

## LIVRE QUATRIEME

### LES GEYSERS.

Nous voyons surgir de terre, dans les contrées les plus différentes du globe, des sources qui se distinguent par une température élevée. Nous les appelons *sources chaudes* ou *sources thermales*, lorsque la température de leur eau est plus élevée que la température moyenne de l'année, prise au point de sortie de la source. Dans toutes les contrées de la terre, jusque dans les régions polaires, on rencontre des sources dont la température dépasse même la température annuelle moyenne la plus élevée du globe : ce sont les *eaux thermales absolues* ou les thermes proprement dits.

Les profondeurs de la terre contiennent un trésor inépuisable de chaleur : une partie de cette chaleur est transmise à toutes les eaux qui circulent dans l'intérieur de la terre et qui, après avoir percé la croûte terrestre en un endroit favorable, apparaissent à la surface sous forme de source chaude.

Les sources chaudes s'échappent par les fissures des roches les plus diverses, granite, micaschiste, grès, calcaire, conglomérats, etc., etc. : elles semblent assez indépendantes de la nature du sol et leur température s'élève de 30°, limite où commencent les thermes absolus, jusque près du point d'ébullition. Aucune source sortie de ces roches n'atteint cependant le point d'ébullition, quoique certaines d'entre elles en approchent beaucoup. On en connaît par exemple de + 60° et même de + 95° C., mais elles sont très-rares et la plupart des thermes ne possèdent qu'une température de beaucoup inférieure.

Nulle part on ne rencontre aussi régulièrement et en aussi grand nombre des sources thermales que dans les terrains volcaniques. Le terrain volcanique les nourrit et elles se

distinguent facilement, comme *sources volcaniques chaudes*, des autres sources thermales. On en rencontre un grand nombre près des volcans éteints, mais c'est à peine s'il existe un volcan actif dans le voisinage duquel on ne les trouve pas en abondance. Le sol volcanique est quelquefois percé comme une écumoire, et l'eau chaude s'échappe par toutes les ouvertures.

Beaucoup de ces sources chaudes volcaniques possèdent des températures qui varient fréquemment. Les sources connues sous le nom de « Pisciarella, » qui se trouvent au pied de la solfatare de Pouzzoles, présentent une température constamment variable. Les sources du Gallion avaient il y a trente ans une température de + 37°, 8 C., tandis qu'en 1860 elles étaient montées à + 60°; en 1787 elles avaient même atteint 80° C. Les sources chaudes de l'île Tanna, l'une des Hébrides, présentent chaque jour une température différente.

Cette variabilité de la température des sources démontre avec évidence que la chaleur de l'eau est due uniquement à l'augmentation ou à la diminution de l'énergie des réactions volcaniques. D'autres sources chaudes ne présentent cependant pas de différences appréciables de température, lorsqu'on les observe pendant longtemps. La chaleur accumulée dans les profondeurs de la terre peut en effet suffire pendant longtemps, même lorsque le volcan est en repos : on n'a qu'à se rappeler les petits courants de lave du Vésuve qui, quoique exposés à l'air, n'ont perdu leur chaleur qu'au bout de plusieurs mois, ceux de 1822 entre autres, auxquels il a fallu six ans pour se refroidir.

Les contrées volcaniques sont aussi les seuls points de la terre où la température des sources peut atteindre + 100° C., et l'on voit fréquemment, au voisinage des volcans actifs, l'eau s'écouler à la température de l'ébullition. La température ne s'élève jamais plus haut. Lorsque l'eau enfermée dans les volcans acquiert une température plus élevée, le surplus de la chaleur sert, au moment où l'eau arrive à la surface, à convertir une partie de cette eau en vapeur et la température de celle qui reste retombe à 100° C. C'est pour cette raison que la plupart des sources volcaniques bouillantes sont enveloppées d'immenses nuages de vapeurs.

Si la température est suffisante, toute l'eau est transformée en vapeur, laquelle s'échappe avec plus ou moins de violence, selon son degré de chaleur et sa tension. C'est pour cela que les sources de vapeurs se creusent ordinairement une

cavité en entonnoir analogue à un cratère qui leur sert de bouche de sortie et d'où elles s'échappent en sifflant. L'eau de ces sources est très-souvent pure, mais quelquefois mélangée avec les gaz des fumeroles.

Ces sources de vapeurs se rencontrent au voisinage d'un grand nombre de volcans, mais surtout près des volcans d'Islande, de Java et de la Nouvelle-Zélande. Un grand nombre de



Fig. 32. — Karapiti, source de vapeurs.

ces sources se trouvent en Islande dans la région des Geysers et l'une d'entre elles, connue sous le nom de « Geyser mugissant », se distingue par sa puissance considérable. Cette source était autrefois un véritable geyser, mais elle est transformée actuellement en source de vapeurs.

L'une des sources les plus considérables de vapeurs, c'est le Karapiti, de la vallée d'Otumaheke, dans la Nouvelle-Zélande (fig. 32). Le sol de cette vallée est échauffé sur une grande étendue et de nombreux jets de vapeurs s'élèvent à travers d'innombrables fentes et fissures. Le Karapiti qui se trouve au milieu d'eux est si puissant, qu'il s'est creusé un vaste entonnoir dans le terrain ponceux, d'où il s'échappe sous forme d'une haute colonne, qu'on distingue à une distance de plus de 20 kilomètres. — Non loin de là, dans la vallée de Waikato, se trouvent de si nombreuses sources de vapeurs que le sol semble totalement imprégné d'eau chaude et de vapeurs.

Comme l'eau chaude peut dissoudre plus rapidement que l'eau froide une plus grande proportion de substances, les sources thermales contiennent ordinairement une grande proportion de sels, et elles sont comptées parmi les eaux minérales les plus actives. Quelques-unes d'entre elles, celles de Karlsbad par exemple, ont dissous une telle proportion de sels que l'eau en se refroidissant ne peut plus les maintenir en dissolution et en laisse précipiter une certaine quantité. Ces précipités forment autour de l'ouverture de la source des dépôts, des concrétions et des boues.

Les sources thermales volcaniques jouissant d'une très-haute température sont surtout capables de dissoudre des sels, lorsqu'elles séjournent sous terre assez longtemps, pour que la dissolution puisse se faire. C'est pour ce motif que nous rencontrons fréquemment des sources thermales volcaniques tout à fait pures : mais la plupart de ces sources donnent des eaux minérales des plus actives.

Les sources intermittentes et jaillissantes ou *geysers* (comme on les a nommées d'après la plus connue d'entre elles, en Islande) se distinguent des sources volcaniques bouillantes en ce qu'elles présentent de temps en temps une sorte d'éruption.

Tous les geysers présentent un cône aplati sur lequel se trouve un bassin cratériforme se prolongeant dans le sol en un tube dans lequel l'eau chaude s'accumule de temps en temps. La température de l'eau est variable : au début elle est un peu au-dessous de  $+ 100^{\circ}$ , puis elle augmente jusqu'à ce que l'eau de la surface ait atteint  $100^{\circ}$  et alors l'éruption commence. Le cône est composé, sur tous les grands geysers connus, de *tuf siliceux*, et l'eau contient en dissolution une si grande proportion de silice que ce corps se sépare

très-rapidement et se dépose sur les parois du cône qu'il continue ainsi à élever et à élargir.

Les éruptions des geysers consistent en ce que l'eau contenue dans les cratères est lancée en l'air, par des masses considérables de vapeurs, sous forme d'un puissant tourbillon : ces éruptions se produisent après des pauses qui, chez certaines sources, durent seulement quelques heures, mais qui chez d'autres durent quelques jours. Lorsque l'éruption commence on entend ordinairement dans les profondeurs du sol un bruit de tonnerre, l'eau s'élève dans le bassin, s'agite et tourbillonne en tous sens. D'immenses bulles de vapeurs s'élèvent du centre du bassin et, peu d'instant après, une colonne d'eau réduite en poussière d'une blancheur éclatante s'élance à une grande hauteur dans l'air. Cette colonne a à peine atteint 25 à 35 mètres de hauteur, et ses perles ne sont pas encore prêtes à retomber, qu'une seconde et une troisième colonnes la suivent, s'élevant à une hauteur plus grande encore. Des fusées d'eau, plus ou moins longues, s'élancent alors dans toutes les directions : les unes s'écartent latéralement en décrivant une petite courbe, les autres au contraire s'élancent perpendiculairement avec des sifflements aigus ; des nuages de vapeur s'élèvent les uns sur les autres et cachent en partie la gerbe d'eau ; puis tout à coup on ressent un choc souterrain et une nouvelle colonne d'eau pointue et souvent mélangée de pierres, s'élance et s'élève beaucoup plus haut que les autres : tout le phénomène, qui n'a duré que quelques minutes, disparaît alors en un clin d'œil, comme les images fantastiques d'un songe disparaissent à l'approche du matin. Le bassin se présente alors à l'œil de l'observateur complètement vide d'eau, avant même que la vapeur ait été dissipée par l'air et que l'eau qui ruisselle sur les parois du cône se soit complètement écoulee : l'eau contenue dans le conduit éruptif est dans un calme parfait, comme dans tout autre puits.

#### LES GEYSERS D'ISLANDE.

Les Islandais distinguent les sources chaudes des districts où se trouvent les geysers en « Hverjan » ou sources toujours bouillantes, en sources jaillissantes, et en « Laugar » ou sources de filons dont l'eau est toujours tranquille et n'atteint pas le degré d'ébullition. Ces sources se rencontrent principalement, diversement groupées, dans les districts volcaniques.

Le groupe de Krisuvik est très-actif. Les pentes de cette montagne sont formées par une argile glissante et chaude traversée par des masses de soufre. Des vapeurs s'échappent de tous côtés avec un sifflement aigu, et d'innombrables sources d'eau bouillante et d'exhalations gazeuses se font jour à travers le sol. On rencontre une source plus considérable que les autres vers le milieu de la pente. Une colonne d'eau bouillante s'échappe en sifflant et dans une direction oblique à travers une



Fig. 33. — Bassin de geyser.

fissure : cette source est enveloppée d'un nuage de vapeur dense. De nombreux petits jets d'eau bouillante s'élancent tout autour.

Les sources chaudes de Reykholt se composent de seize tourbillons qui sont tous à la température de l'ébullition et dont quelques-uns font jaillir l'eau à une grande hauteur. Le *Geyser alternant* possède deux sources jaillissantes qui alternent constamment, de façon que l'une disparaît lorsque l'autre s'élance.

Le Geyser véritable appartient au groupe des thermes, situés au bord du désert des glaciers, qui est limité au sud-ouest par l'Hekla et au nord-ouest par le Blafell, volcan éteint.

Le Geyser est formé d'un cône d'environ 10 mètres de hauteur et de 70 mètres de diamètre, et composé d'un tuf siliceux gris clair. Au sommet de ce cône se trouve un bassin concave et circulaire de 2<sup>m</sup>,30 de profondeur et de 17<sup>m</sup> environ de dia-

mètre. A partir du point le plus déclive du bassin, un entonnoir de 25 mètres de profondeur s'enfonce en terre (fig. 33). Le bassin est ordinairement rempli d'une eau claire et bleu verdâtre, qui est si transparente que l'on peut parfaitement reconnaître la structure de l'orifice. La température de l'eau augmente peu à peu jusqu'à ce qu'au bout de 24 à 30 heures il se fasse

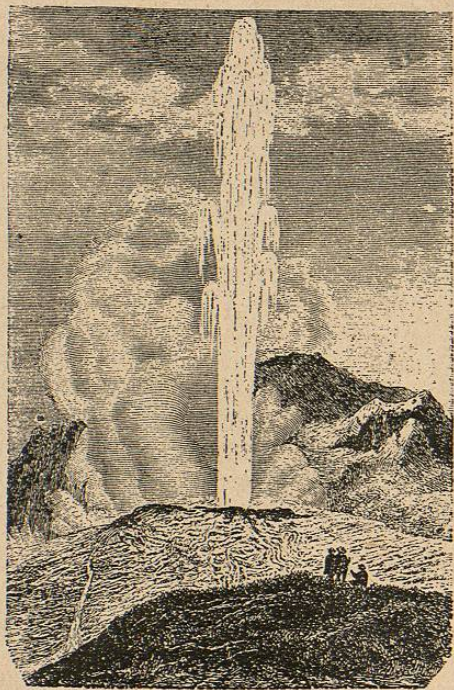


Fig. 34. — Eruption du Geysier.

une éruption précédée d'abord de plusieurs éruptions plus petites. Celles-ci débutent par un bruit souterrain, à la suite duquel l'eau s'élève et bouillonne jusqu'aux bords du bassin et est ensuite lancée en l'air par un développement extraordinaire de vapeurs. Ce phénomène se répète à des intervalles de plus en plus courts jusqu'à ce que la grande éruption se produise. Alors un jet puissant de vapeur s'élance, avec la rapidité de l'éclair, enveloppant une colonne d'eau : de temps en temps cette colonne semble s'affaisser, mais elle s'élève

de nouveau jusqu'à ce que l'éruption cesse. On a observé des éruptions du Geysier où la colonne d'eau était lancée à plus de 70 mètres de hauteur.

Le *Strokr* est la seconde source jaillissante de ce district et ses éruptions sont souvent, dit-on, plus grandioses que celles du Geysier. Un grondement souterrain les précède, puis la vapeur s'échappe, avec la rapidité d'une flèche, et enveloppe une épaisse colonne d'eau. Cette colonne s'étale à son sommet comme la couronne d'un pin, et son extrémité se divise en une poussière ténue. Elle retombe rapidement à la moitié de sa hauteur pour s'élever ensuite, avec une espèce de mugissement sonore, à une hauteur plus considérable. De petits rayons s'échappent en sifflant de la colonne de vapeurs, décrivent des courbes à la manière des fusées et se transforment en une pluie de poussière. Le phénomène cesse au bout de 15 minutes.

Le *Strokr* ne s'est formé qu'en 1784, à la suite d'un tremblement de terre. Une autre source jaillissante disparut au contraire à la suite d'un tremblement de terre, en 1789. Cette source est probablement remplacée par le *geyser mugissant* qui se trouve entre le Geysier et le *Strokr* et qui produit toutes les cinq minutes une éruption de vapeurs.

A proximité de ces geysers, on rencontre le petit *Strokr* qui produit des vapeurs toutes les demi-heures et lance une colonne d'eau de 2 à 3 mètres de hauteur. Le *Liligeysier*, près de Reikir, est plus important : il a des éruptions qui se présentent régulièrement à des intervalles de 3 heures  $\frac{3}{4}$ . Leur approche est caractérisée par un fort développement de vapeurs : puis on voit apparaître une espèce de mousse aqueuse qui s'élève et s'abaisse périodiquement, mais monte toujours plus haut jusqu'à ce qu'enfin, au bout de 10 minutes environ, elle forme des gerbes verticales et obliques de 10 à 15 mètres de hauteur ; elle diminue ensuite graduellement pendant le même temps.

Entre les geysers on trouve encore 40 à 50 petites sources et tourbillons et un grand nombre d'étangs remplis d'eau presque bouillante et transparente comme du cristal. Ces bassins sont séparés et isolés les uns des autres par d'étroites cloisons de tuf siliceux, recouvertes par des aiguilles et des mamelons blancs formés de la même matière.

#### LES GEYSERS DU YELLOWSTONE.

Près des sources du Missouri, dans la partie supérieure du Yellowstone, on a découvert récemment une région située

à 2,000 mètres au-dessus de la mer et entourée de montagnes de 3,000 à 4,000 mètres d'altitude, région couverte de sources jaillissantes chaudes qui se font jour sur de nombreux points du sol. Les sources qui possèdent la température la plus haute se rencontrent au voisinage du Gardiner river, qui vient du Nord. Près du Fire Hole river, dans le territoire de Wyoming, ces sources forment de puissants Geysers. Washburn a vu l'une de ces sources lancer une colonne d'eau de 6 mètres de diamètre à la hauteur de 50 mètres.

#### LES GEYSERS DE LA CALIFORNIE.

Les sources chaudes et les geysers de Californie se trouvent à trois bonnes journées de marche au nord de San-Francisco : ils sont très-nombreux. Les sources principales se trouvent dans un petit vallon en ravin, nommé le val de Pluton. L'air y est chaud et possède une odeur sulfureuse. Le sol semble creux et rempli d'eau chaude. Une innombrable quantité de trous et de fentes donnent issue à l'eau qui en sort en bouillonnant et en répandant constamment des vapeurs. Une ouverture plus grande projette de l'eau bouillante à plusieurs pieds de hauteur. Un peu plus haut on entend un sifflement rauque analogue à celui d'un bateau à vapeur. Ce sifflement est produit par des colonnes de vapeur qui s'échappent, avec une grande violence, par des ouvertures étroites, s'élèvent très-haut et projettent ensuite des gouttelettes d'eau bouillante à de grandes distances. Tout le ravin est rempli de minces colonnes de vapeurs et de bassins pleins d'eau bouillonnante.

Deux autres ravins présentent absolument le même aspect. On rencontre tout autour des bassins bouillonnants, des dépôts de cristaux délicats, de soufre, de sels de soude et d'autres minéraux qui se trouvaient en dissolution dans l'eau. L'eau de la plupart de ces bassins est noire et épaisse; les autres bassins contiennent une eau claire et transparente.

#### LES GEYSERS DE LA NOUVELLE-ZÉLANDE.

On ne rencontre nulle part, pas même en Islande, une quantité aussi considérable de sources chaudes et de geysers gigantesques, qu'en Nouvelle-Zélande.

Le beau lac de *Taupo* se trouve dans un de ces districts. La rive méridionale de ce lac est surtout très-pittoresque. Elle est limitée par une série de cônes volcaniques derrière lesquels se

dressent les volcans élevés de Tongariro et de Ruapahu. Sur la pente d'un de ces cônes volcaniques, le Kakaramea, sortent, de toutes les fentes et de toutes les ouvertures, de la vapeur d'eau et de l'eau bouillante qui déposent un tuf siliceux. Les sources les plus nombreuses se trouvent cependant près du village de Tokanu. On aperçoit de loin sur le lac la colonne de vapeurs du tourbillon de Pironi. Une colonne d'eau bouillante de 10 pieds de hauteur et environnée de masses considérables de vapeurs jaillit d'un trou profond. Près de là se trouve un grand bassin de tuf siliceux toujours rempli d'eau bouillante. Un grand nombre d'autres bassins de même structure se remplissent périodiquement : l'un de ces derniers, dit-on, formait encore un geyser puissant, en 1848.

L'extrémité nord du lac de Taupo est de même entourée de sources chaudes. Le rivage du lac est enveloppé de vapeurs sur une distance de 7 kilomètres au moins, vapeurs fournies par une innombrable quantité de sources dont le tuf siliceux agglutine les grains de sable du rivage et en forme de grands blocs.

C'est en cet endroit que le fleuve Waikato s'échappe du lac et présente sur ses deux rives le splendide district à sources d'*Orakeikorako* qui a environ 7,500 mètres de longueur. Plus de 70 sources de vapeurs et de sources jaillissantes sont réunies dans ce petit espace. Dans l'un des bassins de ces sources, l'eau bouillonne tout à coup et une colonne d'eau s'élanche obliquement à une hauteur de 7 mètres. Cette colonne diminue rapidement de hauteur et le bassin vidé donne issue à une colonne bruyante de vapeurs. A quelques pas de là se trouve un second geyser. Une autre source fournit un jet continu d'eau d'un mètre de hauteur, mais avant le tremblement de terre de Wellington, en 1848, cette source avait formé pendant deux ans, dit-on, un véritable geyser.

Les environs du petit lac de *Rotomahama* sont encore plus remarquables. Des quantités innombrables de sources chaudes se font jour sur ses rives et dans le fond, de sorte que tout le lac est à une haute température.

De tous côtés l'on ne voit que vapeurs, on n'entend que sifflements; mais le tourbillon de *Teta-rata* est la plus splendide de ces sources. Sur une haute colline de tuf siliceux se trouve un immense bassin dont les bords sont un peu brisés du côté du lac. Ce bassin est rempli d'eau chaude qui paraît d'un bleu céleste admirable au milieu du bassin recouvert de concrétions siliceuses d'un blanc de neige. Au milieu du bassin, l'eau bouil-

bonne constamment et d'immenses nuages de vapeurs s'élèvent, réfléchissant la couleur azurée de l'eau. Sur les pentes de la montagne il s'est formé des terrasses semblables à du marbre blanc et qui donnent à l'ensemble l'aspect d'une cataracte en escalier, subitement solidifiée. Chacune de ces terrasses possède un bord relevé, d'où pendent de délicates stalactites de tuf siliceux blanc, et qui environne une plateforme tantôt étroite, tantôt large, pleine d'eau d'un bleu magnifique. Souvent, toute l'eau du grand bassin supérieur est subitement rejetée par une éruption et le bassin semble tout à fait vide, mais au bout de peu de temps il se remplit de nouveau.

Non loin de là, et près de la rive, on trouve le grand tourbillon de *Ngahapu*. L'eau contenue dans le bassin de cette source est toujours dans un état d'excitation violente et est souvent projetée à plus de 3 mètres de hauteur. La colonne d'eau de la source de *Te-Takupo* s'élance au moins trois ou quatre fois plus haut. Une autre source jaillissante, le *Koingo*, présente trois à quatre éruptions par jour et alterne avec le tourbillon voisin de *Watapoho*.

Sur la rive occidentale du Rotomahama on trouve un autre tourbillon en terrasse, l'*Otukapurangi*, le pendant du Te-ta-rata. Les marches de tuf descendent jusqu'au lac et l'eau contenue dans le bassin est actuellement tranquille, mais enveloppée de vapeurs denses.

Le district à geysers de Whakarewarewa se trouve à 22 kilomètres au sud-ouest d'Ohinemutu. Sept sources y présentent des éruptions périodiques : quelquefois elles sont toutes en éruption en même temps. On rencontre en outre dans ce même district des centaines de sources chaudes et de bassins remplis de vase bouillante.

La baie Ruapeka, au lac Rotuoa, présente un aspect analogue de tourbillons et de vapeurs (fig. 35). La source principale de ce district est le tourbillon de *Waikiti*. L'eau renfermée dans son bassin ne reste en repos que pendant peu de temps; alors elle commence à bouillonner et elle est souvent projetée en l'air à quatre mètres de hauteur.

#### EXPLICATION DES GEYSERS.

Les phénomènes merveilleux des sources jaillissantes intermittentes ou geysers apparaissent tous dans des contrées volcaniques, et l'activité de ces sources est entretenue par la chaleur

volcanique. Ces phénomènes appartiennent donc complètement à la catégorie des actions volcaniques.

L'explication de ces phénomènes est un peu compliquée, quoiqu'il ne reste plus aucun doute sur la cause qui les produit.

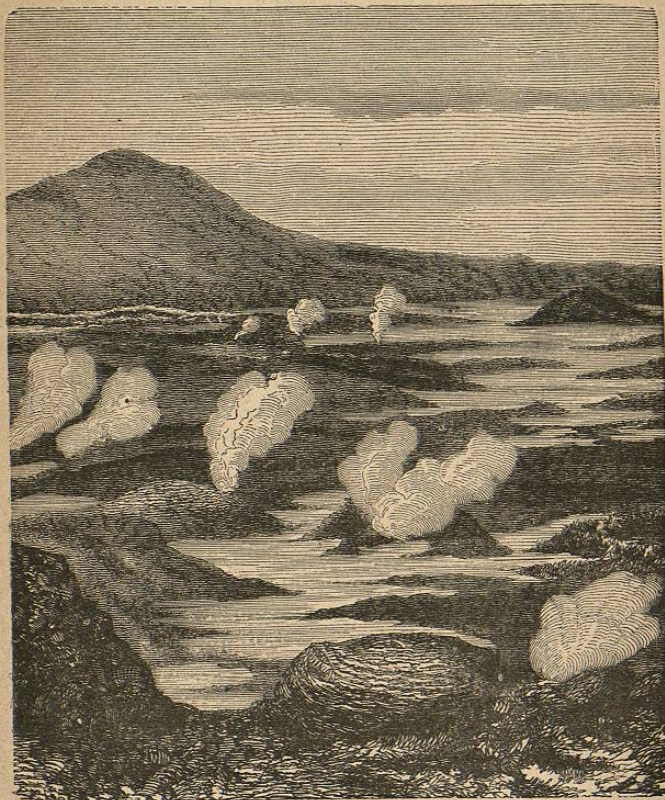


Fig. 35. — Rotuoa, sources chaudes en Nouvelle-Zélande.

Voici en peu de mots le résumé des caractères essentiels des geysers qu'il est nécessaire de connaître, si l'on veut comprendre leur mode de formation. Un cône tronqué et aplati de tuf siliceux présente à son sommet un bassin en forme de cratère qui se prolonge dans les profondeurs de la terre par un tuyau en entonnoir. L'eau chaude se rassemble dans le bassin. Immédiatement après l'éruption, le bassin est vide et ne se remplit que peu à peu jusqu'à ce que l'eau déborde et s'écoule sur les pentes du cône.