



Le cycle de l'or dans la nature

Vivien Laille / Goldsnoop.com

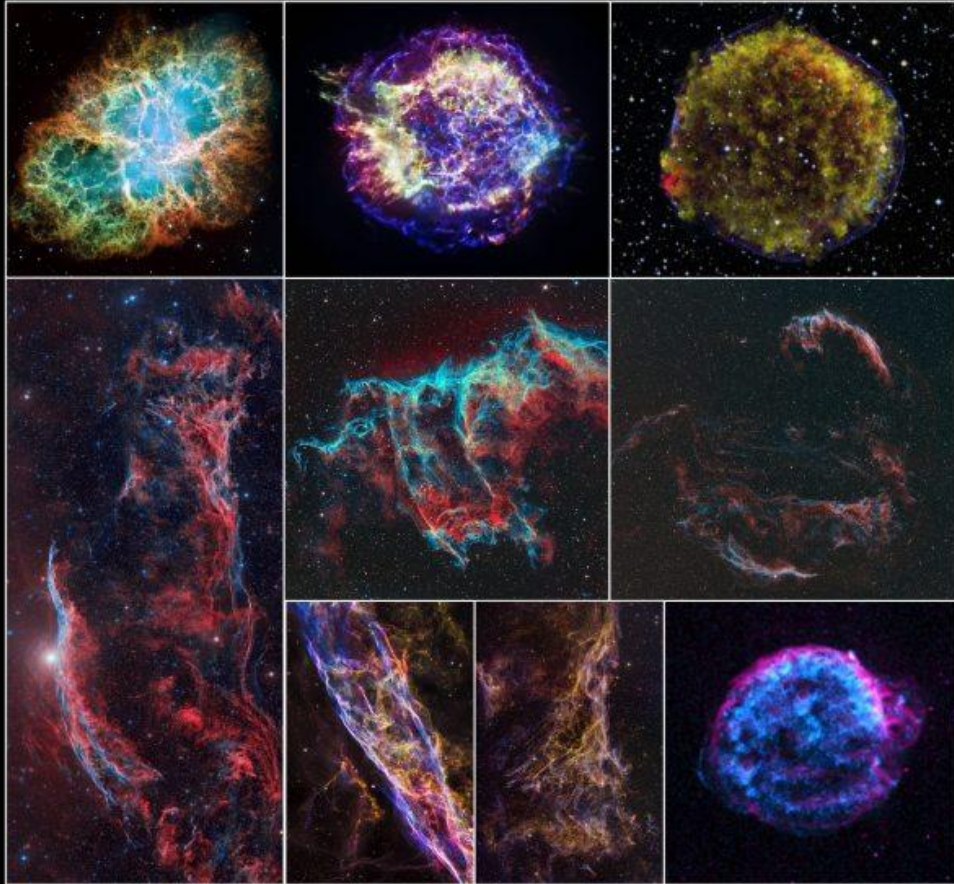
Mail : vivien.laille@gmail.com - Tél : +33 (0)6 95 34 35 45

Présentation / Introduction



- Merci pour votre présence et pour votre attention,
- Je suis heureux d'être avec vous,
- J'espère que vous passerez un moment agréable.

D'où provient l'or dans la nature ?



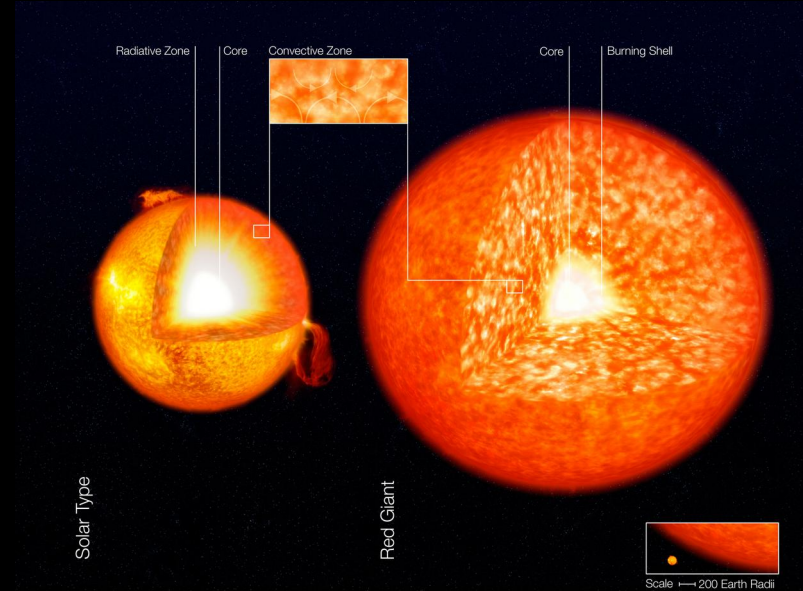
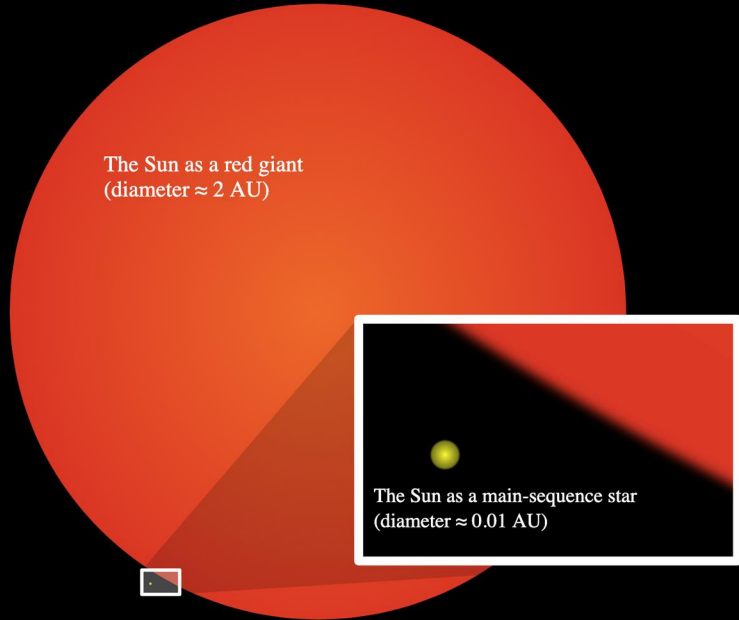
Crédits photos : NASA

Montage : astronomie-pratique.com

- L'or provient de l'Espace : météorites, astéroïdes,...
- Avec l'eau, le fer, dans l'Univers, peu d'éléments chimiques peuvent se vanter d'avoir autant voyagé, et de provenir d'aussi loin que l'or...
- L'or provient d'anciennes étoiles massives mortes qui ont exposées (supernovae) ou de galaxies anciennes ayant fusionnées.



Les géantes rouges : en fin de vie



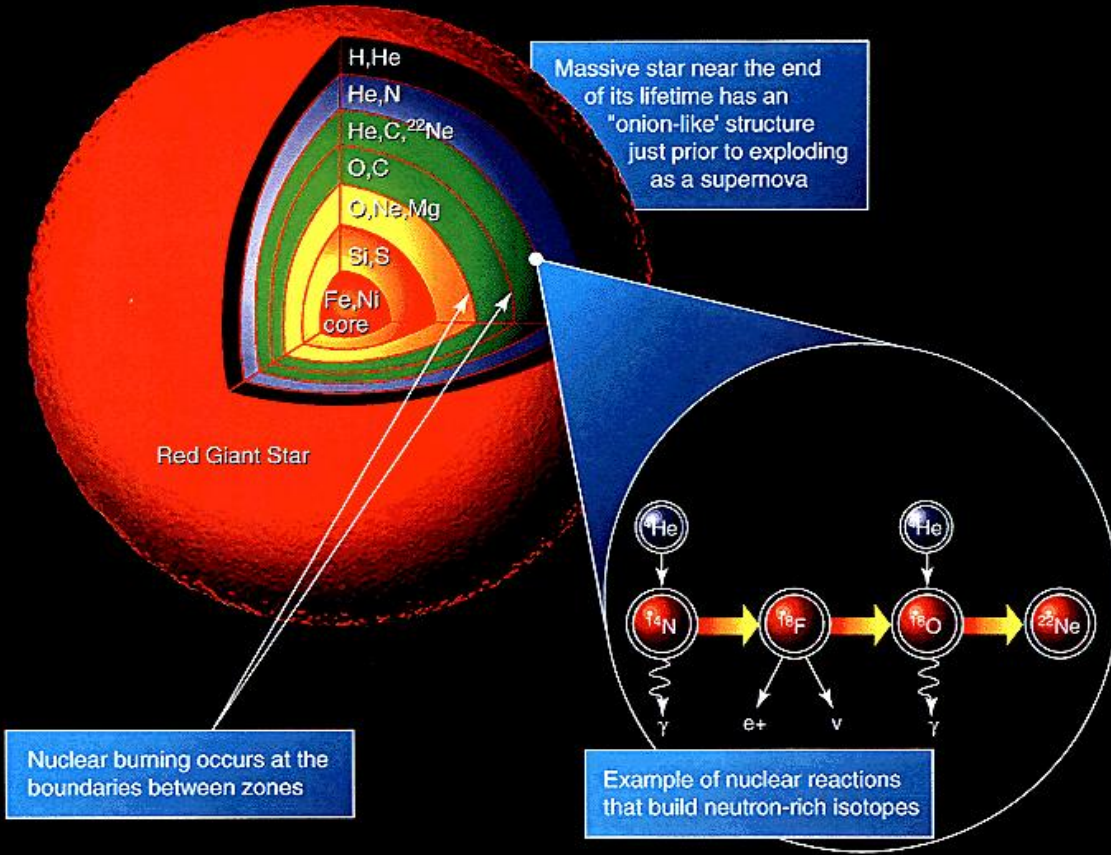
- Une **étoile géante rouge** ou **géante rouge** est une étoile de masse faible ou intermédiaire qui se transforme en étoile géante lors du stade tardif de son évolution stellaire.
- Notre Soleil évoluera en géante rouge, d'ici 5 milliards d'années environ.
- Pendant cette transformation, la taille de la géante rouge augmentera de 100x à 100 000x par rapport à la taille initiale.
- L'étoile devient ainsi plus grande, ce qui entraîne une diminution de sa température à la surface, entraînant un rougissement de celle-ci.

Les géantes rouges : en fin de vie



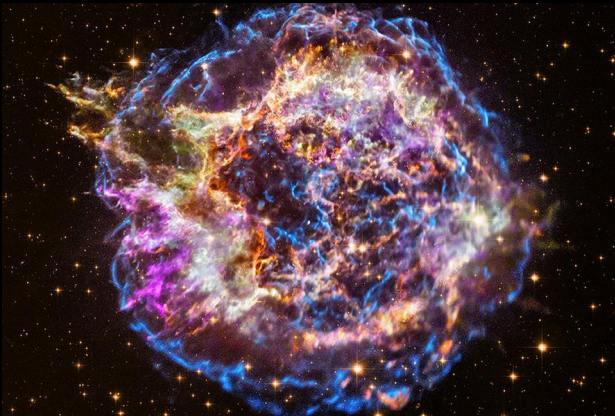
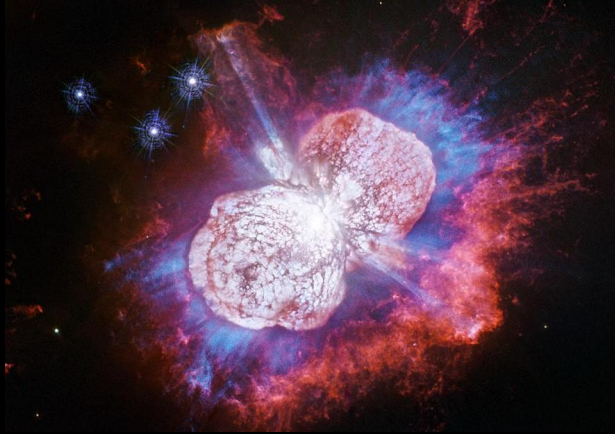
- Lorsqu'une étoile comme notre Soleil arrive en fin de vie, elle se transformera en **géante rouge**.
- Après une période d'instabilité, celle-ci va exploser, créant une supernova, une immense **explosion cataclysmique**, puis une **nébuleuse planétaire**.
- Enfin, il ne restera plus qu'une naine blanche, qui errera dans l'espace, et qui se refroidira, jusqu'à devenir un corps inerte, froid et mort.
- Les explosions d'étoiles très massives engendrent des trous noirs.

Les géantes rouges : usines à Au



- Les étoiles sont les théâtres de réactions de **fusions thermonucléaires** ($T^\circ + \text{Pression}$).
- Fusion : Hydrogène => Hélium
- Fusion : Hélium => Autres éléments chimiques: N, O, Ne, C, Mg, Si, S, Fe, Ni, U, Au, Ag...
- Lorsque tout l'hydrogène et l'hélium est consommé, l'étoile se transforme en géante rouge.
- Puis elle va s'effondrer sur elle-même, par gravité, pour exploser : supernovae/nébuleuses planétaires.

Les supernovae dispersent l'Au



- Lorsqu'une étoile géante rouge explose, cela provoque une **supernova**, qui va détruire le système solaire associé.
- Ce phénomène va **disséminer tous les éléments de l'étoile** (Fe, O, Ni, Au, C, Mg, Si, N, S, U, Ne,...), à travers tout l'espace et la Galaxie : nébuleuses planétaires.
- Ces éléments chimiques vont parcourir des milliards de kilomètres, pour former des nouvelles étoiles, des nouvelles planètes, d'autres systèmes solaires.
- Les astronomes sont capables d'identifier les éléments chimiques par leurs couleurs visibles ou invisibles.

2.5. La fusion des galaxies : brassage

- La fusion galactique est le processus par lequel deux galaxies finissent par n'en faire plus qu'une.
- Dans la plupart des cas, les deux galaxies fusionnent en une galaxie unique plus grande.
- Les orbites des étoiles sont grandement affectées.
- Ce phénomène astronomique engendre le brassage et la redistribution des éléments chimiques, poussières et objets dans l'espace.
- Les fusions de galaxies sont le lieu de formation de nombreuses étoiles.
- Une fusion est actuellement en cours, entre notre galaxie, la *Voie Lactée*, et la *Galaxie d'Andromède*.
- Andromède se trouve à environ 2,5 millions d'années lumières de la Voie lactée. Attirées par la gravité, les deux galaxies se foncent dessus à une vitesse de 402 000 km/h et rentreront en collision dans environ 4 milliard d'années.



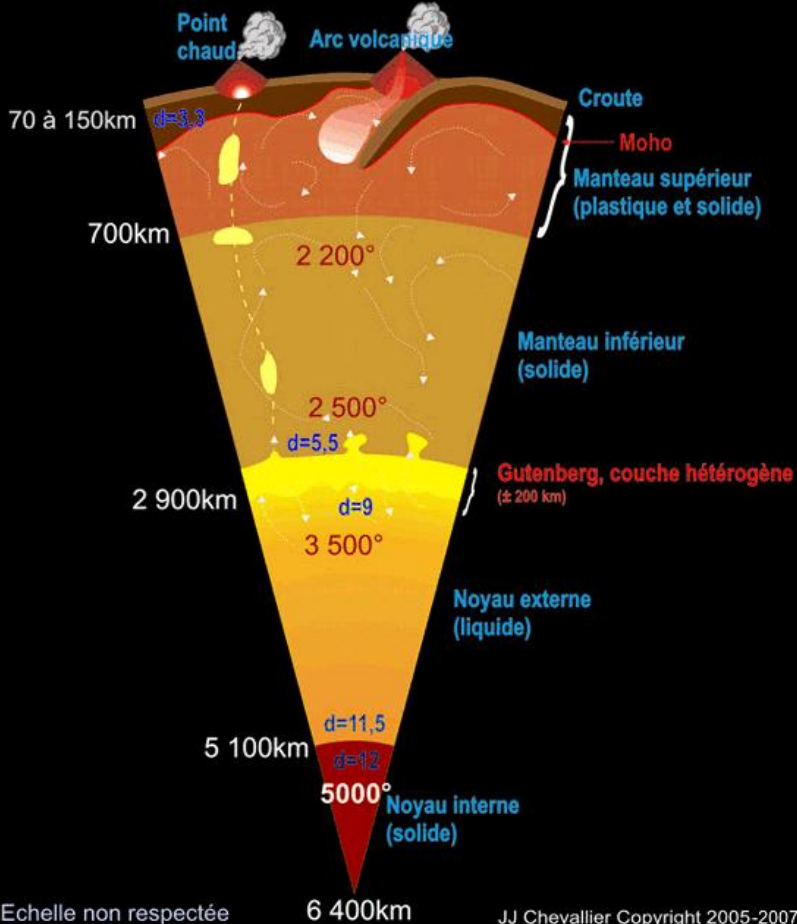
Formation de la Terre : accrétion



- **Accrétion** = accumulation par gravité, de météorites, météores, astéroïdes, planétoïdes,
- Pendant plusieurs milliards d'années, la surface de la *Terre* était en fusion, de la lave, du magma
Dégagement d'énergie & température,
- Les éléments légers sont restés à la surface, les éléments lourds se sont accumulés dans le centre de la Terre pour former un noyau Fe/Ni,
- **Classement par densité**: Croute terrestre / Manteau / Noyau (Fe, Ni, Au... > centre de la *Terre*),
- **Grand bombardement météoritique** (qui a lieu encore de nos jours),
- **L'or (ainsi que d'autres éléments) proviennent des météorites**,
- La *Lune* a été formée par la collision de notre jeune Terre avec une autre planète plus petite (*Théia*).

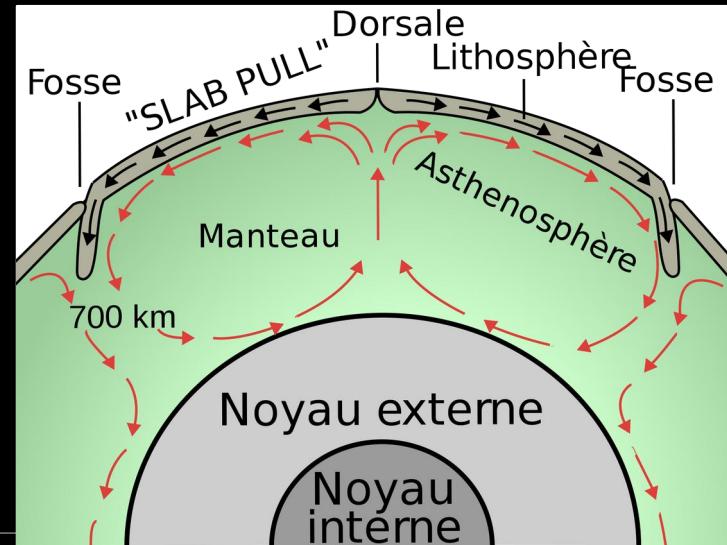
Structure interne de la Terre

STRUCTURE INTERNE DE LA TERRE

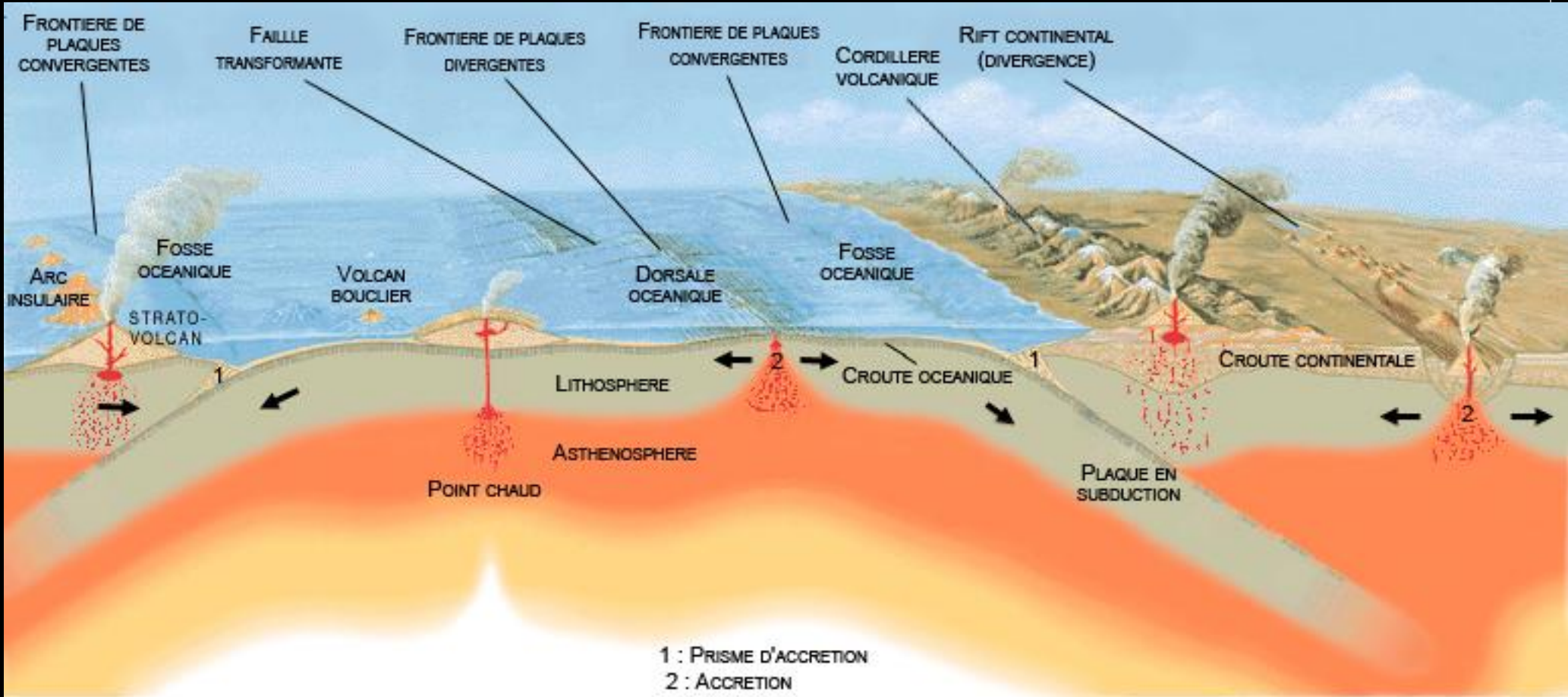


JJ Chevallier Copyright 2005-2007 ©

- Croute, Manteau, Noyau externe, Noyau interne (graine),
- Différence de température => mouvements de convections => remontée de matière du manteau vers la surface + Tectonique,
- L'or provient essentiellement du manteau terrestre + bombardements météoritiques arrivés à la surface terrestre,
- Le noyau terrestre contiendrait 98 % du volume total d'or, suite à l'accrétion planétaire. L'or est lourd et dense.



Dérive des continents & tectonique



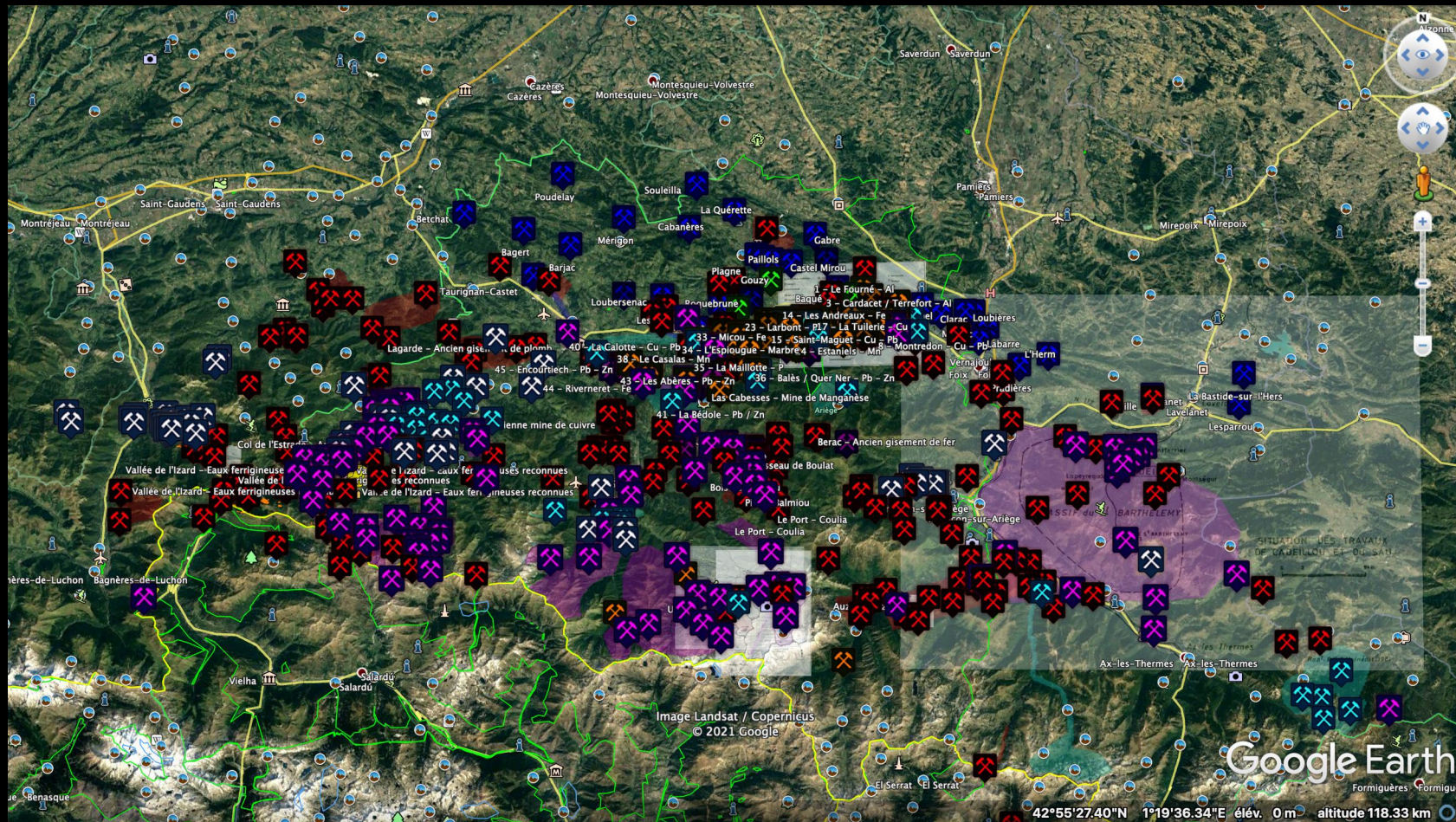
Minéralogie & métallogénie de l'or



© Vivien Laïlle/Goldsnoop.com

- En Ariège, les **gisements primaires d'or** proviennent de roches très anciennes : des schistes **Ordoviciens** (-485,4 à -443,4Ma), **Siluriens** (-443,4 à -419,2 Ma), et surtout de la limite stratigraphique **Silurien/Ordovicien**.
- **Mers anoxiques => concentration chimiques d'or et d'autres métaux qui vont y précipiter et se concentrer, pour former des dépôts métallifères.** Par les effets de métamorphisme, le Fe, Cu, Pb, Zn, As et le soufre vont se concentrer et créer des sulfures métallifères.
- **Activités volcaniques, hydrothermales, orogénèse => formation de gisements aurifères mésothermal** (3 et 15 km de profondeur).
- En Ariège, les **gisements métallifères sulfurés** de Fe, Cu, Zn, Pb, As constituent des poches dans des roches de l'**Ordovicien**, du **Silurien** et du **Dévonien**.
- **Pyrite, Chalcopyrite, Blende, Galène argentifère, Arsénopyrite => Au.**
- **L'or y est disséminé dans ces roches sulfurés in-situ, invisible à l'oeil nu** (concentrations variables de 0.5 à 15 g/tonne, selon les endroits).
- L'Au et l'Ag étaient des sous-produits des activités d'extractions minières.
- A cause de l'érosion pluviale, et de l'action des glaciers, **l'or s'est accumulé et déposé dans les bassins sédimentaires Tertiaires** dans les vallées, où il est visible directement.

Ariège : pays minier & gisements sulfurés

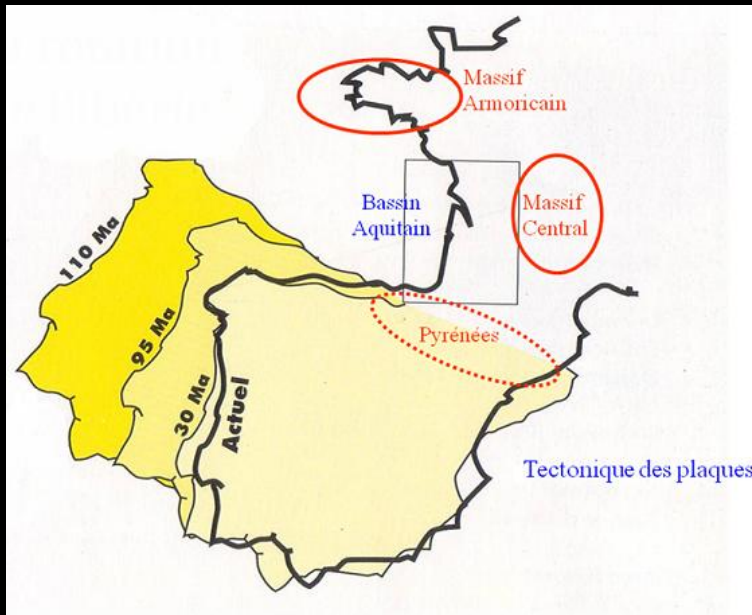


- Rouge = Fe
- Rose = Zn + Pb
- Bleu ciel = Cu
- Vert = Al
- Orange = As
- Violet = Mn
- Bleu = charbon, houille, lignite bitumineux
- Blanc = marbres, ardoises

Formation des Pyrénées : tectonique



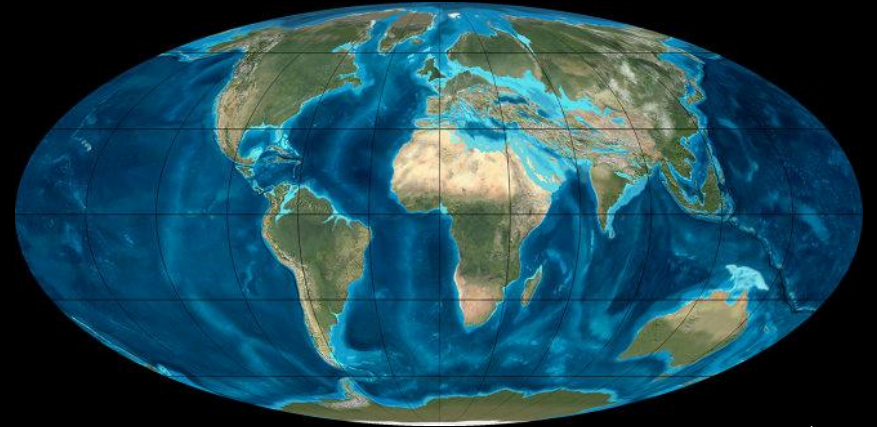
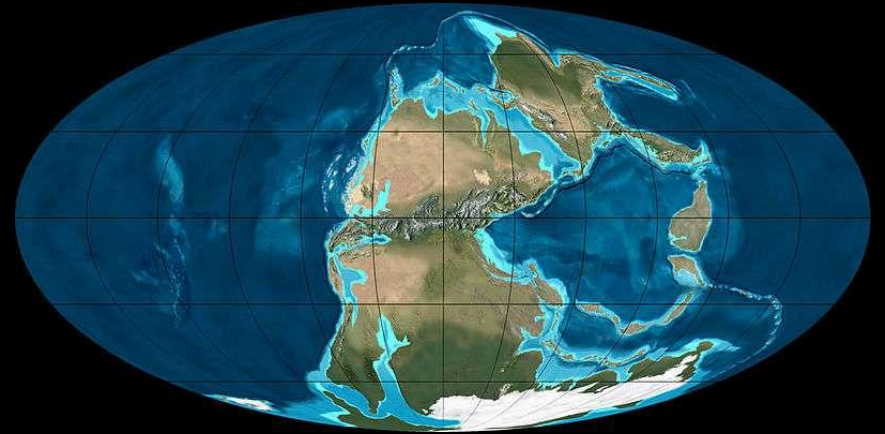
- Les Pyrénées résultent de la collision du bloc *Ibérique* et de la *plaque Européenne*.
- La plaque *Ibérique* est poussée et compressée vers le nord par la *plaque Africaine*.



Formation des Pyrénées : 2 cycles

La formation des *Pyrénées* peut être divisée en deux temps :

- le **cycle varisque ou hercynien** (-345 à -260 millions d'années) => création d'une immense et haute chaîne de montagne (8000 m) + métamorphisme + volcanisme + hydrothermalisme => **érosion complète**.
- le **cycle alpin** (-40 à -20 millions d'années) => plissement et formation de la chaîne des *Pyrénées* actuelles => **érosion en cours**.



Formation des Pyrénées : chronologie

- **-580 à -345 millions d'années** (Ordovicien / Silurien / Dévonien) ; surtout mer, quelques terres émergées avec rivières ; processus de sédimentation. => **Gisements aurifères**
- **-345 à -260 millions d'années** (Carbonifère / Permien) : **orogénèse hercynienne** engendrant une immense chaîne de montagne très haute (identique à l'Himalaya), élaboration dans les profondeurs de roches métamorphiques et magmatiques (roches plutoniques) ; volcanisme ; hydrothermalisme. => **Gisements aurifères mésothermaux**
- **-260 millions d'années** (fin Permien) : fin et fragmentation du cycle hercynien.
- **-260 à -220 millions d'années** (fin du Permien au début du Trias) : érosion, affleurement progressif du socle granitique et métamorphique.
- **-220 à -100 millions d'années** (Trias / Jurassique / Crétacé) : pénéplaine post-hercynienne, absence de dépôt dans la partie occidentale.
- **-150 à -100 millions d'années** (Crétacé inférieur) : sous l'effet d'une ouverture océanique, le golfe de Gascogne se déploie en éventail, serrant l'Espagne contre la France et prenant une large partie de ces sédiments en étau.

Formation des Pyrénées : chronologie

- **-100 à -40 millions d'années** (Crétacé inférieur / Paléocène / Éocène) : sédimentation marine (dépôt des calcaires), puis le serrage et le soulèvement de l'écorce terrestre commencent par affecter la partie orientale pour s'étendre progressivement à toute la chaîne, la surrection et déformation font remonter les strates sédimentaires et culminent en intensité à l'Éocène.
- **-40 à -20 millions d'années** (Éocène / Oligocène) : plissement et formation de la chaîne des Pyrénées ; **Cycle Alpin. => Gisements aurifères (orogénèse)**
- **À partir de -20 millions d'années** (milieu Tertiaire / Miocène) : la chaîne est constituée, l'érosion de la nouvelle chaîne commence, le climat chaud et humide favorisant l'action de l'eau. Le phénomène d'érosion-sédimentation => charriage chaque année de millions de tonnes de matériaux vers les plaines et les littoraux, provoquant une dégradation très lente de la chaîne. **=> Gisements secondaires aurifères sédimentaires, dépôts Tertiaires**
- **À partir de - 5 millions d'années** (Pliocène / Pléistocène) : le refroidissement général du climat engendre la formation de glaciers qui creuseront d'importantes vallées en U dans le paysage. L'érosion continue (action du gel, pluie, neige, variations de température). **=> Gisements secondaires aurifères sédimentaires, dépôts Quaternaires**

Gisements métallifères sulfurés

**Roches du
Ordovicien
Silurien
Dévonien**

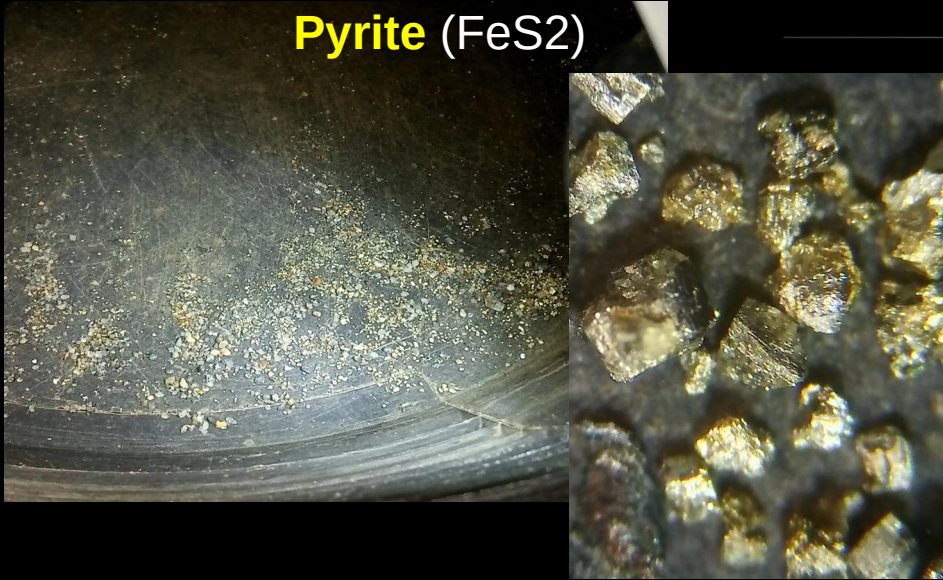


**Broyage
Tamisage
Lavage au pan**

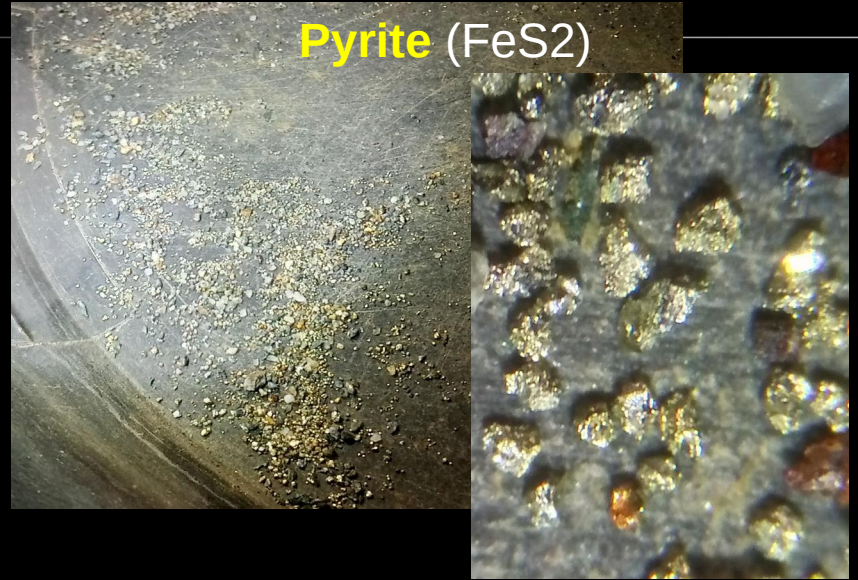


Gisements métallifères sulfurés

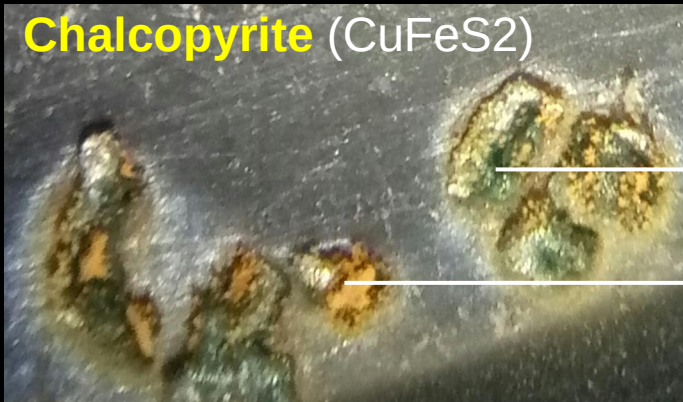
Pyrite (FeS₂)



Pyrite (FeS₂)



Chalcopyrite (CuFeS₂)



Oxyde de Cu

Oxyde de Fe



Chalcopyrite (CuFeS₂)

Hydrothermalisme & gisements d'or

- L'**hydrothermalisme** = mécanismes permettant à l'Au de se mobiliser entre le manteau terrestre et la croûte terrestre.
- => Au aqueux (THIO- & CHLORURES)
=> remonte à la surface.
- Le vecteur principal est l'eau.
- Eau météorique: intempéries, précipitations (pluie, neige, glace...) => infiltrations dans les sols.
- L'eau est chauffée par le magma et remonte à la surface, chargée de métaux (Au, Zn, Pb, Ag, Cu,...).
- Les failles, les veines, jouent le rôle d'autoroutes de fluides.
- Ébullition + refroidissement + variations rapides de pH, Ec, T° => précipitation des métaux => dépôts de gisements métallifères sulfurés.

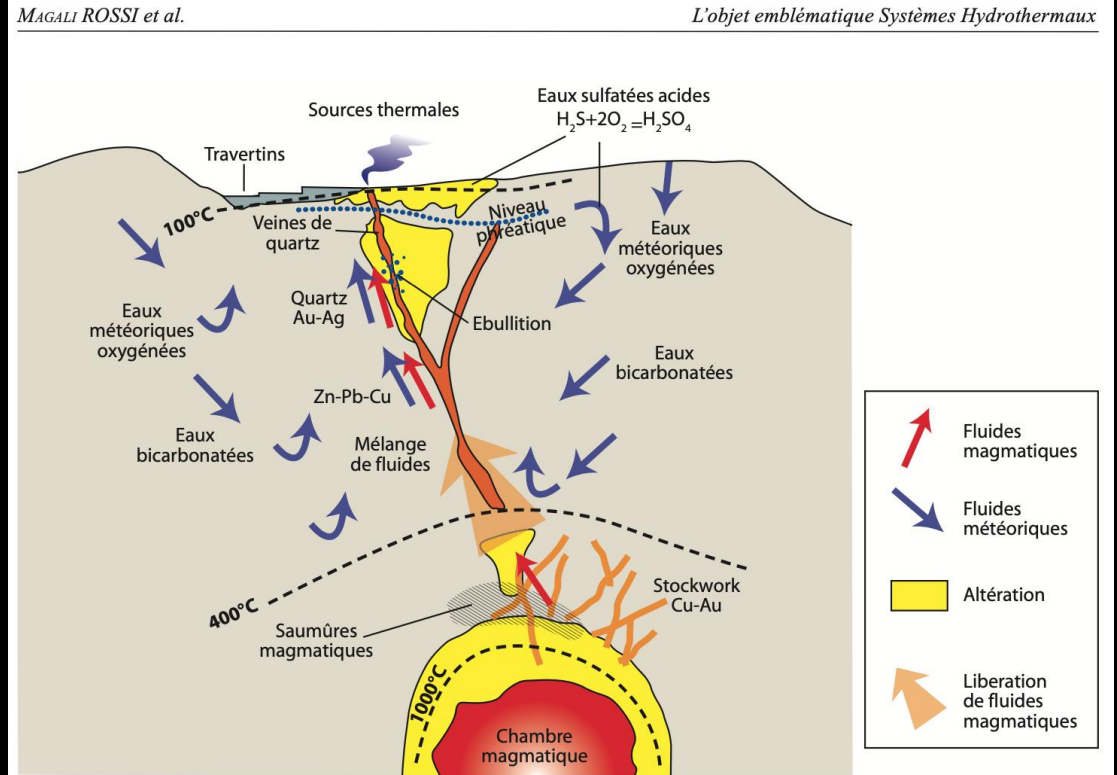
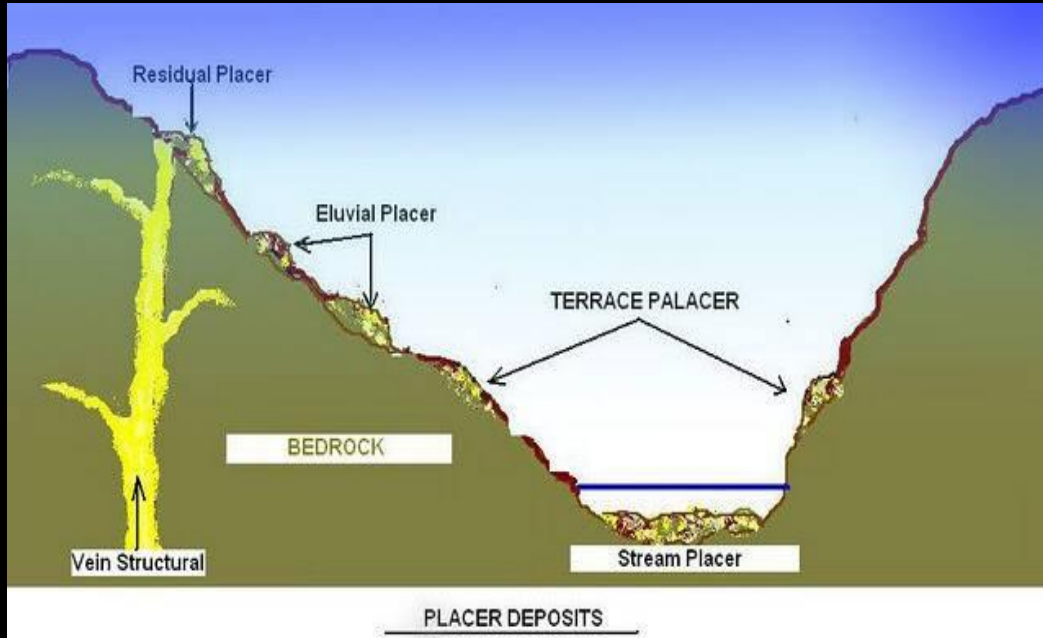


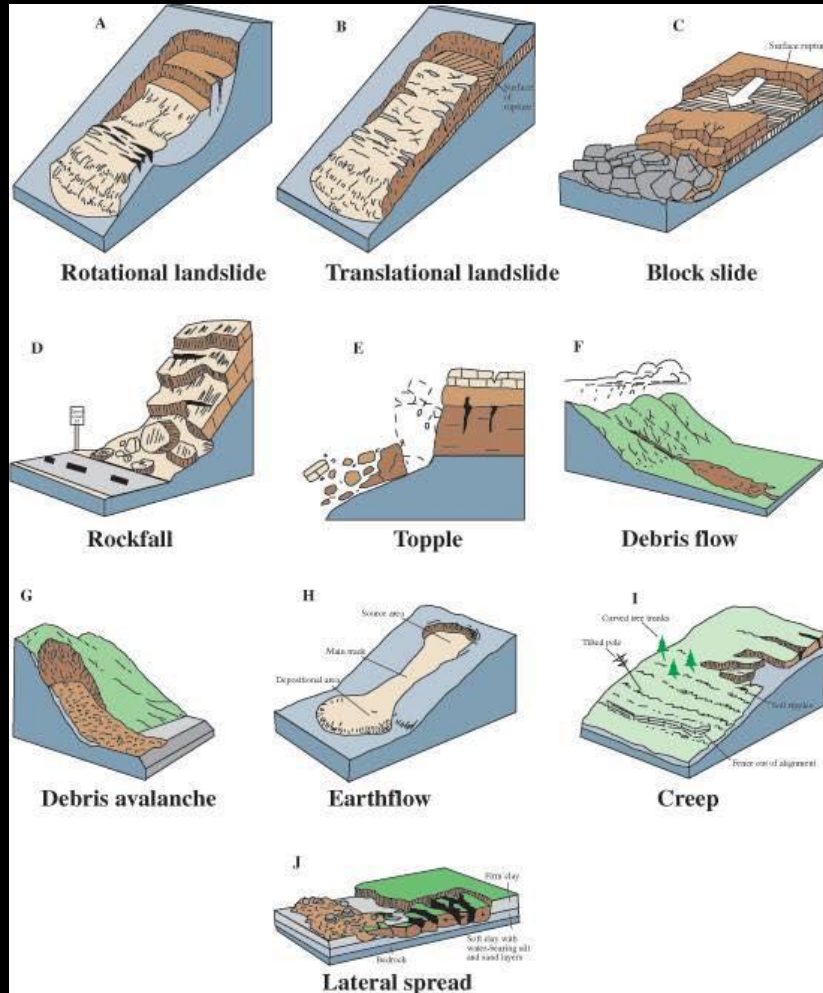
Figure 3 - Modèle conceptuel d'un système hydrothermal en contexte magmatique, à l'échelle de croûte supérieure. Il peut exister des mélanges entre les eaux météoriques s'infiltrant plus ou moins profondément dans la croûte continentale, et les fluides magmatiques ou métamorphiques générés en profondeur. Noter l'évolution de la nature des minéralisations le long de la remontée du fluide vers la surface.

Dépôts Au primaires et secondaires



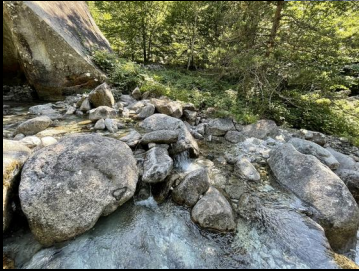
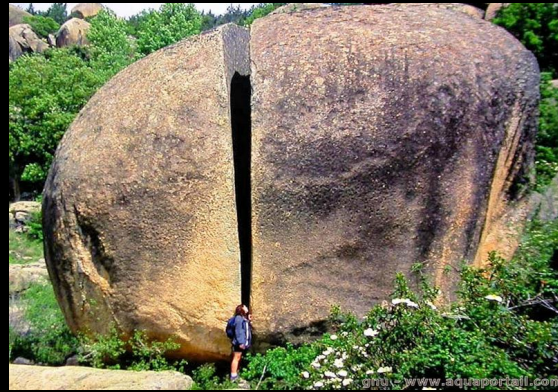
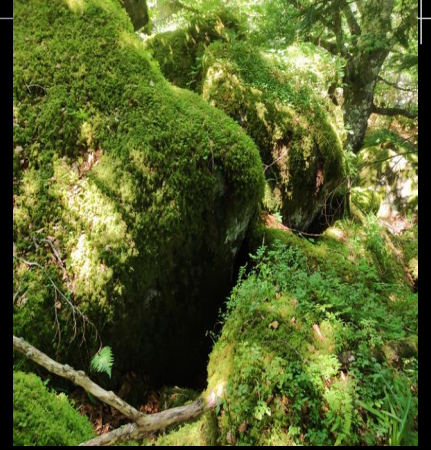
- **Dépôts aurifères primaires** : portions de roches dans lesquelles l'or est concentré, suite à des séries de réactions chimiques, ou d'autres processus de concentration faisant minéraliser l'or (or natif). Filons quartzeux minéralisés, gisements primaires de sulfures métalliques à Au disséminé dans les roches.
- **Dépôts aurifères secondaires** : zones de concentrations aurifères dérivant de la dégradation et de l'altération physique, mécanique et chimique des dépôts aurifères primaires. Ils peuvent être aussi une expansion de dépôts secondaires anciens. Placiers éluvionnaires, placiers alluvionnaires. Ce sont les plus faciles à exploiter.

Le *weathering* : libération de l'or

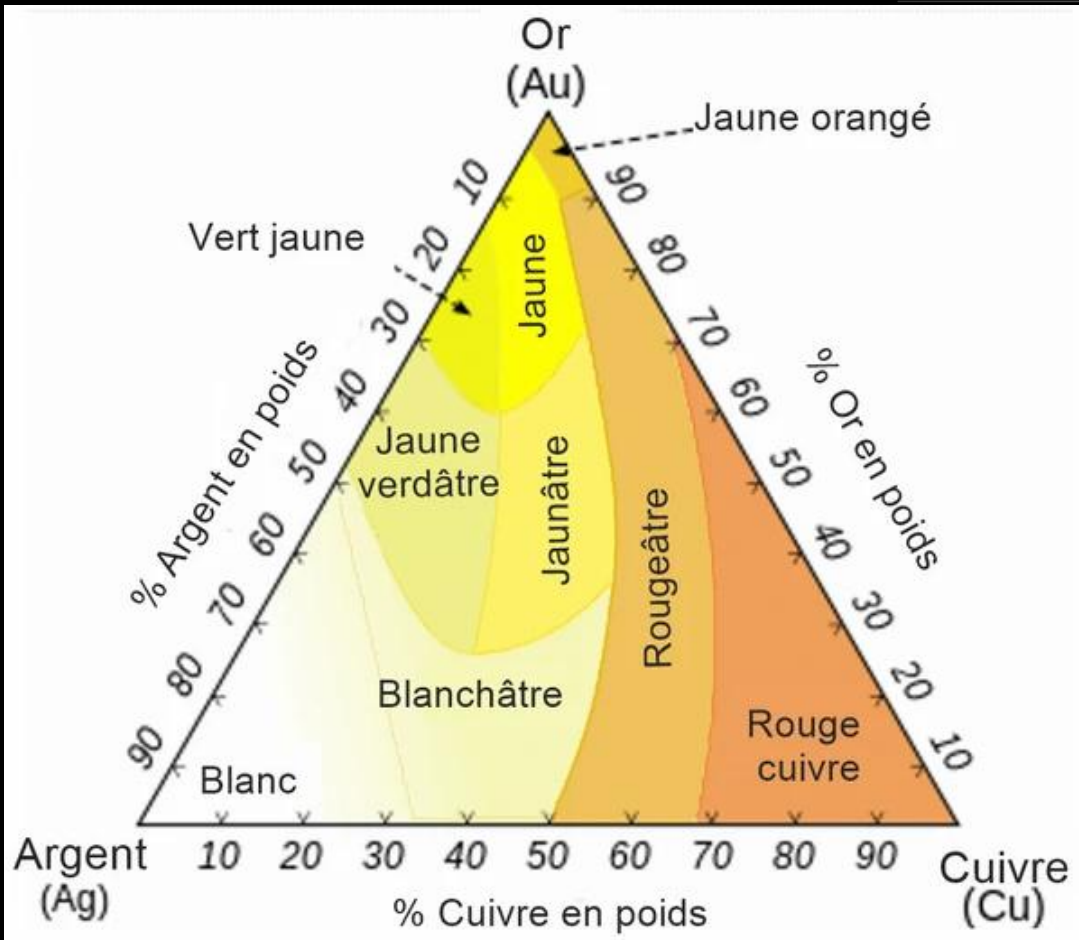


- Le **weathering** = processus physico-chimiques naturels et immuables qui consistent à dégrader les roches aurifères pour **libérer et mobiliser l'or dans la nature**.
- Le **weathering** = ensemble des processus mécaniques ou chimiques qui altèrent, oxydent, érodent les roches, pour les réduire en sable ou en argile (ou en limon).
- **Physique** = érosion : gravité, pluie, vent, gel, plantes, champignons, lichens, bactéries, thermoclastie, cryoclastie... = **agents exogènes**.
- **Chimique** = oxydation, hydratation, pyritisation, ouralisation, serpentinitisation...

Le weathering : agents exogènes



Les couleurs de l'or : alliages naturels



- L'Au existe sous différentes couleurs dans la nature.
- Cela dépend de sa composition métallique intrinsèque (**alliages**).
- L'or a une affinité avec : Ag, Cu, Te, Hg, Pt, Fe, Mn, Zn,...
- **Or jaune/orangé** = forte teneur en Au (titre élevé de pureté).
- **Or blanc/verdâtre** = alliage Au + forte concentration en Ag.
- **Or rose/rouge** = alliage Au + forte concentration en Cu.

Or blanc/gris : alliage Au/Ag (électrum)



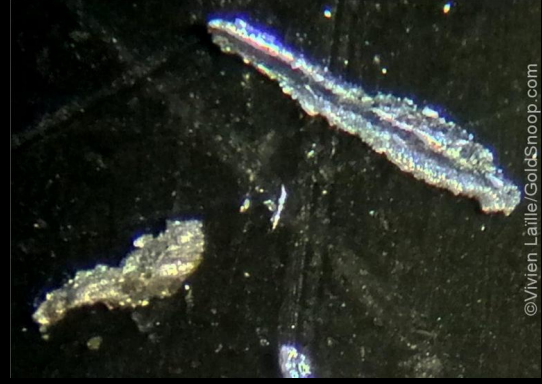
©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



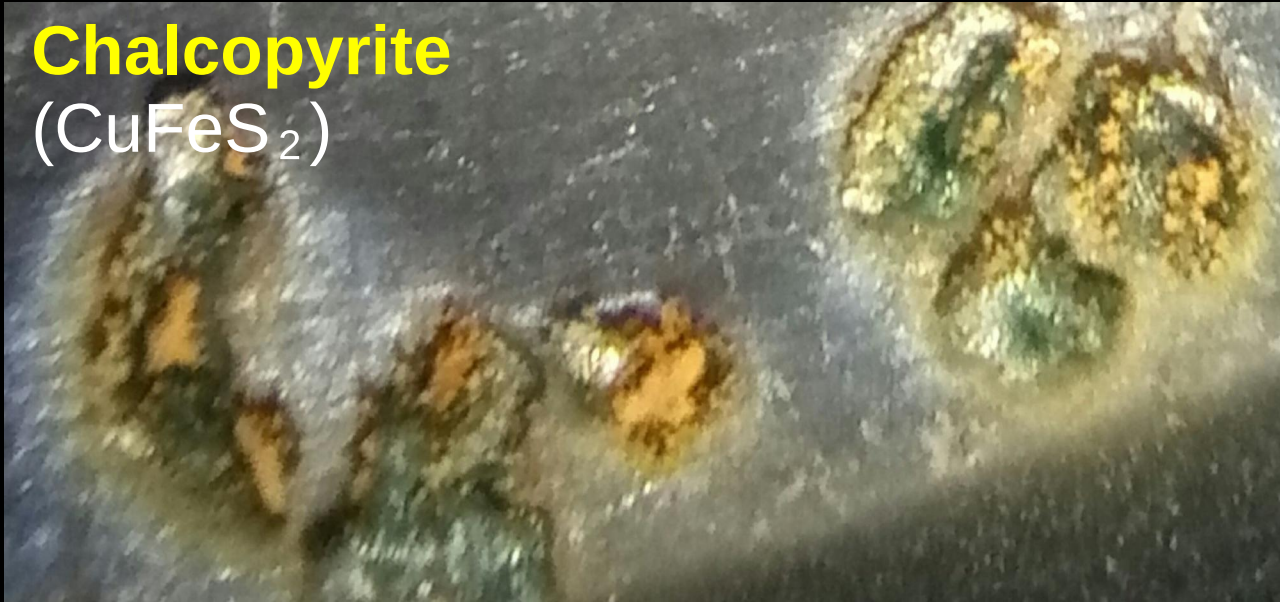
©Vivien Laille/Goldsnoop.com



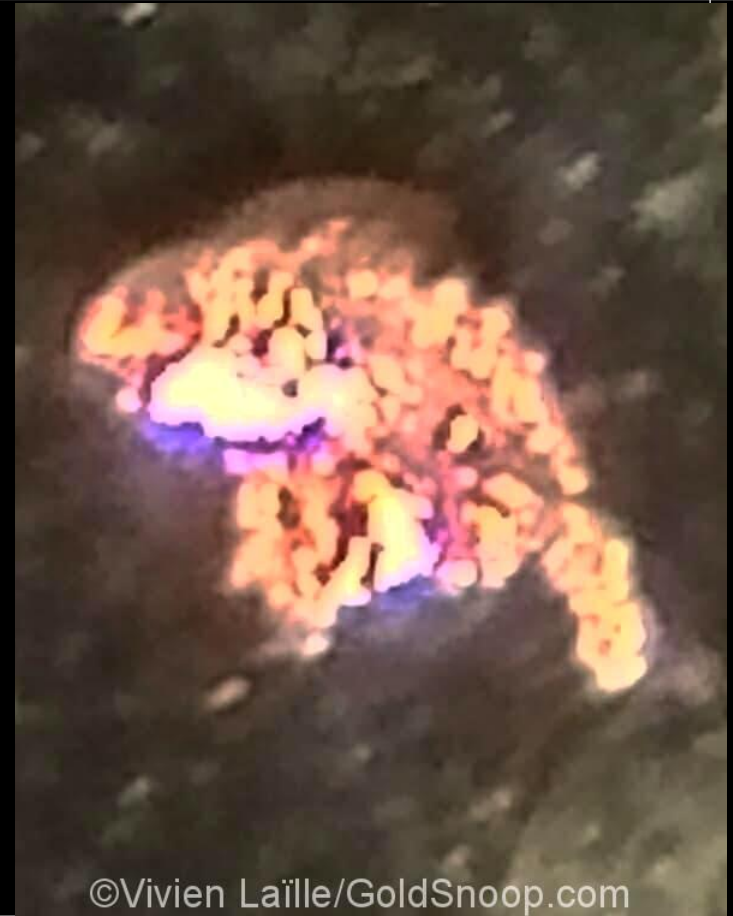
- L'**électrum** est un alliage naturel : Au + Ag.
- => Ag en provenance de la **Galène argentifère** (PbS) + **Chalcopyrite** (CuFeS₂).

Or rose/rouge : alliage Au/Cu

Chalcopyrite
(CuFeS_2)

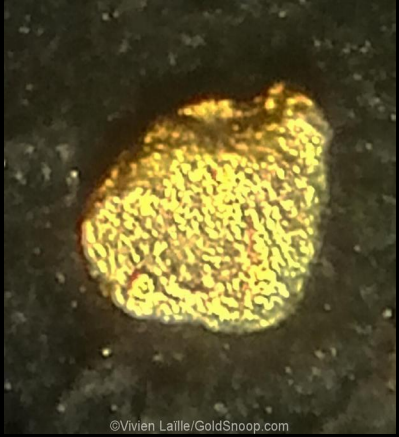


- L'or rose/rouge est un alliage : Au + Cu.
- => Cu en provenance de la **Chalcopyrite** (CuFeS_2).

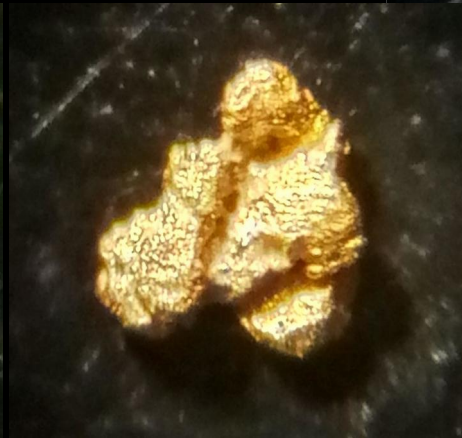
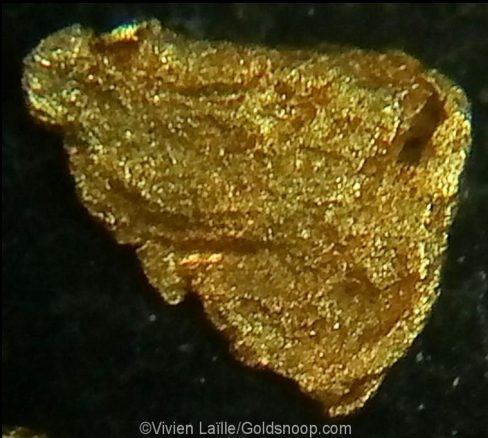


©Vivien Laille/GoldSnoop.com

Or jaune/orange : Au à forte teneur

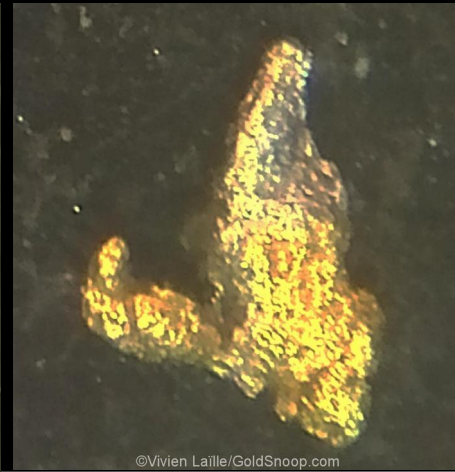
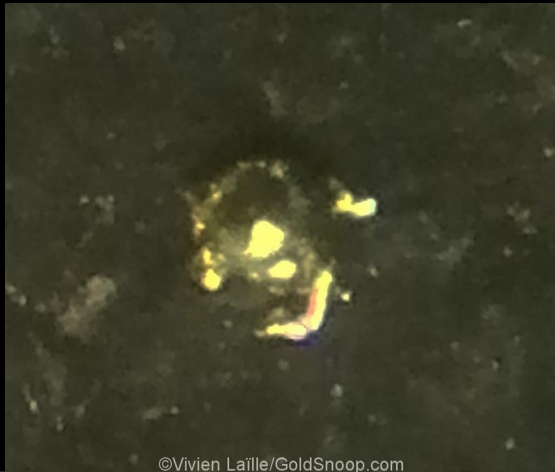
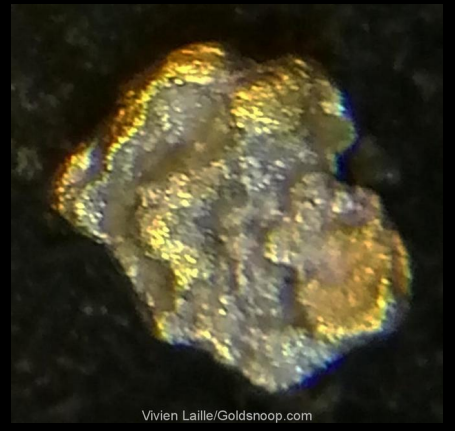


- Au à forte teneur et concentration.
- Au fin, d'une grande pureté 21 à 23 carat.
- Titre élevé > à la source primaire.

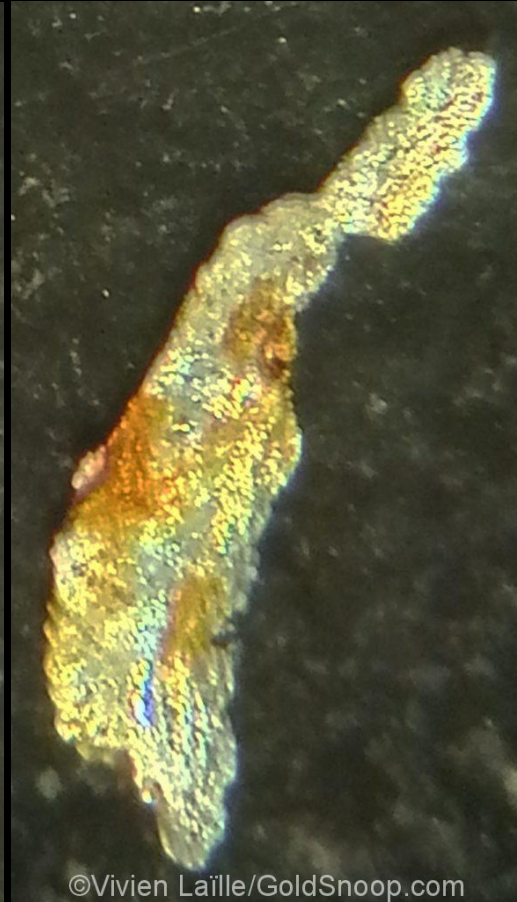


Or tâché amalgamé : Au + Hg

- Au + Hg => **amalgame** (Au_2Hg_3).
- Hg en provenance d'engrais, lampes HMI, piles Hg, activités humaines (pollution).
- Cinabre : sulfure de mercure (HgS).



Or avec une couche d'oxyde (Fe/Mn)



- L'**oxyde de fer ou de manganèse** => couche sur paillettes et grains d'or (patine).
- Or in-amalgame = or noir avec une couche d'oxyde

Or avec une couche d'oxyde (Fe/Mn)

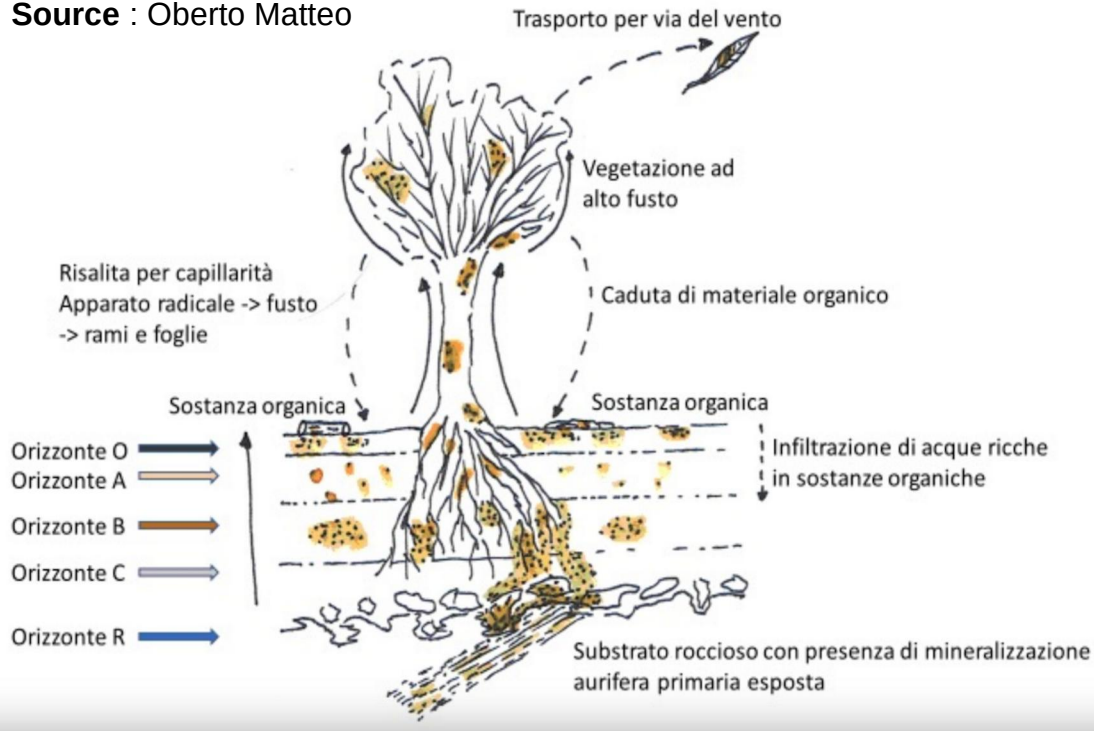


Or noir (« or in-amalgame ») : Fe/Mn



Le cycle biogénique de l'or dans la nature

Source : Oberto Matteo

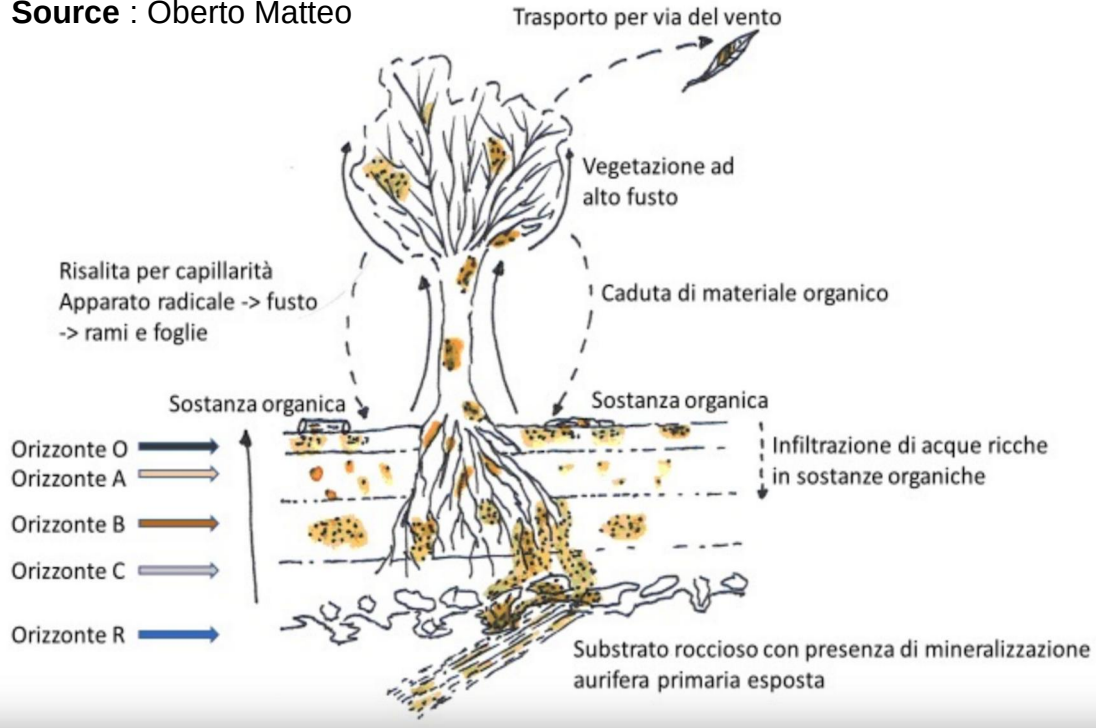


Le cycle biogénique de l'or: solubilisation et transport à partir de la minéralisation primaire, bioaccumulation (activité végétales et bactériennes), bio-minéralisation réductrice et formation d'or secondaire dans les **horizons B et C**.

- **Horizon O:** riche en matières organiques en décomposition et très fortes activités bactériennes (présence de complexes organiques), comme par exemple l'humus.
- **Horizon A:** l'infiltration de fluides depuis la surface génère un appauvrissement de certains éléments (*lixiviation*).
- **Horizon B:** l'infiltration de fluides enrichis par des procédés de lixiviation en **horizon A** génère un enrichissement en certains éléments (*illuviation*); peut contenir des zones enrichies en or en provenance des positions plus superficielles **O** et **A** et montant par capillarité depuis l'**horizon C**. Un «*panache de enrichissement*», composé de nanoparticules d'or (colloïdal), de granulés, de pépites ou à partir d'or en solution dans des complexes d'or (thio-complexes, complexes organiques, ou cyanides).

Le cycle biogénique de l'or dans la nature

Source : Oberto Matteo



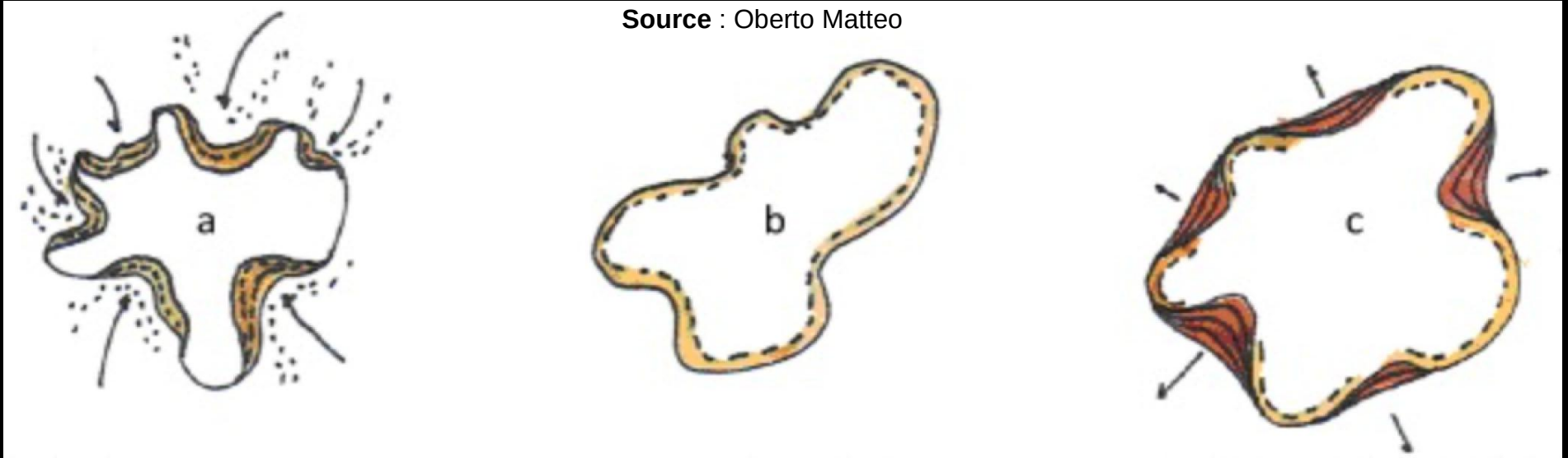
L'or se trouve non seulement dans le sol sous formes solides visibles, mais aussi dans des solutions aqueuses impossibles de voir à l'œil nu. L'or aqueux, va être absorbé et monter par capillarité le long des racines, de la tige jusqu'aux feuilles. La chute des feuilles et des branches contenant de l'or, et leur décomposition au fil du temps vont générer des dépôts aurifères dans le sol.

- **Horizon C**: proche du substrat rocheux dans lequel des fragments minéralisés de celui-ci sont présents. Ils subissent une altération chimique et une désintégration mécanique. Peut contenir des zones naturellement enrichies en or en provenance des **horizons superficiels O, A, B**, et dans les minéralisations aurifères primaires environnantes. Un «*panache de enrichissement*», composé de nano-particules d'or (colloïdal), de granulés, de pépites ou à partir d'or en solution dans des complexes d'or (thio-complexes, complexes organiques, ou cyanides).
- **Horizon R**: substrat rocheux (bedrock), dans laquelle une minéralisation primaire peut être présente. S'il n'est pas fracturé, il joue le rôle d'une barrière imperméable, empêchant les fluides superficiels de pénétrer plus en profondeur.
- Les fluides aqueux qui s'infiltrent ont tendance à descendre dans le sol poreux en traversant **O, A, B, C** jusqu'à ce qu'il s'arrête au-dessus de **R**.

Rôles des activités bactériennes

Certaines bactéries (biofilm) interagissent avec l'or : source d'énergie, métabolisme, déchets => bio-accumulation d'or colloïdal + grossissement des paillettes et grains d'or.

Source : Oberto Matteo

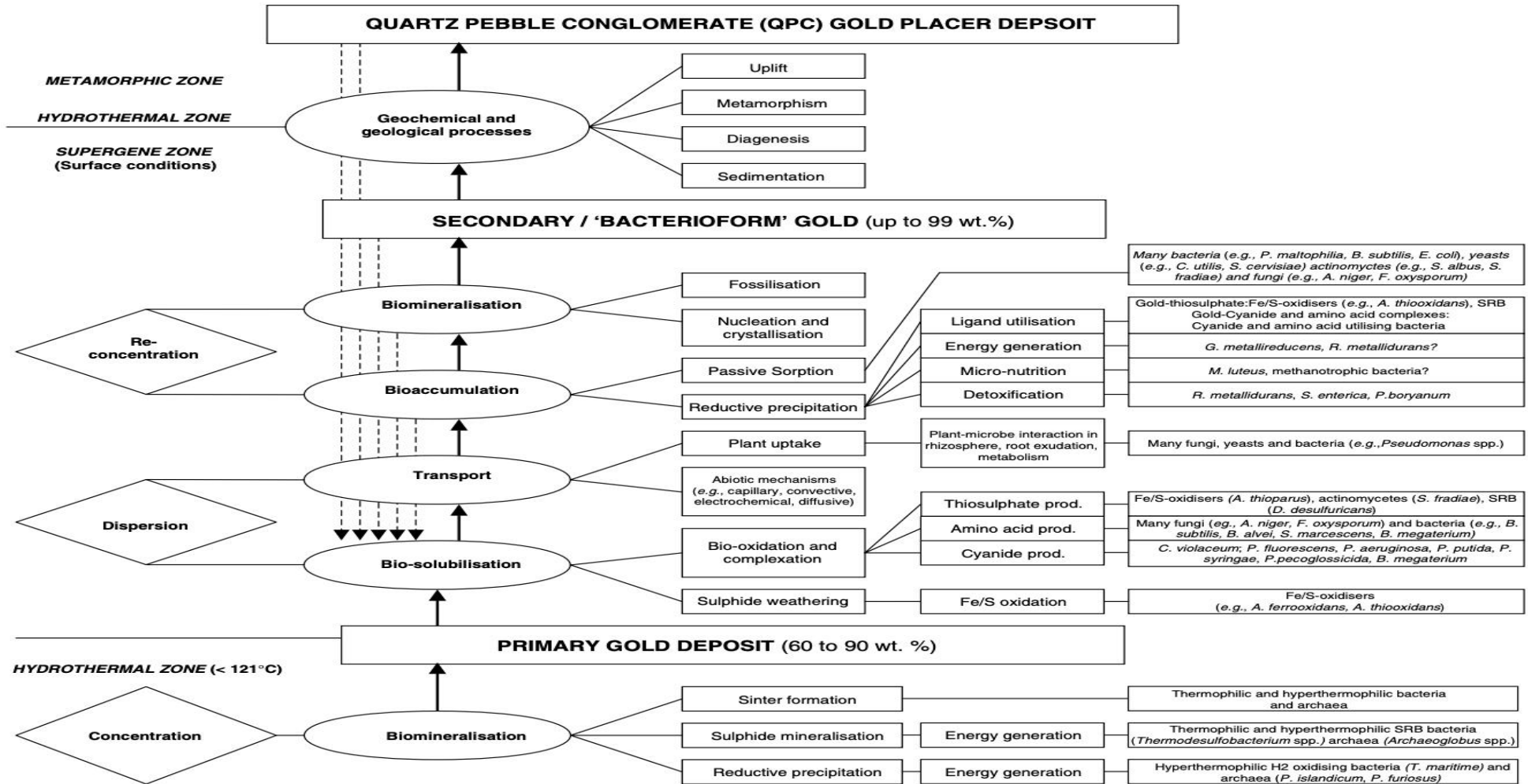


- a) **BIOTIQUES** : l'Au, l'Ag sont dispersés à cause des activités microbiennes. Le biofilm bactérien disperse l'or dans les fluides environnants => réduction taille et poids. En rapport avec la vie ou les êtres vivants en général.

b) **ABIOTIQUES** : L'Ag et le Cu sont dispersés, sans activités biologiques. Enrichissement en or passivement par les ions. Qualifie un milieu où les organismes vivants ne peuvent vivre.

c) **BIOTIQUES + ABIOTIQUES** : Ag et Cu sont dispersés sans les activités biologiques, formation d'or biogénique par les bactéries.

Rôles des activités bactériennes



Rôles des activités bactériennes

- Les **biofilms bactériens** sont capables de faire précipiter et d'accumuler de l'or:
 - **D'obtenir de l'énergie métabolique** en utilisant des ligands complexes aurifères,
 - **De détoxifier l'environnement immédiat** entourant la cellule bactérienne, en détectant et en réduisant les complexes aurifères => déchets,
 - **De lessiver les pyrites et sulfures** métalliques aurifères (lixiviation) pour en libérer l'or contenu,
 - **D'accumuler au fil du temps de l'or libre**, créant ainsi des zones d'enrichissements aurifères (sur des milliers ou millions d'années) => création de gisements aurifères et formations de pépites d'or.
- L'or dispersé dans l'environnement est rythmé par une série d'événements qui mettent potentiellement **les bactéries en contact avec les granules d'or, ou avec des complexes aurifères aqueux**, dans ces cas les bactéries peuvent:
 - **Identifier la présence d'or ou de complexes aurifères** dans les fluides qui les entourent,
 - **Détoxification** : procéder à l'excrétion de substances siderophores (déchets) qui autorisent la précipitation solide de l'or, vers l'extérieur de la membrane cellulaire,
 - **Assimiler des complexes aurifères**, pour assurer leurs **activités métaboliques** (énergie) l'or va précipiter à l'intérieur des bactéries ou bien à l'extérieur (déchets métaboliques).

Géochimie de l'or dans la nature



- Au est oxydable et altérable sous certaines conditions.
- Interactions et affinités avec certains complexes chimiques.
- Au => solide (Au⁰), ions Aureux (Au⁺), ions Aurique (Au³⁺).
- **Salinité, pH (acide/alcalin), Eh => solubilisation, mobilisation ou précipitation Au.**
- L'oxydation de la **Pyrite** et d'autres **Sulfures** => production d'ions hydrogène => augmentation de l'acidité de la solution aqueuse, pendant l'altération chimique des roches (**Weathering**).
- Certaines réactions chimiques => mobilisation de l'or en solutions aqueuses et dans des fluides, dans les sols, dans les rivières.

Géochimie de l'or : fluides aurifères



©Vivien Laille/Goldsnoop.com

- Les différentes espèces de **fluides aurifères en solutions aqueuses** sont :
 - **HYDROXYDE** : $\text{Au}(\text{OH})_2^-$, soluble en pH basique alcalin.
 - **CHLORURE** : AuCl_2^- et AuCl_4^- , soluble en conditions acides ou neutres.
 - **THIO** : $\text{Au}(\text{HS})^-$; $(\text{Au}_2\text{S}_2)_2^-$
 - **THIO** : $(\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2)_3^-$, altération de la **Pyrite** en condition acide/alcalin.
 - **CYANIDE** : $\text{Au}(\text{CN})_2^-$, interaction de cyanides.
 - Certaines **substances organiques**.

Géochimie de l'or : complexes THIO

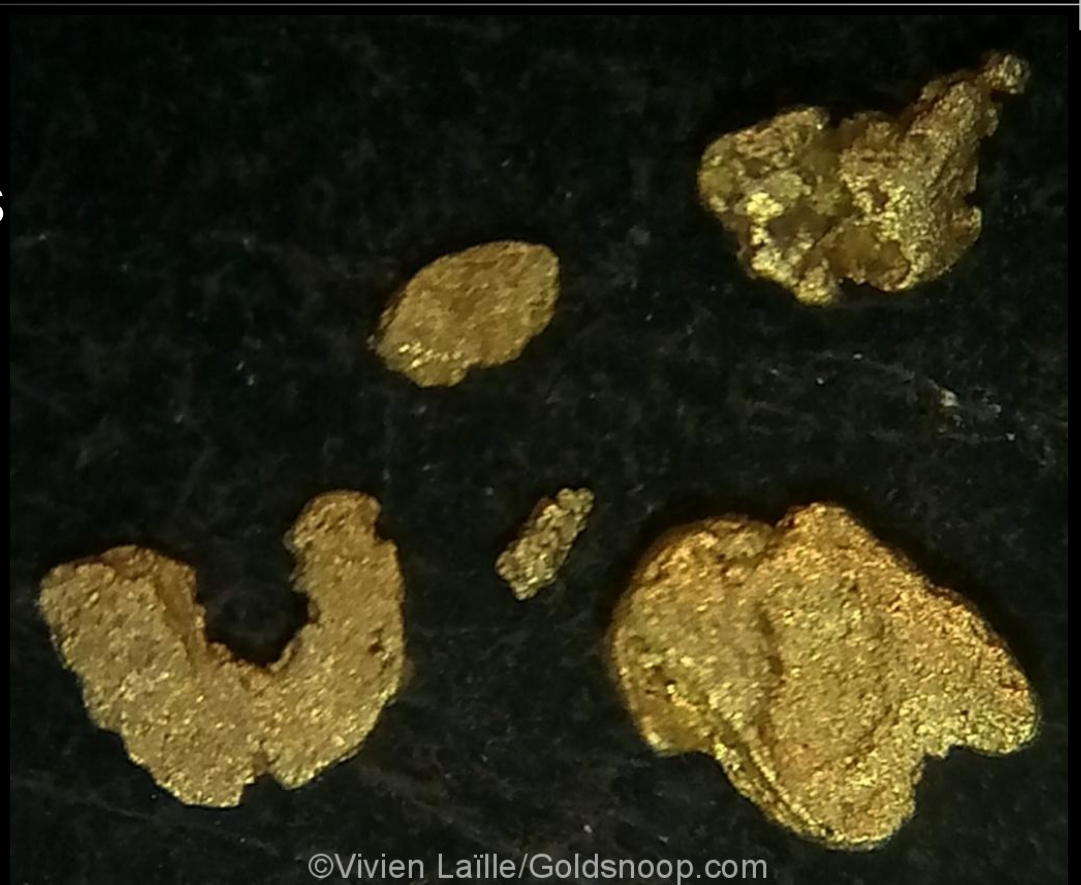
- **Complexes THIO** : oxydation des **Pyrites & Sulfures métalliques** (pH neutre à alcalin)
 - 1) Sulfure d'hydrogène (SH^-) ;
 - 2) Thiosulfate ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) ;
 - 3) Sulfite (SO_3^{2-}).
- Assimilables par les plantes, bactéries et les végétaux.
- Mobilisation de l'Au en solution aqueuse (hydrothermalisme).



Pyrite (FeS_2)

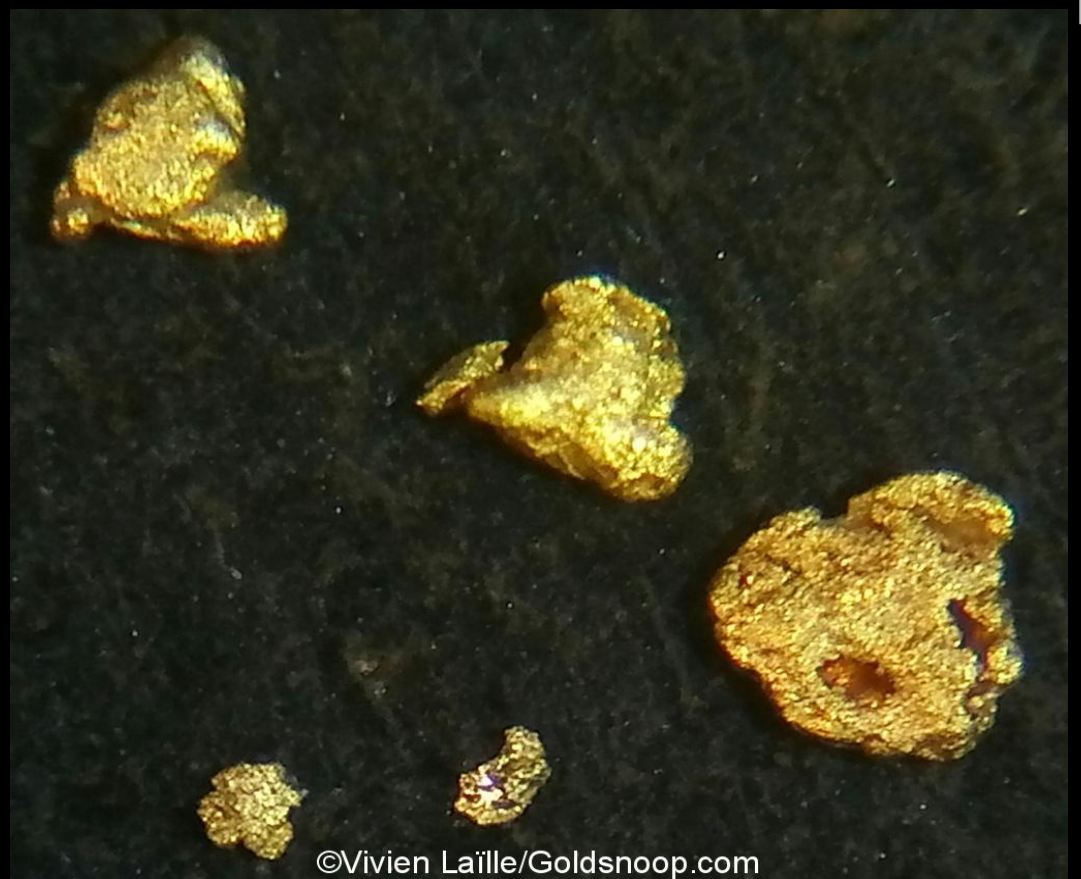
Géochimie de l'or : chlorures d'or

- **Les chlorures d'or** : dissolution d'Au dans des composés chimiques chlorés (AuCl_2^-) ou (AuCl_4^-), en milieu très acide, forte salinité et milieu oxydant.
- Peu assimilables par les plantes et les végétaux.
- Mobilisation de l'Au en solution aqueuse (hydrothermalisme).



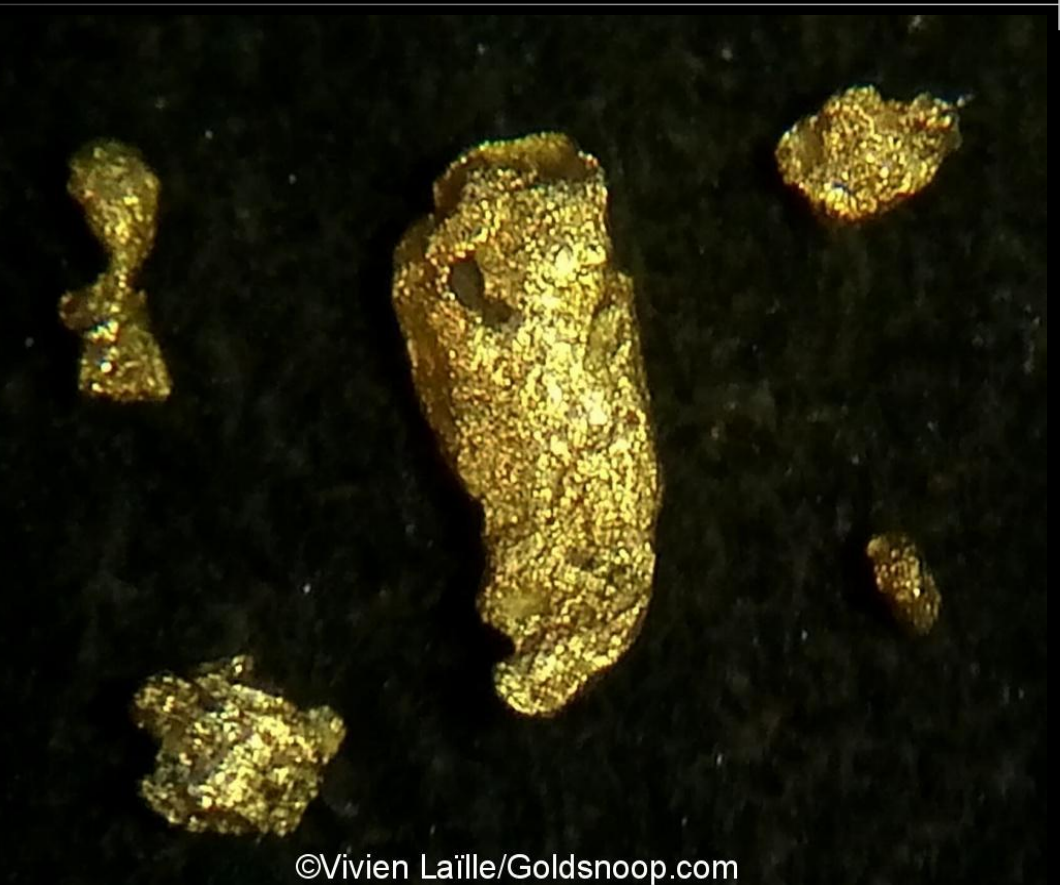
Géochimie de l'or : chimie organique

- Les complexes aurifères basés sur les **substances organiques** sont importants dans la mobilisation de l'or dans les sols :
 - Complexes cyanides,
 - Complexes organiques,
 - L'or colloïdal.



Géochimie de l'or : cyanides aurifères

- Les complexes organiques incluent les complexes **Cyanides** ($\text{Au}(\text{CN})_2^-$).
- Solubiliser les particules d'Or présents dans les endroits très riches en matières organiques.
- => mobilisation sur de longues distances puis précipiter.
- Plantes, bactéries, organismes génèrent des cyanides => accumulation d'Or (racines, feuilles, humus,...).
- Les cyanides sont très assimilables par les plantes et les végétaux.

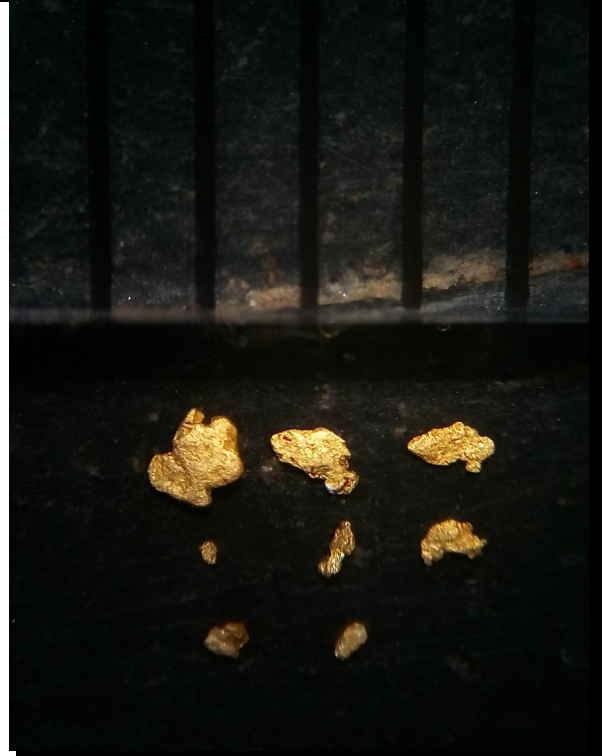
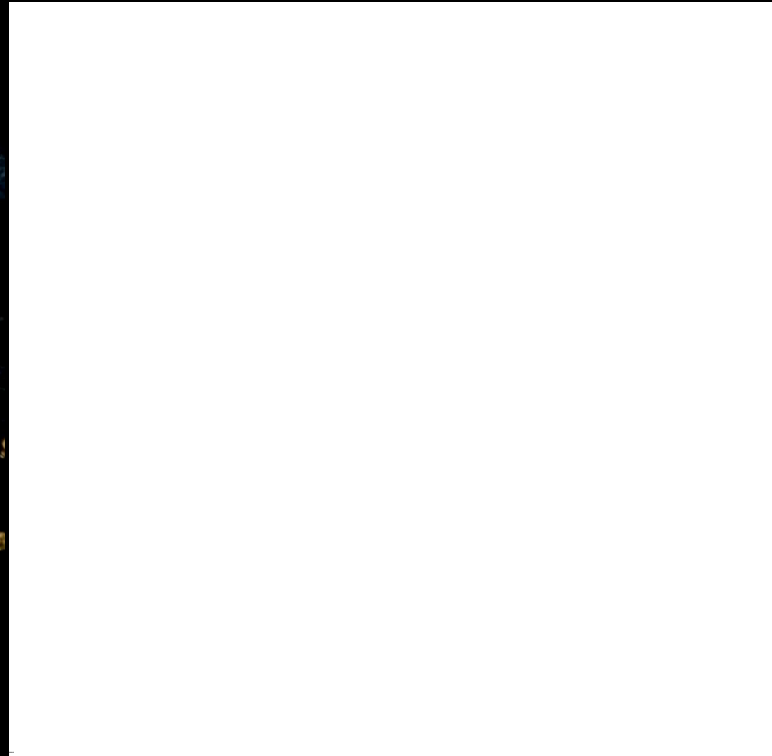


Géochimie de l'or : l'or colloïdal

- L'Au forme régulièrement des agrégations moléculaires > à 5 microns (colloïdes / nanoparticules).
- Ils sont formés par les bactéries et les biofilms de colonies bactériennes (déchets activités bactériennes ou métabolismes bactériens).
- Mobilisation => absorbés par les plantes et les végétaux (racines, feuilles) => accumulation.
- Formés avec la présence d'ion Fe^{2+} (catalyseur précipitant l'Au).
- L'Au colloïdal est très mobile dans les sols et les cours d'eau.



Merci pour votre écoute !



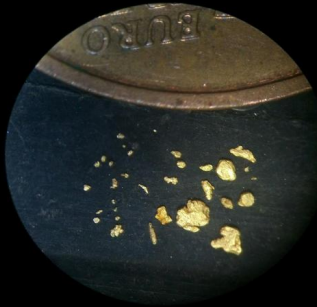
Maintenant, il faut chercher ! Creuser !



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



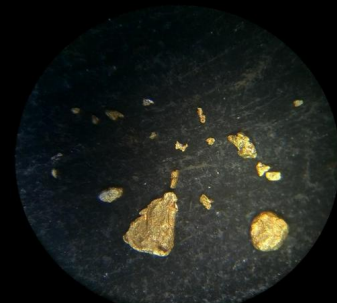
©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com



©Vivien Laille/Goldsnoop.com

- Vivien LAÏLLE - Mail : vivien.laille@gmail.com
- Tél : +33 (0)6 95 34 35 45
- Site web : www.goldsnoop.com
- Facebook : <https://www.facebook.com/VivienLailleGoldsnoop>
- Twitter : <https://twitter.com/VivienLaille>
- Instagram : <https://www.instagram.com/goldsnoop/>
- Youtube : <https://www.youtube.com/channel/UCME5hv02c0A-CeGRSqw03Bg>