

Beste de savoir

Les sols

12 août 2019

Table des matières

1.	Composants du sol	1
1.1.	Portion solide	1
1.2.	Portion fluide	3
2.	Types et profil de sols	6
2.1.	Processus primaires de formation des sols	6
2.2.	Processus secondaires de formation des sols	9

Les roches ne restent pas intactes très longtemps à la surface de la Terre, l'érosion faisant rapidement son œuvre. Toutes les roches qui parviennent à la surface sont rapidement soumises à divers processus d'altération, qui brisent les roches en grains plus petits : cailloux, sables, limons, argiles et autres grains rocheux se forment de cette manière.

Mais il faut bien plus pour former ce qu'on appelle un **sol** : il faut que la vie s'installe sur les formations rocheuses altérées. Il se forme alors un mélange de grains rocheux de petite taille et de composé organiques. La vie est généralement présente à de nombreux niveaux des sols : sur la surface, sous la surface, en profondeur, etc.

1. Composants du sol

Un sol contient une portion solide, et une portion fluide.

1.1. Portion solide

La **portion solide** du sol est composée de particules solides liées entre elles, le plus souvent des fragments de roche ou des molécules organiques. Les liaisons entre particules solides peuvent provenir soit d'un ciment, soit de l'attraction des particules du sol. Le ciment qui colle les particules entre elles est souvent composé de matière organique, ou de minéraux riches en carbone. Il se peut aussi que les particules du sol soient chargées électriquement, s'attirant mutuellement : un sol peut ainsi devenir relativement compact juste à cause de ces attractions.

Les particules du sol se classent dans deux catégories :

- de la matière minérale ;
- de la matière organique.

1. Composants du sol

1.1.1. Portion minérale

La portion minérale est intégralement composée de grains de roche et de minéraux. Ceux-ci sont classés suivant leur taille : en allant des grains les plus gros aux plus petits, on passe des graviers et cailloux, aux sables, limons et argiles.

Particule	Intervalle de taille
Gravier/cailloux	2 – 63/75 mm
Sable	0,063 – 2 mm
Limons	0,002 – 0,063 mm
Argiles	< 0,002 mm

Les sols sont souvent classés suivant la proportion de particules sableuses, argileuses et limoneuses. Les classifications de ce type sont nombreuses, avec souvent de subtiles différences entre les classifications. Ces classifications sont souvent représentées par des triangles, dit **triangles de textures**.



FIGURE 1. – Classification SLA - Henri-Georges NATON - wikicommons - GFDL et CC-BY-SA 3.0

La plupart des particules minérales du sol proviennent de l'altération de roches, altération qui donne naissance au sol. Cette roche est appelée la **roche-mère**, et on en trouve souvent des traces en profondeur, à plusieurs mètres sous le sol. Quoiqu'il en soit, les particules minérales d'un sol ont résisté à l'altération de la roche mère : elles sont ce qu'il en reste après que l'érosion aie fait son travail.

Généralement, une bonne partie de l'altération provient de processus chimiques, même si l'altération fait intervenir d'autres phénomènes. En conséquence, les particules minérales sont souvent des minéraux inertes chimiquement, très résistants à la dissolution dans l'eau. Ainsi, on trouve beaucoup de roches composées de silice, une substance qui marie du silicium et de l'oxygène et qui se dissout très peu dans l'eau. Les minéraux contenant de la silice sont, pour simplifier, ce qu'on appelle des **silicates** : il suffit de prendre de la silice (formule SiO_4), et de la lier avec d'autres particules de silice ou des éléments chimiques divers.

Parmi ces silicates présents dans les sols, on trouve du **quartz**, un minéral commun, présent dans beaucoup de roches magmatiques. Mais la majorité des particules minérales d'un sol sont ce qu'on appelle des argiles minéralogiques. Le terme argile a deux sens en géologie : soit il s'agit d'une classe de particules définies par leur taille, soit il s'agit d'un sous-ensemble des silicates. Dans ce qui suivra, nous utiliserons les deux définitions, faisant ainsi la différence entre **argiles granulométriques** (classement par taille), des **argiles minéralogiques**. Les argiles

1. Composants du sol

minéralogiques sont ce qu'on appelle des phyllosilicates : ce sont des silicates dont les atomes sont disposés en feuillets empilés les uns sur les autres.

Ces argiles ont tendance à être légèrement chargées électriquement, et peuvent capturer des ions présents naturellement dans le sol. D'ordinaire, les argiles sont chargées négativement. Il faut noter que les particules d'argiles s'attirent et se collent les unes aux autres : elles forment des agrégats, des amas de particules fortement reliées entre elles.

1.1.2. Portion organique

La portion organique du sol se répartit en plusieurs classes de particules organiques :

- la **matière vivante**, qui contient la faune, la flore et les microorganismes du sol ;
- la **matière fraîche**, composée de débris végétaux et animaux : feuilles mortes, excréments, ... ;
- une **matière décomposée**, aussi appelée **humus**, provenant de la décomposition des précédents ;
- et une **matière minéralisée**, de simples molécules ou ions provenant d'une transformation de l'humus.

Ces molécules organiques peuvent se lier aux particules du sol, formant des **complexes argilo-humiques**. La matière organique est souvent très riche en carbone, les êtres vivants étant majoritairement composés de cet atome. Les sols riches en matière organique sont donc riches en carbone, ce qui leur donne une couleur sombre, proche du noir.



FIGURE 1. – Sol riche en matière organique

1.2. Portion fluide

Pour la portion fluide, un sol contient souvent des fentes, des fissures, des espaces vides : dans ces espaces vides, de l'air ou de l'eau peuvent s'infiltrer, formant la **portion fluide** du sol. Plus le sol contient d'espaces vides, plus celui-ci pourra contenir d'eau ou d'air. Cet air et cet eau servent notamment à nourrir les racines des plantes, qui peuvent puiser l'eau et le gaz carbonique dont elles ont besoin pour vivre.

1.2.1. Eau

L'eau du sol provient généralement des pluies et des précipitations : cette eau s'infiltré dans le sol, en se glissant dans les vides entre particules ou par les fractures et fentes du sol. Une partie de l'eau peut provenir du sol alentour, l'eau pouvant se déplacer à cause de la gravité vers des endroits situés plus bas.

1. Composants du sol

<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2116/>

FIGURE 1. – Illustration de la porosité du sol - wikicommons- domaine public

L'eau a tendance à attacher aux particules solides du sol, à cause d'interactions électriques : les particules du sol sont souvent chargées électriquement, et la molécule d'eau est sensible à ces interactions. En conséquence, une partie de l'eau adhère, se retrouve collée à la surface des particules solides : cette eau est ce qu'on appelle de l'**eau liée**. Cette eau libre correspond aux molécules d'eau très proches des particules solides, là où l'attraction électrique se fait sentir.

Mais au-delà d'une certaine distance des particules d'eau, l'attraction électrique des particules minérales ne se fait plus sentir, et l'eau reste libre de ses mouvements. Une partie de l'eau infiltrée dans le sol n'est pas collée aux particules du sol et est soumise à la gravité : cette eau qui peut s'infiltrer en profondeur dans le sol et se déplacer à travers les vides du sol s'appelle l'**eau libre**. Seule l'eau libre peut être absorbée par les racines des plantes, l'eau liée restant au contact des particules minérales.

La quantité d'eau liée dépend fortement des propriétés des particules solides du sol. Généralement, plus elles sont petites, plus le sol peut retenir d'eau liée. En effet, les molécules d'eau adhère sur la surface des particules solides : plus il y a de surface, plus on peut faire adhérer de molécules d'eau, et donc retenir de grandes quantités d'eau. Or, à volume égal, des particules plus petites donnent surface plus grande.

Lorsqu'on humidifie un sol, comme une bonne pluie peut le faire, une partie de l'eau sera absorbée par la surface du sol, celle-ci pouvant absorber une quantité limitée d'eau : toute eau supplémentaire ruissellera. L'eau qui s'infiltrer commence par adhérer aux molécules d'eau, augmentant la quantité d'eau liée (si celle-ci n'était pas déjà au maximum). Au-delà d'un certain seuil, la tranche de sol humidifiée ne pourra plus accueillir d'eau liée, et l'eau supplémentaire s'écoulera vers le bas. Cette eau libre humectera les tranches de sol situées en-dessous, se transformant pour partie en eau liée, et ainsi de suite. Ainsi, il se forme un **front d'humectation** qui progresse vers le bas au fil du temps.

1.2.2. Ions dissous

L'eau du sol contient une grande quantité d'ions dissous, les plus fréquents étant les ions azote, magnésium, calcium, sodium et potassium. Ces ions proviennent soit des plantes et des microorganismes qui viennent dans le sol, soit de la dissolution des roches et des particules solides. Ces ions font que l'eau du sol a un pH, une salinité, et diverses propriétés chimiques assez importantes.

Ces ions servent de nutriments pour les plantes, qui puisent ces ions et l'eau via leurs racines. Ainsi, la teneur en ions de l'eau du sol dépend des apports provenant de la surface et de l'altération des roches profondes, mais aussi des prélèvements effectués par les racines.

Ces ions du sol peuvent se coller à la surface des complexes argilo-humiques, vu qu'ils sont attirés par les charges électriques de ces particules. Généralement, les particules d'argile sont chargées

1. Composants du sol

négativement, ce qui fait que les ions attirés sont positifs. Il faut noter que des phénomènes similaires ont lieu sur la surface des racines des plantes : celles-ci placent des charges négatives sur la surface racinaire pour attirer les ions dont elles ont besoin à leur surface, et les absorber.



FIGURE 1. – Complexe argilo-humique - Haltopub - wikicommons - CC BY-SA 3.0

L'eau du sol contient notamment beaucoup d'ion H^+ et H_3O^+ . Pour rappel, la quantité de ces ions permet de définir une mesure de l'acidité : le potentiel hydrogène, ou pH. Ces ions hydrogènes proviennent :

- de la faune et de la flore ;
- de l'action des eaux de pluie sur le calcaire ;
- et de réactions chimiques d'oxydation, qui impliquent de l'oxygène et les métaux des roches.

Pour l'action des eaux de pluie, tout peut se résumer par la réaction chimique suivante : $CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2$. En clair, la dissolution du calcaire et des carbonates dans de l'eau chargée en gaz carbonique consomme des ions H^+ : le pH diminue donc. Les sols calcaires ont donc un pH faible, qui tourne autour de 8,4. Un mécanisme similaire existe avec les silicates, sauf que cette fois, le $CaCO_3$ est remplacé par du SiO_2 .

Pour l'action des organismes vivants, il faut savoir que de nombreuses molécules organiques ont un groupement $-COOH$, qui est relativement instable : l'atome d'hydrogène peut se détacher dans de nombreuses situations, augmentant le pH.

Le pH du sol a une grande importance concernant la fertilité des terres. En effet, les proportions d'ions collés à la surface des particules solides dépendent fortement du pH : si le pH augmente, certains ions vont s'arrimer aux complexes argilo-humiques, tandis que d'autres seront expulsés. Or, les ions utilisés par les plantes pour se nourrir ont tendance à s'arrimer aux complexes quand le pH augmente, diminuant leur concentration dans l'eau captée par les plantes. Par contre, certains ions toxiques pour les plantes sont relâchés dans l'eau quand le pH augmente. Ainsi, un sol avec un pH élevé est généralement peu fertile, les plantes ne survivant que dans un intervalle de pH bien précis.

1.2.3. L'air

Si l'eau s'infiltre dans le sol, c'est aussi le cas de l'air, qui peut s'infiltrer si l'eau n'a pas rempli tous les vides. Certains sols sont très riches en eau, au point qu'il n'y a pas un seul vide de libre pour l'air : ces sols sont dits saturés. Généralement, ces sols sont mauvais pour les plantes. En effet, les racines ont besoin de gaz carbonique et d'oxygène pour vivre, qu'elles captent dans le sol : les sols saturés noient les plantes, ne leur permettant pas de capter suffisamment d'air pour vivre.

2. Types et profil de sols

De plus, les sols saturés ne permettent pas une dissolution du Fer et des ions métalliques comme le magnésium. En effet, cette dissolution du fer et des métaux demande des réactions qui impliquent de l'oxygène (des réactions d'oxydation), oxygène qui n'est présent qu'en faible quantité dans l'eau.

2. Types et profil de sols

Si vous avez un jour l'opportunité de creuser un forage dans un sol, vous verrez rapidement que celui-ci est composé de couches d'aspect assez différents. Ces couches, de composition chimique et d'aspect distincts, sont ce qu'on appelle des **horizons**. Suivant le sol, le nombre et le type des horizons peut varier, certains sols n'ayant tout simplement pas d'horizon, tandis que d'autres sols ont plusieurs couches. Tout dépend du climat dans lequel se forme le sol, de la roche-mère, et d'autres facteurs.

2.1. Processus primaires de formation des sols

Ces horizons se forment essentiellement à cause de certains processus bien définis :

- des **processus organiques** : apport et dégradation de la matière organique ;
- le **lessivage**, à savoir que l'eau d'infiltration dissout certaines substances qu'elle emporte avec elle ;
- l'**altération** qui brise la roche-mère.

2.1.1. Altération

Un sol commence à se former quand de la roche est mise à nu par l'érosion. Dans ces conditions, on se trouve avec une simple couche de roche altérée qui surmonte une couche de roche-mère. Dans ces conditions, l'altération va briser la roche-mère, pouvant former deux horizons :

- un **horizon altéré**, où la roche de surface a été altérée ;
- un **horizon de roche-mère** non-altérée (trop profonde pour avoir subi l'altération).

Si la roche est essentiellement composée de calcaire (CaCO_3), l'érosion et l'altération vont attaquer très rapidement la roche. Sous l'effet des eaux de pluie chargées de gaz carbonique, le calcaire sera dissous, créant des formations assez typiques : la surface de la roche sera creusée, laminée, des grottes et cavernes se formeront en dessous de la surface, etc. L'ensemble des structures et formations naissant de ce processus d'attaque des calcaires est ce que l'on appelle un **karst**. Des karst peuvent aussi se former dans du sel ou du gypse.

Généralement, les granites et autres roches composées de silice se débitent en cailloux et en grains de sable : les minéraux qui résistent à la dissolution forment des cailloux ou grains de sable, alors que les moins résistants laissent des argiles derrière eux. Par exemple, les granites se débitent en boules de grande taille, leurs cristaux de quartz donnent des grains de sable, et la dégradation des feldspaths donne des ions et des argiles. L'ensemble forme un **chaos granitique**, où se mêlent cailloux et grains de sable. L'érosion de roches siliceuses peut aussi des plateaux de roches compactes ou des plaines de cailloux si le sol se forme dans des conditions désertiques.

2. Types et profil de sols



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2047/>

FIGURE 2. – Chaos granitique, Auteur : Hansueli Krapf. Licence CC-BY-SA 3.0

Si seul ce processus d'altération a lieu (les autres se font discrets), on obtient un **régosol**. On en trouve dans de nombreux déserts chauds, là où les températures ne permettent pas à la vie de s'épanouir.



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2047/>

FIGURE 2. – Profil d'un régosol, image de Rockwurm, CC-BY-SA 3.0, wikicommons

2.1.2. Processus organiques

Par la suite, ce sol se recouvre de matière organique, et la vie commence à coloniser la roche. Quelques mousses et lichens s'installent, avant que des plantes de plus grande envergure commencent à coloniser le sol. Et enfin, le sol se remplit de bactéries et de microorganismes décomposeurs. Les débris végétaux et animaux, comme les feuilles, s'accumulent à la surface du sol.

Présence d'une faune, d'une flore, et de microorganismes dans le sol : tout est réuni pour que les processus organiques se mettent alors en place. Les processus organiques peuvent se résumer en trois principaux processus, un d'apport, et deux de dégradation :

- l'**apport de matière organique morte**, formée de débris végétaux, d'excréments, et ainsi de suite ;
- l'**humification**, à savoir l'incorporation de la matière organique dans les particules minérales du sol, qui forme un humus ;
- la **minéralisation**, qui découpe progressivement les molécules organiques en ions ou particules minérales ;

La formation d'un sol va partir d'une couche de matière organique déposée par les apports de matière organique morte. La matière fraîche est composée de cellulose (molécule qui compose la paroi des cellules végétales), de lignine (la molécule qui donne son aspect et sa dureté au bois), de sucres, et de protéines. La matière organique fraîche forme un premier horizon, la **litière**.



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2047/>

2. Types et profil de sols

FIGURE 2. – Exemple de litière

Progressivement, cette matière va être décomposée par les bactéries du sol. Cette décomposition va progressivement découper les longues molécules organiques en molécules : acides fulviques, humines, et acides humiques. Quoiqu'il en soit, la couche de matériaux organiques décomposés forme une couche d'**humus** en dessous de la litière. Cette zone d'humus peut parfois se segmenter en deux couches, à condition que les molécules organiques se lient difficilement aux particules minérales :

- une **couche organique**, où la matière organique se décompose ;
- une **couche de mélange** où la matière organique et les particules minérales du sol se lient massivement entre elles pour former des complexes argilohumiques.

Par la suite, la minéralisation va décomposer ces molécules d'humus en matière minéralisée, composée d'ions nitrate, phosphate, potassium, et quelques autres ions : CO_2 , CH_4 , N_2O , N_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} . En-dessous de la couche d'humus, on trouve donc une **couche minérale**, sans matière organique.

2.1.3. Lessivage de la couche minérale

Par la suite, les eaux d'infiltration vont progressivement altérer la roche et réagir chimiquement avec elle. Ces processus de lessivage et d'attaque chimique mettent cependant du temps à se mettre en place en profondeur, bien après l'effet des processus organiques. Sous l'effet des eaux d'infiltration, le lessivage va pouvoir faire son effet jusqu'à une certaine profondeur dans la couche minérale, sans pour autant atteindre la roche-mère. Il peut alors se former deux couches :

- une **couche de lessivage**, où les eaux d'infiltrations dissolvent et emportent certains éléments chimiques : on parle de lessivage des sols ;
- une **couche d'accumulation**, où les eaux d'infiltration déposent les particules et ions dissous, qui s'accumulent.

2.1.4. Résumé

Dans les grandes lignes, on peut décomposer une bonne partie des sols en plusieurs sections :

- une **zone organique** où les processus organiques dominent ;
- une **zone d'infiltration des eaux**, où domine le lessivage et l'accumulation de matière organique emportée par les eaux d'infiltration ;
- une **zone rocheuse**, proche de la roche-mère.



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2047/>

2. Types et profil de sols

FIGURE 2. – Sur cette image, on voit bien les trois zones citées au-dessus. Le couche A correspond à la zone organique, la zone B correspond à la zone des eaux d'infiltration, et la zone C est celle née de l'altération de la roche-mère. Image de Carlosblh, wikicommons, GFDL et CC-BY-SA 3.0

i

Il faut noter que les deux dernières couches forment la couche minérale évoquée plus haut.

La zone organique est composée :

- d'une **litière**, composée de débris végétaux (feuilles mortes) ou d'animaux (excréments) non-décomposés ;
- d'une **zone humique**, où la matière organique se décompose ;
- d'une **zone de mélange** où la matière organique et les particules minérales du sol se mélangent et se lient entre elles.

La zone d'infiltration est composée de deux couches :

- une **zone de lessivage**, où les eaux d'infiltrations dissolvent et emportent certains éléments chimiques : on parle de lessivage des sols ;
- une **zone d'accumulation**, où les eaux d'infiltration déposent leurs ions dissous, et où les éléments chimiques dissous plus haut s'accumulent.

Enfin, la couche rocheuse est divisée en :

- une **zone d'altération** où la roche-mère se brise en fragments de plus en plus petits au fur et à mesure qu'on remonte vers le sommet de la couche
- et une **roche-mère**, que le sol a recouvert avec le temps.

2.2. Processus secondaires de formation des sols

Cependant, quelques processus géologiques ou climatiques peuvent causer quelques variations au schéma de formation des sols décrit plus haut. A grande échelle, on peut décrire plusieurs processus de formation des sols :

- la **latérisation** ;
- la **podzolisation** ;
- la **calcification** ;
- la salinisation ;
- la cryolisation.

2.2.1. Latérisation

La **latérisation** a lieu sous un climat chaud très humide, causant des précipitations très importantes. Dans ces conditions, le lessivage des sols est très important : même les minéraux riches en silice peuvent se dissoudre dans l'eau d'infiltration. Seules les substances métalliques, comme le fer et l'aluminium, restent en place dans la zone de lessivage. Le résultat est un sol nommé **latérite**, très riche en métal dans la zone de lessivage. Ces sols ont souvent une couleur rouge, en raison de leur teneur en fer oxydé (de la rouille, quoi).

2. Types et profil de sols



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2047/>

FIGURE 2. – Sol latéritique, image de Frank Vassen, wikicommons, CC BY 2.0

L'humus ne peut pas s'accumuler, étant emporté trop vite par l'eau. Ainsi, il n'y a pas de couche organique très développée, l'horizon organique étant très petit.

2.2.2. Calcification

Sous les climats chauds et arides, l'évaporation dépasse largement les apports des précipitations. La végétation ne se développe pas, ce qui fait que la couche organique est réduite à son strict minimum : il n'y a généralement pas d'humus, et seule quelques plantes éparses survivent à la surface du sol.

De plus, les ions présents dans l'eau cristallisent quand l'eau du sol s'évapore. Ils forment ainsi de solides cristaux de sel, de calcaire, ou de gypse, fortement incrustés dans le sol : ces formations portent le nom de **calcretes**. La zone d'accumulation contient donc beaucoup de calcaire, d'où le nom de **calcification**.



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2047/>

FIGURE 2. – Sol calcifié

2.2.3. Salinisation

Dans des conditions similaires à celles de la calcification, mais où les précipitations sont importantes ou à côté de la mer, un processus similaire peut se mettre en place : la **salinisation**. Cette fois, ce n'est pas du calcaire qui s'accumule, mais du sel.



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/2047/>

FIGURE 2. – Exemple extrême de salinisation au Colorado - Image libre de droit, wikicommons

2. Types et profil de sols

Le sel étant un poison à fortes doses, surtout pour les plantes, la végétation ne tarde pas à mourir. Cependant, certaines plantes arrivent quand même à survivre dans des sols aussi salés, même si elles sont rares. Ces plantes disposent souvent de mécanismes pour conserver un taux de sel intracellulaire dans des normes acceptables (sauf quelques exceptions). Ces plantes sont appelées des **halophytes**.

2.2.4. Podzolisation

La podzolisation permet de former des **podzosols**. Elle se produit dans un climat froid, où le sol est surmonté de conifères (sapins et ses cousins). Les aiguilles de conifères se dégradent lentement, et ce d'autant plus que le climat froid limite l'activité des bactéries. Du fait de la faible dégradation de la matière organique par les bactéries, la matière organique se mélange mal à la matière minérale. Le sol obtenu est très acide, bien structuré avec de nombreux horizons.



FIGURE 2. – Profil (organisation verticale) d'un podzosol - Image de Rockwurm, wikicommons, CC-BY-SA 3.0

2.2.5. Cryolisation

Dans certaines zones polaires, ou à forte altitude, il arrive que les sols soient gelées en permanence. Même l'été ne suffit pas à faire fondre la glace contenue dans ces sols, tout du moins en profondeur. Ces sols sont alors appelés des **pergélisols**.

La température à l'intérieur de ces sols varie suivant les saisons, ainsi que la profondeur. En-dessous d'une certaine profondeur, le sol n'est pas gelé, et le substrat rocheux ne contient pas la moindre particule de glace. Ce sol ou substrat rocheux est trop profond pour que la glace puisse l'atteindre par infiltration. Au-dessus, il existe une zone qui garde une température constante en été et en hiver, et reste gelée en permanence : c'est la **zone isothermale**. Au-dessus, on trouve une couche qui fond en été et gèle en hiver : la **zone active**.



FIGURE 2. – Structure d'un pergélisol

Dans les grandes lignes, le pergélisol se compose de deux grandes couches :

- un **mollisol**, qui gèle en hiver et fond en été ;
- un **cryosol**, qui reste gelé en permanence.

2. Types et profil de sols



FIGURE 2. – Profil d'un mollisol

Et voilà, ce cours est maintenant terminé. Vous avez appris beaucoup de choses sur les sols, et j'espère que cela vous a intéressé. Avec ce cours, vous savez l'essentiel, les grands principes de la pédologie (la science des sols). Mais cela ne signifie pas que vous avez fait le tour de la question, et vous pouvez dorénavant commencer à faire vos propres recherches sur le sujet.