

Société Géologique et Minière du Briançonnais

LE RISQUE TORRENTIEL



2- fiches pédagogiques

FICHES PEDAGOGIQUES

A- DIFFERENTS TYPES DE CRUES.....	p4
1- crues d'été liées à des événements orageux.	
2- crues de printemps liées à la fonte précipitée des neiges.	
3- traces torrentielles dans l'étymologie.	
B- MANIFESTATIONS PHYSIQUES	p7
1- l'ampleur des phénomènes.	
1.1- ampleur du transport	
1.2- augmentation brutale du débit	
2- notion de lave torrentielle.	
3- les causes naturelles des crues torrentielles.	
3.1- substratum fragile : les moraines.	
3.2- incision et érosion régressive.	
4- causes humaines	
4.1- l'urbanisation.	
4.2- ponts et embâcles.	
4.3- imperméabilisation du sol.	
4.4- déforestation.	
C- CONSEQUENCES.....	p13
1- dégâts matériels.	
1.1- dégâts aux habitations.	
1.2- dégâts aux biens	
1.2- dégâts aux infrastructures.	
2- aspects psychologiques.	
D- PREVENTION	p15
1- les aménagements.	
2- les lois.	
E- EXERCICES COMPLEMENTAIRES	p20

Les fiches qui sont présentées ici sont le fruit d'un travail coopératif réalisé entre :

- Raymond LESTOURNELLE, président de la Société Géologique et Minière du Briançonnais, professeur de SVT à la retraite,
- Danièle BLANCHON, secrétaire de l'association, conseillère municipale à St Chaffrey et principale victime de la crue du torrent du Verdarel en 1981,
- Daniel GILBERT, trésorier de l'association et professeur d'Histoire-Géographie au lycée de Briançon.

Leur rédaction n'aurait pas été possible sans l'apport décisif de Philippe LAHOUSSE, maître de conférence à l'UFR de Géographie de Lille (et son équipe) qui depuis plus 10 ans, œuvre sur le risque torrentiel en Briançonnais.

Elles s'insèrent dans le thème "les sociétés face aux risques" et la problématique "catastrophes prévisibles ou pas". Les exercices peuvent être utilisés dans différentes classes, de l'école élémentaire (CM1,CM2) aux classes de 1°S et diverses disciplines (SVT, HG). C'est aux enseignants de faire un choix. Il est souhaitable de les inclure dans une progression pédagogique pouvant comprendre des visites de terrain, des travaux pratiques, des projections vidéo...

Toutes les images et schémas proposés sont la propriété de la Société Géologique et Minière du Briançonnais. Ils sont libres de droit pour une utilisation en classe. Pour tout autre usage nous consulter.

Document 0 : CARTE DES PRINCIPALES LOCALITES DU BRIANCONNAIS



A- DIFFERENTS TYPES DE CRUES

1- crues liées à des événements orageux

Document 1 : illustration graphique de la météo durant le mois de juillet 1995.

Le 24 juillet 1995, le torrent du Bez qui arrose la commune de La Salle, dans le Nord du département des Hautes Alpes (cf. [document 0](#)), produisait, vers 20h30, une crue, qui fort heureusement n'a pas occasionné de mort.

Le [document 1](#) émane d'un météorologue amateur, Raphaël BLANCHARD, qui, depuis des années, illustre de manière graphique la météorologie du jour.

Question

Comparez la météo du 24 juillet 1995 aux autres journées du mois de juillet et concluez !

Document 2 : répartition des précipitations

(sources : Centre Briançonnais de Recherches Bioclimatiques, Météo Briançon)

Le tableau ci dessous fait le détail des précipitations du 24 juillet 1995.

BRIANCON		Hameau du BEZ		MONETIER LES BAINS (journée du 24 juillet)
14h-19h30	9,4 mm			6,9 mm
19h30-20h	13,6 mm	19h20-21h	100 mm¹	
20h2h	8,4 mm			

Moyenne (sur 33 ans) des précipitations au mois de juillet à Briançon: **40 mm**

Questions

- 1- calculez le % des précipitations enregistrées à Briançon le 24 juillet 1995, par rapport à la moyenne des précipitations du mois de juillet.
- 2- calculez le % des précipitations estimées sur le bassin de réception du Bez, le 24 juillet 1995, par rapport à la moyenne des précipitations du mois de juillet à Briançon.
- 3- calculez le % des précipitations estimées sur le bassin de réception du Bez, par rapport au total des précipitations de la journée du 24.
- 4- concluez sur la brutalité de cet événement orageux.
- 5- recherchez les données qui montrent que ces précipitations étaient très localisées (on pourra se reporter utilement au document 0 : carte du Briançonnais).

2- les crues de printemps

Document 3 : la crue de 1856 (extrait du rapport du Commandant ITIER)

[on se reportera utilement à la carte du [document 0](#)]

Questions

- 1- quelle conjonction² de phénomènes peut expliquer la crue de 1856 ?
- 2- qu'est ce qui différencie la crue de 1856 de la crue du 24 juillet 1995 ?

3- torrents et étymologie

Document 4 : noms de torrents

Voici quelques noms de torrents des Hautes Alpes : Merdanel, Merdarel, Verdarel, Bramafan, Rabioux, torrent de la Ruine...

Question

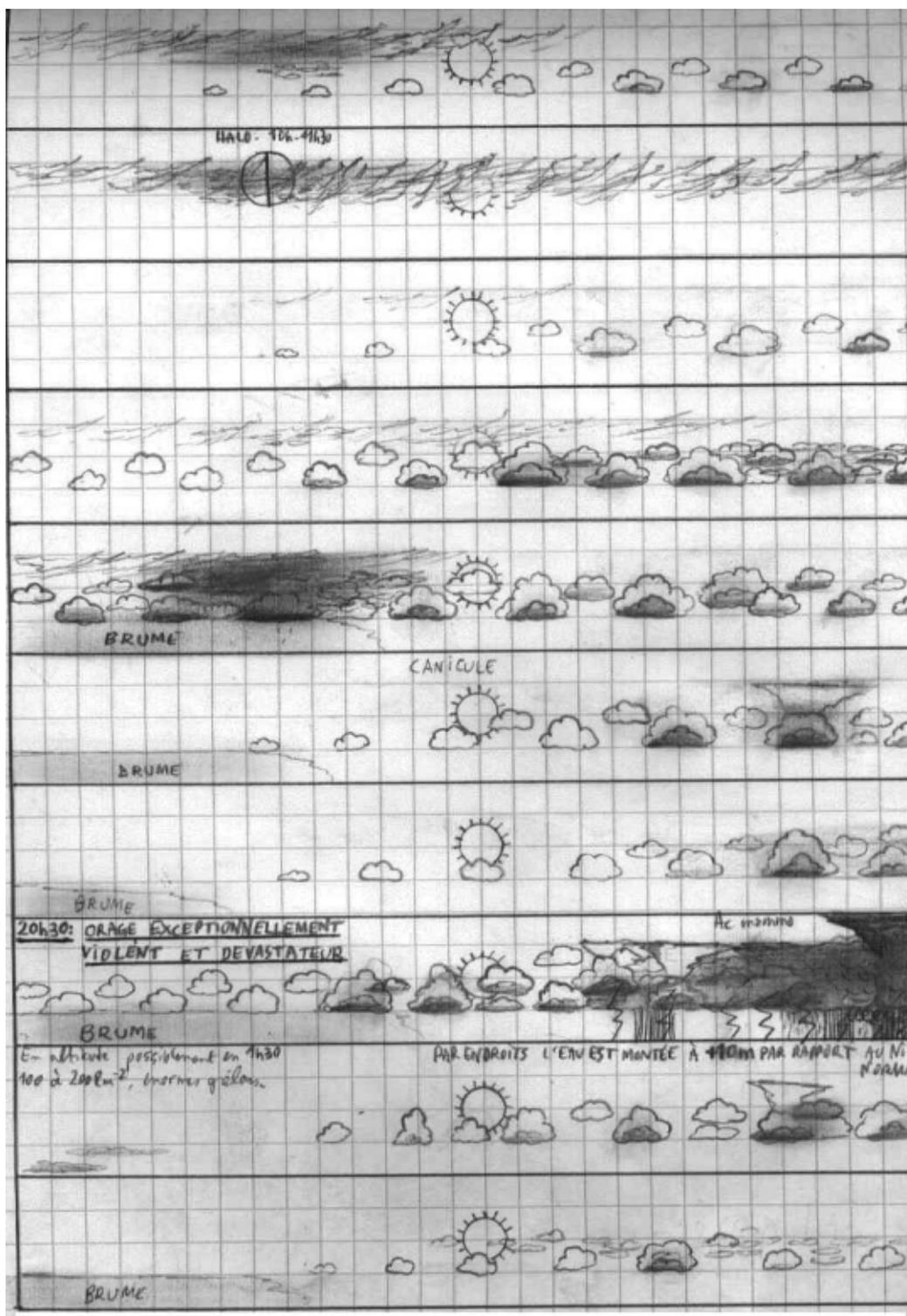
Devinez ou recherchez dans un ouvrage spécialisé³ l'origine de ces noms. Commentez !

¹ Estimation P. LAHOUSSE "la crue torrentielle du Bez" dans Geodinamica, Paris, 1998.

² Événements qui se produisent en même temps.

³ Les noms de lieux dans les Hautes Alpes par André FAURE.

Document 1 : illustration graphique de la météo durant le mois de juillet 1995.



Document 3 : la crue de 1856 (extrait du rapport du Commandant ITIER).

La crue de mai-juin 1956 a lourdement frappé le Briançonnais et une large partie de la France. Elle a été méticuleusement décrite par le Commandant ITIER qui commandait la garnison de Briançon.

Pendant plusieurs jours des pluies chaudes alternant avec des coups de soleil brûlants, avaient pénétré les neiges et décidé leur fonte. Pendant les journées des 25, 26, 27, 28, et 29 mai, une pluie forte et presque continue et une grande accumulation d'électricité qui se traduisit par une volée de grêlons gros comme des noisettes et durs à ne pouvoir être rayés avec l'ongle, activèrent cette fonte qui s'opérait à vue d'oeil.(...)

Dans la nuit du 29 au 30 mai, les eaux grossirent encore beaucoup. La Durance la Guisane et la Cerveyrette franchirent et renversèrent leurs digues et toutes les défenses sur leurs bords et débordèrent de toutes parts; tous leurs affluents en firent autant.

Le 30, au point du jour, on arriva de tous cotés demander du secours, et nulle part ils ne firent défaut. Cette journée fut terrible, il pleuvait à flots, les terres, les arbres, les rochers se détachaient de toutes parts et s'écroulaient avec fracas dans ces torrents furieux dont ils augmentaient beaucoup la force destructive.

Ce n'était plus de l'eau qui coulait, c'était une boue liquide roulant des arbres et des rochers énormes, et les débris des maisons renversées par elle.

Le 30, St Chaffrey envoya demander du secours. Il était assailli par les deux torrents dont l'un le traverse⁴ [et] l'autre le longe⁵. Les travailleurs du 52ème enlevèrent le pont de bois⁶ de la route impériale qui étranglait les eaux et les faisait refluer dans le village qui fut ainsi sauvé, mais détruisit des terres sur une grande surface et comme toujours, les meilleures.

Les eaux de tous ces torrents sont restées fort hautes du 29 au 3 juin. Depuis lors, elles ont décréu, cependant la Durance a encore au moins quatre fois plus d'eau que de coutume. La baisse de la Guisane est moins sensible. Ce torrent toujours furieux a encore au moins 20 fois son volume habituel, et à chaque heure, fait de nouveaux ravages. Par sa jonction avec la Durance, la vallée sous Briançon est encore en partie inondée et, partout, les habitants sont encore occupés à lutter contre les eaux.

Sur tous les cours d'eau, tous les ponts ont été emportés, à l'exception de deux sur la Durance : celui de la Vachette, au pied du Mont Genève, et le pont Roux à 7 km en aval de Briançon, pont en pierre centenaire, dont une des culées a été si fortement entamée, qu'un instant, on l'a cru perdu. On a été forcé de détruire tous les ponts qui n'étaient pas emportés parce que tous ces ponts modernes pêchent par le même défaut : disproportion avec les grandes eaux qu'ils arrêtent et font déborder.

J'allais examiner la Durance au pont de communication de la ville avec les forts. A cet endroit, où elle est étranglée entre deux murs de rochers distants d'environ 10 mètres, elle avait au moins 20 mètres de hauteur est à dire 20 fois sa hauteur ordinaire

Ste Catherine, toute la belle propriété de MM Chancel⁷, dans la gorge de la Durance fut emportée dans la nuit du 29 au 30, ainsi qu'une scierie à eux. Dans la journée, la Durance étendant ces ravages, enleva la majeure partie du terrain restant, ainsi que les murs de clôture de la grande fabrique des frères Chancel.

La journée du 31 fut aussi terrible. La Durance continuant ses ravages, bouleversa toute la vallée en dessous de Ste Catherine qui semblait un lac coupé par plusieurs courants furieux. Tout le terrain restant entre elle et la grande fabrique des frères Chancel disparut, emporté et les eaux furieuses battirent les fondations de cette fabrique dont un angle fut démoli.

⁴ Le torrent de Ste Elisabeth.

⁵ Le torrent du Verdarel.

⁶ Remplacé, par la suite, par un pont-levis.

⁷ Il s'agit de l'usine de la Schappe. Elle traitait les résidus de soie et a employé jusqu'à 1200 ouvriers et ouvrières. C'était la plus grande usine des Alpes.

B- LES CRUES TORRENTIELLES : MANIFESTATIONS PHYSIQUES

1- PUISSANCE ET AMPLIEUR ET DES PHENOMENES

1.1- ampleur des transport

Document 5 : extrait du film vidéo "délinquance torrentielle" réalisé par le CEMAGREF⁸, décrivant la crue du torrent de Ravoire en Maurienne en 1981.

Cet extrait est inclus dans l'une des cassettes de "ma terre" d'Haroun Tazieff. On y voit d'énormes blocs qui tendent à flotter et se déplacent par bonds dans une lave torrentielle.

Objectif visé

Lors d'un charriage les blocs roulent entraînés par l'eau, dans une lave torrentielle ils sont portés par la lave. Densité de la lave : proche de 2. Densité des blocs : dans certains cas, à peine supérieur à 1,8

Exploitation

Comparer le déplacement des blocs dans une lave torrentielle et lors d'une crue normale. Hypothèse permettant d'expliquer les différences.

Document 6 : les blocs du torrent du Boscodon

Le torrent du Boscodon est l'un des plus gros torrents d'Europe. Il se jette dans le lac de retenue de Serre Ponçon, près d'Embrun, dans les Hautes Alpes. En juin 1998, une lave torrentielle a "porté" le bloc photographié ci-dessous.



Questions

- 1- En prenant comme référence les enfants photographiés à sa base (taille du plus grand 1,7 m), faites une estimation de la hauteur du bloc.
- 2- faites une estimation de son volume en l'assimilant à une sphère.
- 3- faite une estimation de sa masse sachant que la densité de la roche qui le compose est d'environ 1,8.
- 4- concluez !

Document 3 : la crue "millénaire" de mai-juin 1856 a été minutieusement décrite par le Commandant ITIER, commandant la garnison de Briançon dans les Hautes Alpes. Les gorges du Pont d'Asfeld sont empruntées par la Durance. En période d'étiage, la hauteur d'eau est d'environ 80 cm. Elle était de 20 m en 1856.

Questions

- 1- recherchez la signification des mots millénaire et étiage.
- 2- le fait qu'il y ait eu 20 m d'eau dans les gorges du pont d'Asfeld signifie-t-il que le Briançonnais était recouvert par 20 m d'eau. Expliquez !

⁸ Organisme de recherche dépendant du Ministère de l'Agriculture.

1.2- augmentation brutale du débit



Document 7

Il s'agit du pont des Neyzets photographié le lendemain de la crue du torrent du Verdarel du 9 juillet 1981, à St Chaffrey (cf. document 0), petite commune du nord du département des Hautes Alpes.

Questions

- 1- quels sont les dégâts observables sur le dessus du tablier du pont, là où passe la route ?
- 2- quel phénomène a pu provoquer ces dégâts ?
- 3- En dehors des crues (c'est le cas sur cette photo) le torrent peut être assimilé à un parallélépipède dont la hauteur est 0,1 m et la largeur 0,5 m. Calculez le volume d'eau pour une longueur de torrent de 6 m
- 4- calculez le volume (potentiel)d'eau sous le pont (longueur : 7 m, hauteur : 3,5 m, largeur 6 m)
- 5- faites le rapport de ces 2 valeurs et concluez sur les variations de débits du torrent !

2- NOTION DE LAVE TORRENTIELLE



Document 8

Le torrent du Verdarel a produit des laves torrentielles lors de la crue du 9 juillet 1981. Elles sont représentées sur ce document.

Questions

- 1- pourquoi donne-t-on à ces dépôts le qualificatif de "laves" ?
- 2- quelle est la forme générale de la lave ?
- 3- comment sont disposés les blocs ?
- 4- quels matériaux ont pu donner naissance à ces laves ?

3- LES CAUSES NATURELLES DES CRUES TORRENTIELLES

3.1- les moraines

Les moraines sont des dépôts laissés par les glaciers après leur fonte. Elles sont constituées par une terre argileuse fine renfermant des blocs et des galets. Ces moraines forment des terrains peu cohérents et donc très sensibles à l'érosion.

Document 9 : *le comportement des moraines*

Ce document montre les berges du torrent du Verdarel à St Chaffrey, dans les Hautes Alpes (voir [document 0](#))



le lit du torrent et les berges s'effondrent. Pourquoi ?

Document 11 : *reconstituer les effets de l'incision*

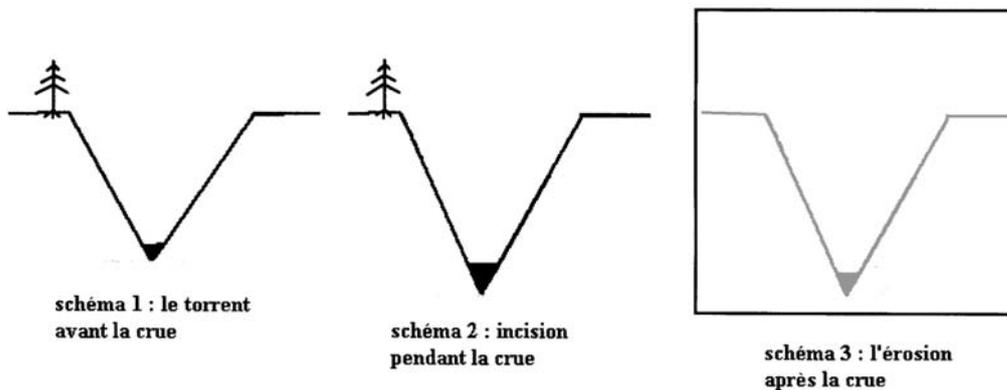
Questions

- 1- où se trouvent les terrains morainiques.
- 2- sur quoi reposent ces terrains ?
- 3- quel élément de la photo montre que ces terrains sont fragiles ?
- 4- existe-t-il un rapport entre la présence de terrains morainiques et la production de laves torrentielles ?
- 5- quelles sont les positions et les inclinaisons des arbres visibles sur cette photo ? Explication de ces variations ?

3.2- incision et érosion régressive

Document 10 : *les effets déstabilisants de l'incision du lit*

Il s'agit d'une expérience réalisée en classe sur une maquette semblable à celle du [document 15](#). Le ruissellement incise



Question

Ces schémas représentent le profil transversal d'un torrent avant une crue (schéma 1) et pendant la crue (schéma 2).

1- quel a été l'effet de la crue sur la pente des berges ?

2- On sait que la pente d'un terrain ne dépend que de la nature des roches sur lesquelles s'exerce l'érosion : sur une roche donnée, la pente finit toujours par retrouver une valeur fixe.

Sur cette base, tracez, sur le schéma 3, le profil transversal du torrent quelques temps après la crue. Pour vous faciliter la tâche, on a représenté, en grisé, le profil transversal observé pendant la crue. Vous n'oubliez pas de figurer l'arbre visible sur ce schéma.

Document 12 : érosion régressive et embâcles



Le document ci-contre décrit un embâcle⁹.

Questions

1- expliquez la formation d'un embâcle!

2- quelles conséquences peuvent avoir les embâcles lorsqu'ils se forment pendant une crue torrentielle et qu'ils sont plus volumineux que l'embâcle figuré ici.

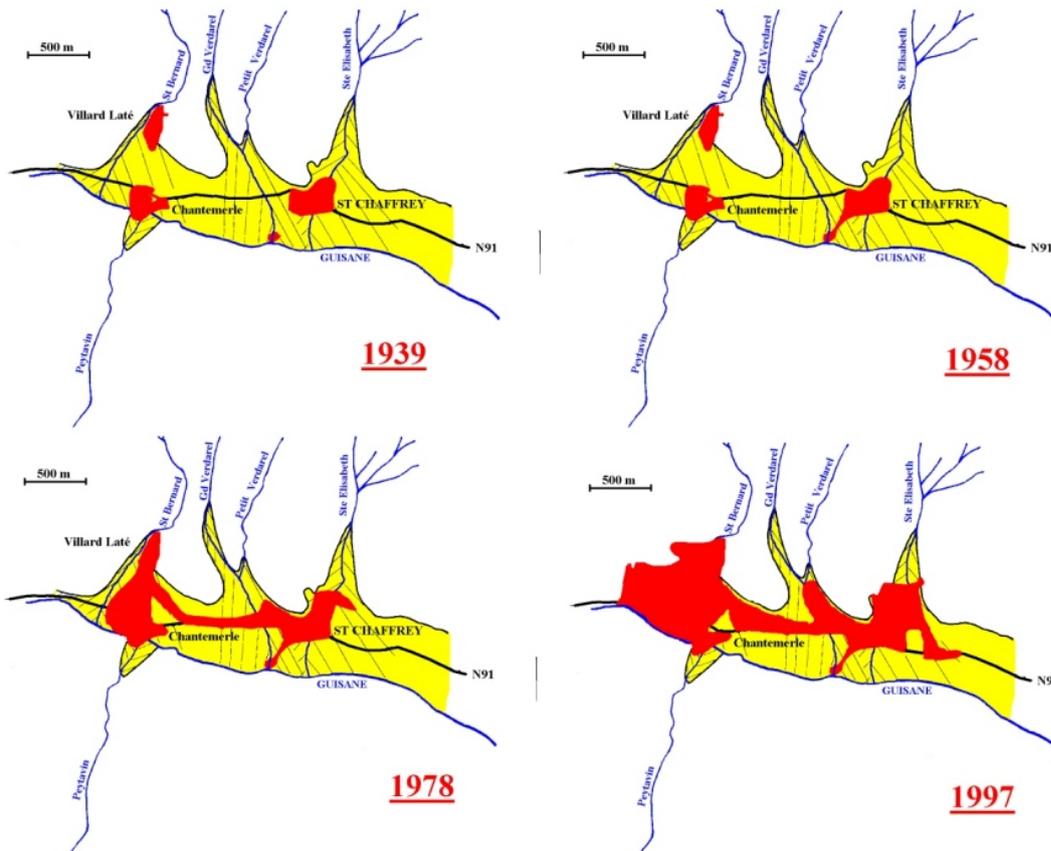
4- LES CAUSES HUMAINES DES CRUES TORRENTIELLES

4.1- l'urbanisation

Document 13 : urbanisation de St Chaffrey entre 1939 et 1993 (d'après des schémas de C. FLEZ)

⁹ dispositif faisant obstacle à l'écoulement des eaux. Le contraire = débâcle.

[se reporter au document 0 pour la localisation]



Questions

- 1- combien de cônes de déjection étaient urbanisés en 1939 et combien en 1997 ?
- 2- pourquoi l'urbanisation des cônes était-elle faible en 1939 ?
- 3- pourquoi est-elle importante en 1997 ?

4.2- ponts et embâcles

Document 14 : cette photo "aérienne" indique les trajectoires empruntées par le torrent du Bez pendant la crue du 24 juillet 1995

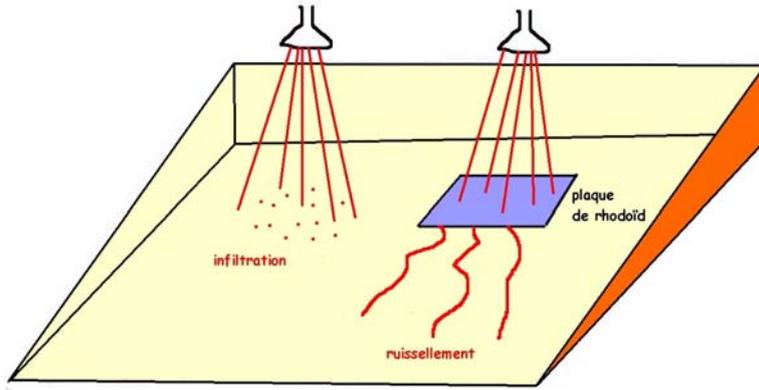


Questions

- 1- recherchez dans ce document et le document 3 des éléments montrant le rôle des ponts lors des inondations
- 2- comment expliquez-vous ces relations entre ponts et inondations ?

4.3- imperméabilisation du sol

Document 15 : expérience sur maquette montrant le lien entre imperméabilisation du sol et ruissellement.



Cette expérience montre que les précipitations sont, en large partie, absorbées par la terre alors qu'elles engendrent un ruissellement sur un sol imperméabilisé.

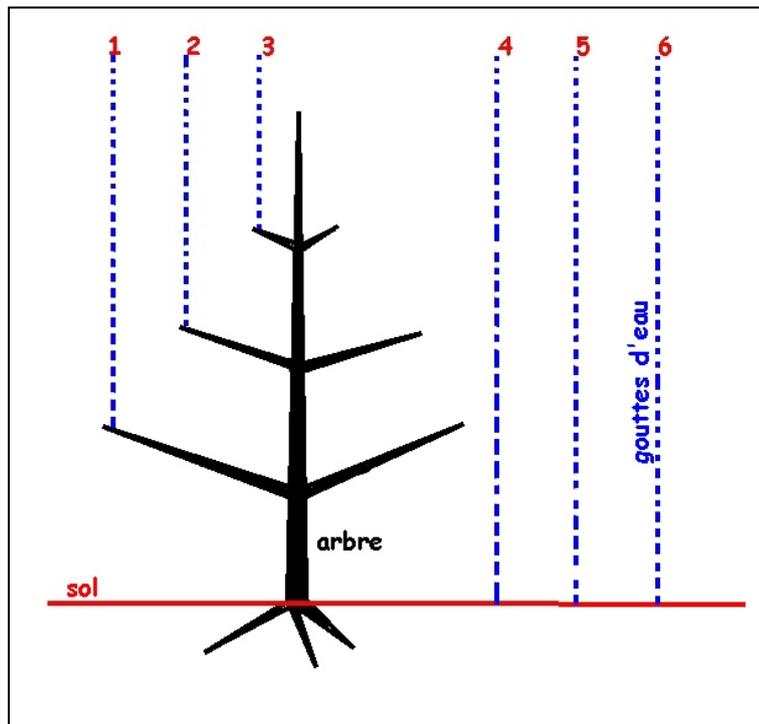
4.4- déforestation

Note historique

Vers le milieu du XIX^e siècle, un ingénieur SURELL, est dépêché par l'Etat dans le département des Hautes Alpes pour y définir des méthodes de lutte contre les torrents qui dévastent ce territoire. Dans son ouvrage "les torrents des Hautes Alpes", il lie ces dévastations à une déforestation massive incontrôlée car Les arbres maintiennent le sol et des temporisent¹⁰ les crues.

Ces dernières années, les travaux des chercheurs ont porté sur les dépôts laissés par les torrents dans les lacs d'altitude situés au-dessus des forêts. Ces études ont montré que l'activité des torrents connaît des crises dont on ignore l'origine. Ces crises ne sont pas liées à l'ampleur annuelle des précipitations.

Document 16 : effet temporisateur des arbres



Questions

- 1- matérialisez le trajet des gouttes d'eau 1, 2, 3.
- 2- comparez le temps mis par les gouttes 1, 2 et 3 pour atteindre le sol, au temps mis par les gouttes 4, 5 et 6 pour effectuer le même parcours.
- 3- Concluez en précisant le rôle joué par les arbres lors de fortes précipitations.

C- LES CRUES TORRENTIELLES : CONSEQUENCES

1- DEGATS MATERIELS

1.1- dégâts aux habitations

document 17 : destruction partielle

d'une maison.

La photo représente une maison située sur le cône de déjection du torrent du Verdarel à St Chaffrey, dans les Hautes Alpes (cf. document 0), le lendemain de la crue du 9 juillet 1981.

¹⁰ Etalent dans le temps l'écoulement des eaux.



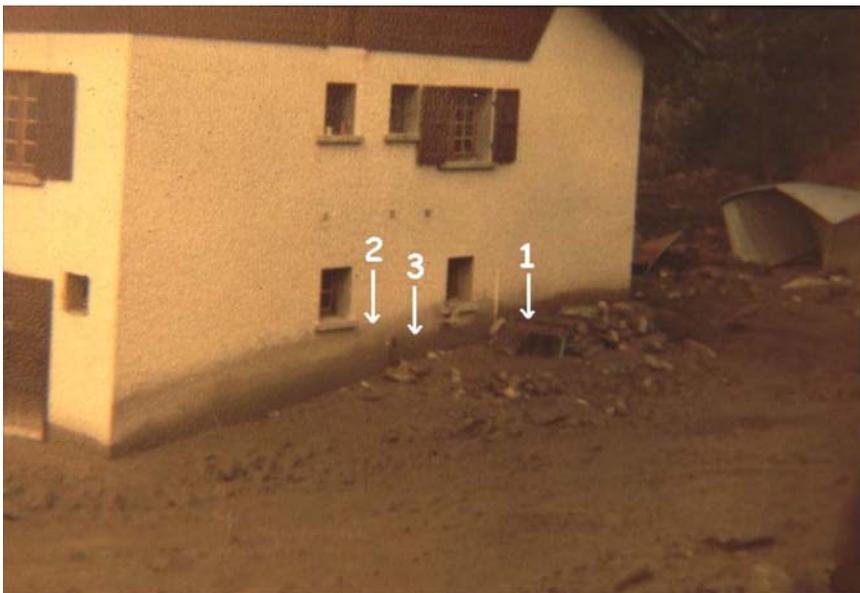
Question

Notez les particularités de la lave torrentielle qui a détruit partiellement la maison

1.2- dégâts aux biens

Document 18 : destruction d'un véhicule automobile.

Mêmes circonstances que pour le document 17. La flèche 1 montre le dessus d'une voiture de type R16 Renault ensevelie sous la lave torrentielle.



Questions

1- expliquez à quoi correspondent les limites marquées par les flèches 2 et 3 !

2- le capot de la voiture se trouve à environ 1 m du sol et la limite 3 est à 50 cm au-dessus de ce capot.

A partir de ces données calculez le % d'eau contenu dans une lave torrentielle.

1.3- dégâts aux

infrastructures



Document 19 : la route nationale 91 (Gap-Briançon) au niveau de l'Argentière-la-Bessée après une crue du Riou Sec.

Les crues répétées de ce torrent sont liées au sous-dimensionnement du pont

qui l'enjambe à l'entrée de la commune.

Question

Recherchez dans le document 3 daté de 1856, des observations comparables puis concluez !

2- ASPECTS PSYCHOLOGIQUES

Document 20

On écouterait le témoignage de Danièle BLANCHON, propriétaire de la maison photographiée sur le document 18. En son absence, on trouverait, ci-dessous, le rapport d'expertise.

"Un gros bloc, charrié par le flot qui déferle, vient s'écraser sur la voiture R16, personnelle, contre la maison. La boue pénètre dans le garage par les vasistas de la façade Nord et après avoir défoncé la porte de ce même garage du côté ouest, le remplit ainsi que la cave et la chaufferie et laisse des traces à 0,90 m de hauteur. Toujours à l'ouest de la maison, rochers, boue et troncs d'arbres ont défoncé l'abri de ce chantier (...). La maison a obligé le flot à se partager et une partie s'écoule au long de la façade Est, pénétrant par la porte ouverte dans le bureau de l'entreprise, arrachant les dalles de l'entrée (...). Quand le pont saute sous la pression des eaux, la boue a entièrement recouvert la propriété."

Document 21 : extrait de l'ouvrage de Surell sur les torrents des Hautes Alpes (1848)

[Les ravages des torrents]"sont d'autant plus déplorables qu'ils se consomment dans un pays très pauvre, sans industrie, où les terres cultivables sont rares et font l'unique ressource des habitants. Ceux-ci n'arrivent souvent à se créer un champ qu'après des prodiges de fatigue et de persévérance. Puis le torrent survient, qui leur arrache en une heure le fruit de dix années de travail.

La terreur qu'inspirent ici les torrents paraît jusque dans les noms qui leur ont été donnés. [...] Quelques uns portent les noms de Rabioux (enragé), de Bramafan (hurle-faim), de Merdanel et Combe-la-Bouse. Il y en a qui sont à la veille d'engloutir des villages entiers et même des bourgs. Il suffit d'un nuage sombre, planant au-dessus des sources du torrent, pour répandre aussitôt l'alarme dans plusieurs communes."

Question

1- qu'y a-t-il de comparable entre les crues qui ont frappé les Hautes Alpes au XIX^e siècle et celles qui ont touché plusieurs régions de France (dont le Gard et Vaison-la-Romaine) ces dernières années ?

2- qu'y a-t-il de différent ?