



> **Recueil de l'enseignant**

NOM _____

ÉCOLE _____

*Une visite stimulante
et interactive au*



Droits de reproduction

Les établissements scolaires du Québec sont autorisés à utiliser et à reproduire le présent document.
Tout autre organisme doit s'adresser au C.I.EAU pour obtenir un droit d'utilisation et de reproduction

Station d'eau potable Sainte-Rose
C.I.EAU
12, rue Hotte
Ste-Rose, Laval (Québec)
H7L 2R3

Tél. : 450-963-6463
Télec. : 450-963-5077
cieau@bellnet.ca
www.cieau.qc.ca

Ont collaboré à la conception de la documentation du C.I.EAU :

Isabelle Cuddihy, conseillère pédagogique à la commission scolaire de Laval
Manon Faulkner, conseillère professionnelle-coordonnatrice, Service de l'environnement, Ville de Laval
Denis Fyfe, ex-coordonnateur du Centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie (MÉLS)
Pauline St-Hilaire, ex-enseignante au primaire à la commission scolaire de Laval
Érick Sauvé, conseiller pédagogique en science et technologie à la commission scolaire de Laval

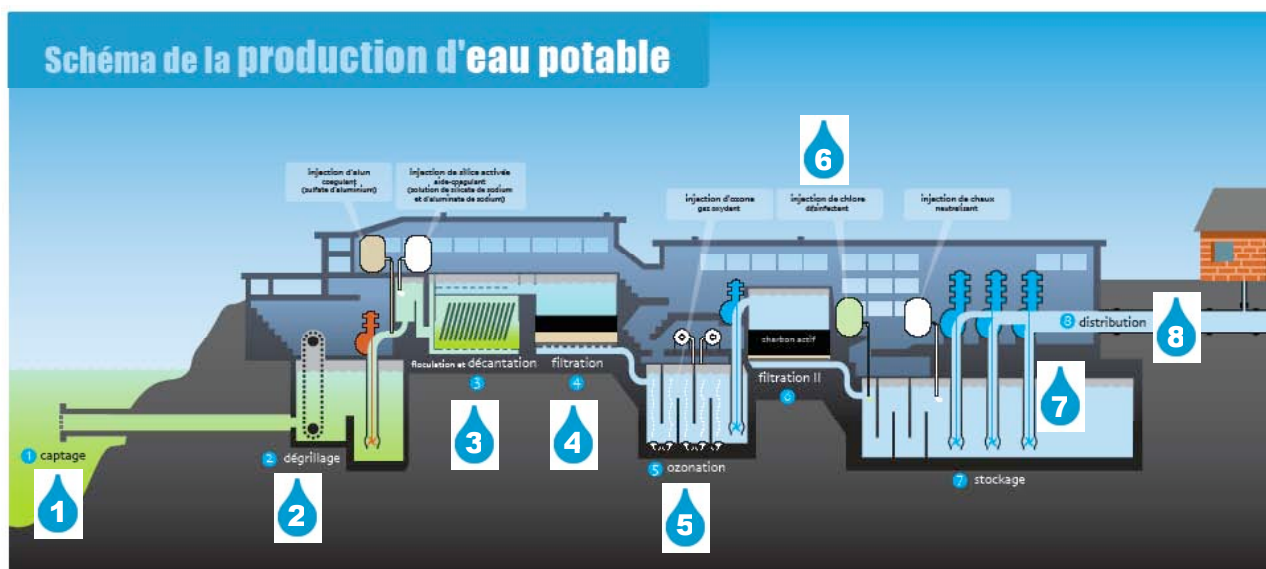
Note : Dans ce document, le masculin est utilisé afin d'alléger la lecture du texte.



Table des matières

LAB'EAU – activités	4
CONCEPTS	6
• LA PRISE D'EAU	7
• LE DÉGRILLAGE , LA MESURE DE LA TURBIDITÉ DE L'EAU ET L'EXAMEN AU MICROSCOPE	7
• LA COAGULATION-FLOCCULATION ET LA DÉCANTATION	8
• LA FILTRATION	8
• L'OZONATION	8
• LA CHLORATION ET LA MESURE DE L'ACIDITÉ (PH) ET L'AJUSTEMENT DU PH	9
• LE STOCKAGE ET LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION	10
L'ACIDITÉ	11
VOCABULAIRE	12

Activités proposées aux élèves au regard du processus de production de l'eau potable (voir les gouttes sur le schéma)



Brève description des activités du laboratoire au C.I.EAU

(Voir à la page 18 pour l'explication des concepts)

1 La préparation de l'eau

Les élèves font « leur propre eau de rivière » (eau brute + feuilles mortes ou branches). Cette eau représente l'eau à Eauville. Le pompage est abordé à la distribution.



2 Le dégrillage

Les élèves observent l'eau ainsi reconstituée et s'interrogent sur les caractéristiques physiques de cette eau (odeur et couleur) ou d'une eau provenant de la rivière.

Ils installent un tamis sur un contenant et font passer l'eau au travers pour retirer les grosses particules (branches, feuilles).



L'observation de la turbidité de l'eau

L'observation de la turbidité se fait en comparant l'eau à des échantillons de turbidité différente. L'animateur présente un turbidimètre électronique.

La mesure du pH (mesure de l'acidité)

- Les élèves s'approprient le concept avec l'animateur, prennent le pH de différents produits dont celui de l'eau brute en faisant le test du papier indicateur.
- Ce dernier fait une démonstration avec son pH-mètre.



La vie à l'échelle de l'infiniment petit

Il faut faire comprendre aux élèves qu'il y a de la vie à l'échelle de l'infiniment petit. Ils observent des protozoaires avec une loupe binoculaire. L'animateur utilise un matériel de démonstration (colonies de bactéries, affiches, maquette 3-D, séquence animée) afin de leur permettre de se faire une idée de leurs dimensions et de leurs effets sur notre santé.



3 La floculation et la décantation

Les élèves produisent la floculation en ajoutant de d'alun (un coagulant) et en agitant le mélange à l'aide d'un appareil. Ils observent ensuite un dépôt au fond du récipient : c'est le résultat de la décantation.



4 La filtration

Les élèves utilisent un filtre avec sable et anthracite (charbon) empilés dans un petit contenant transparent. L'animateur présente des résidus de la filtration (filtrats). Les élèves observent à nouveau la turbidité de l'eau filtrée.



5 L'ozonation

Les élèves simulent cette opération avec de l'air comprimé. Avec quelques explications, ils comprennent le rôle de l'ozonation dans le processus.



6 La chloration, la mesure de l'acidité et l'ajustement du pH

Les élèves traitent l'eau avec quelques gouttes d'eau de Javel. Ils déposent quelques gouttes dans leur contenant. L'animateur leur montre comment on peut détruire les protozoaires et les bactéries avec un produit chloré.

La mesure de l'acidité (pH)

- Les élèves refont le test du papier tournesol.
- Ils ajoutent du lait de chaux à l'eau acidifiée pour ramener le pH à la normale

L'observation de la turbidité de l'eau après traitement

Les élèves observent de nouveau la turbidité et constatent la clarté de l'eau après les divers traitements.



7-8

Le réseau de distribution et le pompage

Les élèves ont une petite pompe à observer; l'animateur en a une démontable d'un modèle plus gros qu'il peut faire fonctionner. L'animateur amène les élèves à s'interroger sur les principes de fonctionnement d'une turbine.

Les enfants conçoivent un petit réseau d'alimentation et le montent avec une pompe de fontaine, de la tubulure transparente et des valves. Un réseau de collecte d'eau usée peut s'ajouter au réseau précédent.



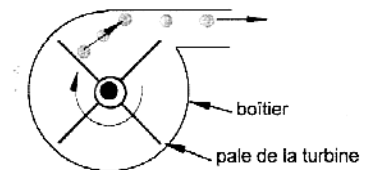
Concepts



1. LA PRISE D'EAU

A. Principes de fonctionnement d'une pompe à turbine :

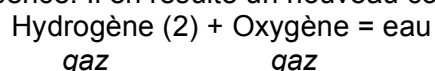
La pompe à turbine est un dispositif rotatif constitué d'un moteur (le plus souvent électrique) relié par un arbre (axe) à une roue à pales placée dans un boîtier comportant une entrée et une sortie pour le liquide pompé. Le dispositif est destiné à créer une pression permettant de pousser un liquide, comme l'eau, dans un tuyau. Une pompe permet de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique. Les pompes sont des machines essentielles dans l'usine. On utilise un grand nombre de ces pompes pour pomper l'eau vers les bassins de décantation et la faire circuler dans l'usine et puis la pomper vers le réseau de tuyaux qui amènent l'eau dans les maisons, les édifices et les usines.



B. Fabrication de « l'eau de rivière »

Réactions chimiques

Les réactions chimiques sont des transformations qui se produisent lorsque certains corps chimiques sont mis en présence. Il en résulte un nouveau composé :



Les acides et les bases

Un acide est un composé chimique qui a une saveur piquante/aigre et qui a un pH variant entre 1 et 7 (1 étant totalement acide et 7 étant neutre). Un papier tournesol mis en présence d'une solution acide deviendra rouge. Quelques exemples d'aliments acides : confiture de framboises (pH 3), jus de citron (pH 2.3), vinaigre (pH 3).

Une base (ou solution alcaline) est un composé chimique qui neutralise un acide. Une base a une saveur âcre, fade et a un pH variant entre 7 et 14 (14 étant totalement basique et 7 étant neutre). Un papier tournesol mis en présence d'une solution basique deviendra bleu. Quelques exemples d'aliments basiques (ou alcalins) : bicarbonate de soude, blanc d'œuf (pH 8), fromage Camembert (pH 7.4).

À la station d'eau potable Sainte-Rose, le pH de l'eau est mesuré à quatre reprises :

- 1° À la prise d'eau pour connaître le pH de l'eau brute (qui se situe normalement aux alentours de 7). Cette mesure permet de vérifier qu'il n'y ait pas eu de déversements d'acide ou de base dans la rivière.
- 2° Après l'ajout d'alun (substance acide) afin de s'assurer qu'on a ajouté la bonne quantité. Le pH devrait alors donc tourner autour de 6.4.
- 3° Lors de l'ajout de chaux, deux mesures de pH sont prises. La chaux a pour mission de faire augmenter le pH de l'eau afin de la rendre moins corrosive pour l'aqueduc. La mesure du pH permet donc de contrôler la quantité de chaux à ajouter. Suite à cette étape, l'eau a un pH variant entre 7 et 8. Le pH ne doit pas être plus élevé que 8, car dans ce cas, le chlore (ajouté pour désinfecter l'eau) perdrait de son efficacité.
- 4° À la sortie de la station.



2. LE DÉGRILLAGE, LA MESURE DE LA TURBIDITÉ DE L'EAU ET L'EXAMEN À LA LOUPE

A. Le dégrillage

Cette phase initiale du traitement des eaux consiste à débarrasser l'eau des matières les plus volumineuses comme, les feuilles et les branches. Ce nettoyage s'effectue par le passage de l'eau à travers une grille (même principe qu'une passoire à spaghetti).

B. La turbidité

État d'un liquide trouble. Caractéristique d'un liquide contenant des matières en suspension (fines mais visibles) ou des composés chimiques colorés qui en atténuent la transparence et gênent le passage de la lumière.

C. L'examen à la loupe binoculaire

Les élèves observent des micro-organismes (protozoaires) dans des échantillons d'eau.

Micro-organisme : organisme vivant microscopique (trop petit pour être distingué à l'œil nu). On regroupe sous ce terme les virus, les bactéries, les protozoaires, les algues et les champignons inférieurs. Certains peuvent être observés à la loupe (protozoaires), d'autres nécessitent un microscope (bactéries, algues, champignons) et des organismes comme les virus nécessitent un microscope électronique étant donné leur petitesse.

Coliforme : désigne des bactéries pathogènes qui servent d'indicateurs pour la salubrité de l'eau (indicateurs d'une contamination fécale). Les coliformes sont responsables d'infections urinaires et intestinales et leur présence dans l'eau de boisson peut causer des maladies comme le choléra.



3. LA COAGULATION-FLOCCULATION ET LA DÉCANTATION

A. La coagulation

La coagulation permet aux particules indésirables en suspension dans l'eau de se coller ensemble. En utilisant l'alun, cela permet de créer des particules collantes auxquelles s'accrochent les impuretés.

B. La floculation

La formation d'un floc (particules qui se collent ensemble pour former un amas plus volumineux) est amorcée par la coagulation. Afin d'assurer une bonne précipitation, il est nécessaire d'accroître la taille de celui-ci et sa cohésion. La floculation est en fait la phase d'agglomération et de précipitation des flocons (pensez à flocons).

C. La décantation

Phénomène par lequel des particules solides se séparent d'un liquide par gravité et s'accumulent vers le fond puisqu'elles deviennent trop lourdes.



4. LA FILTRATION

Étape permettant de traiter la pollution biologique de l'eau (éliminer les coliformes fécaux et les virus), de réduire sa turbidité et d'améliorer sa couleur. Cette étape termine la clarification et l'épuration de l'eau. Le processus physique consiste à faire passer l'eau à travers un milieu filtrant comme, par exemple, du sable, des pierres poreuses ou d'anthracite. Ayant un grain plus gros, l'anthracite permet de stocker plus de substances qu'un filtre à sable conventionnel.



5. L'OZONATION

L'ozonation permet la destruction de bactéries et de virus, le contrôle des algues, l'élimination des goûts et des odeurs indésirables. Elle permet également de réduire la quantité de désinfectant à ajouter à l'eau avant son envoi dans le réseau de distribution.

OZONE

Gaz de formule O_3 et qui est naturellement présent dans l'air. En haute altitude, il est créé par la réaction entre les rayons solaires et l'oxygène. Il permet de filtrer, en partie, les rayons ultraviolets et de maintenir ainsi la vie à la surface de la terre. Au niveau de la terre, il devient davantage présent avec le mélange des polluants et du rayonnement du soleil. En grande quantité, il devient nocif pour la santé et l'environnement.

Lors de son utilisation dans l'industrie, l'ozone se présente sous la forme d'un gaz incolore. Il dégage une odeur piquante, similaire à celle présente dans l'air lors d'un orage, après un éclair ou un coup de foudre. L'ozone est un oxydant puissant, utilisé depuis de nombreuses années pour le traitement de l'eau.



6. LA CHLORATION ET LA MESURE DE L'ACIDITÉ (pH)

A. LA CHLORATION

Le chlore est un désinfectant qu'on ajoute à l'eau potable pour réduire ou éliminer la présence de micro-organismes tels les bactéries et les virus. Il évite la recroissance des bactéries dans le réseau. L'ajout de chlore à l'eau potable a permis de réduire sensiblement les risques de transmission de maladies par l'eau.

B. LA MESURE DE L'ACIDITÉ ET L'AJUSTEMENT DU PH

Le pH (potentiel hydrogène) est l'une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il indique son degré d'acidité ou d'alcalinité donc le pH est représentatif de la concentration en ions H^+ (hydrogène) dans l'eau. La valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations de traitement de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique. Le pH est mesuré sur une échelle de 1 à 14 (1 étant très acide et 14 étant très basique ou alcalin). On réajuste le pH de l'eau acidifiée par l'utilisation d'un coagulant comme l'alun en ajoutant un neutralisant comme le lait de chaux (produit alcalin). Voir également le texte explicatif sur le concept de pH à la page 10.

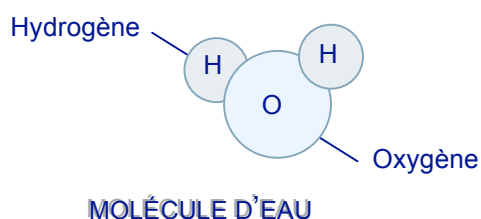


7. LE STOCKAGE ET LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION

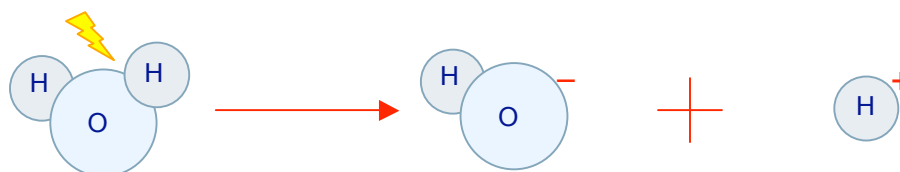
L'eau traitée est emmagasinée dans les réserves souterraines près de la station et ensuite pompée vers le réseau de distribution au moyen d'un système de pompage à haute pression.

L'eau pure est une substance composée de molécules formées de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène.

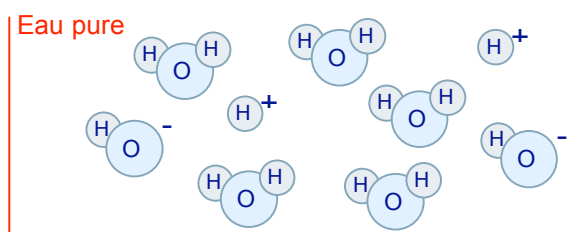
Nous la représentons de la façon suivante :



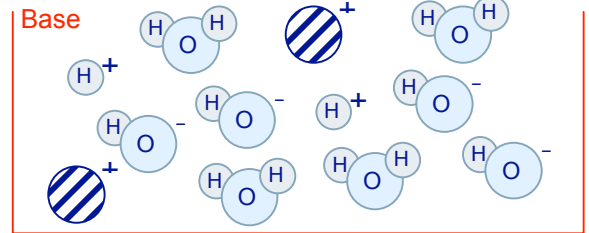
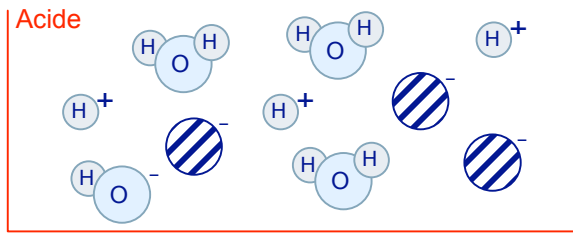
L'eau pure ne conduit pas le courant électrique, à première vue. Par contre, si nous utilisons un appareil très sensible, un faible courant pourra être détecté. Ce faible courant ne peut s'expliquer que par la présence de particules ayant une charge électrique. Des études ont démontré que ces particules chargées sont le résultat du bris d'une liaison chimique dans la molécule d'eau. On peut l'illustrer comme ceci :



Une fois la molécule brisée, ses deux parties portent une charge électrique : l'une est positive et l'autre est négative. Ces parties chargées portent le nom d'ions. Il y a donc quelques ions H^+ et OH^- en très petite quantité. Ce sont ces quantités d'ions qui déterminent le caractère acide ou basique d'une solution. Si ces quantités sont égales, la solution est neutre. C'est pourquoi l'eau pure n'est ni acide, ni basique : elle contient exactement la même quantité d'ions H^+ que d'ions OH^- .



On remarque qu'en rajoutant certaines substances à l'eau pure, on peut créer un déséquilibre entre la quantité d'ions H^+ ou OH^- . Si le déséquilibre penche du côté des ions H^+ , on qualifiera la solution formée d'acide, tandis qu'un déséquilibre favorable aux ions OH^- donnera une solution basique.



En 1909, le chimiste danois Soren Sorensen proposa une méthode de calcul permettant de mesurer le degré d'acidité d'une solution, méthode que l'on connaît aujourd'hui sous le nom d'échelle de pH. Le pH est calculé par rapport à la quantité d'ions H^+ présents dans une solution. Le pH mesure la « puissance » des ions « hydrogène » d'une solution.

	ACIDE	NEUTRE	BASIQUE
pH	0 1 2 3 4 5 6	7	8 9 10 11 12 13 14
Quantité d'ions	$H^+ > OH^-$	$H^+ = OH^-$	$H^+ < OH^-$
	$H^+ > OH^-$ signifie plus d'ions H^+ que d'ions OH^- et $H^+ < OH^-$ signifie moins d'ions H^+ que d'ions OH^-		

Le premier procédé utilisé pour déterminer le caractère acide ou basique des solutions fût la gustation. Depuis plus de 300 ans, on utilise des molécules organiques – des pigments de certaines plantes – pour distinguer sans risques les acides et les bases. Certaines substances comme le jus de choux rouge, le papier tournesol* ont en effet la propriété de changer de couleur selon le pH du milieu dans lequel elles se trouvent. Nous utiliserons un autre papier indicateur au C.I.EAU.

* Le papier réactif était, originellement, réalisé à l'aide de tournesol.



Vocabulaire

Tiré du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, section jeunesse : <http://.menv.gouv.qc.ca/jeunesse/chronique/glossaire-petit.htm#nappe>

Assainissement	Ensemble des mesures prises pour éliminer la pollution dans les eaux.
Bactérie	Micro-organisme formé d'une seule cellule. Les bactéries présentent des formes très variées. Elles peuvent vivre en parasite chez l'homme, les animaux et les plantes. On peut également en trouver dans l'eau. Il existe aussi des bactéries utiles et bénéfiques.
Boue	Matière solide qui est le résultat du processus d'élimination des matières polluantes dans l'eau. Elle comprend des déchets de natures variées.
Chaîne alimentaire	Succession d'organismes vivants qui se nourrissent les uns des autres selon un ordre déterminé.
Changements climatiques	Changements observés dans les caractéristiques du climat (température, précipitations, vent, etc.) attribuables à des causes d'origine naturelle (variation du soleil, volcans) et humaine (gaz à effet de serre, déboisement, agriculture, urbanisation).
Crue	Montée du niveau de l'eau d'une rivière nettement au-dessus des niveaux habituels. Une crue printanière se produit lors de la fonte de la neige et de la glace au printemps. Une crue peut aussi se produire en été lors d'une pluie abondante; on l'appelle alors crue éclair.
Débit	Volume d'eau qui s'écoule dans un cours d'eau durant une période donnée. Son unité de mesure est le mètre cube par seconde (m ³ /s).
Décantation	Phénomène par lequel des particules solides se séparent d'un liquide par la gravité et s'accumulent vers le fond. Le liquide restant est plus clair.
Eau potable	Eau pouvant être consommée sans risque pour la santé. Sa qualité est soumise au <i>Règlement sur la qualité de l'eau potable au Québec</i> .
Eaux souterraines	Eaux contenues dans le sol. Elles occupent les espaces vides dans le sol. Elles s'écoulent vers les lacs et les rivières.
Eaux usées	Eaux polluées par les activités humaines.
Écosystème	Ensemble comprenant les organismes et les milieux naturels dans lesquels ils vivent. Dans un écosystème, il y a des organismes vivants ou non, comme des animaux, des végétaux et des bactéries, ainsi que des éléments. Chacune des unités de l'écosystème est en relation avec les autres unités présentes. Une forêt, un lac ou une rivière sont des exemples d'écosystèmes.

Environnement	Ensemble des conditions naturelles (biologiques, physiques et géographiques) et des conditions découlant de l'aménagement du territoire qui agissent sur les organismes vivants, tels que les plantes, les animaux et les humains.
Érosion	Usure que l'eau, le vent et certaines interventions de l'homme font subir au sol.
Évaporation	Processus par lequel un liquide est transformé en vapeur suivant l'augmentation de sa température. Le processus inverse, soit celui où la vapeur devient liquide en raison d'une baisse de température, est la « condensation ».
Matière en suspension	Matière fine et solide contenue dans une eau usée. Elle est enlevée lors du traitement des eaux. Une particule est en suspension dans un liquide lorsqu'elle n'y est pas dissoute.
Micro-organisme	Organisme vivant formé d'une seule cellule, visible seulement au microscope.
Nappe aquifère	Réservoir naturel d'eau souterraine contenu dans un terrain poreux.
Nappe phréatique	Réserve d'eau souterraine qu'on peut atteindre par des puits.
Parasite	Organisme animal ou végétal qui vit aux dépens d'un autre organisme, auquel il cause des dommages plus ou moins graves, sans cependant le détruire.
pH	Mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité d'un liquide ou d'un sol.
Pollution	Dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques, des déchets industriels ou ménagers.
Précipitation	Chutes d'eau provenant de l'atmosphère et qui se manifestent sous différentes formes : pluie, neige, grêle, etc.
Précipitations acides	Pluie, neige, grêle, brouillard ou dépôt sec dont le pH est inférieur à 5,6 (qui est le pH normal des précipitations).
Station d'épuration	Lieu où on traite les eaux usées.
Turbidité	État d'une eau qui n'est pas transparente.
Virus	Micro-organisme dont la taille défie les limites du microscope ordinaire et qui, lorsque présent dans les cellules, peut être responsable de maladies graves.