


# *LES PHOSPHATIERES DU LOT*

*Nous avons visité les phosphatières de Bach se situant dans le causse de Limogne. Nous sommes passés de 35°C en surface à la fraîcheur de la grotte environ 12°C.*

*Suzette Henri*

*Les phosphatières ont été datées de -52 Ma à -19 Ma (Ma=Million d'années)  
Elles renferment les traces de l'évolution de 600 espèces d'animaux sur 33Ma.*



Millions d'années	Ères géologiques	Période	Époque	Évolution de la Vie	Millions d'années
4000	Précambrien	Archéen		bactéries	3500
2500		Protérozoïque		algues bleues	3200
		cellules à noyau		2800	
	colonies d'algues bleues	2500			
570	Primaire ou paléozoïque	Cambrien		invertébrés à coquille	560
510		Ordovicien		premier vertébré	500
438		Silurien		(poisson)	450
410		Dévonien		premier amphibien	360
355		Carbonifère		premier reptile	320
290		Permien			
250	Secondaire ou mésozoïque	Trias	premier dinosaure	230	
205		Jurassique	premier mammifère	180	
13 		Crétacé	disparition des dinosaures	65	
65	Tertiaire	Paléogène	Paléocène	premier équidé (ancêtre du cheval)	55
53		Néogène	Eocène		50
37			Oligocène	expansion des mammifères	4
23			Miocène	australopithèque	

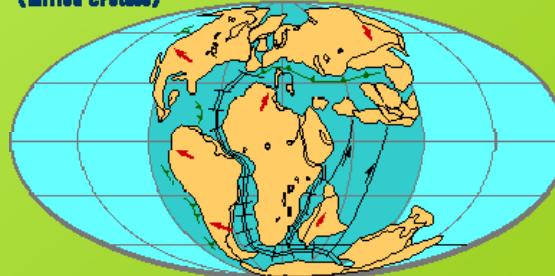
# Quercy: Du Jurassique au tertiaire

- *Jurassique moyen: -160Ma:* Le Quercy est une zone littorale sur laquelle se déposent des boues carbonatées. Lentement, les vases molles se transforment en une roche rigide, le calcaire, qui constitue l'ossature des causses
- *Fin jurassique -135Ma:* La mer se retire une première fois. La région est alors soumise à l'érosion.
- *Crétacé -100Ma :* La mer recouvre à nouveau le Quercy
- *Tertiaire -65Ma:* la mer se retire de façon définitive. Une baisse du niveau général des océans, associée à un soulèvement régional, crée une dénivellation propice à la circulation des eaux d'infiltration à travers les fissures des calcaires. Développement de galeries sous terre

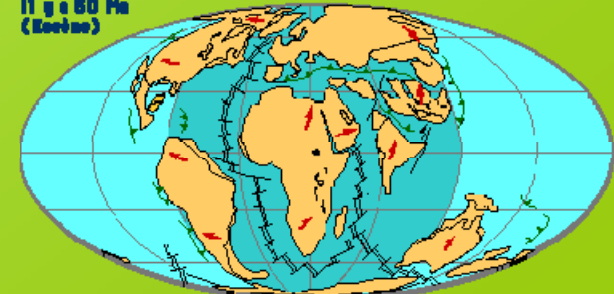
Il y a 160 Ma  
(Jurassique)



Il y a 100 Ma  
(milieu Crétacé)



Il y a 60 Ma  
(Eocène)



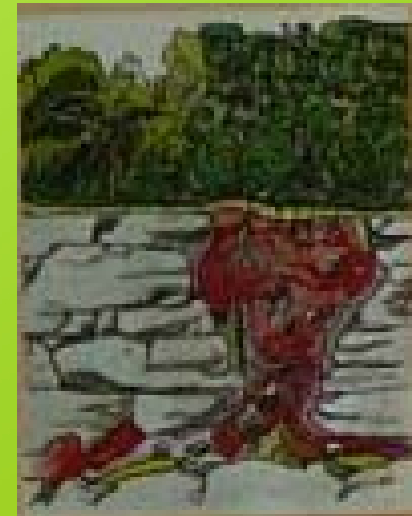
**-50Ma -8Ma:** L'érosion attaque les calcaires formés

*A travers les fissures, du sable et des argiles phosphatés s'infiltrent, les restes d'organismes vivants à proximité également. Ces restes constituent aussi une source de phosphate*

## Formation des phosphatières



*2 phosphatières voisines peuvent renfermer des sédiments séparés de plusieurs millions d'années, tout dépend du moment du départ du sable. Le remplissage de cavité le plus ancien remonte à -50Ma , le plus récent à -8Ma*



# PHOSPHATIERE DE BACH



Nodules de phosphorites contenant plus de 70% de phosphate





# Bienvenue dans la Forêt Paratropicale



## Phosphatières DU CLOUP D'AUVAL

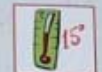


Photo de Marie-Françoise Lecomte

Exposés et œuvres des animaux de cette époque (àgés en millions d'années et périodes)

# Le parc des phosphatières





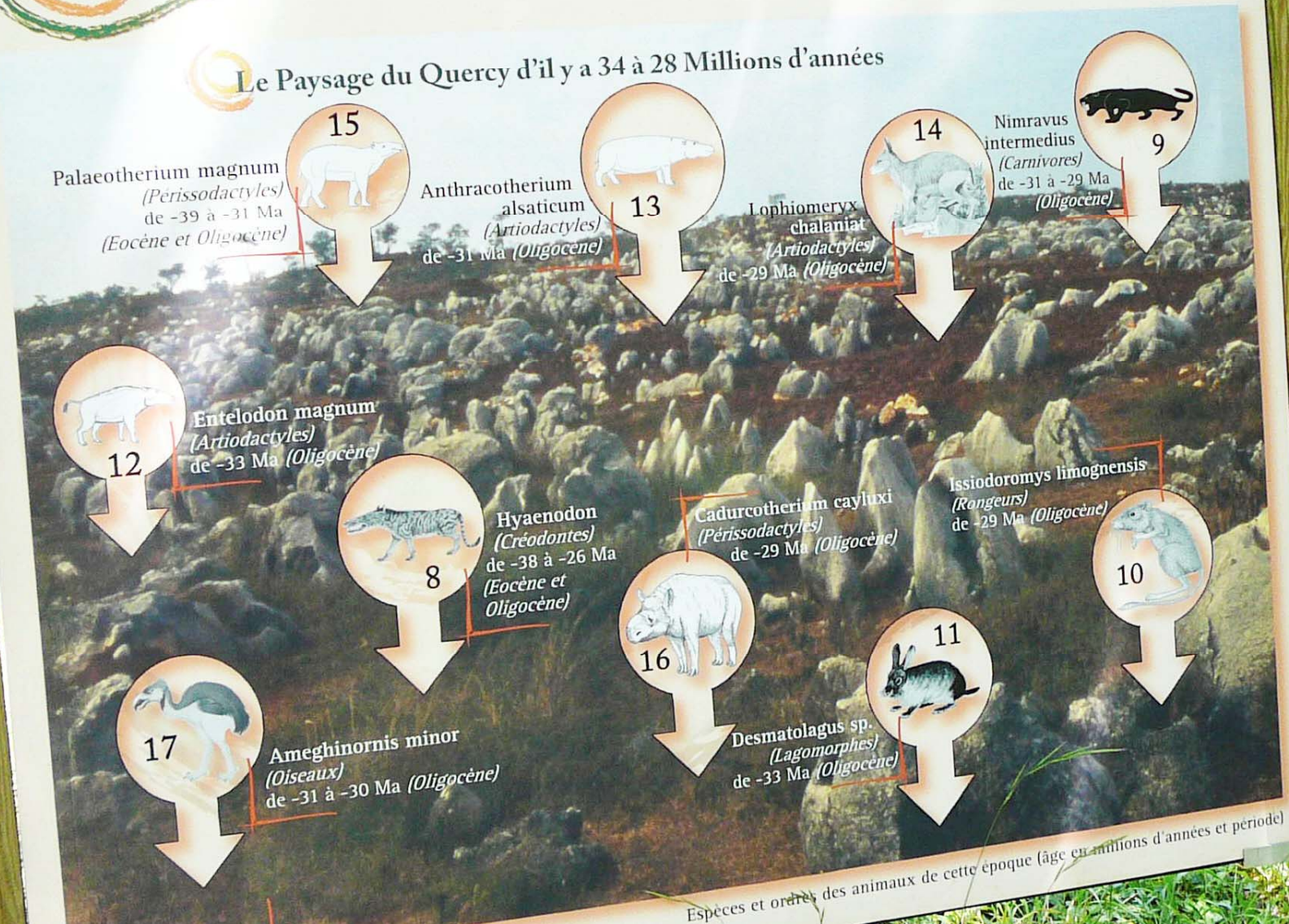




# Bienvenue dans la Savane



## Le Paysage du Quercy d'il y a 34 à 28 Millions d'années



15  
 Palaeotherium magnum  
 (Périsodactyles)  
 de -39 à -31 Ma  
 (Eocène et Oligocène)

13  
 Anthracotherium alsaticum  
 (Artiodactyles)  
 de -31 Ma (Oligocène)

14  
 Lophiomeryx chalantii  
 (Artiodactyles)  
 de -29 Ma (Oligocène)

9  
 Nimravus intermedius  
 (Carnivores)  
 de -31 à -29 Ma  
 (Oligocène)

12  
 Entelodon magnum  
 (Artiodactyles)  
 de -33 Ma (Oligocène)

8  
 Hyaenodon  
 (Créodontes)  
 de -38 à -26 Ma  
 (Eocène et Oligocène)

Cadurcotherium cayluxi  
 (Périsodactyles)  
 de -29 Ma (Oligocène)

10  
 Issiodoromys limognensis  
 (Rongeurs)  
 de -29 Ma (Oligocène)

17  
 Ameghinornis minor  
 (Oiseaux)  
 de -31 à -30 Ma (Oligocène)

16  
 Desmatolagus sp.  
 (Lagomorphes)  
 de -33 Ma (Oligocène)

11  
 (Lagomorphes)

Espèces et ordres des animaux de cette époque (âge en millions d'années et période)



# Formation des phosphatières

- *L'érosion attaque les calcaires gréseux crétacés constitués : les carbonates sont mis en solution et exportés par les eaux, des résidus insolubles s'accumulent. Les sables fins, facilement mobilisés par l'eau, vont s'insinuer à travers les fissures et aller colmater les grottes sous-jacentes.*
- *Les minéraux argileux, plus difficiles à mettre en suspension, demeurent à la surface. Il se forme un épais complexe d'altération au sein duquel, en raison d'un climat de type tropical, vont apparaître des phénomènes de latéritisation entraînant des concentrations de minéraux peu solubles sous forme notamment de pisolites d'oxydes de fer et de nodules phosphatés.*
- *Lorsque les conditions sont favorables, le sable est entraîné plus en profondeur dans la masse rocheuse et la cavité devient béante. Sous l'effet de la gravité, elle sera rapidement comblée par les argiles phosphatées et par les restes des organismes vivants à proximité qui constituent également une source de phosphate*



*Vue sur l'exploitation de la phosphatière au siècle dernier*



### *Remplissage des cavités:*

- Remplissages détritiques, formés de débris divers, les sédiments, transportés et accumulés par gravité ou décantation.
- Remplissages organiques, provenant de l'accumulation de débris organiques d'origine végétale, animale ou humaine, ou de la construction de sédiments par des organismes vivants.
- Remplissages chimiques, résultant d'un processus de dépôts par précipitation de minéraux mis en solution





A l'intérieur de la Phosphatière de Bach









## A l'intérieur de la Phosphatière

*Pour trouver la lumière, la végétation a du s'adapter et croître beaucoup plus que dans les conditions normales pour trouver la lumière, La phosphatière constitue un milieu spécifique entre lumière et monde souterrain.*

*Huit espèces de fougères et une douzaine d'orchidées cohabitent avec des végétaux plus classiques : chênes, érables, noyers, cornouillers...*

*On trouve des plantes et des arbres aux dimensions surprenantes*



A l'intérieur de la Phosphatière

Fougères géantes





*Les dents du dragon, vestiges du climat tropical*



A l'intérieur de la Phosphatière

Fougères géantes



# Un peu de géologie

Le **Quercy** est un lieu privilégié pour l'exploration et l'étude du **karst**. Les terrains carbonatés jurassiques ont été soumis à l'érosion et à la dissolution pendant des périodes qui ont duré 80 Ma

# La karstification

*Le karst est formé par la dissolution des roches carbonatées (calcaires) par des eaux de pluie ( $H_2O$ ) chargées en gaz carbonique ( $CO_2$ ). Il caractérise l'ensemble des vides créés dans un massif de roches calcaires.*

*Le principal composé de base de la roche calcaire est la calcite :  $CaCO_3$  qui est très peu soluble dans l'eau.*

*L'eau de pluie acquiert de l'acidité en se chargeant de gaz carbonique ( $CO_2$ ) produit dans les sols par les végétaux et les bactéries.*

*Sous l'action de l'acidité de l'eau, le  $CaCO_3$  se transforme en  $(HCO_3^-)_2Ca^{++}$  qui est le bicarbonate de calcium ou hydrogénocarbonate très soluble dans l'eau.*

*Dans le massif calcaire, les eaux circulent par gravité et s'infiltrent dans les fissures. La dissolution du calcaire est un phénomène lent, l'eau devant rester longtemps en contact avec la roche pour procéder à la dissolution.*



# Réaction de karstification

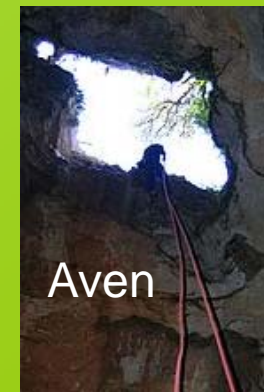
*Une zone karstique comprend 2 sens de réaction : dissolution et disparition du calcaire, dépôts plus loin*



*C'est la dissolution du calcaire (Transformation de la calcite en hydrogénocarbonate). Le calcaire est dissous et transporté par les eaux acides. Ceci produit l'érosion, le creusement de grottes et avens*



*Lorsque l'eau est chargée en hydrogénocarbonates mais qu'il n'y a plus assez de CO2 dans l'eau, des concrétions calcaires vont se déposer. Ce sens de réaction cause la fabrication des stalactites et stalagmites*



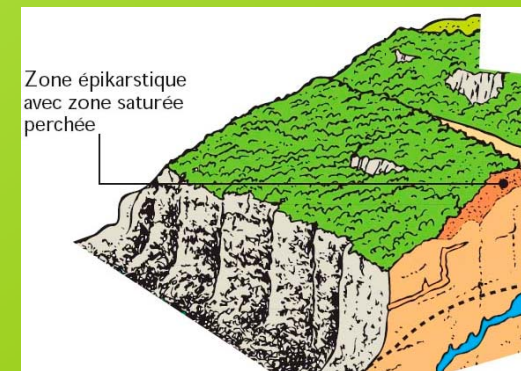
**La doline** constitue l'élément caractéristique du relief karstique de surface. C'est une dépression en forme de cuvette, d'entonnoir ou de cylindre qui dirige l'eau vers le sous-sol. Le fond de la doline peut être occupé par un étang. *À l'aplomb des dolines, on retrouve des accumulations de sédiments refermant des vestiges paléontologiques et préhistoriques descendus par gravité et entraînés par le ruissellement dans les dédales des galeries souterraines qui en profondeur taraudent les causses du Quercy.*

Un **poljés** est une plaine d'inondation.

Le **paysage souterrain karstique** comprend grottes et les gouffres

**Un aquifère** est une formation géologique possédant une perméabilité suffisante pour que l'eau souterraine puisse y circuler.

**Zone épikarstique ou épikarst:** Zone perméable de quelques mètres sous la surface qui rassemble l'eau d'infiltration dans une nappe, drainée vers le bas par l'infiltration ou par les vides





## *Classification des dépressions karstiques*

*Les dolines: dépressions circulaires parfois elliptiques, d'une dizaine à une centaine de mètres de diamètre environ et parfois 400 m (les Mazet, Rocamadour). Leurs profondeurs va jusqu'à 30m*



**Dolines**



*Les dolines-puits sont provoquées par l'effondrement ou l'ablation par érosion du toit d'une cavité, se localisent à l'aplomb des grands systèmes karstiques. Leurs composantes essentiellement verticales peut dépasser 30m de profondeur.*

*Si l'érosion superficielle fait disparaître le sol, la roche nue apparaît striée d'entailles, séparées par des arêtes acérées. La dissolution des roches de surface et l'entraînement des produits dissous dans les fractures et des vides sous jacents provoque la formation de dépressions appelées « dolines*

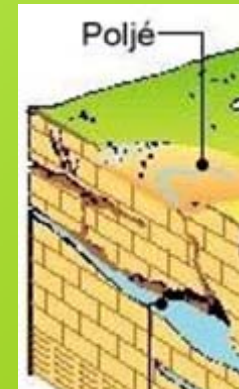
## Classification des dépressions karstiques (suite)

*Les ouvalas<sup>1</sup> sont des dépressions plus vastes, généralement formées par la coalescence de plusieurs dolines.*

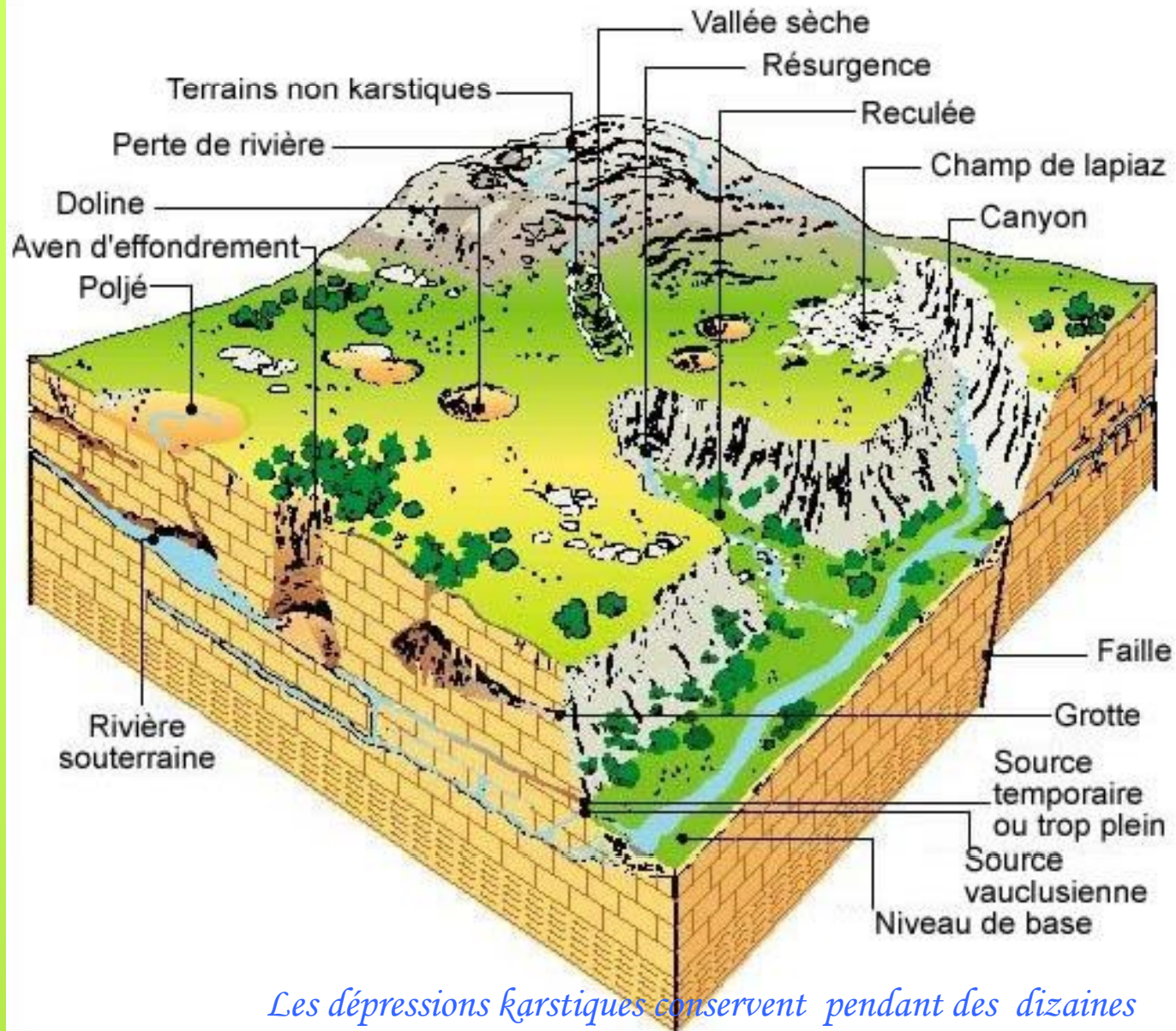


*Les poljés sont des dépressions à fond plat fermées par des bords rocheux. Ces formations sont caractéristiques des milieux karstiques ; elles sont reliées à une nappe phréatique par un conduit naturel. Cette résurgence de la nappe phréatique est ainsi à l'origine d'un cours d'eau ou de l'inondation de la dépression.*




*Le poljé est une dépression fermée pouvant atteindre plusieurs km de longueur*







*Les dépressions karstiques conservent pendant des dizaines de milliers d'années la mémoire de leur environnement*

-  Alluvions
-  Calcaires
-  Terrains imperméables

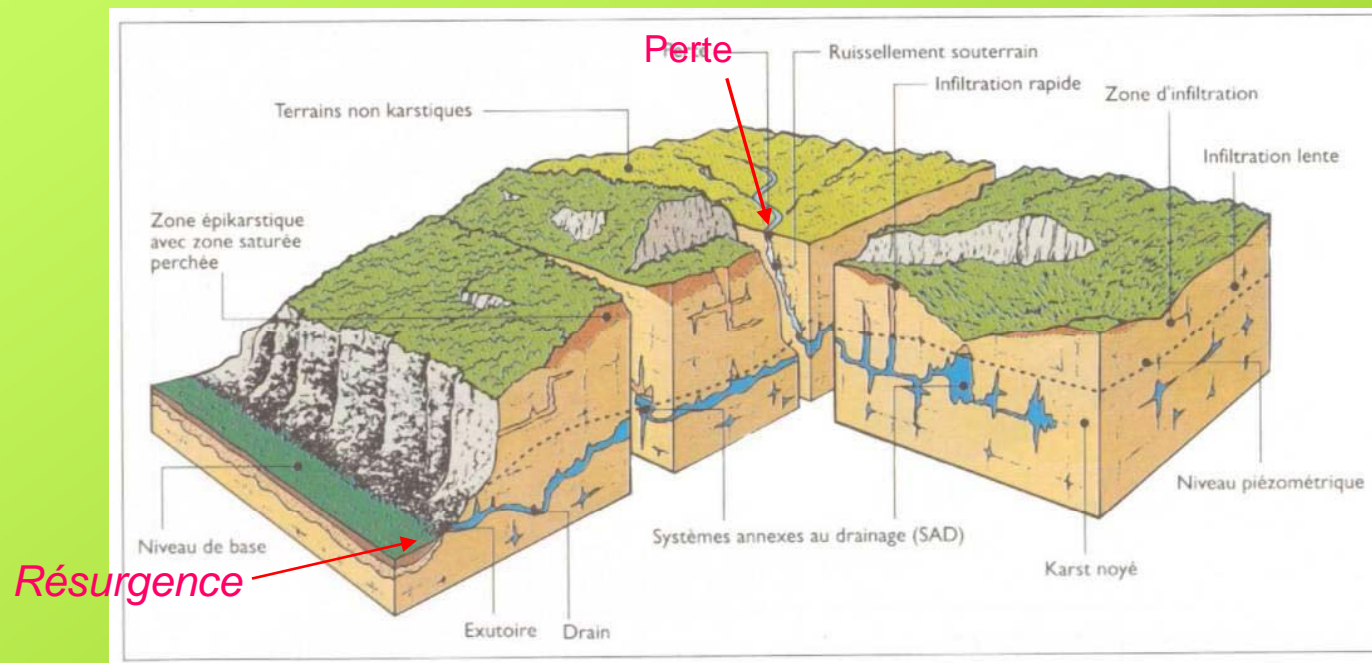
*géologique*

# Systeme karstique de l'Ouyse: Les pertes

Les écoulements superficiels se perdent dès leur arrivée sur le Causse.

Les pertes les plus importantes sont les pertes totales de Thémines (ruisseau l'Ouyse) et de Théminettes

Les **exutoires\*** du système de l'Ouyse, dits « sources de l'Ouyse », sont constitués par les **résurgences\***: **vasques de Cabouy, Saint-Sauveur et Fontbelle**. Il faut y ajouter les résurgences\* des Fruitières, situées dans le cours même de l'Ouyse.



\*Exutoire: Ouverture servant à l'écoulement de l'eau

\*Résurgence: Endroit où un réseau hydrographique souterrain sort de l'eau



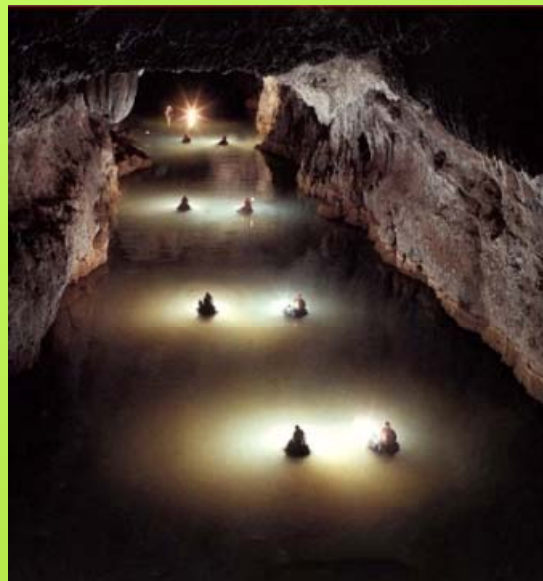
# Systeme karstique de l'Ouyse: Les pertes

Le réseau souterrain de l'Ouyse, a été exploré sur 30 km. Il est pénétrable en 3 points:

- **Les pertes de Thémines** possèdent un ensemble souterrain développant 6 km de galeries et formé de deux rivières pérennes reliées par une galerie supérieure entrecoupée de gours. Ces conduits étagés témoignent de l'enfouissement progressif de l'Ouyse.

- **Le gouffre des Vitarelles**: profond de 130 m, il donne accès à la rivière souterraine de même nom qui est constituée d'un conduit principal long de plus de 7 Km, entrecoupé de grandes salles remontant parfois à plus de 80 m au-dessus de la rivière et se terminant par un siphon à 6,3 km de l'entrée sous la doline du Loze à Flaujac. Latéralement à cette imposante galerie, constituant la partie médiane de l'Ouyse souterraine, des affluents drainent les ruissellements internes vers la rivière..

- **La résurgence de Cabouy**: exutoire principal de l'Ouyse, et le regard noyé de Poumeyssens, 890 m en amont, sont établis sur une grande galerie noyée explorée sur environ 3 km en direction de Magès



# Causse du Quercy

**Les causse du Quercy** forment un ensemble de plateaux calcaires, s'étendant sur 8000 km<sup>2</sup>, et forment les causse de **Martel**, de **Gramat** et de **Limogne**.

Ce sont des reliefs karstiques typiques, avec dolines et gouffres (*30 dolines au km<sup>2</sup> aux environs de Flaujac-Gare, Caniac-du-Causse et de Beauregard*).

**Le causse du Quercy** est constitué principalement par des calcaires et des dolomies du Jurassique et localement des formations superficielles tertiaires

**Le causse de Martel** a piégé, dans de vastes cuvettes, des formations argilo-sableuses qui ont donné sol fertile et forêts

**Le causse de Limogne** est partiellement couvert, aux environs de Bach et de Vaylats, par des formations argilo-marneuses tertiaires favorisant une végétation contrastée, moins aride que la partie Nord du causse de Limogne

A l'ouest de la vallée de la Dame, au voisinage de la vallée du Céou et dans les environs de Cahors, un réseau de *combes* entaille profondément des terrains marno-calcaires







Vietnam: baie d'Halong



Chine: Région de Guilin

## Reliefs Karstique:

*On a des phénomènes semblables en Chine dans la région de Guilin, au Vietnam: Baie d'Halong. En Chine, le relief karstique a dessiné le long des rivières des reliefs appelés dents de dragon.*

*Il y a 300 millions d'année, d'énormes quantité de calcaire se sont déposé sur les fonds des mers qui recouvraient alors une grande partie du sud-est asiatique. Sur la terre, qui émergea de la mer il y a 215 millions d'années, les séismes l'érosion ont modelé des collines et des grottes.*

# Le phosphate

*Le phosphate est une molécule composée de 3 atomes d'oxygène et un de phosphore. Cette molécule est un élément essentielle à la prolifération de la vie végétale et animale. Le cycle du phosphate se répète indéfiniment. Le phosphate est au départ présent sous forme de roche (ou sédiment), il est utilisé par les végétaux qui retournent en poussière comme toutes vie.*

*Les être vivants utilisent l'acide phosphorique. Le phosphore se trouve dans la nature sous formes de phosphates car il n'existe pas de phosphore à l'état libre . Le phosphate de calcium:  $(Ca^{+2} PO_4^{-3})_2$  intervient dans la constitution des os, dents, cornes, bois.*

*Il est essentiel à la fabrication de nombreuses molécules*



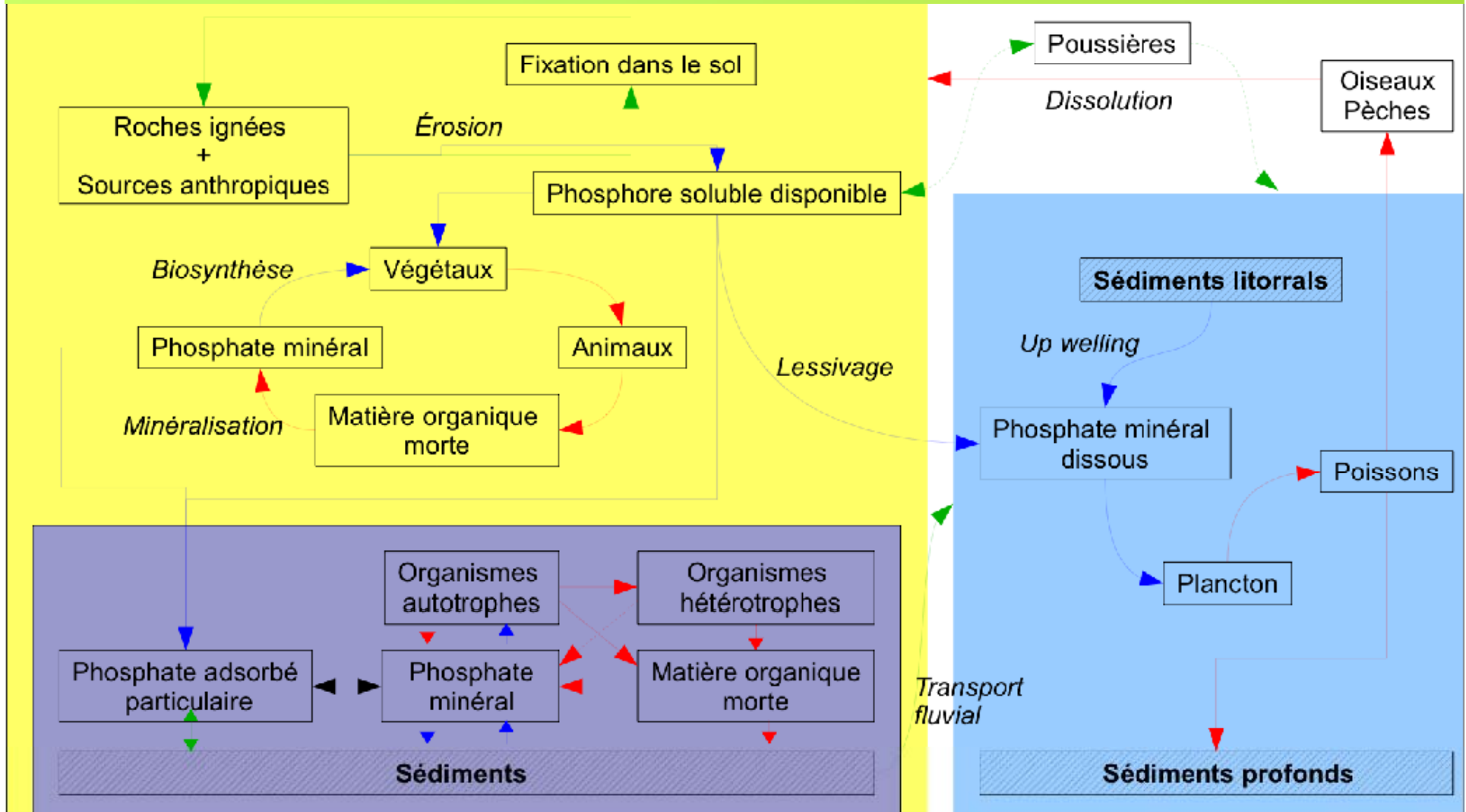
# Le phosphate

*La prolifération de zooplancton dans l'eau de mer libère une quantité considérable de phosphore qui va se fixer comme phosphore organique qui va se dissoudre de nouveau pour former du phosphate. Le phosphate est la forme sous laquelle le phosphore peut être assimilé par les êtres vivants, en particulier les algues. Chimiquement, le phosphate est une combinaison d'atomes de phosphore et d'oxygène.*

*Sous forme dissoute, le phosphore se trouve sous forme d'ion phosphate: =  $\text{PO}_4^{3-}$*

*Au Miocène, le niveau des océans était élevé + 160m par rapport au niveau actuel. L'océan a déposé du phosphate qui est resté après le retrait des océans.*

# Cycle du phosphate





# Le phosphate

**Engrais et polluant:** Les engrais phosphatés sont produits à partir du phosphate de roche extrait des gisements. Le phosphate du fait de son utilisation comme engrais se retrouve dans les cours d'eau.

## L'eutrophisation:

L'eutrophisation est l'asphyxie des eaux due à un apport exagéré de phosphates qui augmente la production d'algues. La décomposition et la minéralisation de ces algues, lorsqu'elles meurent, consomment de l'oxygène dissous dans l'eau et rendent impossible les conditions de vie pour la faune et la flore

**Les gisements:** Les gisements de phosphate de roche proviennent d'origine volcanique ou de squelettes d'animaux. Avec le temps, dans les fonds marins, les carbonates ont été remplacés par du fluor ce qui a pour effet pour effet de rendre le minerai plus stable

# Fossiles retrouvés dans la phosphatière



*Nimravus*: Tigre à dent de sabre (dents pointues caractéristiques des carnivores)



# Fossiles retrouvés dans la phosphatière



Carapace de tortue



# Fossiles retrouvés dans la phosphatière



# Fossiles retrouvés dans la phosphatière



*Palaeotherium*



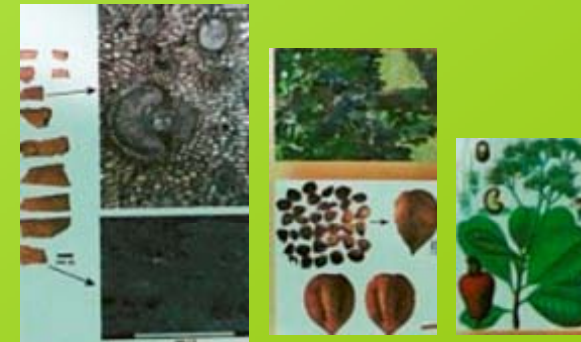
*Le Hyaenodon a vécu de l'Eocène supérieur au Miocène inférieur*



*Cadurcothérium ou cadurcothère:*

*Couronnes dentaires planes caractérisant les herbivores*

*Les oiseaux retrouvés dans la phosphatière datent de 30Ma, ces oiseaux correspondent à ceux qu'on trouve actuellement en zone tropicale*



**Plantes fossilisées**

# Datation des phosphatières

*Les fossiles de la phosphatière ne peuvent pas être datés au  $C_{14}$ , la période de 5730 ans du  $C_{14}$  est trop courte pour des mesures se chiffrant en millions d'années*



# Datation des phosphatières

## Géochronologie isotopique

*Les fossiles de la phosphatière ne peuvent pas être datés au  $C_{14}$ , la période de 5730 ans du  $C_{14}$  est trop courte pour des mesures se chiffrant en millions d'années*

**Potassium-Argon (K-Ar)** *Période 1,25 milliards d'années* Le Potassium 40 est radioactif. Lorsqu'il se désintègre, il forme préférentiellement du Calcium, mais dans 11% des cas de l'argon. Le rapport de ces deux éléments permet la détermination de l'âge.

**Les zircons** contiennent des isotopes radioactifs :

$^{235}\text{U}$  (période 703.8 Ma) ,  $^{238}\text{U}$  (période 4,5 milliards d'années),  
 $^{232}\text{Th}$  (période 14 milliards d'années).

La proportion uranium-plomb ou thorium-plomb permet d'estimer l'âge d'un cristal de zircon et de ce fait l'âge de la roche qui le contient. Les plus anciennes roches terrestres trouvées à la surface du globe ont été datées par les zircons qu'elles contiennent



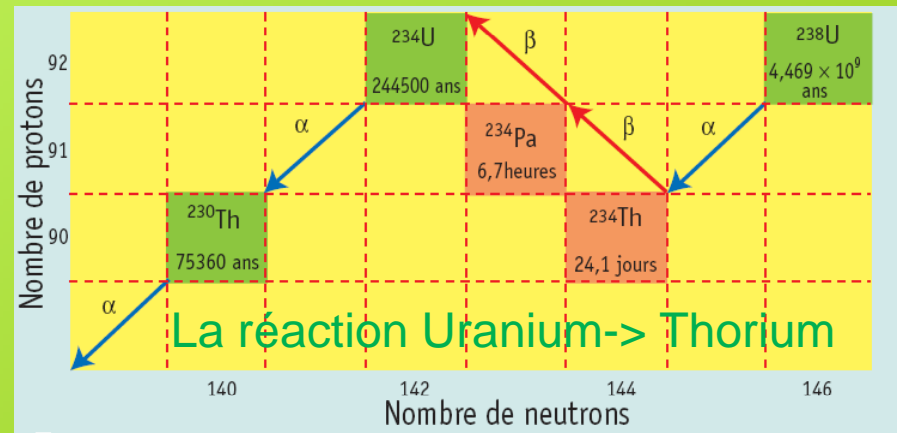
# Méthodes de datation utilisées

## Uranium Thorium

L'uranium et le thorium, de poids atomique élevé se concentrent au centre de la terre. Leur désintégration dégage de la chaleur qui a permis au noyau de la terre de rester chaud depuis 4,5 milliards d'années.

Les minéraux radioactifs sont abondants dans les roches magmatiques et métamorphiques.

La méthode radiochronologique uranium-thorium est fondée sur la mesure des rapports des isotopes: Thorium 230 et Uranium 234.



**Potassium-Argon (K-Ar)** Période 1,25milliards d'années Le Potassium 40 est radioactif.

Lorsqu'il se désintègre, il forme préférentiellement du Calcium, mais dans 11% des cas de l'argon. Le rapport de ces deux éléments permet la détermination de l'âge.

# Méthodes de datation utilisées

## Thermoluminescence et résonance paramagnétique électronique

*Les minéraux sont altérés aussi par la radioactivité extérieure. Sous l'effet de cette irradiation, ils libèrent des électrons qui sont piégés dans les irrégularités de leur réseau cristallin. Le dénombrement des électrons piégés permet de connaître la dose de radiation qu'a reçue le minéral au cours de son existence et d'en calculer son âge.*

**Paléomagnétisme:** *Lors de la solidification "rapide" d'une roche après éruption volcanique, les dipôles magnétiques qu'elle contient se figent dans la direction du champ magnétique terrestre de ce moment.*

*Une chronologie des variations du champ magnétique terrestre a été établie grâce à une datation conjointe par la méthode radiométrique du potassium-argon*

**Les zircons** contiennent des isotopes radioactifs :

$^{235}\text{U}$  (période 703.8 Ma) ,  $^{238}\text{U}$  (période 4,5 milliards d'années),  
 $^{232}\text{Th}$  (période 14 milliards d'années).

*La proportion uranium-plomb ou thorium-plomb permet d'estimer l'âge d'un cristal de zircon et de ce fait l'âge de la roche qui le contient. Les plus anciennes roches terrestres trouvées à la surface du globe ont été datées par les zircons qu'elles contiennent*





## Question qu'on pourrait se poser:

*Puisque les éléments lourds radioactifs se désintègrent dans le temps, et disparaissent, qu'elles ont été les conditions de leur création?*

**Réponse:** Les éléments lourds radioactifs ne peuvent pas être créés par une étoile comme le soleil.

*Quelques millions d'années avant la création du système solaire, une étoile gigantesque a explosé dans la galaxie (super-novae). Cette explosion d'intensité supérieure à 100 millions de fois la puissance du soleil a permis de générer les éléments lourds de la table de Mendeleev*

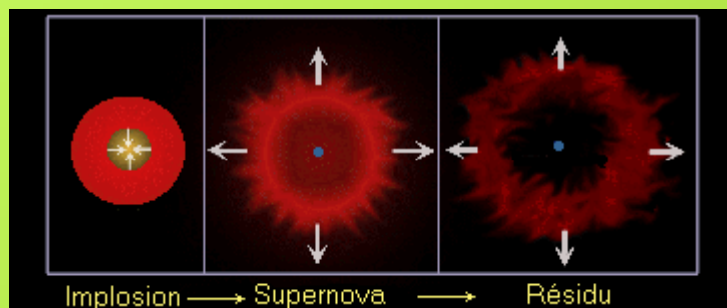



Tableau périodique des éléments  
et quelques-unes de leurs applications pratiques



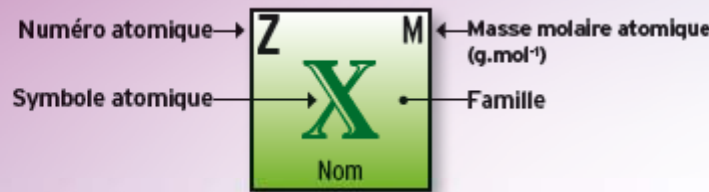
- remplissage des électrons au niveau s
- remplissage des électrons au niveau p
- remplissage des électrons au niveau d
- remplissage des électrons au niveau f

1	2											13	14	15	16	17	18																				
1	H											3	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	He														
3	Li	4	Be											5	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar												
11	Na	12	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Kr															
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Xe		
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe		
55	Cs	56	Ba	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn		
87	Fr	88	Ra	103	Lr	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Uun	111	Uuu	112	Uub	113	Uut	114	Uuq	115	Uup	116	Uuh	117	Uus	118	Uuo		
57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb										
89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No										

**Nous sommes tous de la poussière d'étoiles**

# TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Colonne 1																		2																		3																		4																		5																		6																		7																		8																		9																		10																		11																		12																		13																		14																		15																		16																		17																		18																	
1 H Hydrogène 1,0																		2 He Hélium 4,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3 Li Lithium 6,94	4 Be Béryllium 9,0																	5 B Bore 10,8	6 C Carbone 12,0	7 N Azote 14,0	8 O Oxygène 16,0	9 F Fluor 19,0	10 Ne Néon 20,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
11 Na Sodium 23,0	12 Mg Magnésium 24,3																	13 Al Aluminium 27,0	14 Si Silicium 28,1	15 P Phosphore 31,0	16 S Soufre 32,1	17 Cl Chlore 35,5	18 Ar Argon 39,9																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
19 K Potassium 39,1	20 Ca Calcium 40,1	21 Sc Scandium 45,0	22 Ti Titane 47,9	23 V Vanadium 50,9	24 Cr Chrome 52,0	25 Mn Manganèse 54,9	26 Fe Fer 55,8	27 Co Cobalt 58,9	28 Ni Nickel 58,7	29 Cu Cuivre 63,5	30 Zn Zinc 65,4	31 Ga Gallium 69,7	32 Ge Germanium 72,6	33 As Arsenic 74,9	34 Se Sélénium 79,0	35 Br Brome 79,9	36 Kr Krypton 83,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
37 Rb Rubidium 85,5	38 Sr Strontium 87,6	39 Y Yttrium 88,9	40 Zr Zirconium 91,2	41 Nb Niobium 92,9	42 Mo Molybdène 95,9	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101,1	45 Rh Rhodium 102,9	46 Pd Paladium 106,4	47 Ag Argent 107,9	48 Cd Cadmium 112,4	49 In Indium 114,8	50 Sn Étain 118,7	51 Sb Antimoine 121,8	52 Te Tellure 127,6	53 I Iode 126,9	54 Xe Xénon 131,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
55 Cs Césium 132,9	56 Ba Baryum 137,3	57 La Lanthane 138,9	72 Hf Hafnium 178,5	73 Ta Tantale 180,9	74 W Tungstène 183,8	75 Re Rhenium 186,2	76 Os Osmium 190,2	77 Ir Iridium 192,2	78 Pt Platine 195,1	79 Au Or 197,0	80 Hg Mercure 200,6	81 Tl Thallium 204,4	82 Pb Plomb 207,2	83 Bi Bismuth 209,0	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	86 Rn Radon (222)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinium (227)	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (272)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Cn Copernicium (277)	113 Uut* Ununtrium (284)	114 Uuq* Ununquadium (289)	115 Uup* Ununpentium (288)	116 Uuh* Ununhexium (292)	117 Uus* Ununseptium (292)	118 Uuo* Ununoctium (294)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		



58 Ce Cérium 140,1	59 Pr Praséodyme 140,9	60 Nd Néodyme 144,2	61 Pm Prométhium (145)	62 Sm Samarium 150,4	63 Eu Europium 152,0	64 Gd Gadolinium 157,4	65 Tb Terbium 158,9	66 Dy Dysprosium 162,5	67 Ho Holmium 164,9	68 Er Erbium 167,3	69 Tm Thulium 168,9	70 Yb Ytterbium 173,0	71 Lu Lutétium 175,0
90 Th Thorium 232,0	91 Pa Protactinium 231,0	92 U Uranium 238,0	93 Np Néptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Américium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkélium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (254)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendélévium (258)	102 No Nobélium (259)	103 Lw Lawrencium (260)



**CERIMES**  
Centre de ressources et d'information sur les technologies pour l'enseignement supérieur

État de l'élément

- Éléments solides
- Éléments gazeux
- Éléments métalliques
- Éléments non métalliques
- Éléments radioactifs
- Éléments stables
- Éléments à courte durée de vie
- Éléments à longue durée de vie
- Éléments synthétiques
- Éléments naturels
- Éléments rares
- Éléments communs