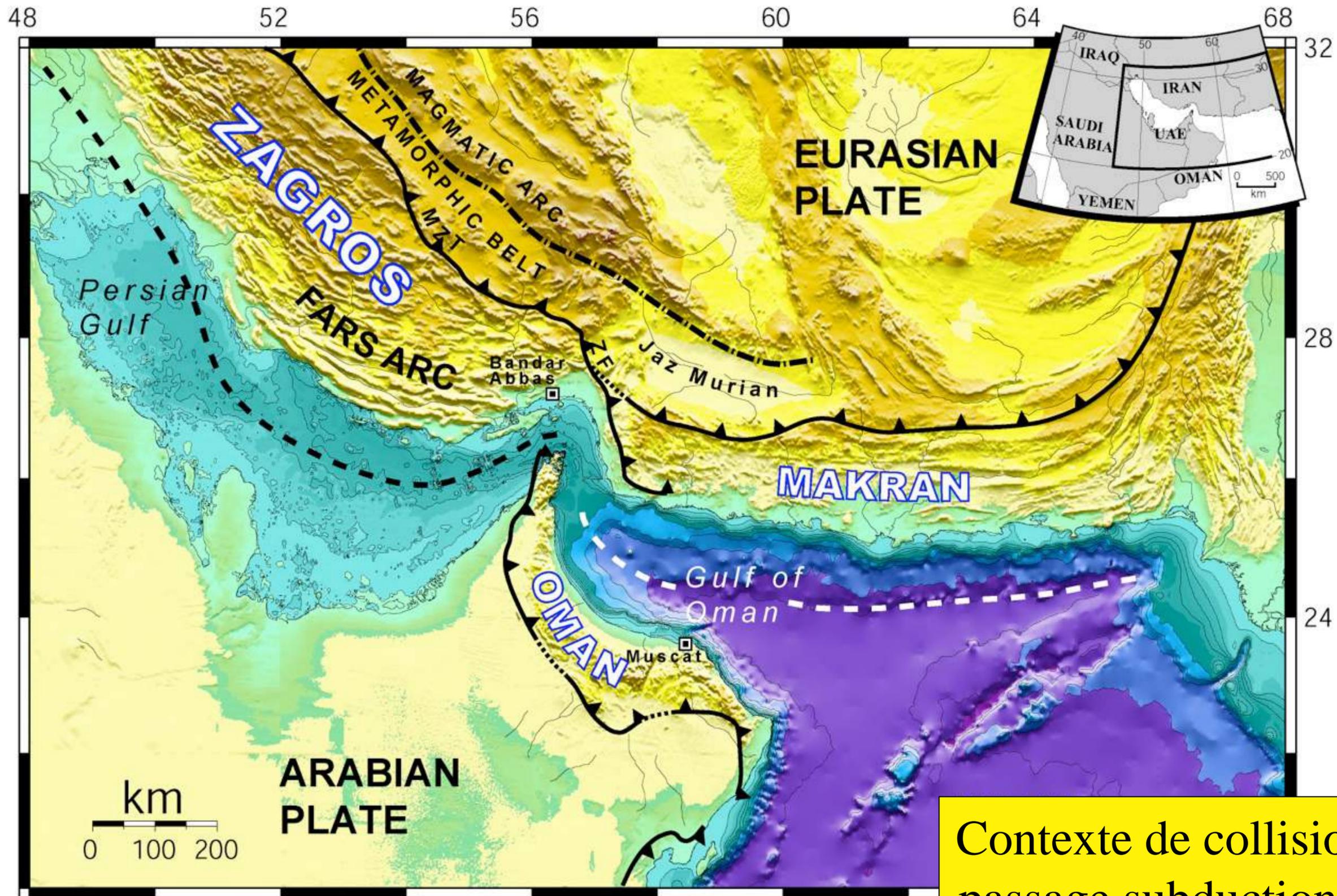
Oligocène-
Pliocène

François Roure

Contexte de BASSINS D'AVANT-PAYS

L'exemple du pétrole du Golfe Persique





Contexte de collision récente
passage subduction-collision

Roches mères

Néocomien

Barrémien

Cénomanién

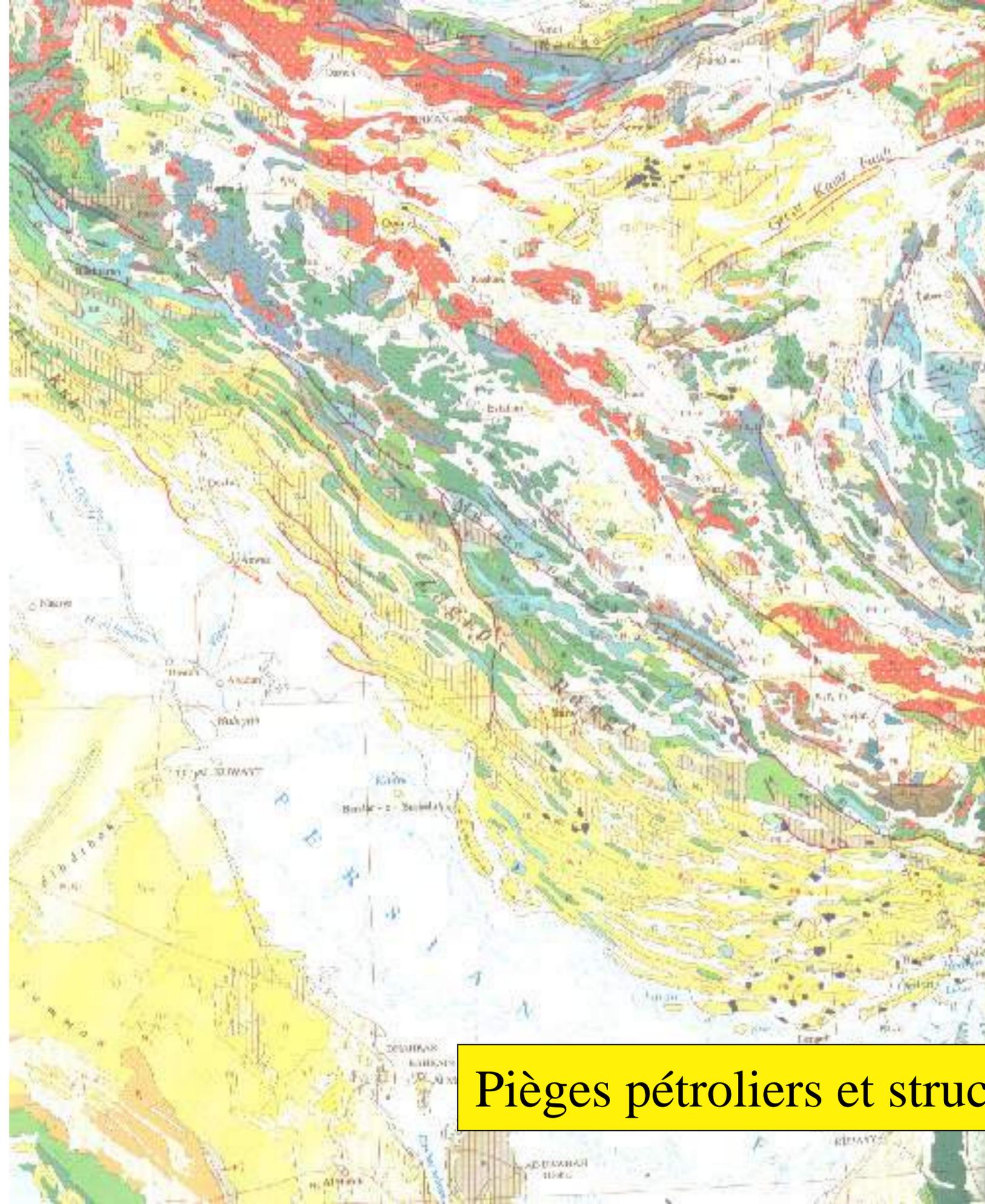
Sénonien

Eocène

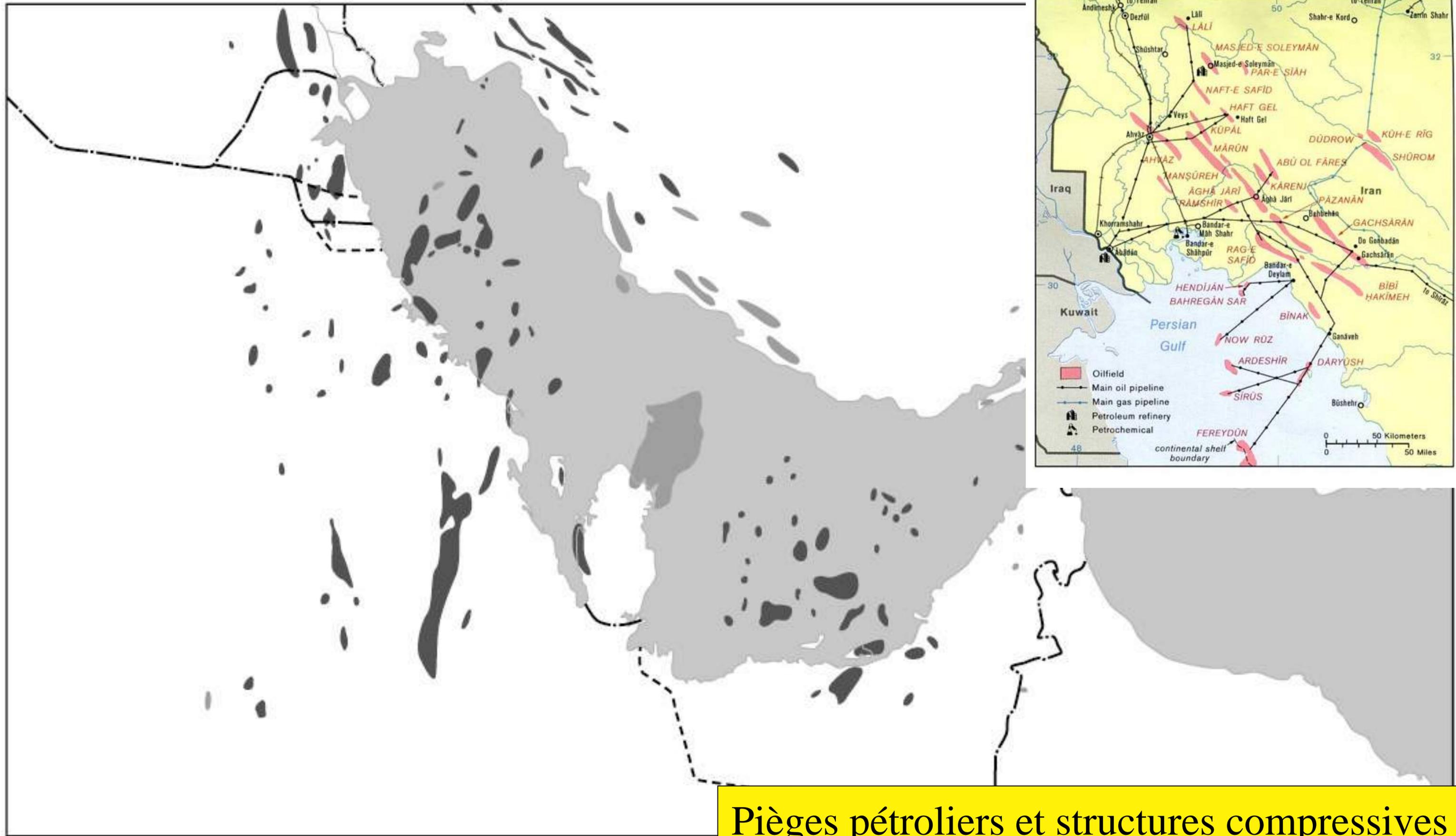
Réservoirs

Cénomanién

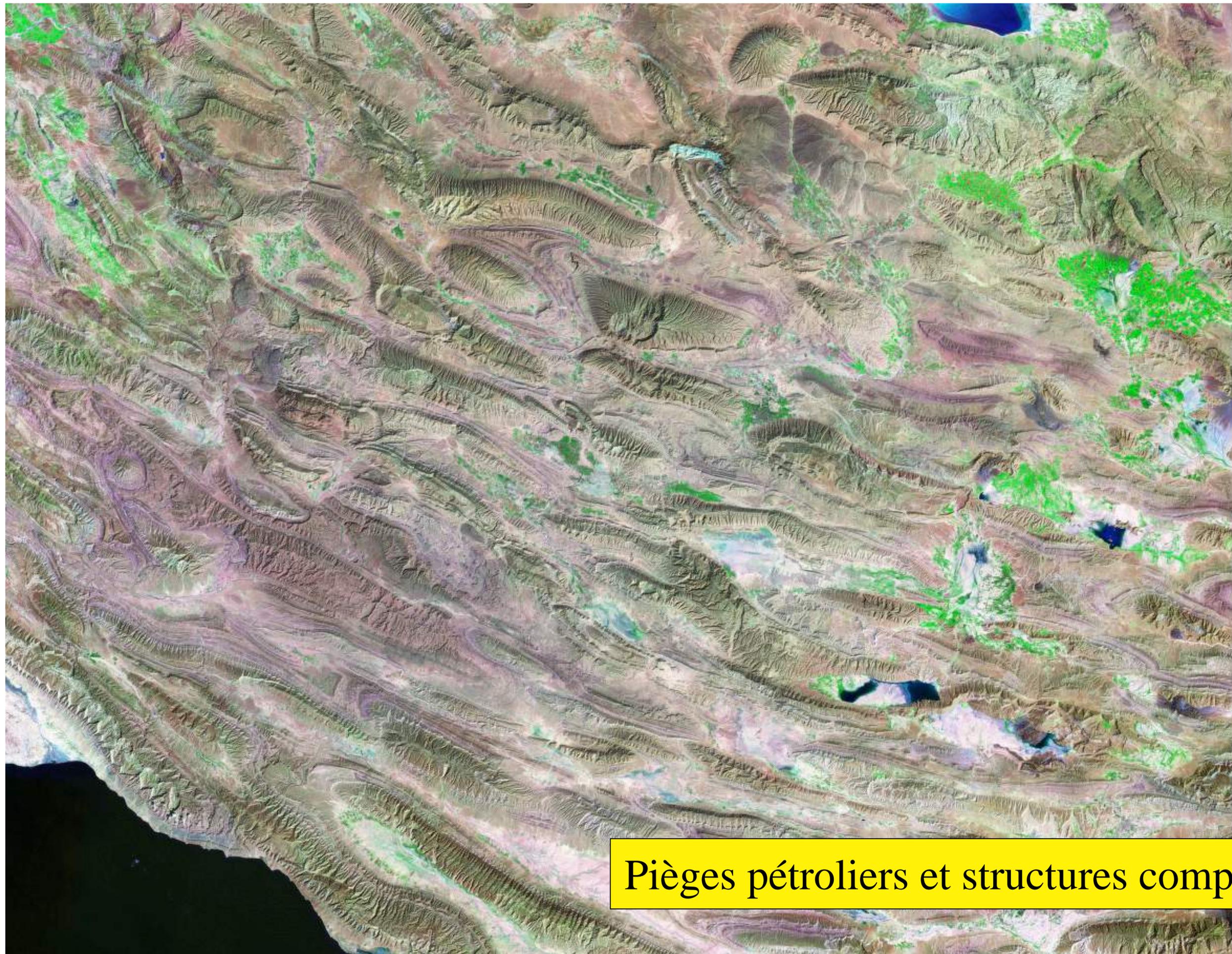
Miocène inf.



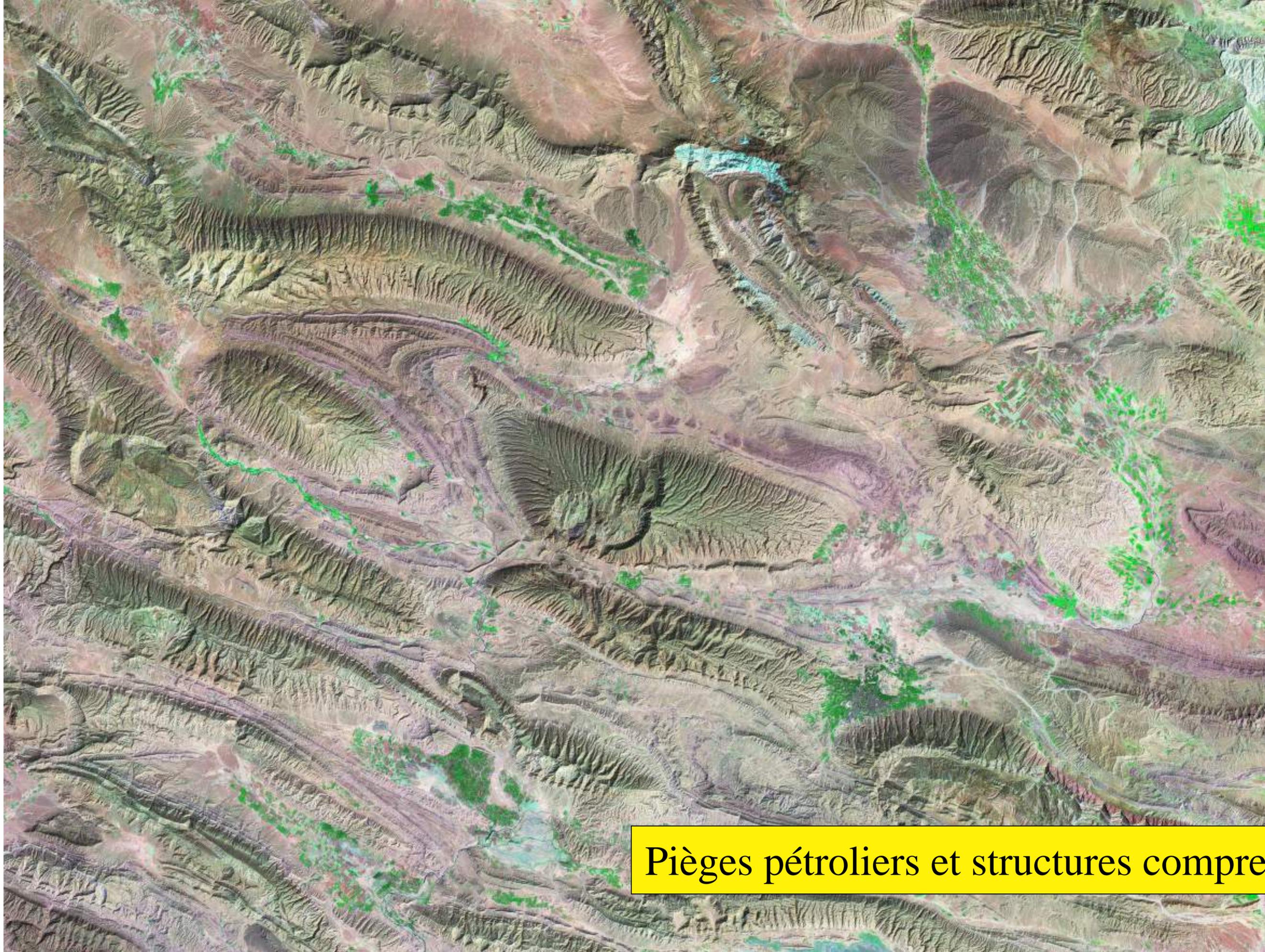
Pièges pétroliers et structures compressives



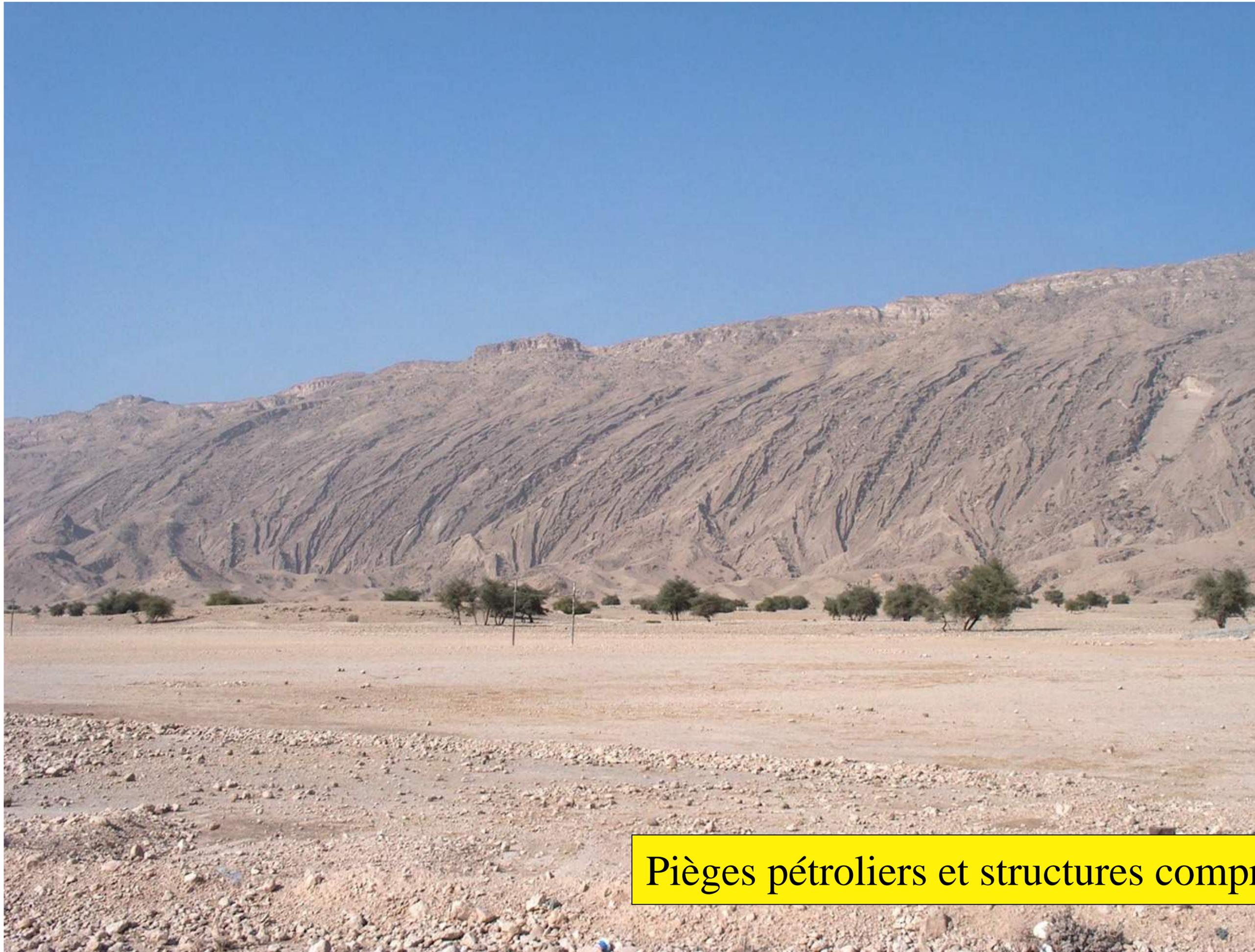
Pièges pétroliers et structures compressives



Pièges pétroliers et structures compressives



Pièges pétroliers et structures compressives

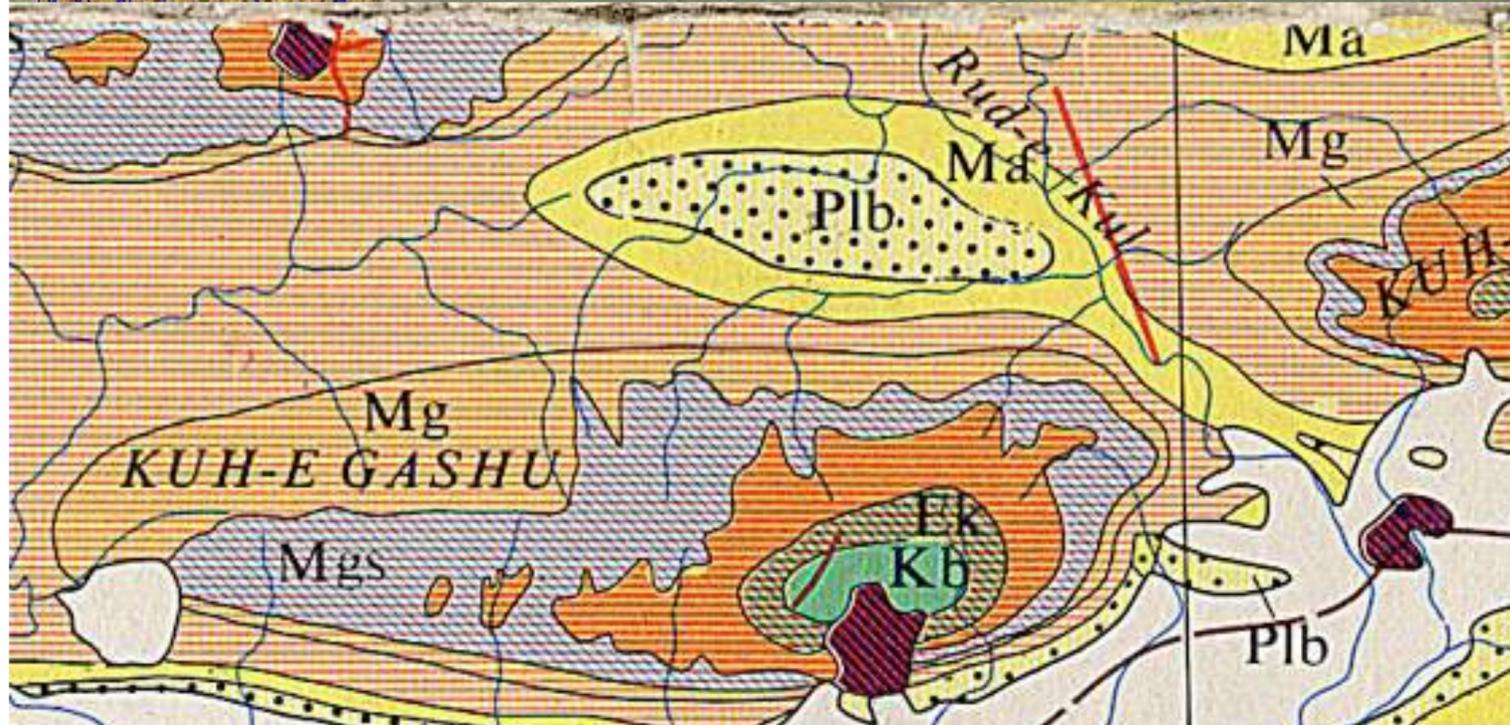
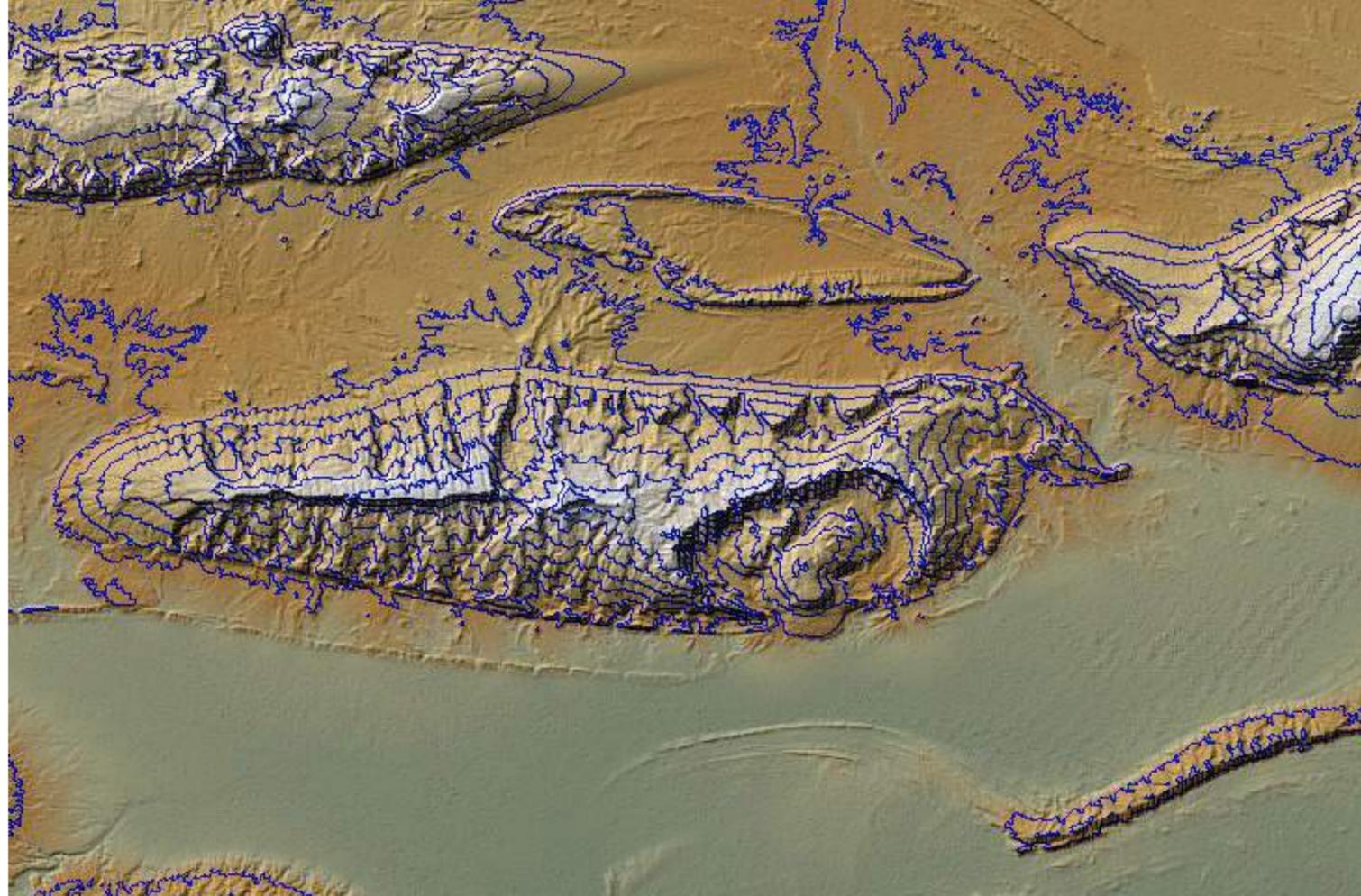


Pièges pétroliers et structures compressives

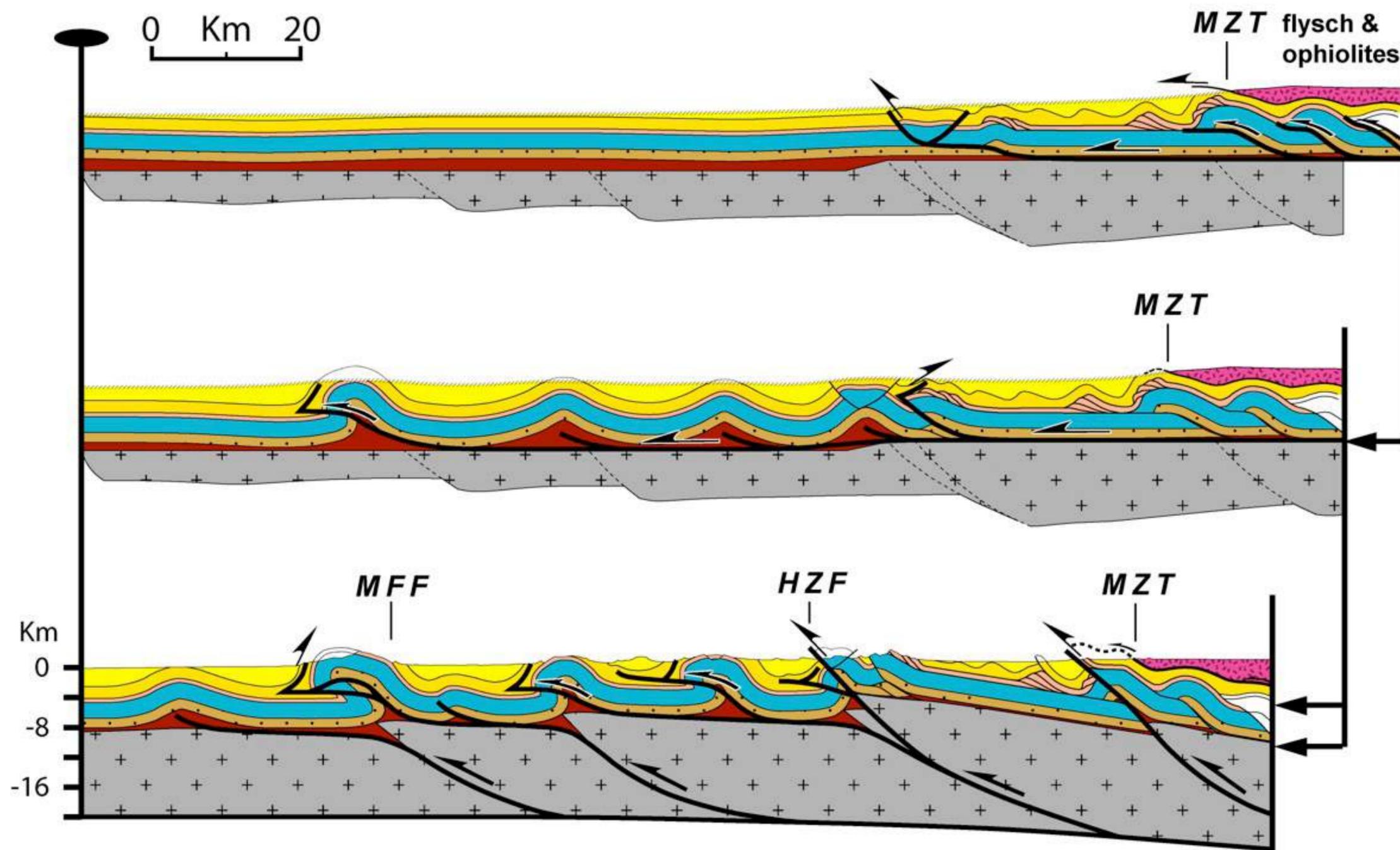


Pièges pétroliers et structures compressives





Pièges pétroliers et structures compressives



Pièges pétroliers et structures compressives

M. Molinaro, 2004

Diagenèse	Zone immature	
Catagenèse	Fenêtre à huile	
Métag.	Fen. à gaz humide	Fen. à gaz sec

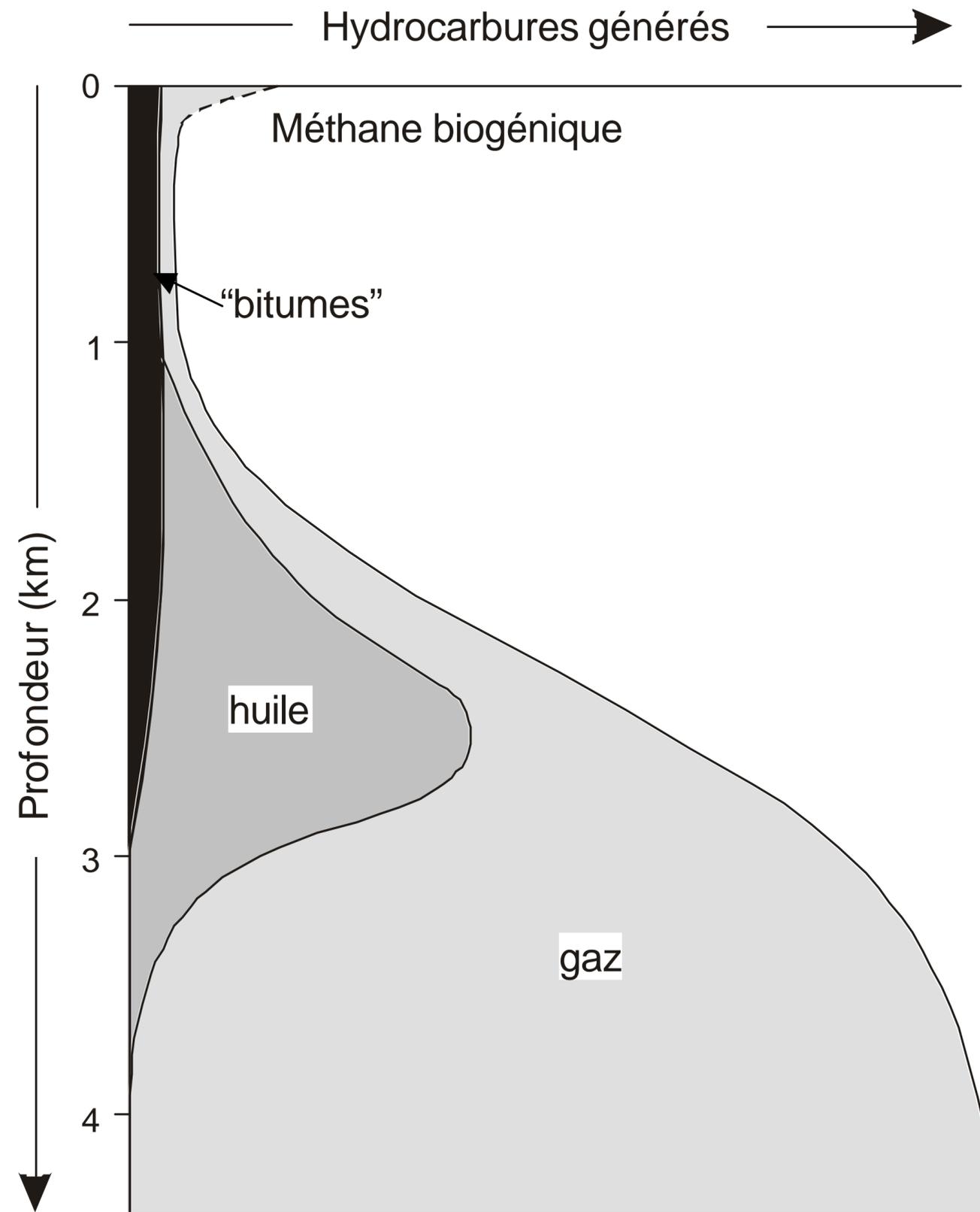
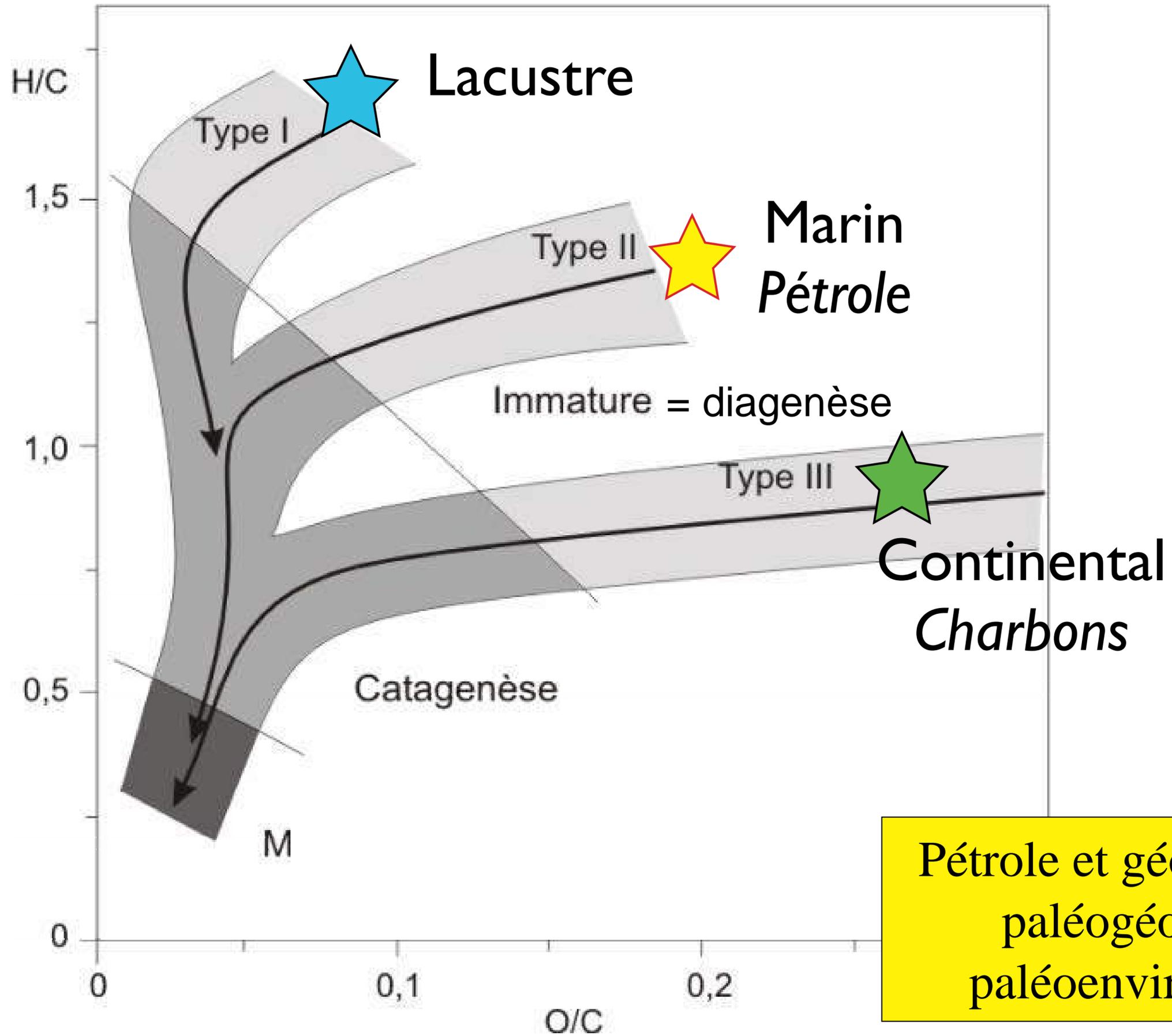
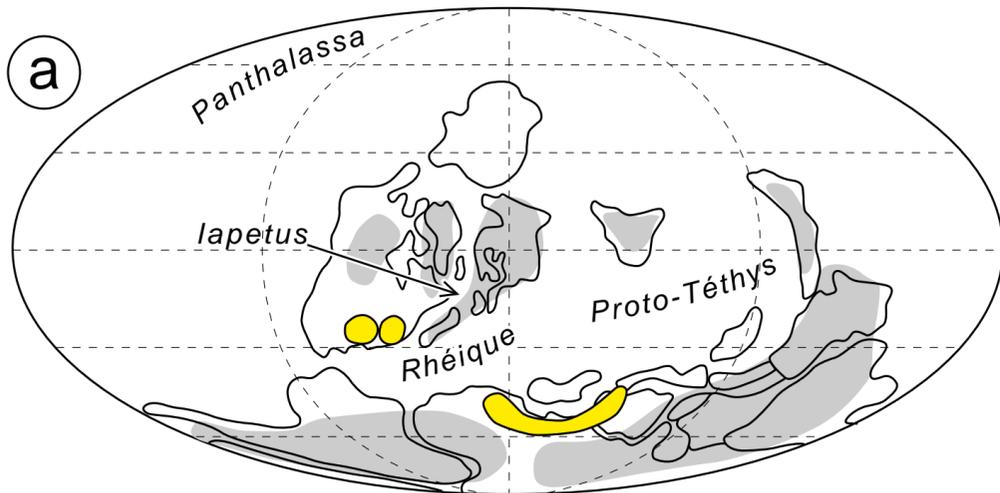


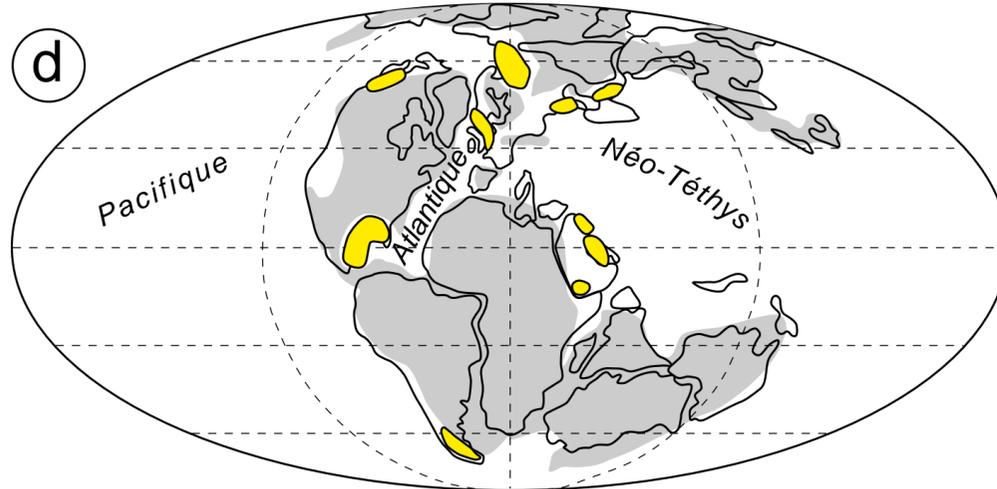
Diagramme de van Krevelen



SILURIEN 435 - 410 Ma

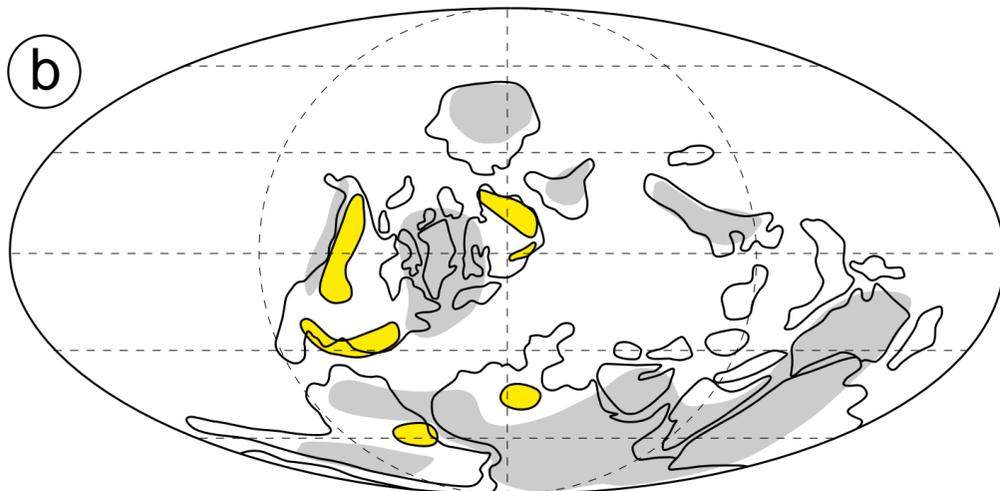


JURASSIQUE SUPERIEUR 155 - 130 Ma

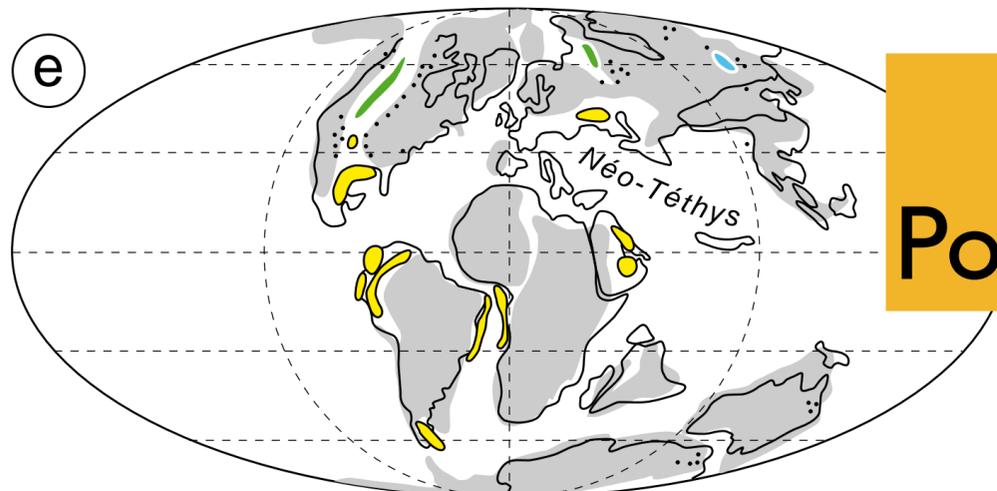


Roches mères

DEVONIEN SUPERIEUR - CARBONIFERE INFERIEUR
375 - 345 Ma

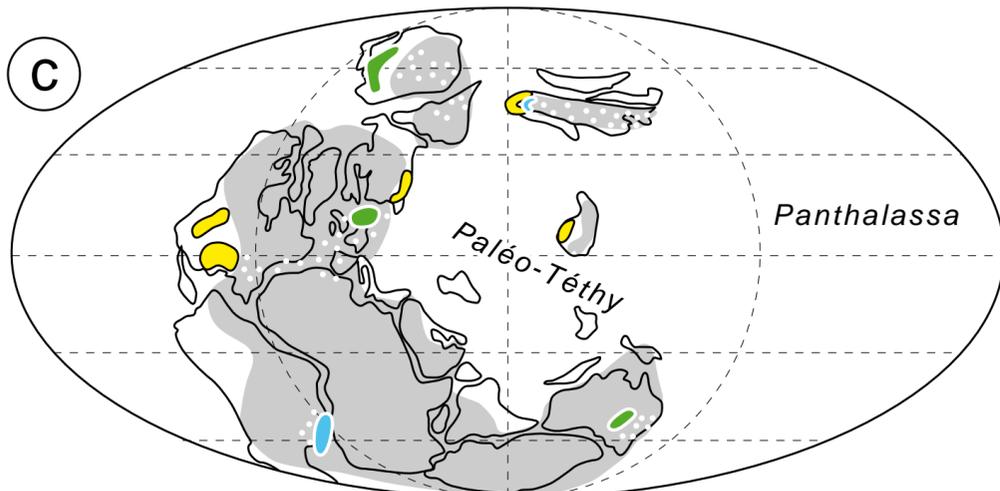


CRETACE MOYEN-SUPERIEUR 110 - 85 Ma

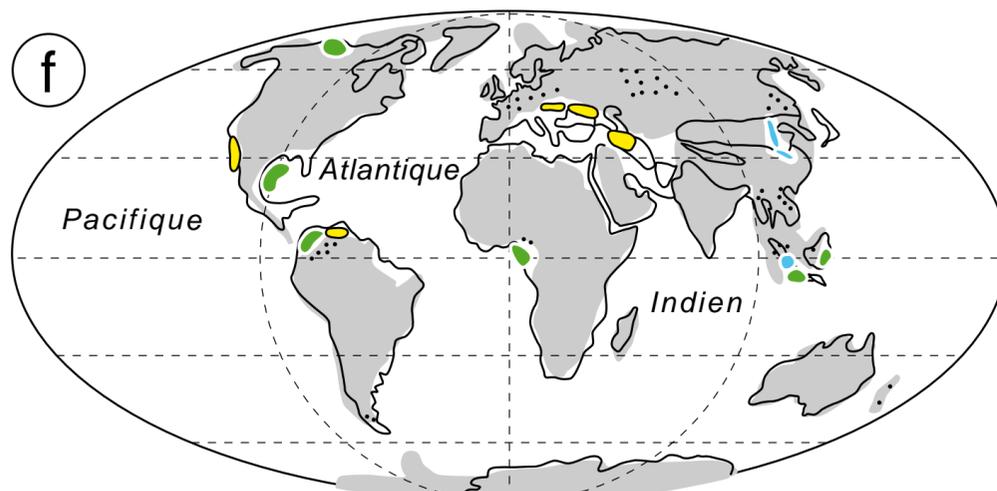


Pourquoi là ?
Pourquoi à telle époque ?

CARBONIFERE SUPERIEUR - PERMIEN INFERIEUR
305 - 275 Ma



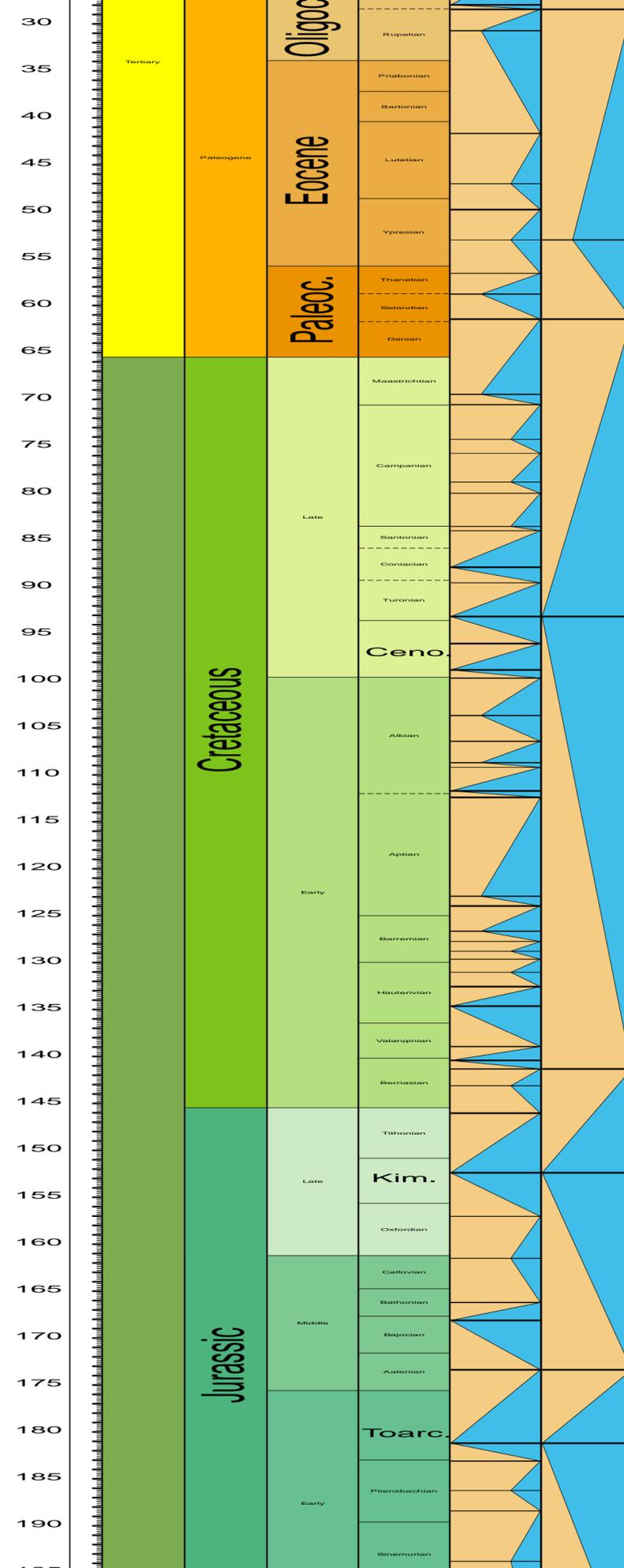
OLIGOCENE-MIOCENE 34 - 14 Ma



Pétrole et géodynamique,
paléogéographie,
paléoenvironnement

Baudin et al., Géologie de la matière organique, Vuibert, 2007

■ Type I
 ■ Type II
 ■ Type III
 ••••• Charbons



Trois périodes riches en roches mères

Trois périodes de haut niveau marin

Cenomanien



Kimmeridgien

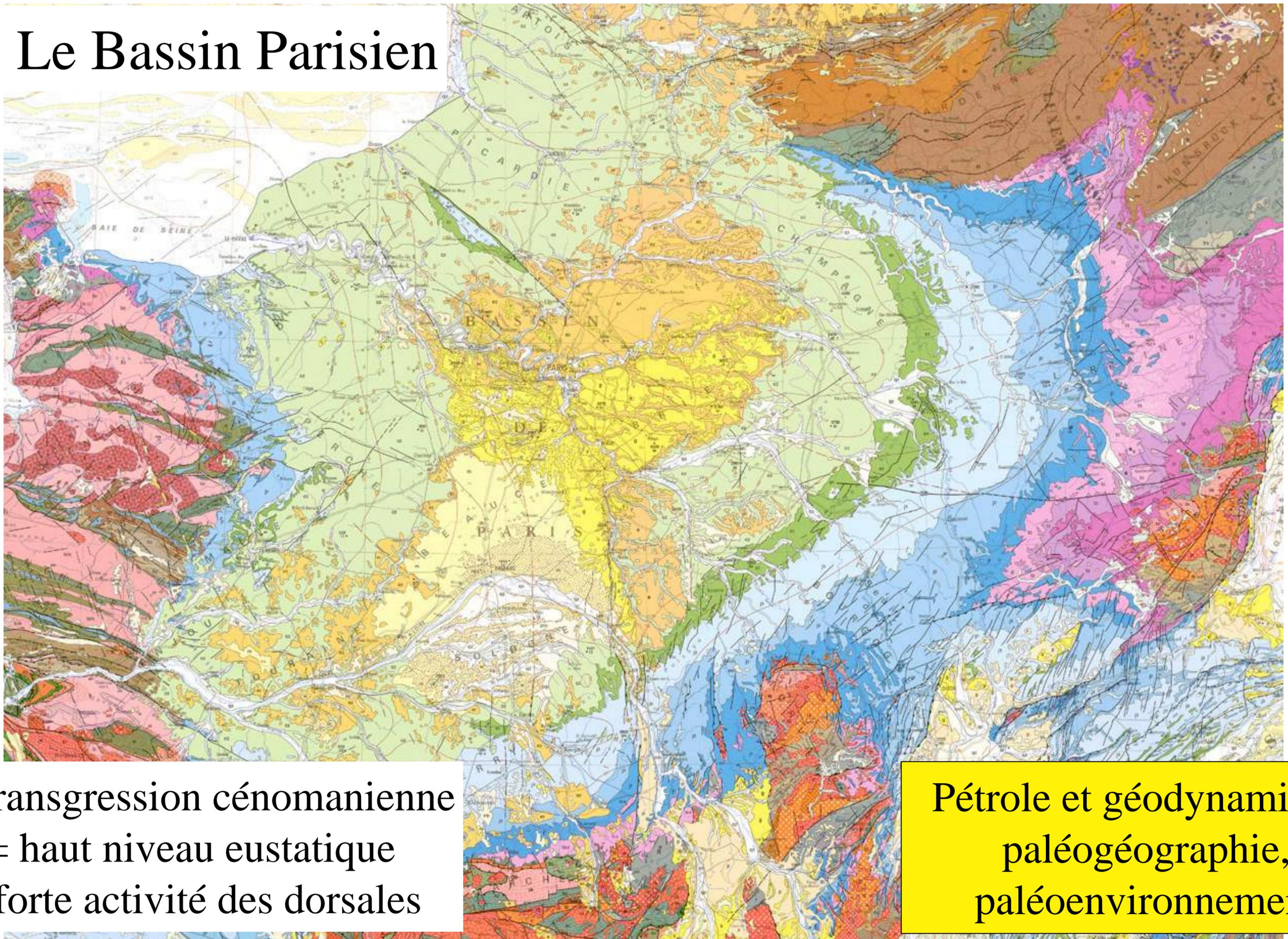


Toarcien



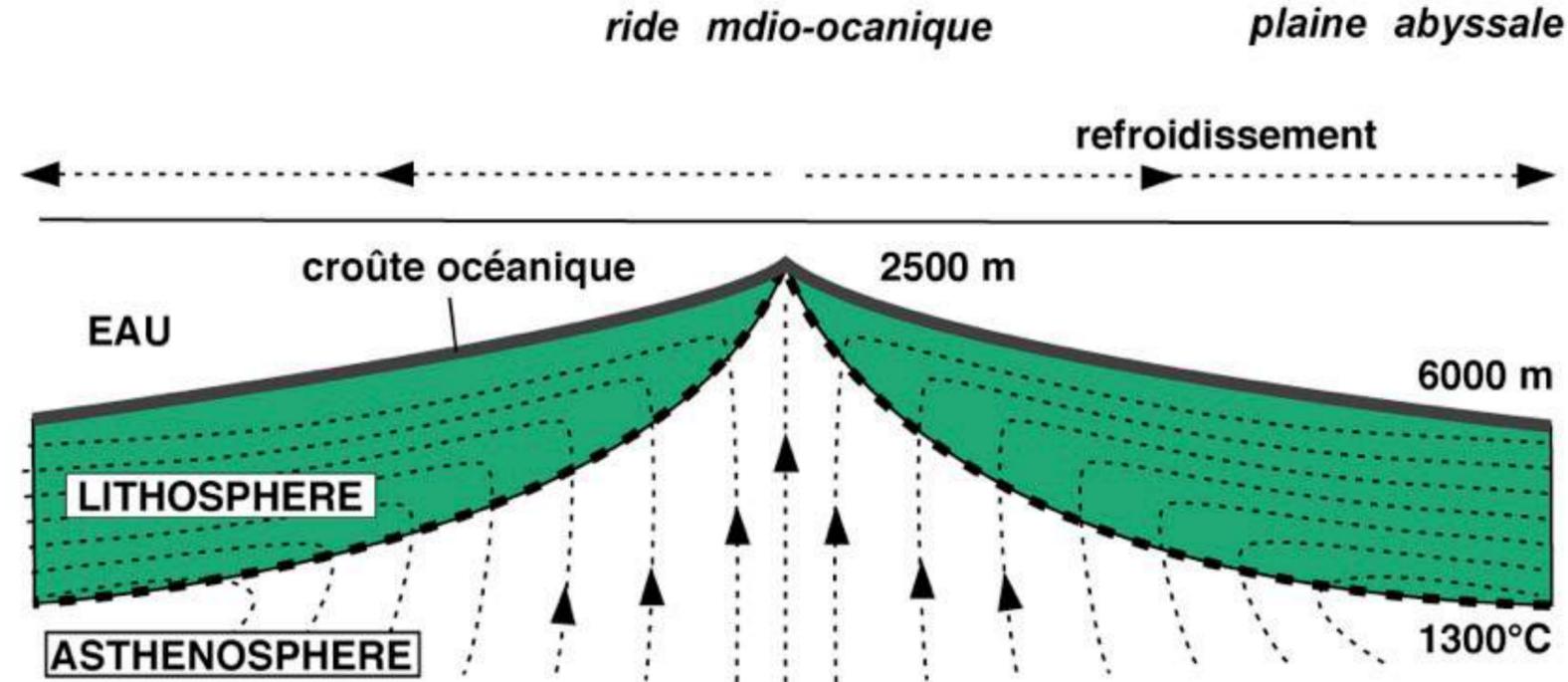
Pétrole et géodynamique,
paléogéographie,
paléoenvironnement

Le Bassin Parisien

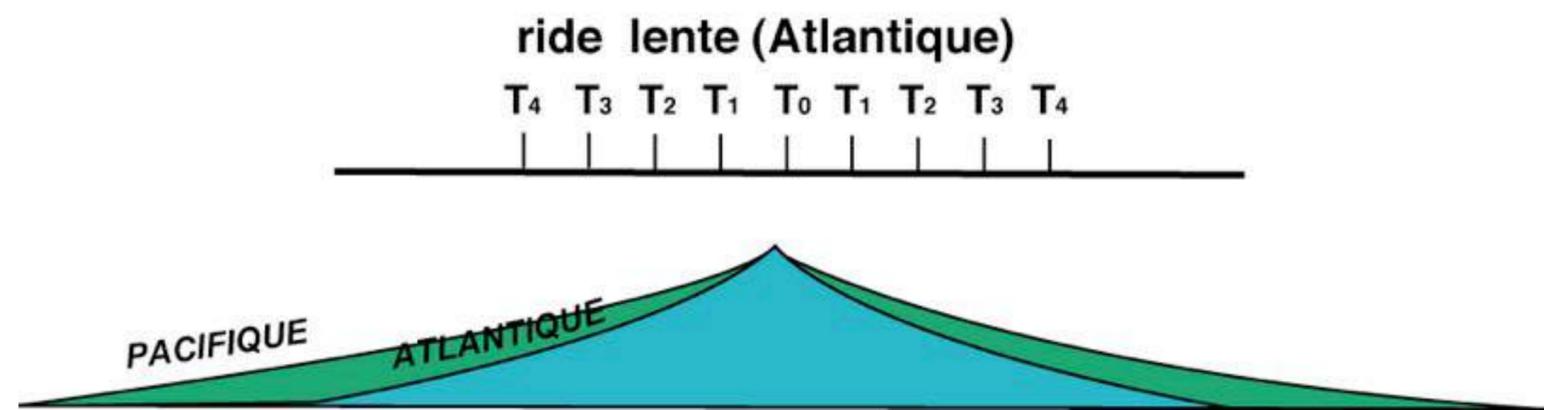
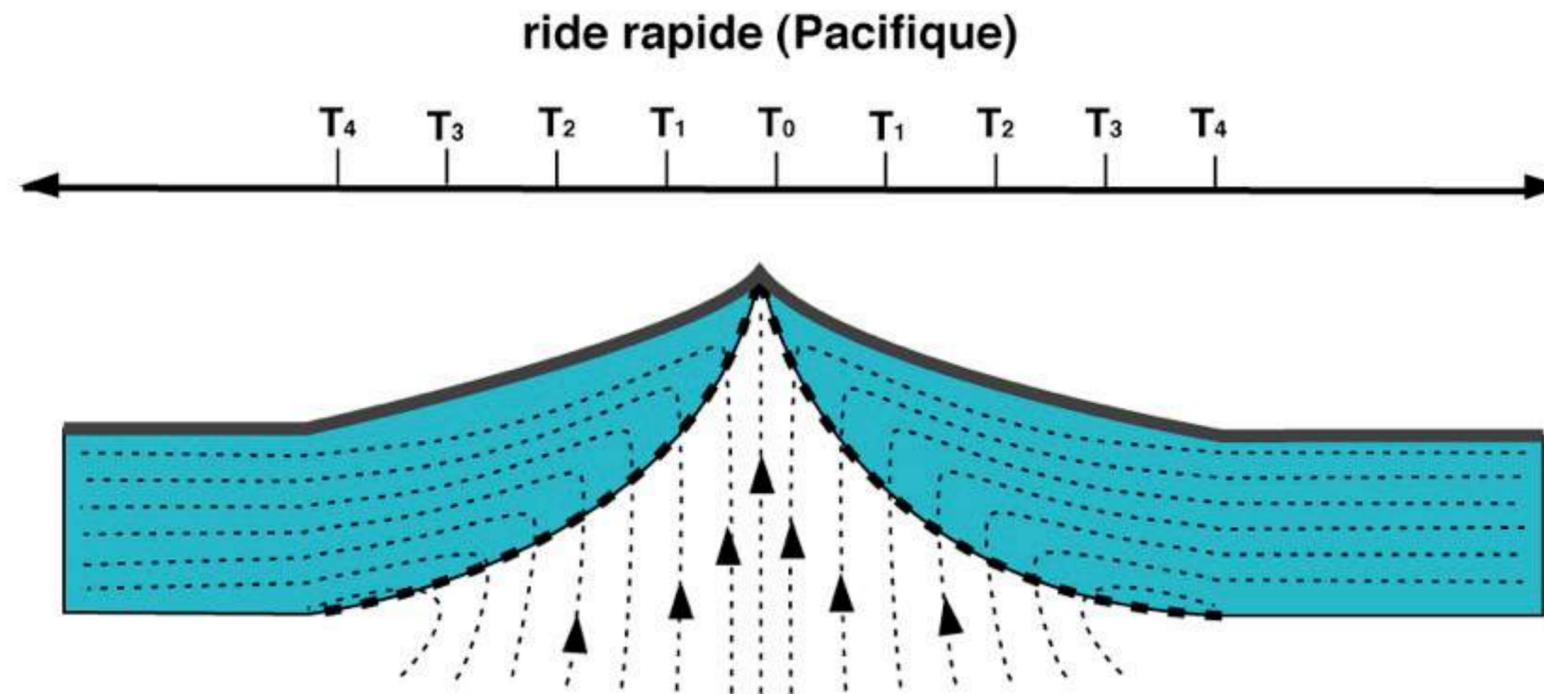


La transgression céno manienne
= haut niveau eustatique
= forte activité des dorsales

Pétrole et géodynamique,
paléogéographie,
paléoenvironnement



La transgression cénomaniennne
 = haut niveau eustatique
 = forte activité des dorsales

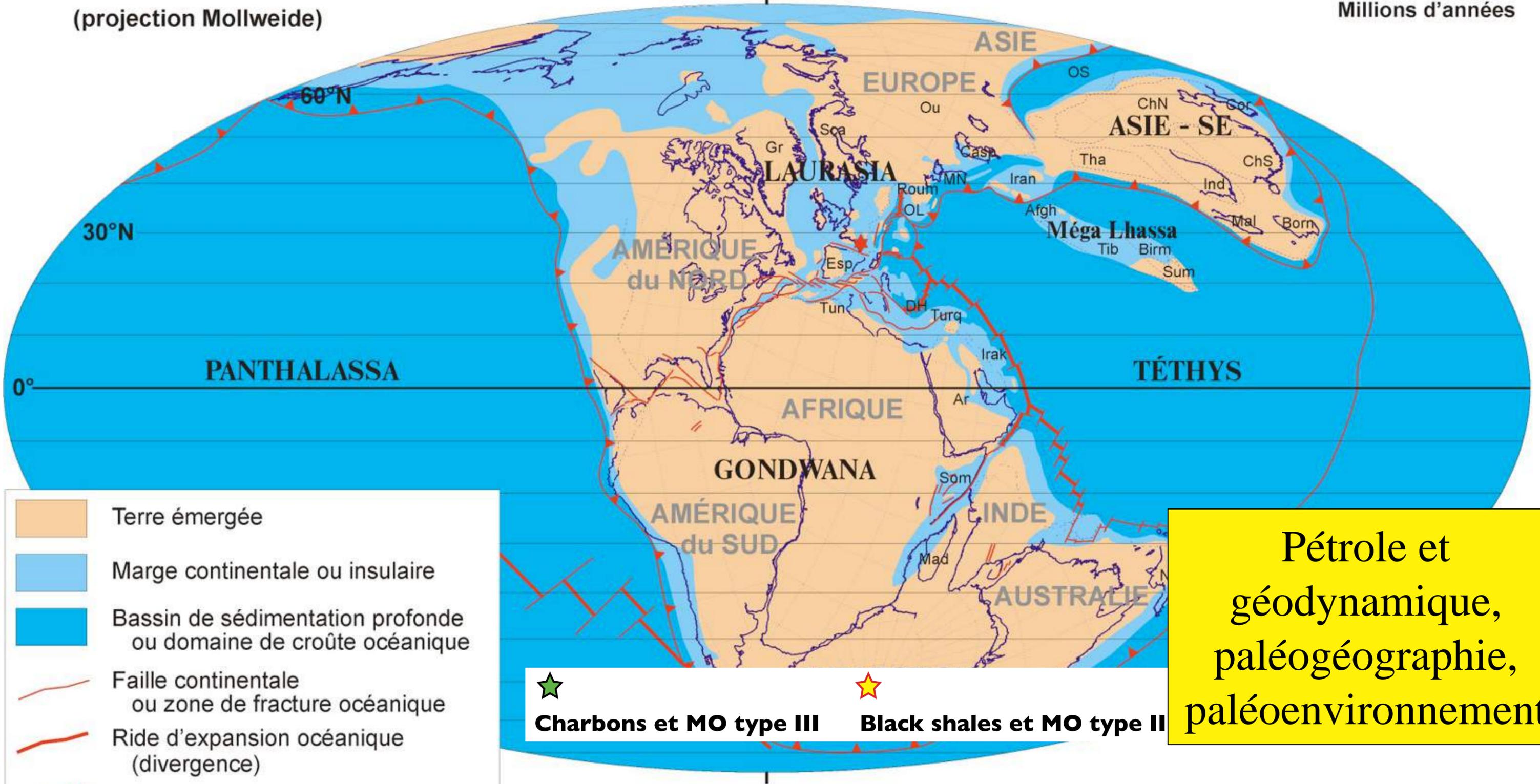
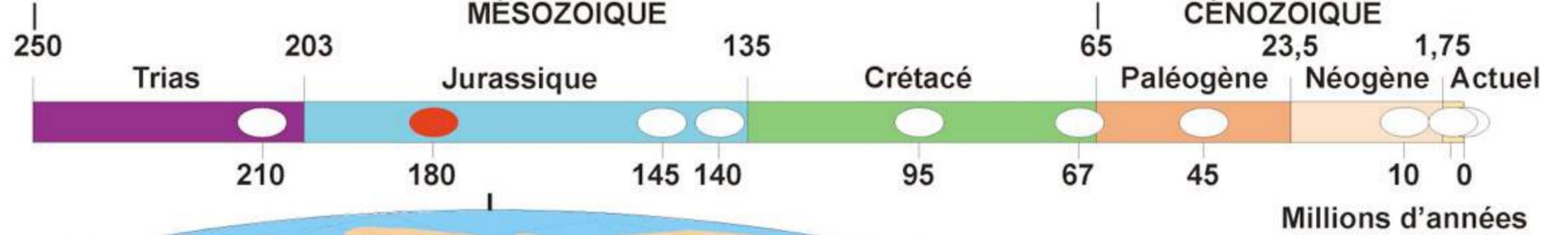


Pétrole et géodynamique,
 paléogéographie,
 paléoenvironnement

TOARCIEN (184-175 Ma)

Position à 180 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

★ Charbons et MO type III ★ Black shales et MO type II

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

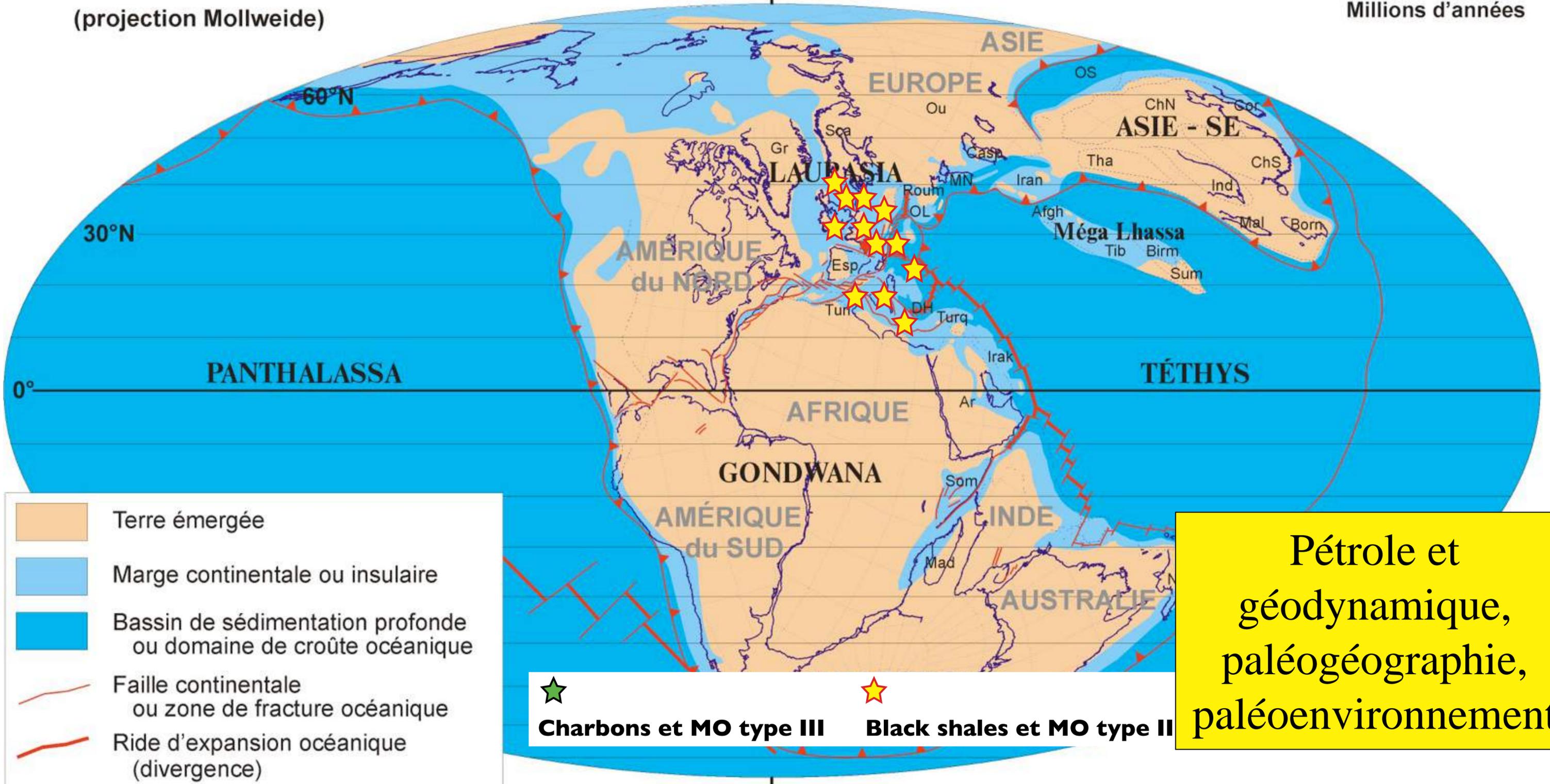
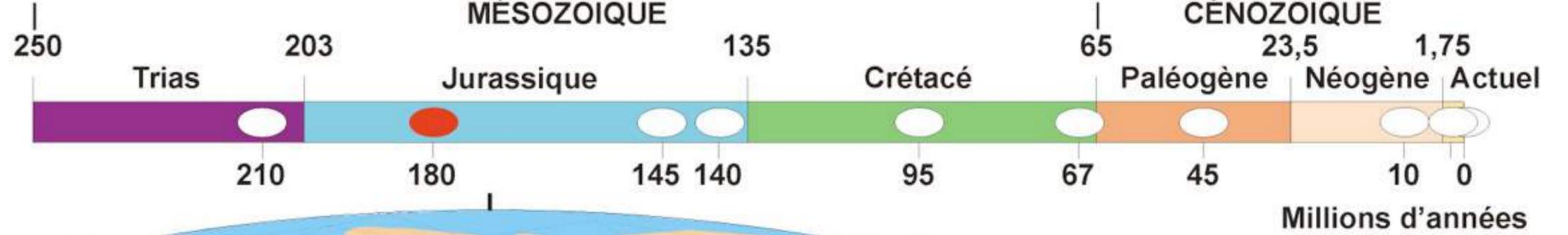
Bruno Vrielynck (2003)

★ Cratère d'impact de la météorite de Rochechouart

TOARCIEN (184-175 Ma)

Position à 180 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

Charbons et MO type III **Black shales et MO type II**

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

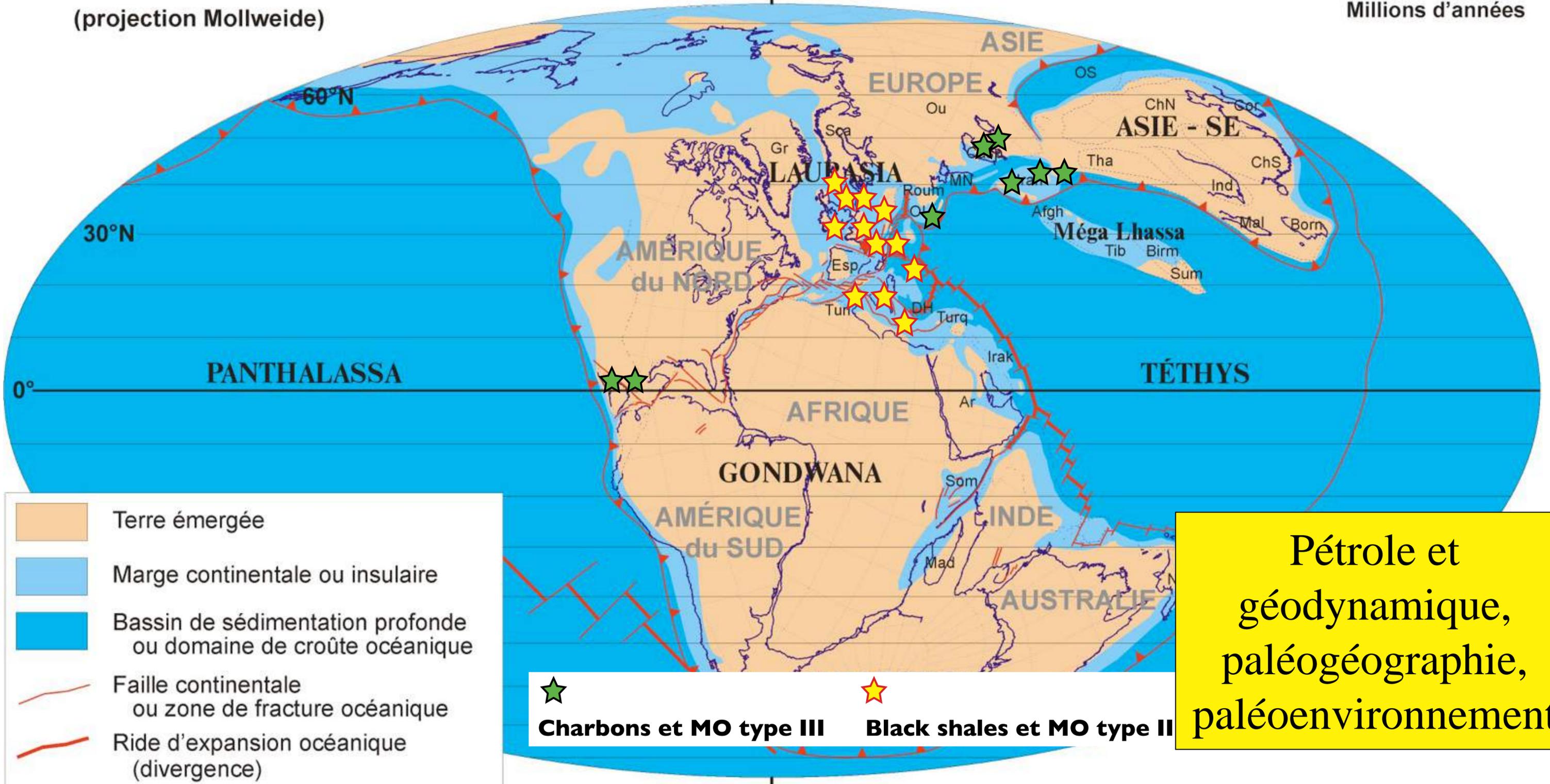
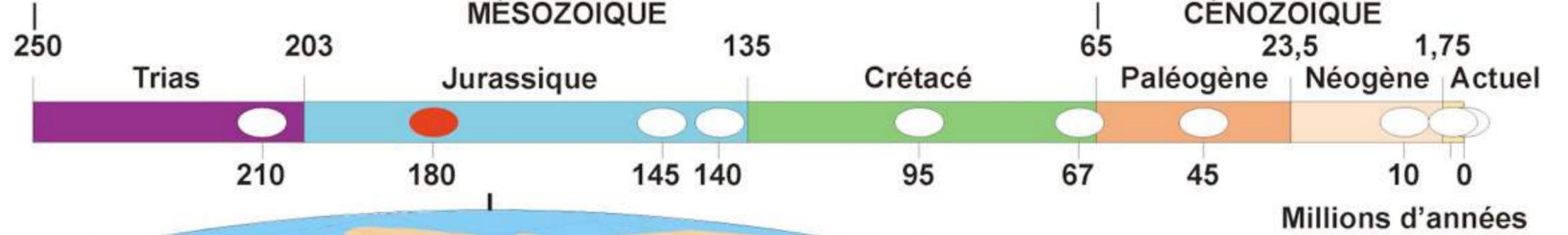
Cratère d'impact de la météorite de Rochechouart

Bruno Vrielynck (2003)

TOARCIEN (184-175 Ma)

Position à 180 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

Charbons et MO type III **Black shales et MO type II**

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

Cratère d'impact de la météorite de Rochechouart

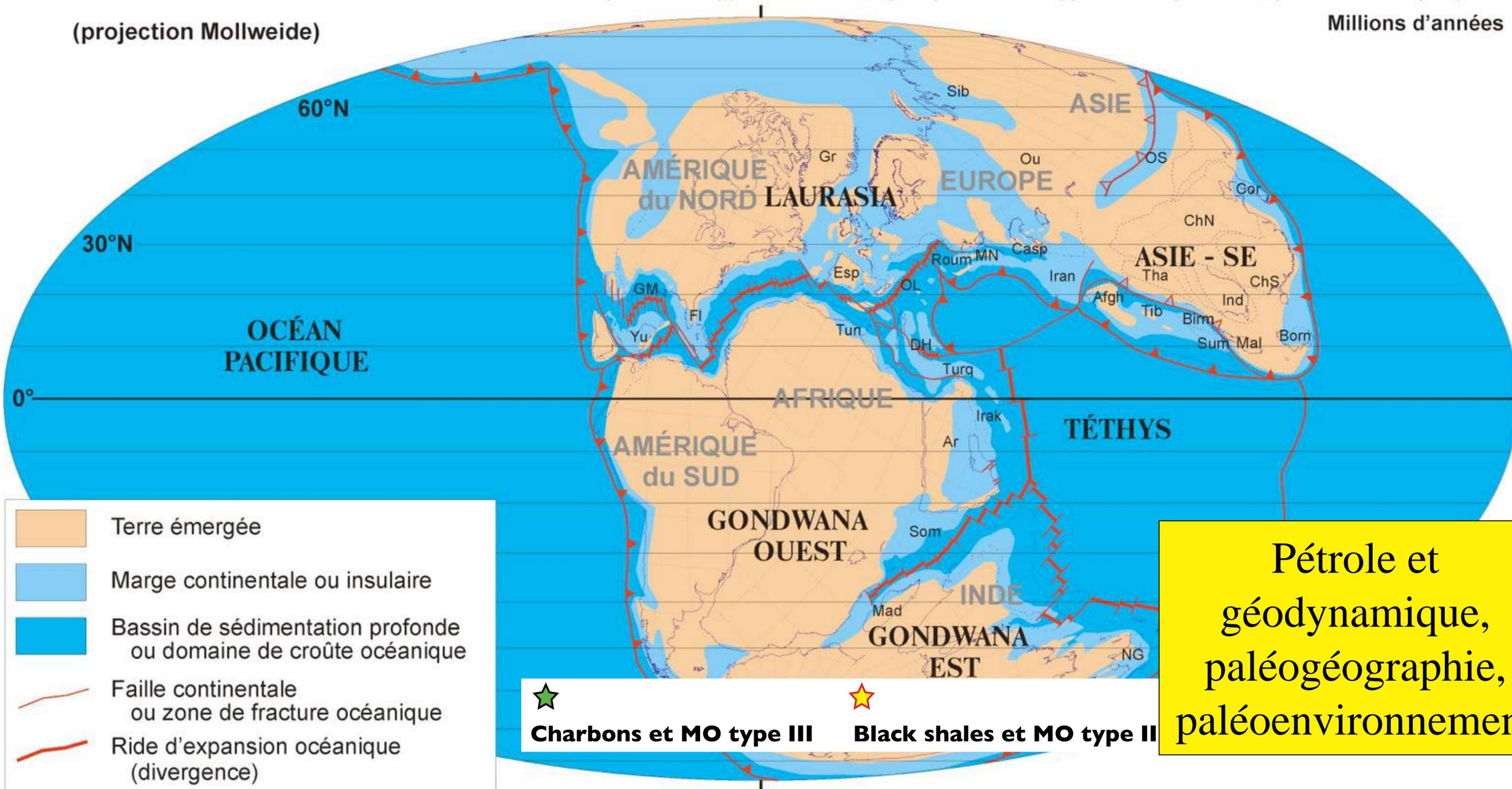
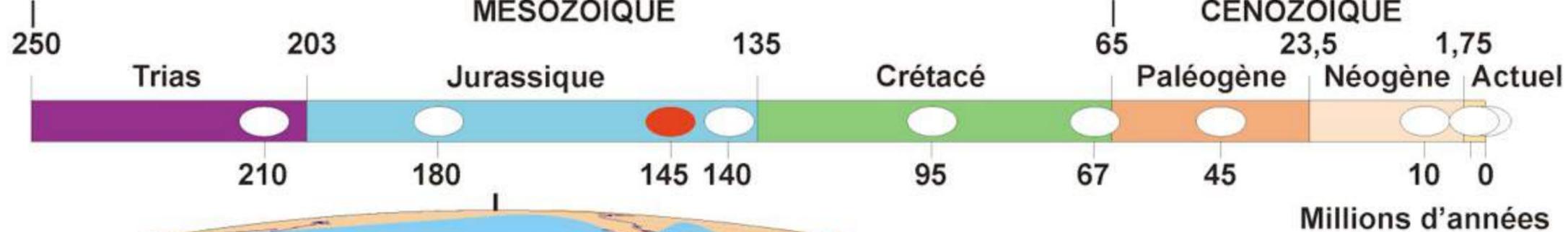
Bruno Vrielynck (2003)

KIMMERIDGIEN

(146-141 Ma)

Position à 145 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

★ Charbons et MO type III ★ Black shales et MO type II

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

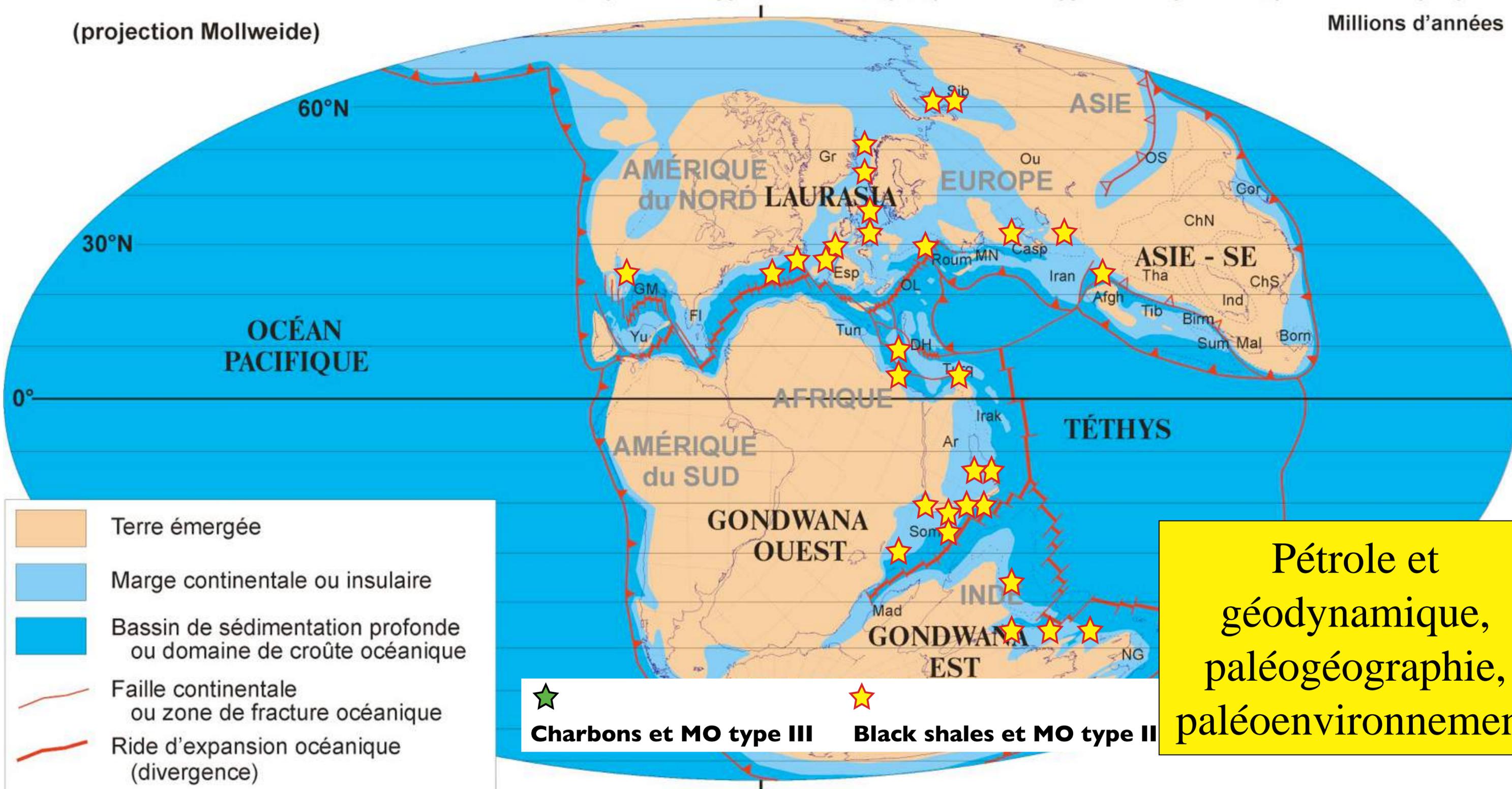
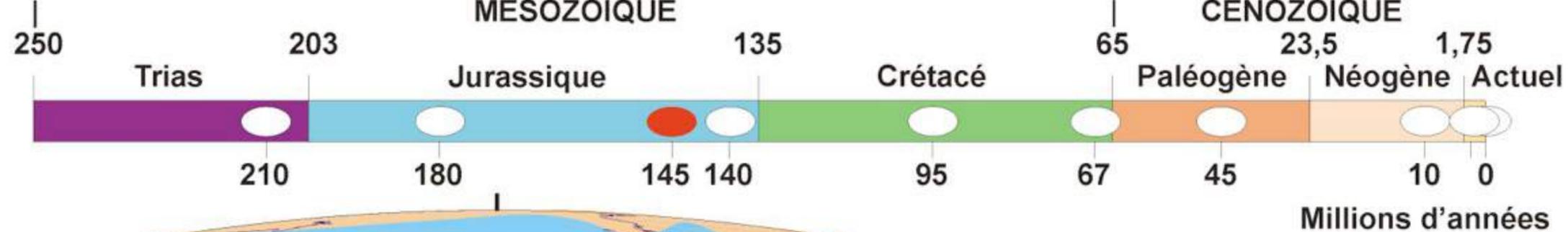
Bruno Vrielynck (2003)

KIMMERIDGIEN

(146-141 Ma)

Position à 145 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faïlle continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

★ Charbons et MO type III ★ Black shales et MO type II

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

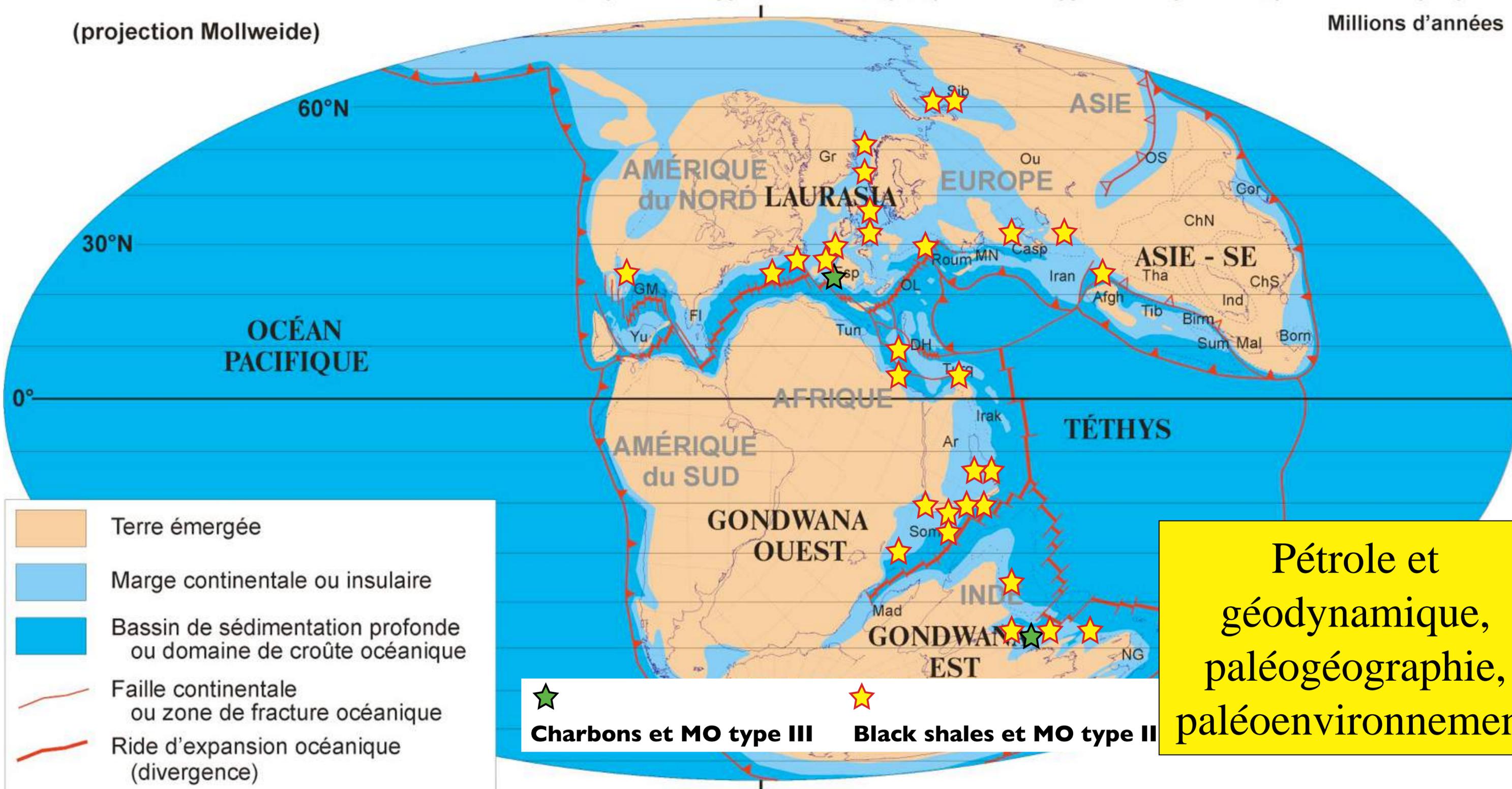
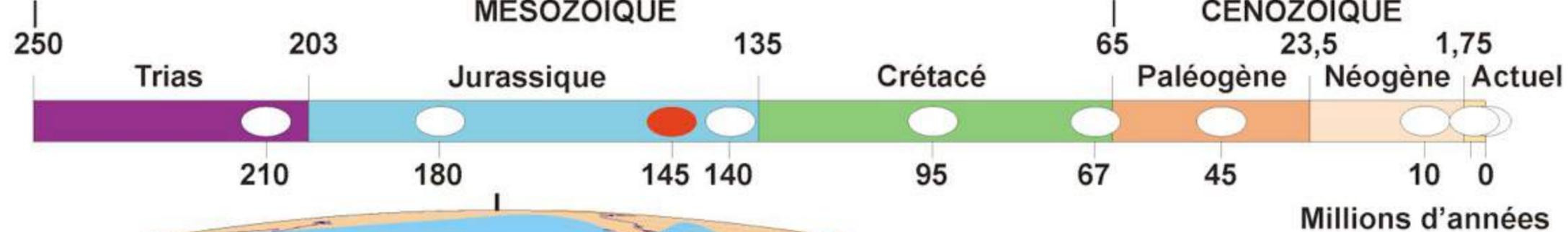
Bruno Vrielynck (2003)

KIMMERIDGIEN

(146-141 Ma)

Position à 145 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

★ Charbons et MO type III ★ Black shales et MO type II

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

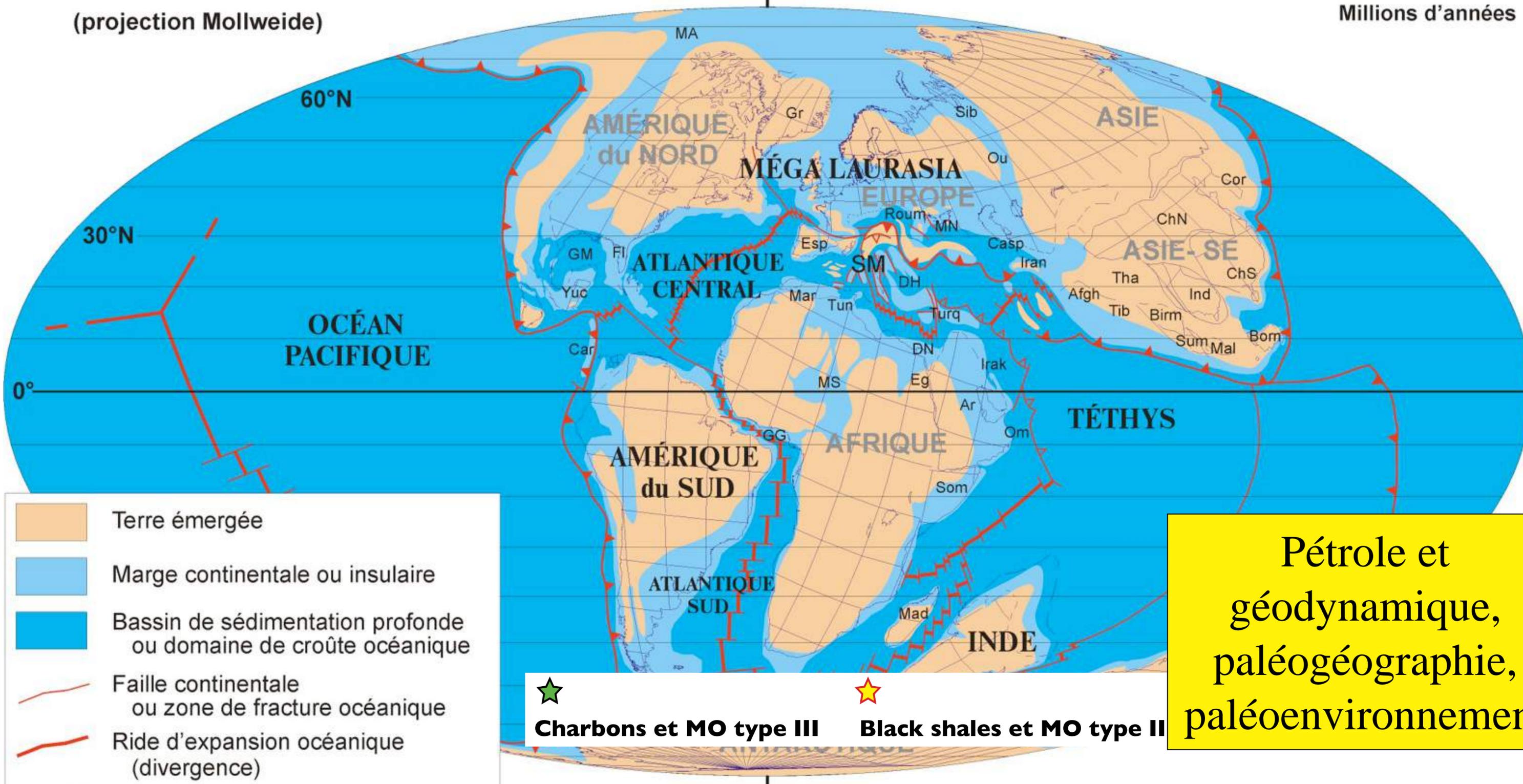
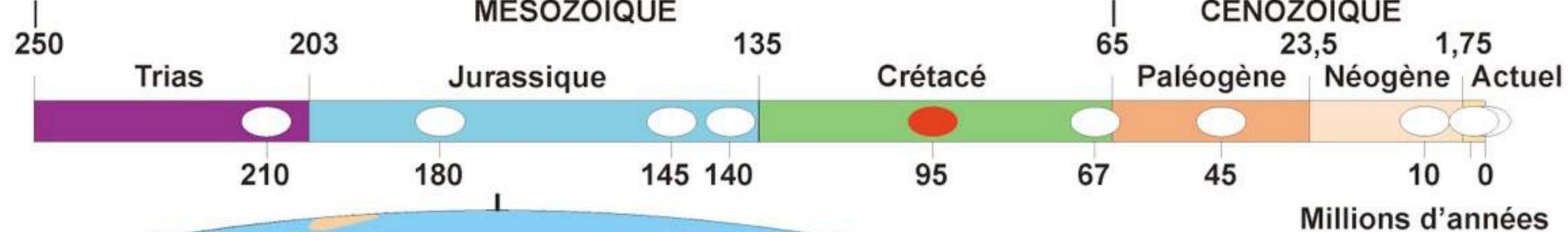
Bruno Vrielynck (2003)

CENOMANIEN

(96-92 Ma)

Position à 95 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

★ Charbons et MO type III ★ Black shales et MO type II

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

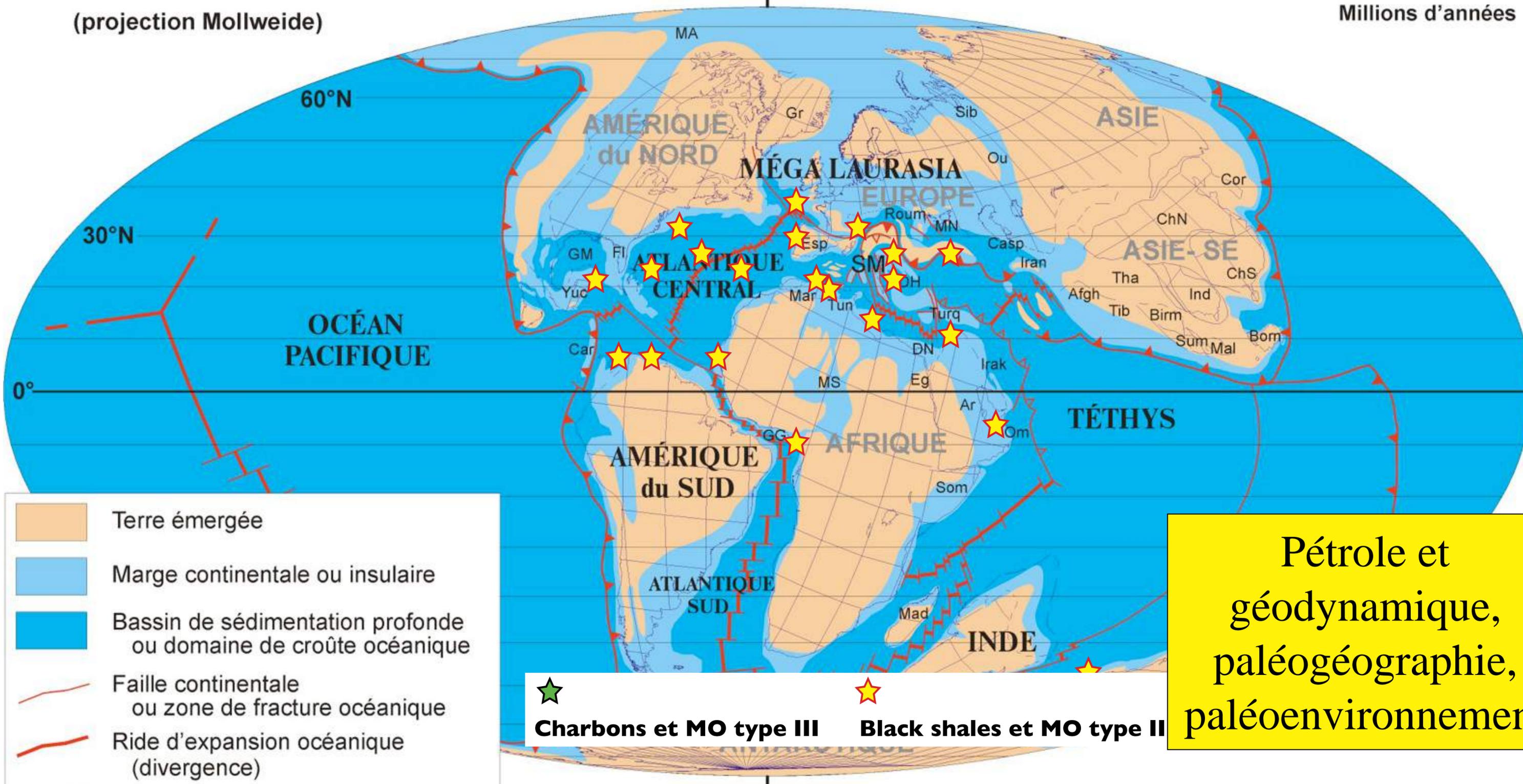
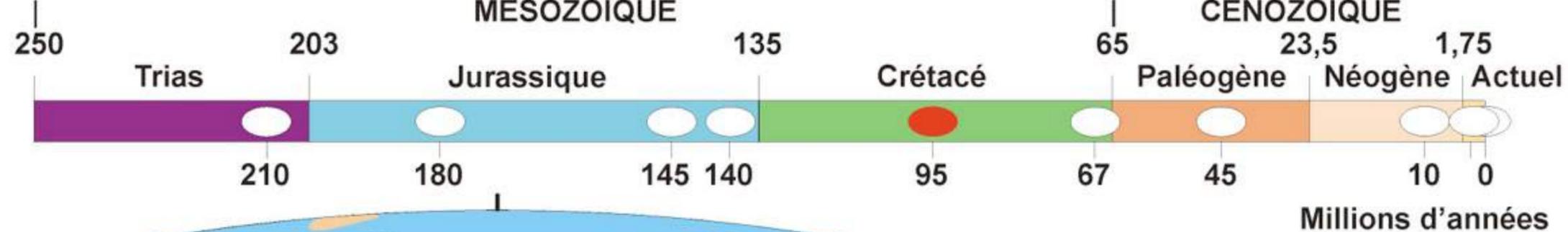
Bruno Vrielynck (2003)

CENOMANIEN

(96-92 Ma)

Position à 95 Ma

(projection Mollweide)



- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

★ Charbons et MO type III ★ Black shales et MO type II

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

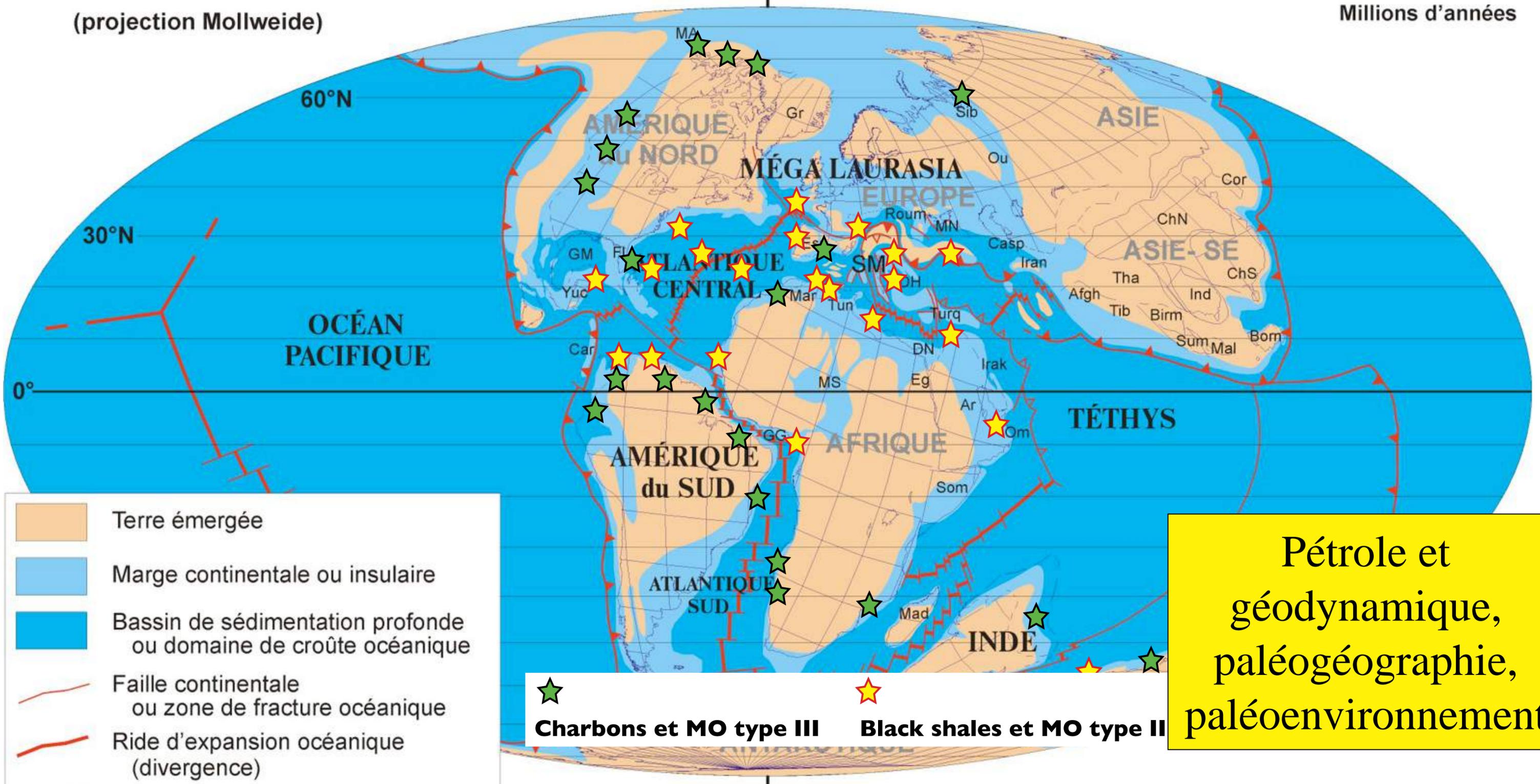
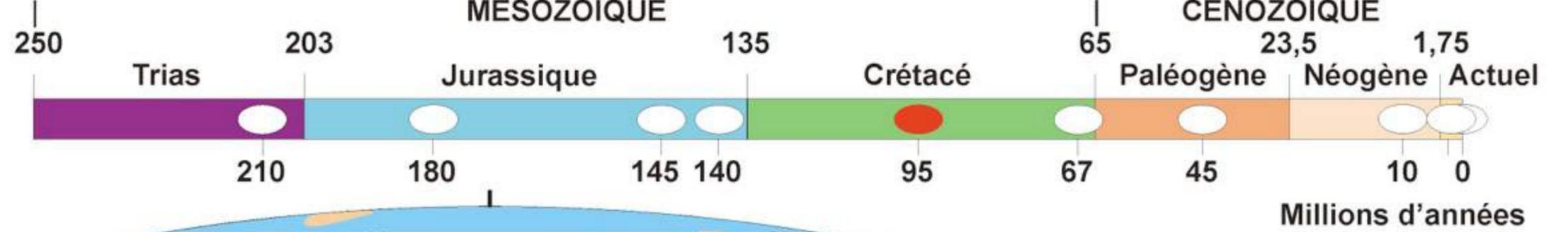
Bruno Vrielynck (2003)

CENOMANIEN

(96-92 Ma)

Position à 95 Ma

(projection Mollweide)



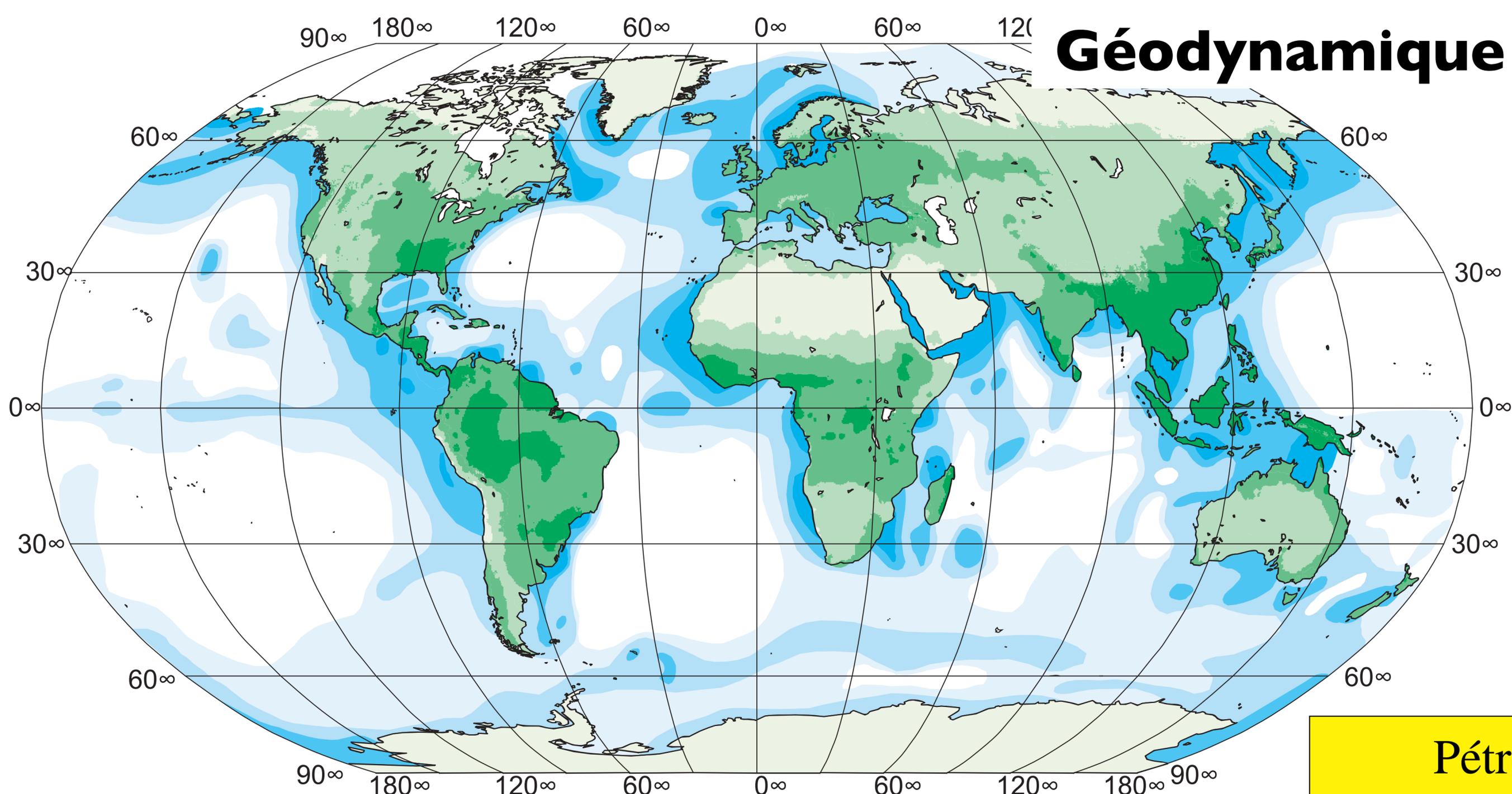
- Terre émergée
- Marge continentale ou insulaire
- Bassin de sédimentation profonde ou domaine de croûte océanique
- Faille continentale ou zone de fracture océanique
- Ride d'expansion océanique (divergence)
- Zone de subduction (convergence)
- Zone de chevauchement ou collision

★ Charbons et MO type III ★ Black shales et MO type II

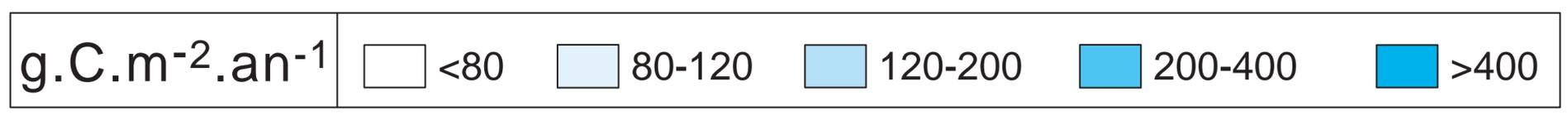
Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

Bruno Vrielynck (2003)

Géodynamique interne

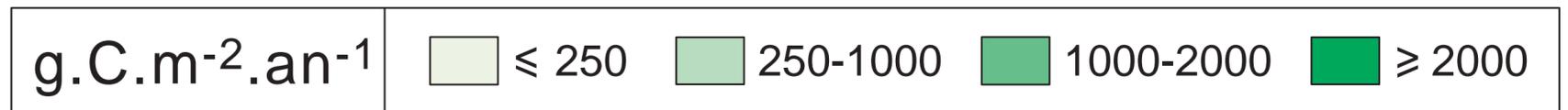


Productivité primaire de l'océan global



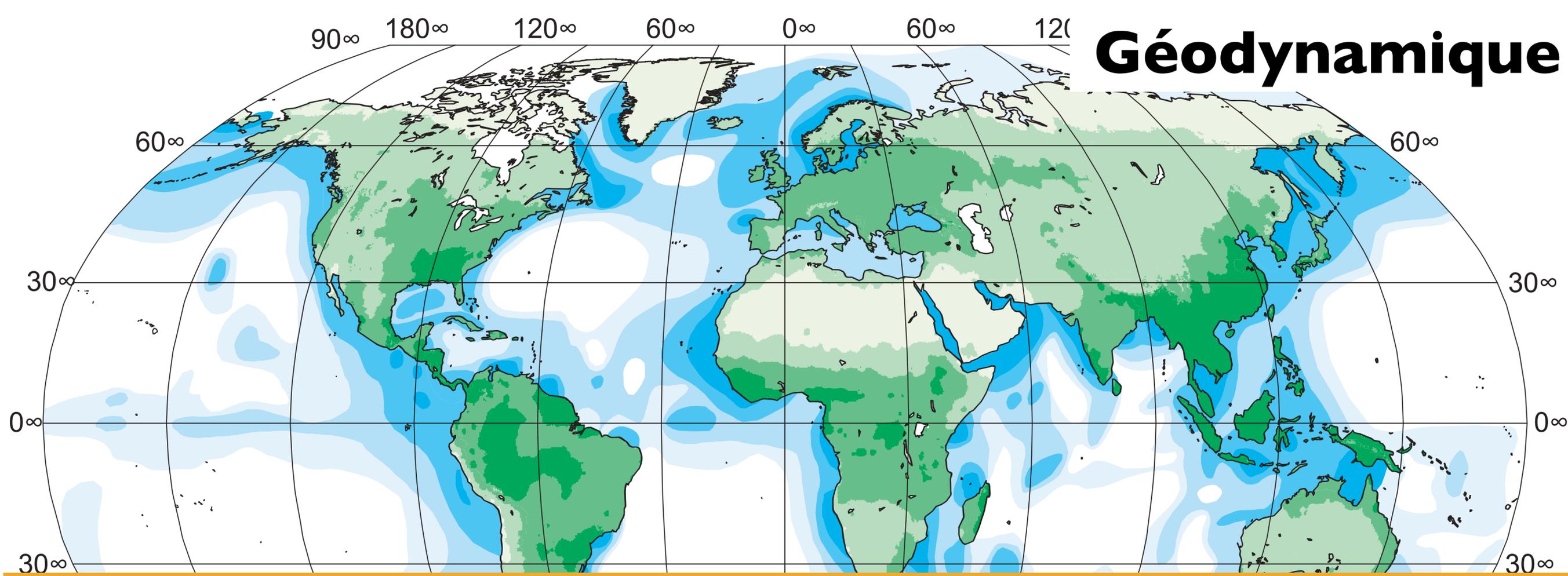
Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

Productivité primaire nette sur les terres émergées

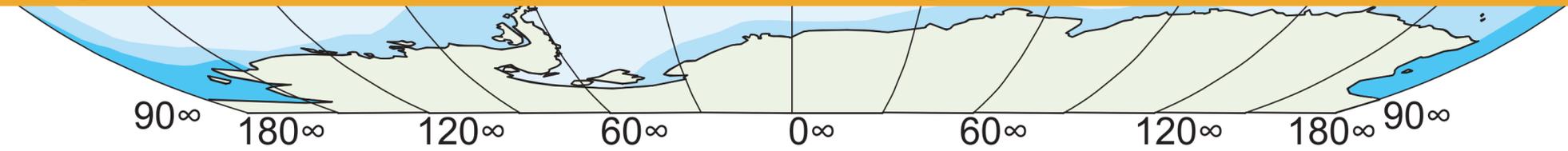


Baudin et al., Géologie de la matière organique, Vuibert, 2007

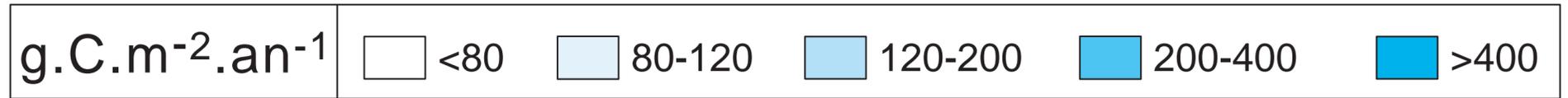
Géodynamique interne



Importance des plateaux continentaux (...**rifting**)
Plus forte productivité pendant les périodes de **haut niveau marin**



Productivité primaire de l'océan global



Productivité primaire nette sur les terres émergées

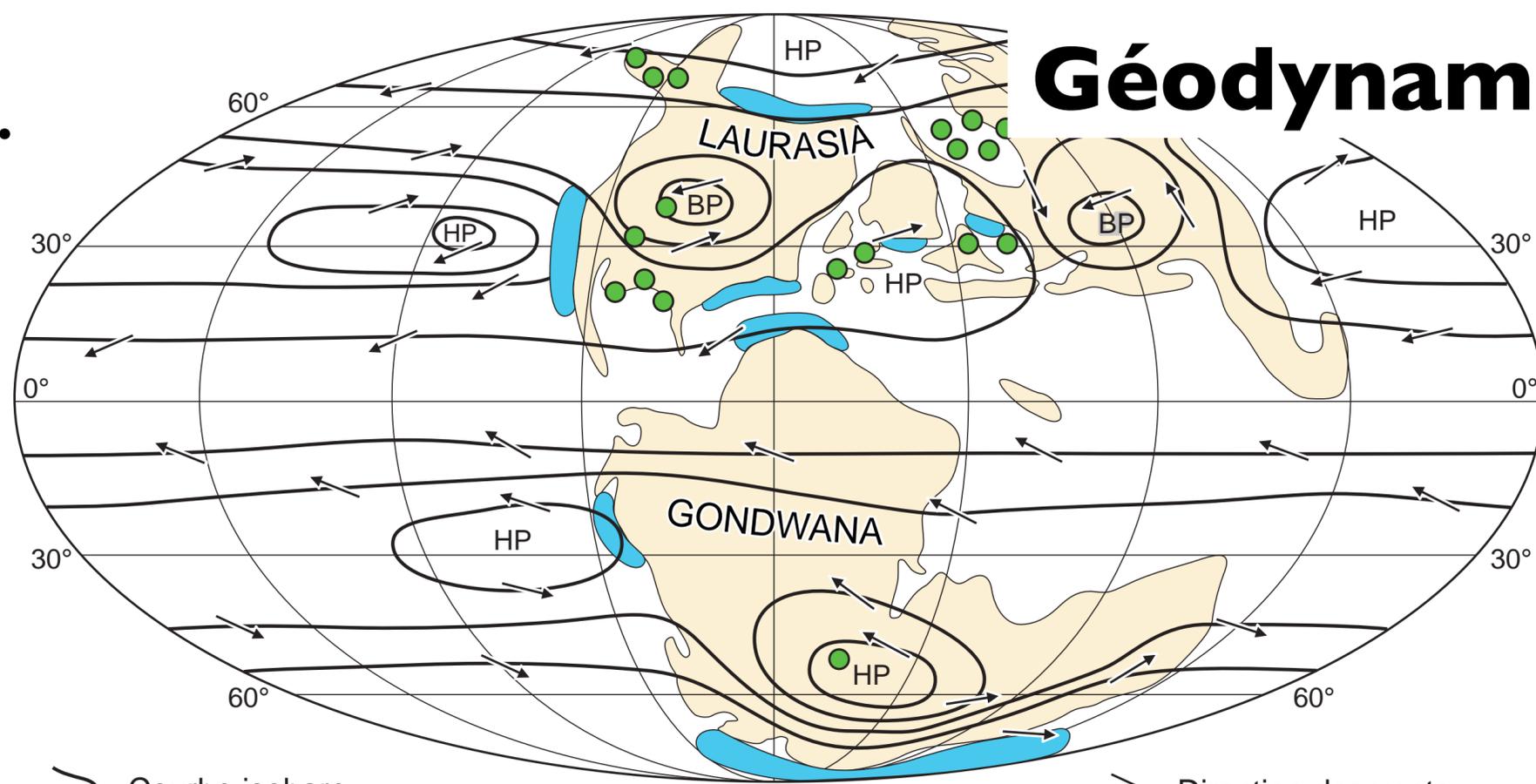


Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

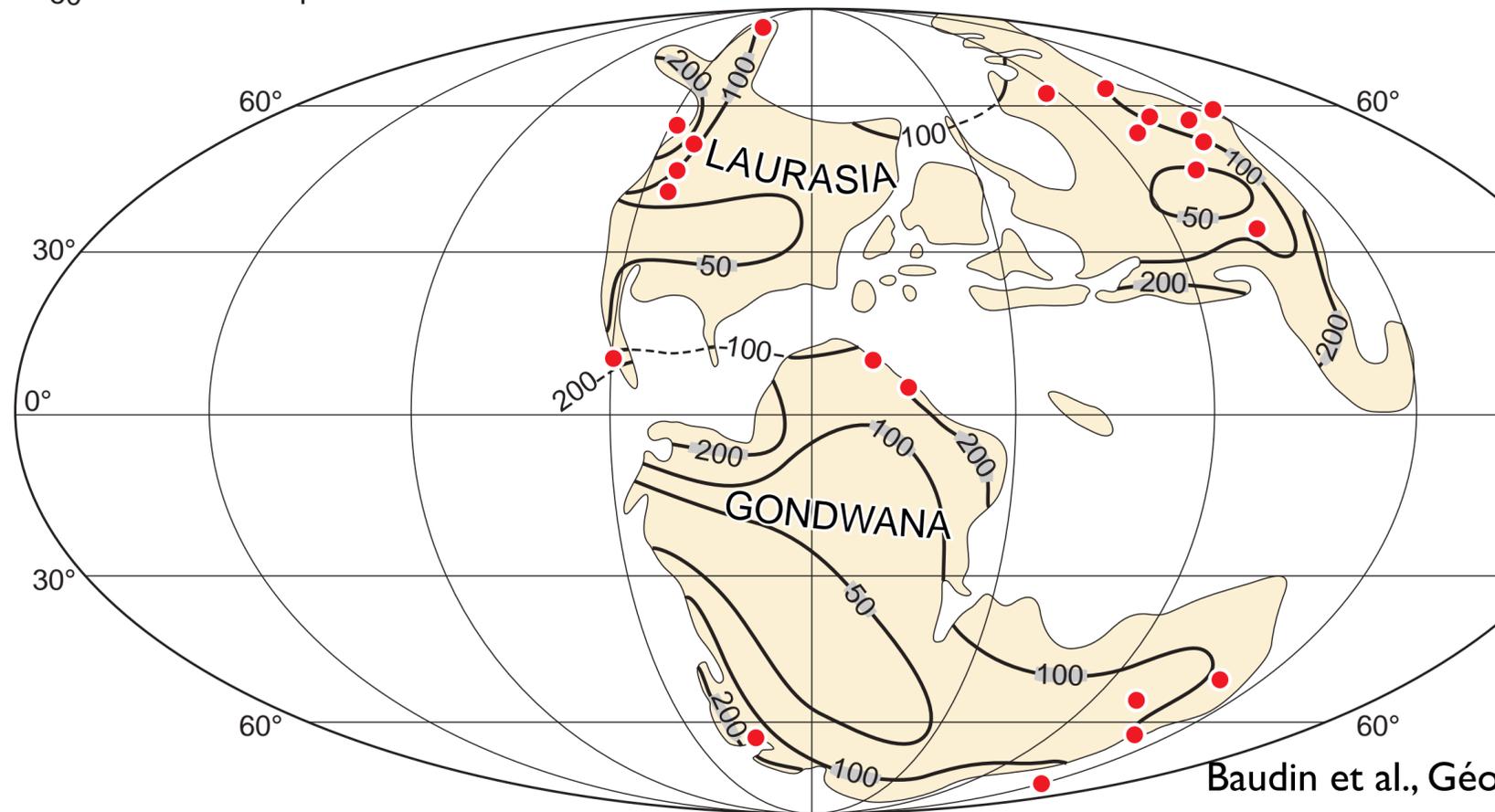
Baudin et al., Géologie de la matière organique, Vuibert, 2007

Jurassique sup.

Géodynamique externe



- Courbe isobare
- HP : Zone de haute pression=anticyclone
- BP : Zone de basse pression
- 50- Courbe de pluviosité relative
- Direction des vents
- Roches riches en Corg
- Upwelling
- Charbons

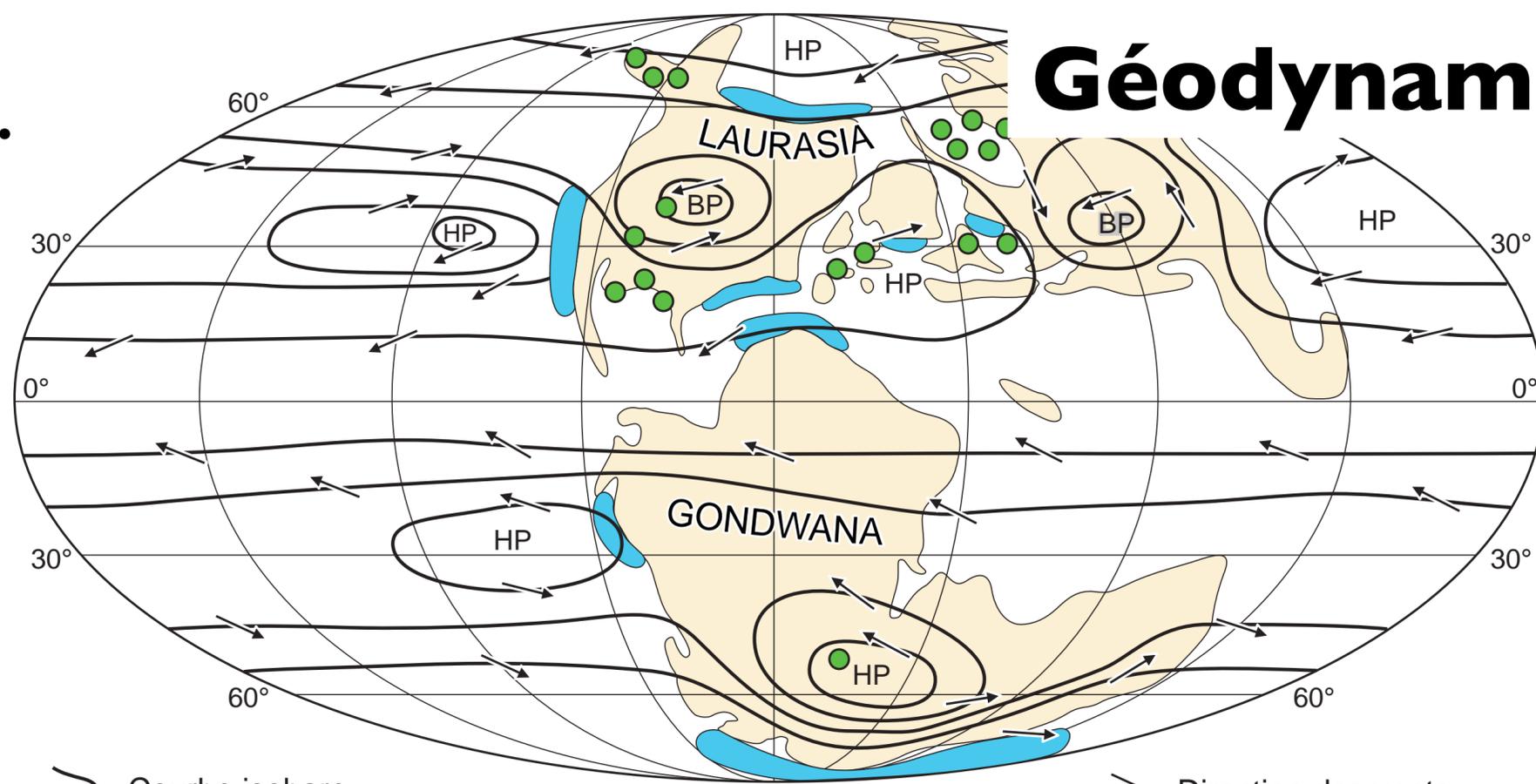


Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

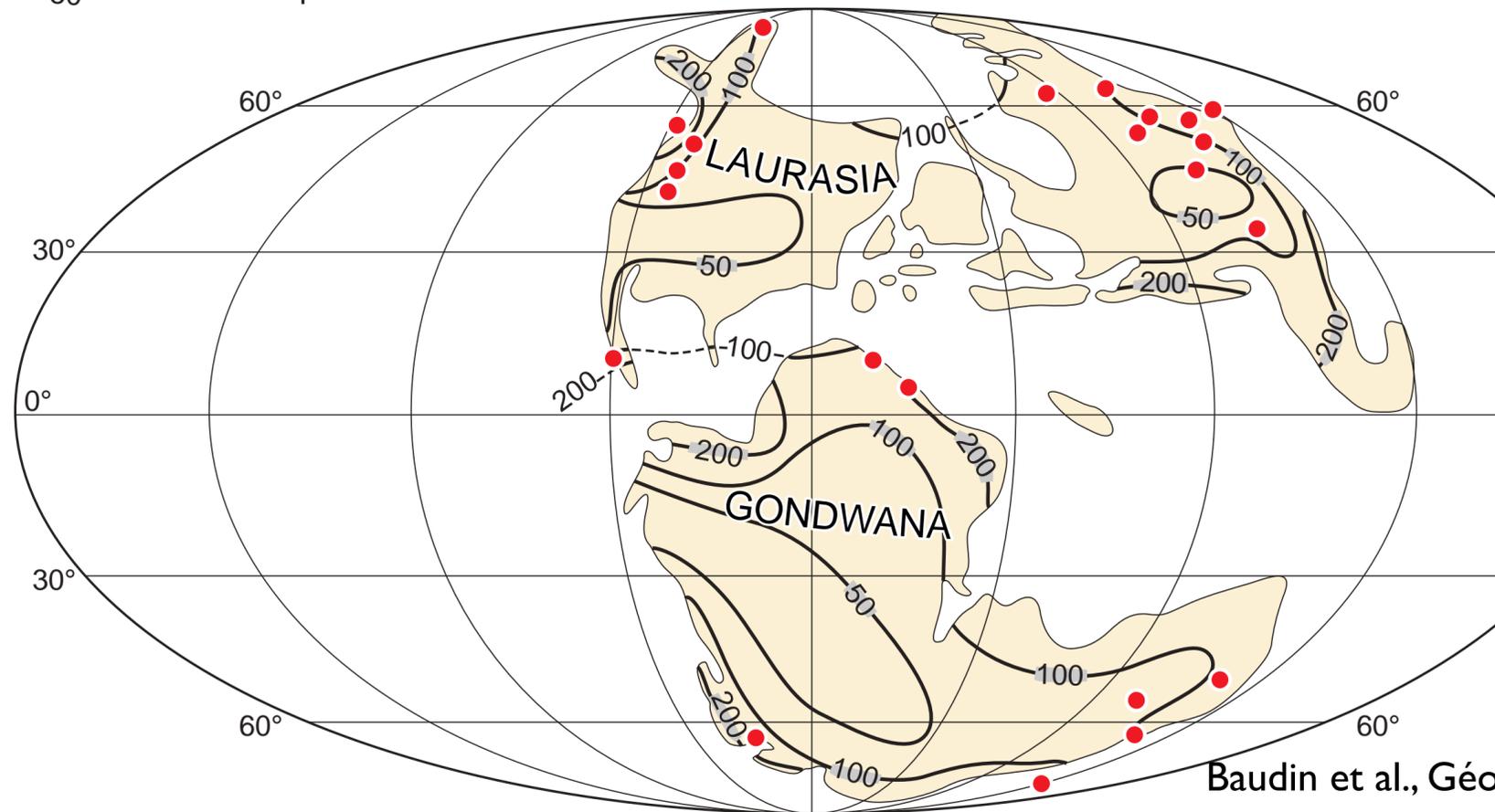
Jurassique sup.

Upwellings

Géodynamique externe



- Courbe isobare
- HP : Zone de haute pression=anticyclone
- BP : Zone de basse pression
- 50- Courbe de pluviosité relative
- Direction des vents
- Roches riches en Corg
- Upwelling
- Charbons

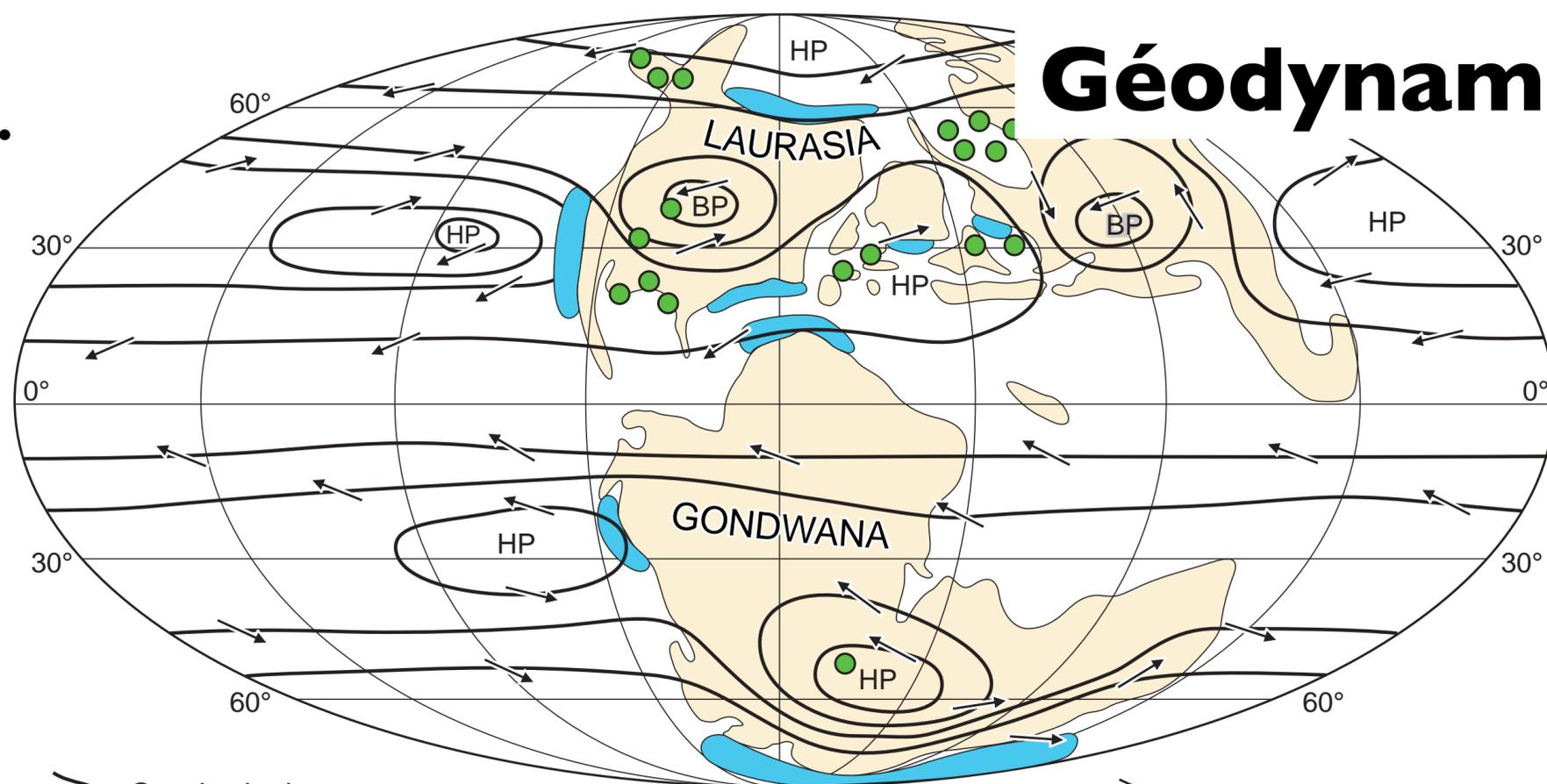


Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement

Jurassique sup.

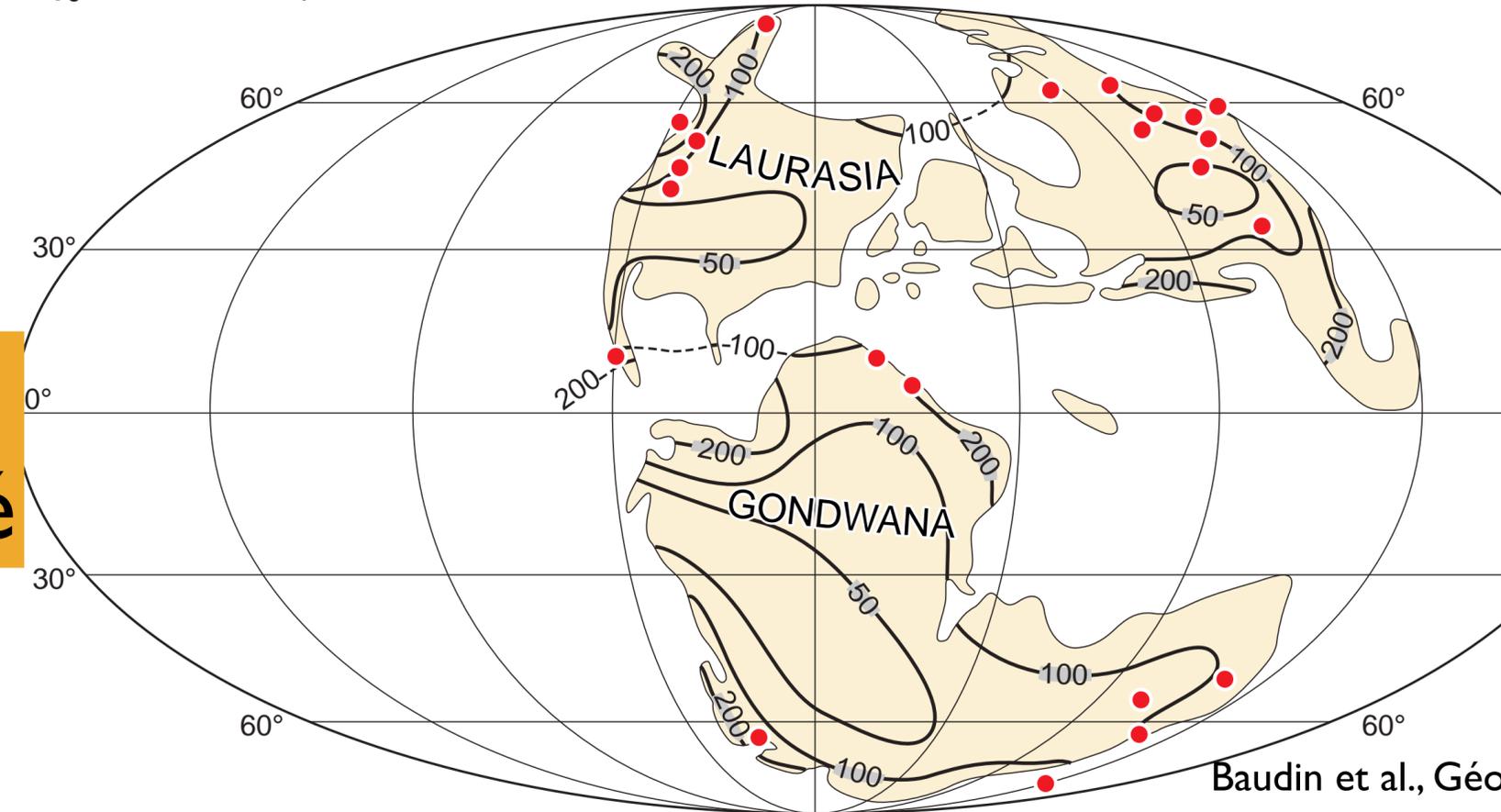
Géodynamique externe

Upwellings



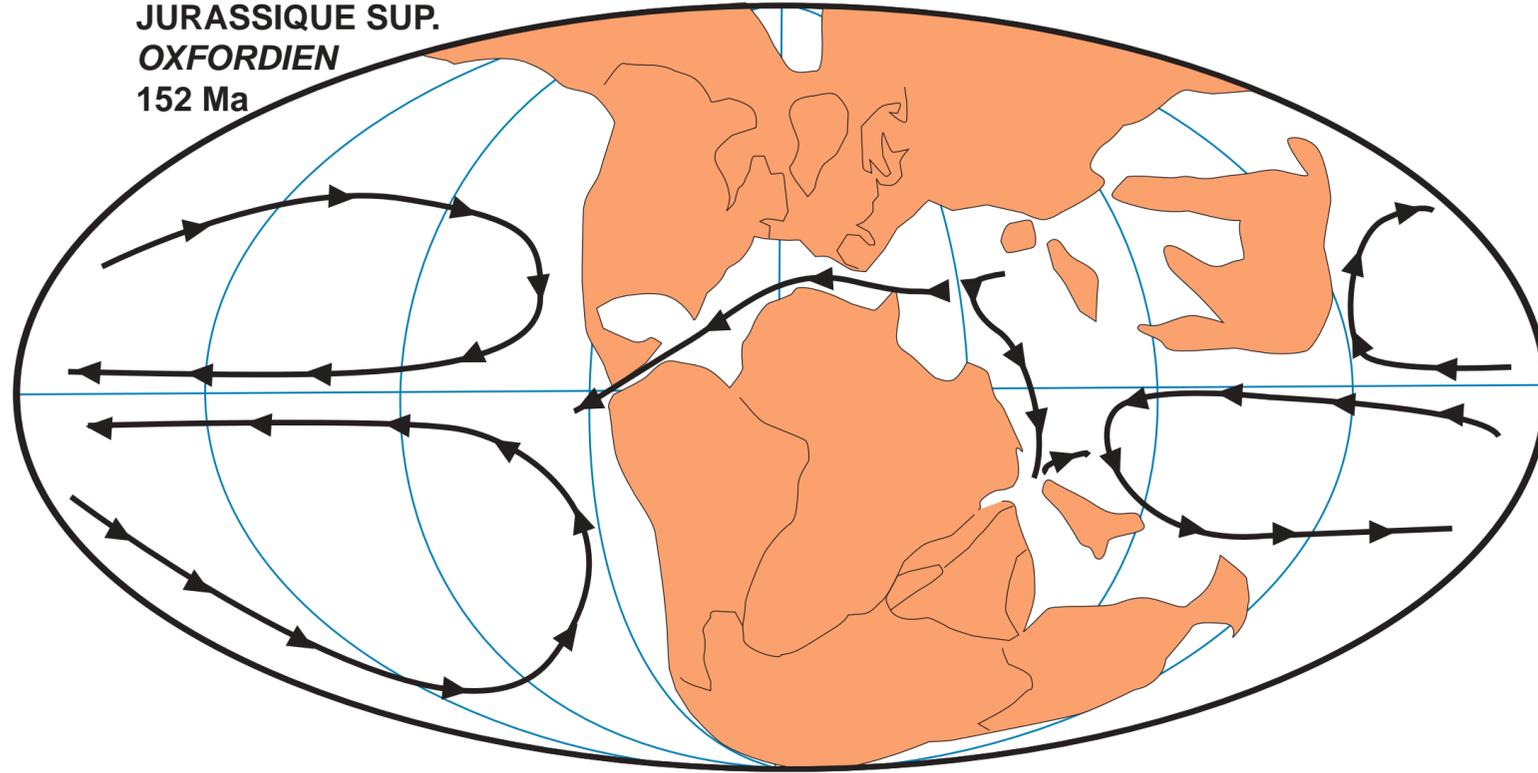
- U Courbe isobare
- HP : Zone de haute pression=anticyclone
- BP : Zone de basse pression
- 50- Courbe de pluviosité relative
- Direction des vents
- Roches riches en Corg
- Upwelling
- Charbons

Climat
ici la pluviosité

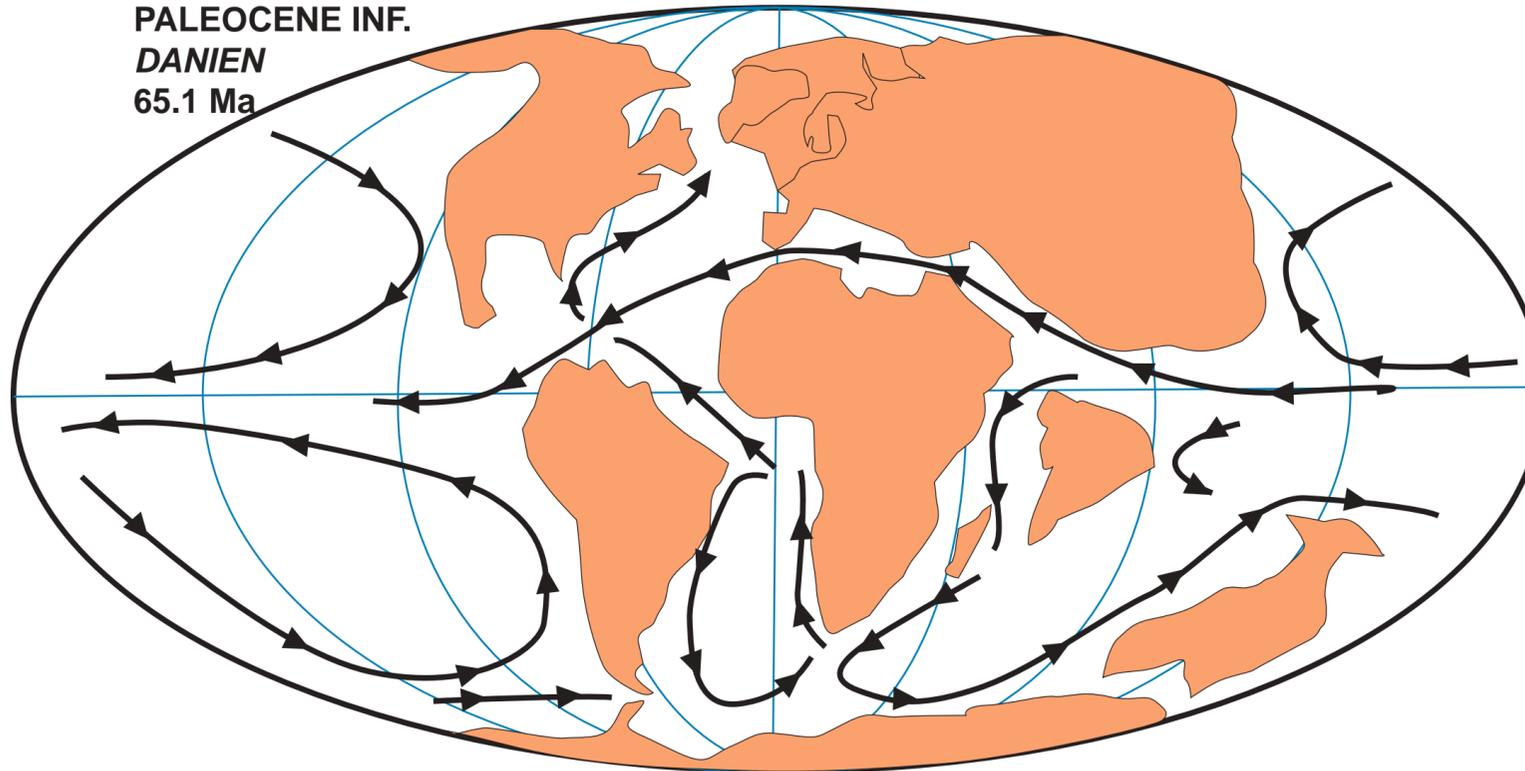


Pétrole et
géodynamique,
paléogéographie,
paléoenvironnement

JURASSIQUE SUP.
OXFORDIEN
152 Ma

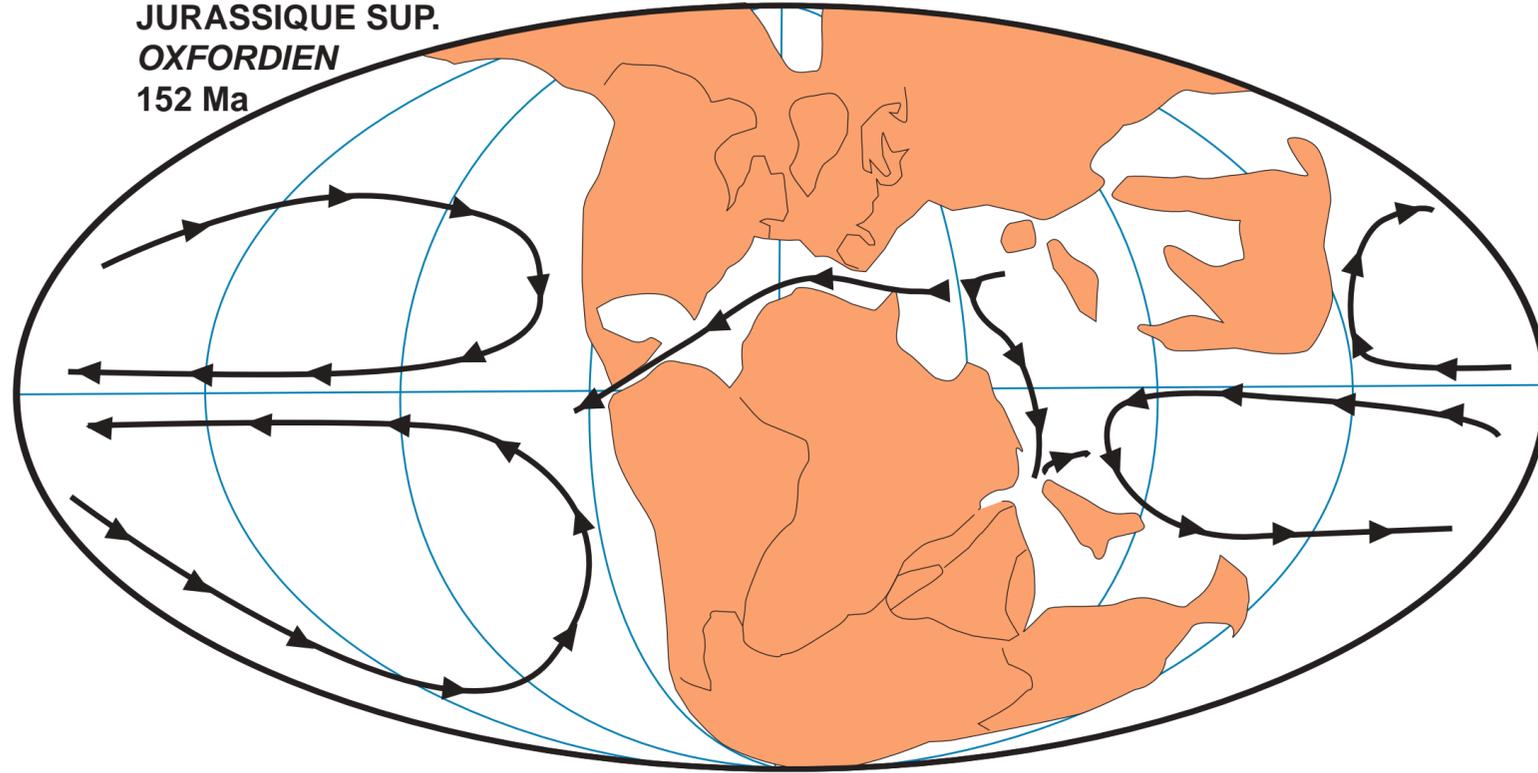


PALEOCENE INF.
DANIEN
65.1 Ma

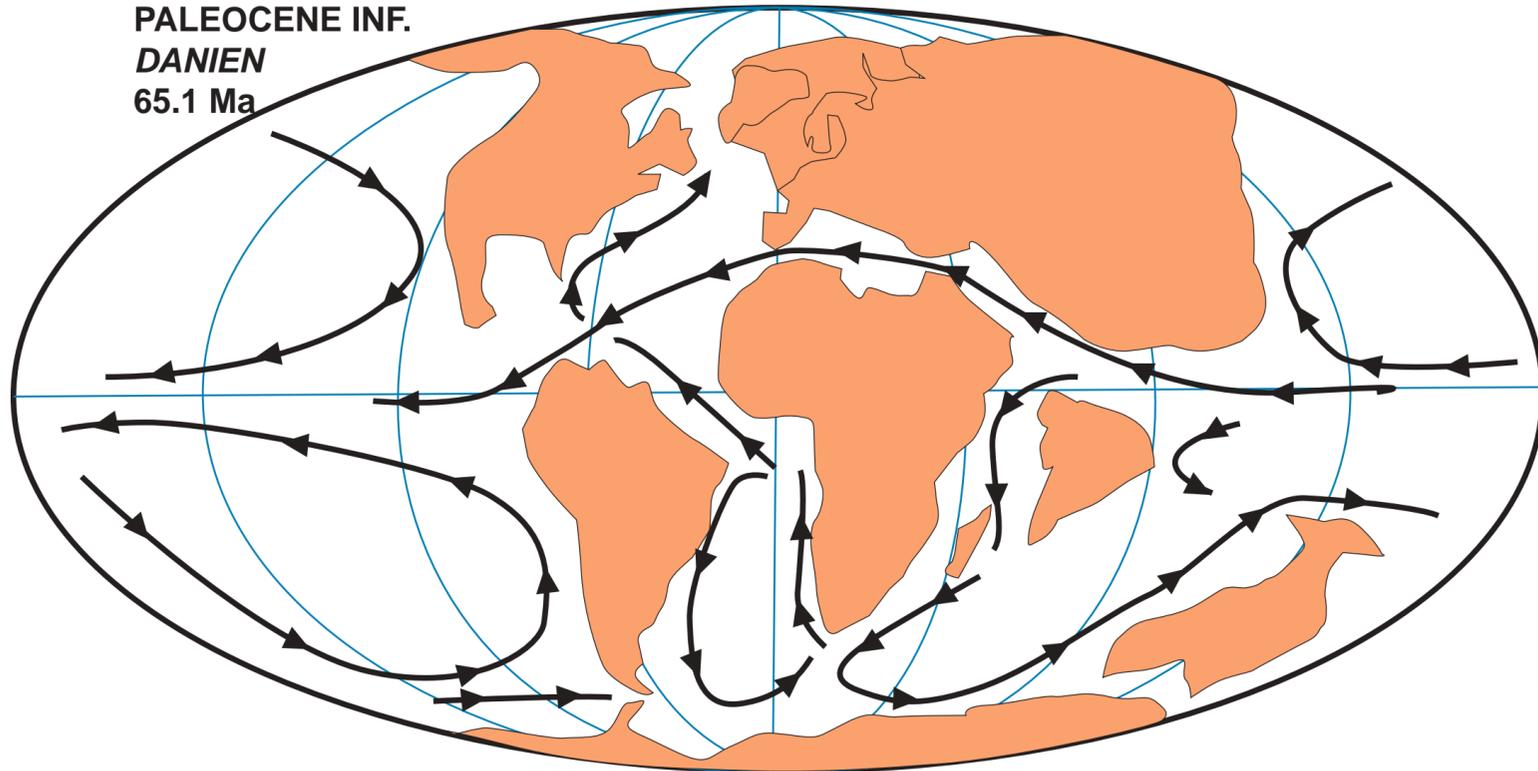


Pétrole et
géodynamique,
paléogéographie,
paléoenvironnement

JURASSIQUE SUP.
OXFORDIEN
152 Ma



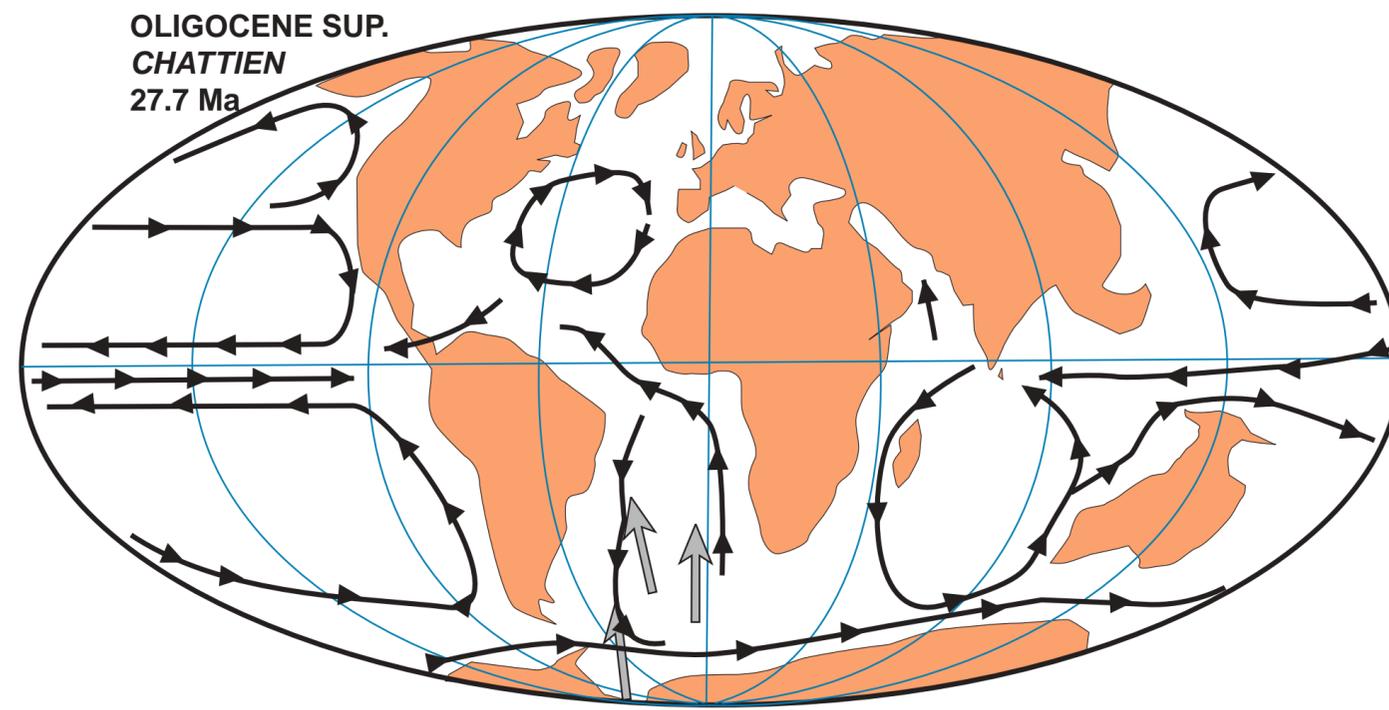
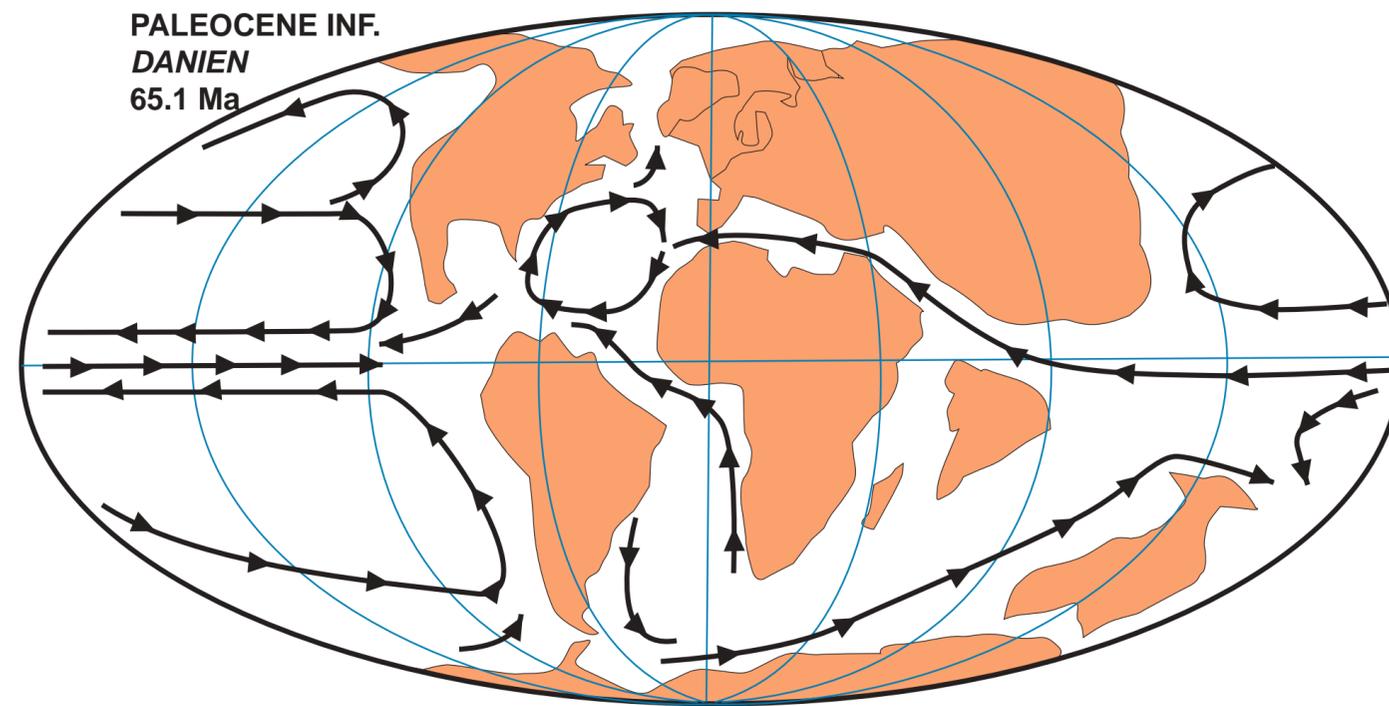
PALEOCENE INF.
DANIEN
65.1 Ma



Courants
océaniques

Pétrole et
géodynamique,
paléogéographie,
paléoenvironnement

Courants océaniques



← COURANTS DE SURFACE
↑ COURANTS PROFONDS

Pétrole et géodynamique, paléogéographie, paléoenvironnement



Merci !