



RÉGION ACADEMIQUE
GUADELOUPE

Liberté
Égalité
Fraternité

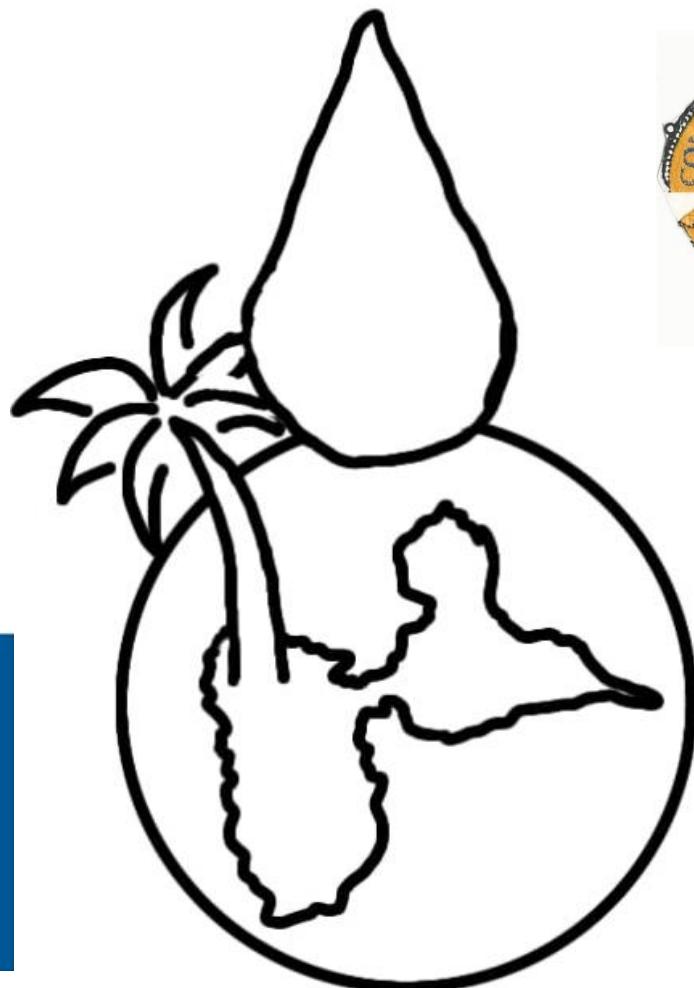
FONDATION
cgENial

Sciences à l'École



CONCOURS 2025
Collège CGÉNIAL

Collège Edmond BAMBUCK



METEO
FRANCE

INRAE

Encadrement : Laurent ROUQUIER (Physique Chimie), Jérôme CAFAFA (SVT)

Résumé

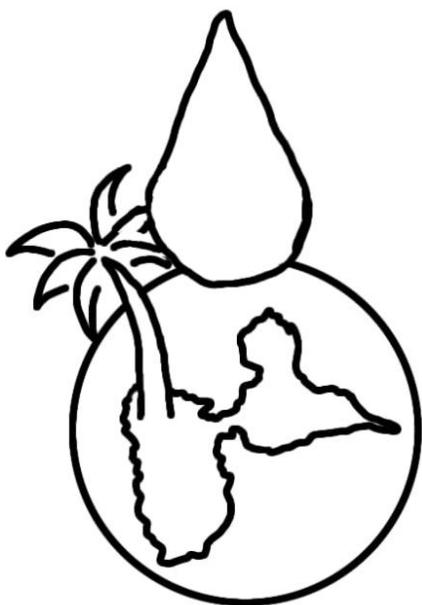
Ce monde inonde : Qui l'eut crue !!!

La Guadeloupe était nommée Karukéra, par ses premiers habitants, ce qui signifie « l'île aux belles eaux »... Ce joli nom poétique peut malheureusement se transformer en phénomènes dévastateurs. Ces dernières années, la Guadeloupe a subi de nombreuses inondations catastrophiques. Ainsi, en septembre 2022, la tempête Fiona a déversé des quantités d'eau exceptionnelles, dépassant les 100mm en une heure. Par endroit les précipitations ont atteint 38 mm en 1 minute ! Ces importants cumules d'eau durant 24h ont occasionné des inondations d'ampleur considérable.

Le Risque se caractérise par la combinaison d'un Aléa (probabilité qu'un phénomène dangereux se produise), des Enjeux (l'Homme et ses biens matériels) et de la Vulnérabilité des enjeux.

Risque = Aléa x Enjeux x Vulnérabilité

Lorsqu'un de ces paramètres augmente, le risque augmente !

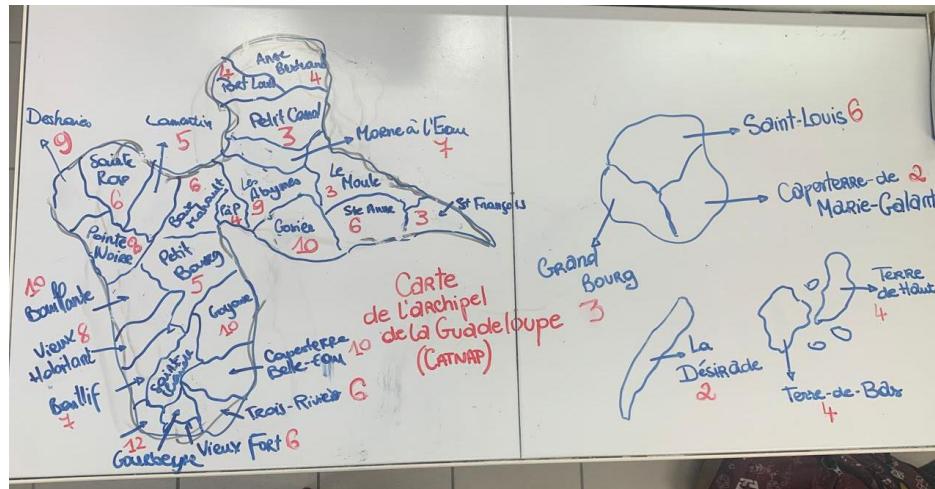


Comment pourrions-nous diminuer le risque lié aux inondations lors des épisodes de fortes pluies ?

Partie 1 : Enjeux n'est pas jouer

La Guadeloupe est peuplée de 378 560 habitants, dont nous : à nos yeux les enjeux sont donc considérables !!! Elle est constituée de deux grandes îles principales, la Grande-Terre et la Basse-Terre, ainsi que les petites îles « du sud », Marie Galante, les Saintes et la Désirade.

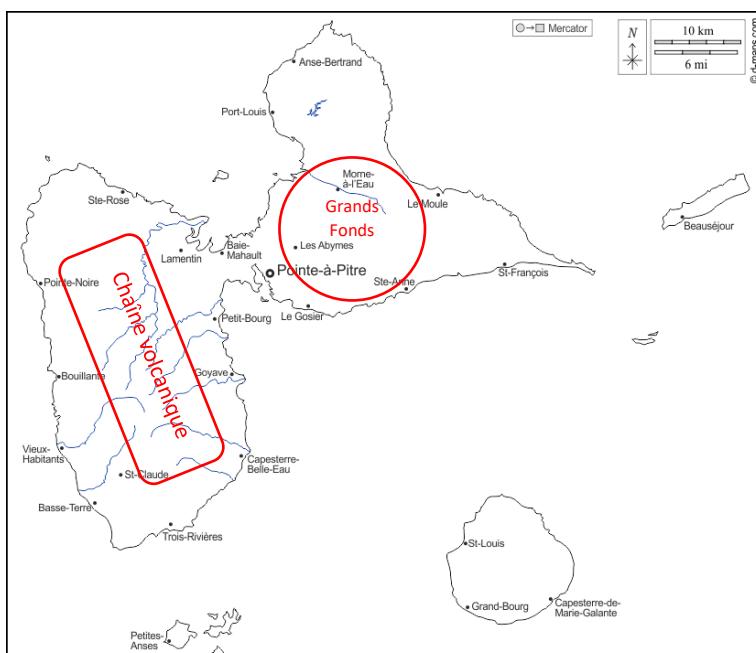
Nous avons tout d'abord cherché à savoir quelles communes pouvaient subir des inondations.



Carte des inondations recensées ces dernières années

La Guadeloupe subit des tempêtes et autres événements cycloniques qui sont souvent à l'origine de ces inondations. La totalité des communes a donc été touchée à un moment ou un autre, mais certaines communes sont toutefois, manifestement, touchées beaucoup plus souvent. Nous avons donc recherché des explications naturelles à cette observation.

Ces îles ont une géologie et une topographie très différentes. Nous avons cherché à savoir si ces éléments pouvaient jouer un rôle sur les inondations.



La Guadeloupe

A. Influence de la topographie

- La Grande-Terre, en partie, Marie-Galante, La Désirade et les Saintes ont de faibles reliefs. Les nuages y circulent rapidement.

On trouve cependant, en Grande-Terre, une zone plus élevée (136m maximum) : les **Grands-fonds**. Les Grands-fonds sont constitués de mornes, très modelés par l'eau qui a creusé de profondes ravines, dont certaines sont en dessous du niveau de la mer. Ces petits reliefs entraînent d'importantes précipitations. L'eau s'écoule rapidement vers les ravines qui deviennent très inondables.



Les Grands-Fonds et leurs zones basses inondables

- La Basse-Terre est une chaîne volcanique, qui s'étale du Nord vers le Sud, de reliefs beaucoup plus importants. Son plus haut point est la Soufrière, sommet des Petites Antilles, qui culmine à 1467m.

Les nuages qui arrivent par l'Est se retrouvent bloqués par ces hauts reliefs. Ils sont obligés de se décharger en eau pour franchir cet obstacle, occasionnant d'importantes précipitations habituelles, d'où les très nombreuses rivières qui sillonnent toute la Basse-Terre.



Les nuages bloqués par les reliefs de la Basse-Terre...



qui engendrent beaucoup de précipitations, à l'origine des nombreuses rivières.

En Guadeloupe, les villes se trouvent sur le littoral. En Grande-Terre, beaucoup sont situées autour des Grand-Fonds (Pointe-à-Pitre, Les Abymes, Le Gosier, Sainte-Anne, Morne-à-l'Eau, Le Moule...) et vont donc recevoir leurs eaux, en cas de fortes pluies.

En Basse-Terre, elles se trouvent sur le bassin versant des rivières. Les reliefs étant très pentus, les eaux arrivent très vite et débordent rapidement.

B. Influence de la géologie

La Grande-Terre, tout comme Marie Galante et la majorité de la Désirade, est constituée de **calcaires**. La Basse-Terre, comme les Saintes, est volcanique et constituée d'**andésite**. L'andésite s'altère, avec l'eau, en **argile**, très présente dans les parties basses des reliefs et sur toute la partie Est de la Basse-Terre.



Calcaire de Grande-Terre

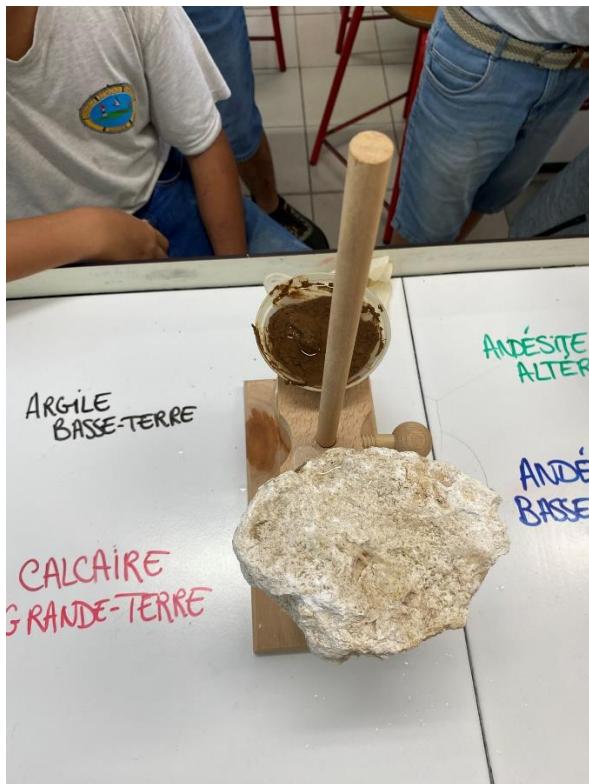


*Dépôts andésitiques en Basse-Terre
(Soufrière)*



*Sous-sol très argileux du bord
Est de la Basse-Terre*

Nous avons testé la perméabilité de ces roches.



Test de la perméabilité de l'Argile et du calcaire



Test de perméabilité sur les blocs d'andésite et les dépôts andésitiques

Résultats :

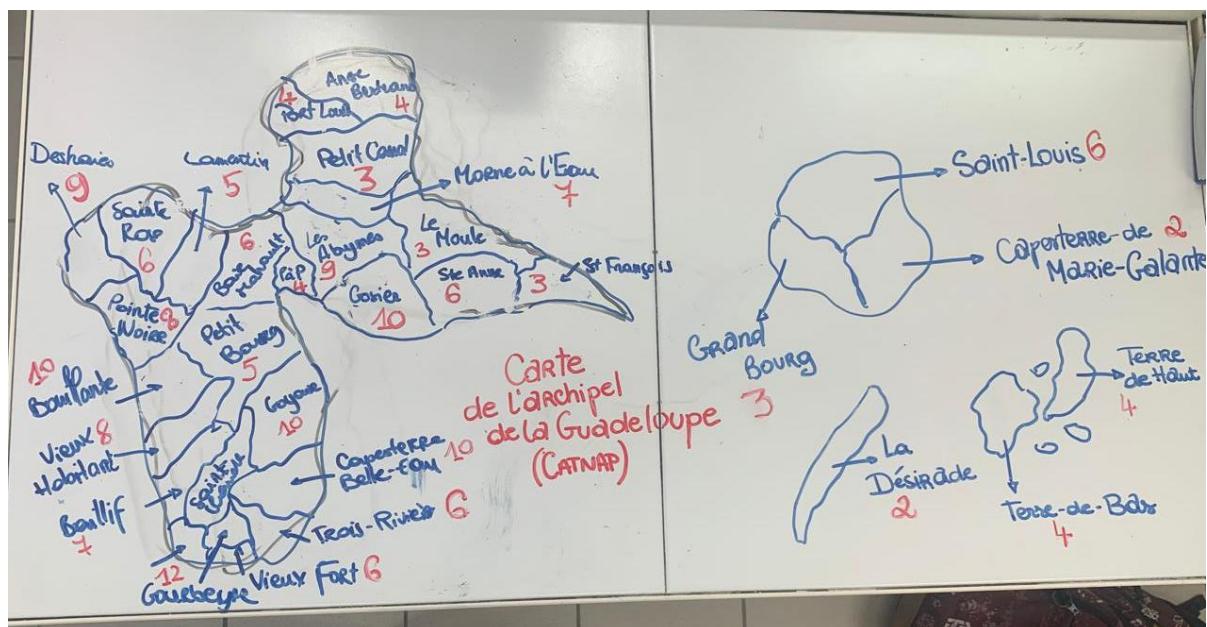
On constate que le calcaire est perméable, d'autant plus qu'en grands volumes, il est très fracturé. Les blocs d'andésite sont peu perméables, mais comme au niveau des dépôts, ils sont toujours mélangés avec des éléments plus fins, l'eau s'y infiltre facilement.

L'argile, elle, se révèle être une roche imperméable.

Au fil du temps, l'andésite, tout comme le calcaire, finit par s'altérer en argile, qui s'accumule dans les points bas. L'argile constitue donc une grande partie du sous-sol des villes qui reçoivent l'eau des reliefs.

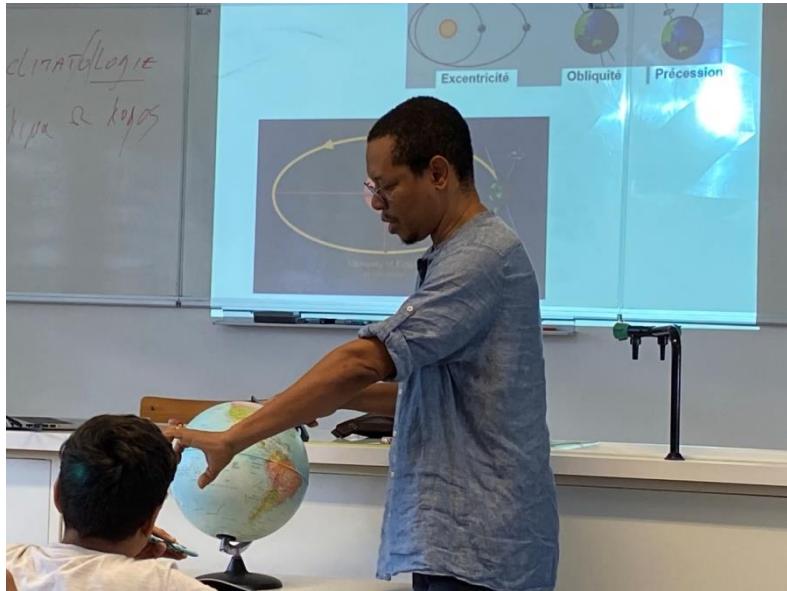
Conclusion :

En Guadeloupe, les villes situées sur sous-sol calcaire où l'eau peut s'infiltre facilement et avec de faibles reliefs (Saint-François, Nord Grande-Terre, dépendances) sont peu touchées par les inondations. Contrairement à la grande majorité des villes qui sont, elles, aux pieds des reliefs, en Basse-Terre, et autour des Grands-Fonds. Sous climat tropical, lors des tempêtes et phénomènes de fortes précipitations, elles reçoivent en peu de temps, de très importantes quantités d'eau. La présence d'argile dans leur sous-sol rend difficile l'évacuation de l'eau, ce qui en fait donc des **enjeux très vulnérables**.



Carte des inondations recensées ces dernières années

Partie 2 : Chauffer, c'est risqué !



*Une séance avec M. Christophe
MONTOUT, climatologue à
Météo France*

*Avec M.
Christophe
MONTOUT,
climatologue à
Météo France*



Le 7 janvier 2025, nous avons eu l'honneur de recevoir notre partenaire, Monsieur Christophe MONTOUT, climatologue à Météo France, pour une séance de 3h. Il nous a donné de très nombreuses informations sur la climatologie, la météo en Guadeloupe et bien sûr, sur les changements climatiques actuelles.

Nous avons voulu savoir si le réchauffement climatique aurait une influence sur les inondations.

A. Chauffer s'est vaporiser.

Situation :

D'après nos recherches, une augmentation de 1°C de l'atmosphère entraîne une augmentation de 7% de la vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Nous avons voulu vérifier expérimentalement cette information.

L'augmentation de la température entraîne-t-elle une augmentation de la vapeur dans l'air ?

Hypothèse : L'augmentation de la température entraîne une augmentation de la vapeur dans l'air.

Protocole : (l'expérience a été réalisée en double afin de valider notre résultat)

- Prendre 2 éprouvettes graduées contenant le même volume d'eau (30mL).
- Les fermer hermétiquement.
- Placer une des éprouvettes au frigo et l'autre en plein soleil.
- Comparer les volumes d'eau restants.

Résultats :

Nous n'avons pas pu observer de différence de volume d'eau restant après l'exposition au soleil.



Conclusion :

Les volumes d'air disponibles dans nos éprouvettes graduées n'ont pas permis une évaporation suffisamment importante pour être mesurée (avec la précision de nos instruments).

N'ayant pas de verrerie permettant de disposer à la fois d'un grand volume d'air et de graduations précises, nous n'avons pas pu démontrer l'augmentation de la quantité de vapeur dans l'air lors de l'augmentation de la température.

B. Le nuage artificiel

Protocole :

Nous avons tenté de réaliser un nuage avec un bécher de 1l, 400ml d'eau dont on fait varier la température, du papier cellophane pour fermer le bécher, surmonté de 4 glaçons. Une bouilloire nous permet d'obtenir de l'eau à différentes températures. Des gouttes de « pluies » se forment sous le papier cellophane et tombent. On compte le nombre de gouttes qui tombent en 1 min, en fonction de la température de l'eau.



Le montage



Premiers essais infructueux, avec des petits bêchers

Pour finalement obtenir des résultats fructueux, avec 400ml d'eau.

Résultats :

	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Température de l'eau	55,2°C	60,1°C	65,0°C	75°C
Nombre de gouttes tombées en 1 min	29	35	119	211

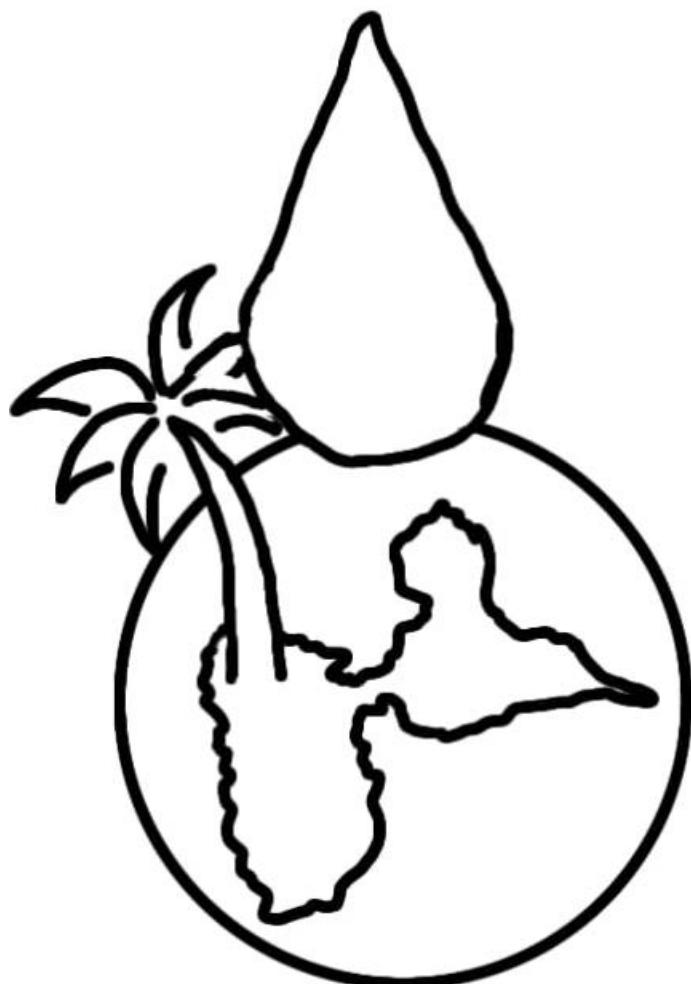
Conclusion :

On constate que plus la température de l'eau augmente, plus le nuage produit des gouttes. Avec le réchauffement climatique, la température des océans augmente. On peut donc s'attendre à une intensification des pluies, et par conséquent, une augmentation des inondations.

On peut donc prévoir une augmentation de l'Aléa, qui se traduira par une augmentation du Risque... à moins que nous arrivions à diminuer la Vulnérabilité.

Partie 3 : We are B.A.D (Brigade Anti-Débordement)

- A. Ca s'infiltre avec grass.
- B. Il ne faut pas confondre vitesse et précipitations
- C. Tactique anti-flaques
- D. Des creux et des bosses
- E. Une idée béton



A. Ça s'infiltre avec grass.

Situation :

Lors des épisodes pluvieux, l'effet cumulatif sur les flancs des vallées entraînent un effet cumulatif qui provoque des inondations en plaine.

Lors de notre entrevue avec M. TOURNEBIZE, chercheur à l'INRAE, spécialisé dans la végétalisation des sols (notamment pour renforcer les berges de rivière), nous avons appris que les racines des arbres favorisent l'infiltration de l'eau dans les sols.



Nous avons donc voulu comparer l'infiltration et le ruissellement sur différents types de sols (argileux ou non, béton) et l'influence de la végétalisation des sols naturels.

La végétalisation des sols permet-elle de diminuer l'effet de ruissellement ?

Hypothèse :

La végétalisation des sols permet une meilleure infiltration de l'eau de pluie et limite ainsi l'effet de ruissellement.

Protocole :

- Dans 5 tubes en PVC, placer respectivement : du béton, de la terre du collège, la même terre dans laquelle nous avons fait pousser de l'herbe, de la terre argileuse et enfin cette même argile avec de la pelouse.



- Fermer les extrémités de différentes gouttières.
- Percer un trou (du côté sortie) sous la gouttière pour récupérer l'eau infiltrée.
- Placer les gouttières sur des supports.

- Placer 2 récipients par gouttières : un pour récupérer l'eau de ruissellement, l'autre sous le trou pour l'eau infiltrée.
- Verser 100 mL sur chaque gouttière.
- Mesurer les volumes d'eau dans chaque récipient (ruissellement et infiltration)



Résultats :

	Béton	Terre	Terre + pelouse	Argile	Argile + pelouse
Volume d'eau qui a ruisselée	100 mL	32 mL	17 mL	43 mL	37 mL
Volume d'eau infiltrée	0 mL	23mL	38mL	27mL	35 mL

Une partie de l'eau versée (100 mL) a été absorbée par les différents sols (à l'exception du béton)

Remarque :

L'argile nue n'a pas été tassée. D'après nos observations de terrain, et nos recherches, l'argile devient imperméable lorsqu'elle est tassée et humide.

Conclusion :

Quel que soit le type de sol, la végétalisation permet une meilleure infiltration de l'eau. Le béton montre, encore une fois, son effet néfaste pour lutter contre les inondations.

Végétaliser les sols permettrait donc de favoriser l'infiltration de l'eau, diminuer le ruissellement et ainsi lutter efficacement contre les inondations.

B. Il ne faut pas confondre vitesse et précipitations

Situation :

Sur les terrains en pente, l'eau ruisselle rapidement, Il est donc souhaitable de trouver, outre la végétalisation, des terrains qui permettent d'absorber rapidement l'eau.

En Guadeloupe, autour des maisons, il est préférable de faire un drain, composé de roches calcaires.

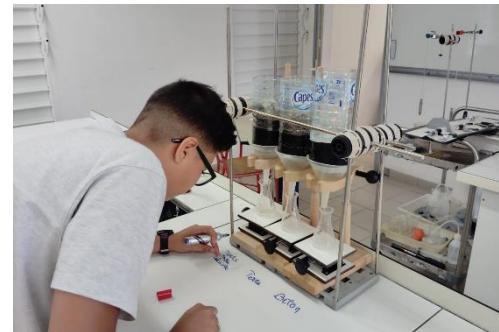
Sur les zones de ruissellements aménagés par l'Homme, serait-il préférable de ne mettre que de la terre ? L'insertion de roches poreuses (le calcaire) permettrait-elle d'accélérer la pénétration de l'eau.

Les différents sols absorbent-ils l'eau à la même vitesse ?

Hypothèse : L'insertion de roche calcaire dans une terre végétale favorise la vitesse pénétration de l'eau dans le sol.

Protocole :

- Dans 3 bouteilles en plastique (1,5L), mettre, respectivement, la même quantité (épaisseur : 8 cm)
- Découper le bas des bouteilles et y fixer de la moustiquaire.
- Placer les 3 bouteilles sur des supports.
- Verser 100mL d'eau dans chaque bouteille.
- Recueillir l'eau qui s'écoule
- Comparer les vitesses d'écoulement



Résultats :



	Béton	Terre	Terre + roche
Début d'écoulement	Aucun	2s	Quasi-instantané
Eau récupérée à 15s	0mL	27mL	48 mL

Observation :

Nous avons arrêté nos mesures de volume à 15s car l'écoulement devenait plus lent (goutte à goutte).

Une partie de l'eau versée a été absorbée par les différents sols.

Conclusion :

Dans les zones aménagées par l'Homme, choisir un sol composé d'un mélange de terre organique et de roches poreuses (calcaire), permet d'accélérer la vitesse de pénétration de l'eau dans le sol.

C. Tactique anti-flaques

Situation :

Nous venons d'étudier comment nous pourrions diminuer l'effet de ruissellement. Dans le creux des vallées, outre la vitesse d'absorption de l'eau par les sols, il peut être intéressant d'avoir des sols capables d'absorber de plus grandes quantité d'eau.

Les différents sols peuvent-ils absorber la même quantité d'eau avant d'être saturés ?

Hypothèse : La terre seule pourra absorber plus d'eau que les autres sols.

Protocole :

- Mettre le même volume de sol (550cm³) dans 3 bouteilles en plastique : béton, terre seule, terre + caillou.
- Placer au-dessus de chaque bouteille, une ampoule à décanter réglée au même débit (goutte à goutte pour simuler la pluie).
- Introduire 200 mL d'eau dans chaque ampoule.
- Alimenter en eau les ampoules si besoin (en mesurant le volume)
- Laisser couler de l'eau jusqu'à formation d'une flaue.
- Mesurer le volume d'eau restant et en déduire le volume versé.



Résultats :

	Béton	Terre	Terre + caillou
Quantité d'eau absorbée avant saturation	0 mL	320 mL	268 mL



Observation :

Comme attendu, le béton n'absorbe aucune eau, une flaue se forme immédiatement.

Pour un même volume, une terre exempte de caillou permet d'absorber près de 20% d'eau en plus que la terre contenant des cailloux.

Conclusion :

Dans les vallées, il faudrait donc favoriser (dans les aménagements urbains) des terres végétales, contenant le moins de cailloux possible. Et surtout, éviter la bétonisation des sols.

D- Des creux et des bosses

Hypothèse : Nous pensons qu'en plus de favoriser une absorption rapide de l'eau sur les pentes, nous pourrions ralentir sa course et favoriser son absorption avec des creux.



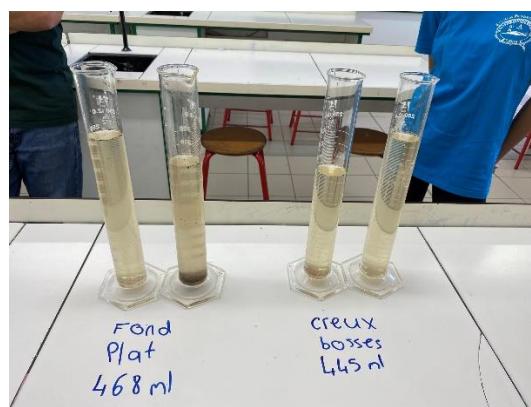
Fabrication des bacs

Protocole :

- Dans deux bacs, construire un fond de pente plat et avec des creux et bosses, avec la même pente.
- Percer la base avec le même nombre de trous.
- Les recouvrir de la même quantité de terre.
- Verser la même quantité d'eau en haut de pente.
- Mesurer le volume d'eau recueilli en bas de pente.

Résultats :

L'eau du bac à fond plat arrive plus vite. Le volume d'eau récupéré est plus important.



Quantité d'eau recueillie

Conclusion :

En réalisant des creux et des bosses dans les rues en pente, dans les lotissements etc... on pourrait réduire la quantité d'eau susceptible d'inonder le bas de pente.

E-Une idée béton

Situation :

Nous l'avons prouvé lors de nos précédentes expériences, l'artificialisation des sols (béton) empêche l'eau de s'infiltrer dans le sol. Cette absence d'absorption progressive de l'eau par les sols augmente la quantité d'eau dans les vallées.

Pourrait-on fabriquer un béton à travers lequel l'eau s'infiltra ?

Hypothèse : les coquillages et les coraux ayant une structure poreuse, ils permettraient de laisser passer l'eau à travers le béton.

Protocole :

- Réaliser 3 bétons, dans des bouteilles en plastiques, selon les compositions ci-dessous

	Béton témoin	Béton Coquillage	Béton Corail
Composition	102 g de sable 45g de ciment 53 mL d'eau 132g de gravier	102 g de sable 45g de ciment 53 mL d'eau 132g de coquillages concassés	102 g de sable 45g de ciment 53 mL d'eau 132g de corail concassé.



- Découper le bas des bouteilles
- Placer les 3 bétons sur des supports.
- Verser 100mL dans chaque bouteille.
- Observer et mesurer le volume d'eau qui a traversé.



Résultats :

Au bout de 7 secondes, la première goutte traverse le béton avec les coraux.

Au bout de 5 minutes :

- 60mL ont été recueillis dans l'éprouvette placée sous le béton corail.
- La première goutte perle du béton coquillage.
- La base du béton classique n'a pas de trace d'humidification.

Conclusion :

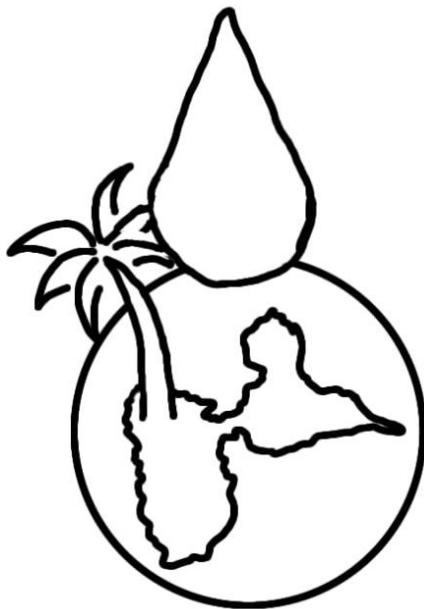
Nous avons réussi à créer un béton laissant passer l'eau rapidement.

La porosité des coraux permet à l'eau de s'infiltrer dans le béton et donc de rendre ce matériau perméable.

Nous n'avons pas pu effectuer des tests de solidité mais ce béton pour être suffisamment performant pour habiller les rues piétonnes ou les trottoirs et permettrait donc de diminuer l'imperméabilisation de certaines zones urbanisées.

Conclusion :

Risque = Aléa x Enjeux x Vulnérabilité



La Guadeloupe possède une population importante (près de 400 000 habitants), répartie essentiellement sur les littoraux et les bordures des Grands-Fonds. Elle se retrouve en sortie des rivières ou de ravine.

L'ensemble de nos communes sont donc soumise à des **Risques** d'inondation lors des épisodes pluvieux.

Notre **topographie**, le relief des Grands-Fonds ou la chaîne volcanique qui bloque des nuages favorise les précipitations, abondantes en zone tropicale.

De plus, la **géologie** de notre territoire entraîne la formation l'argile (par altération) qui est une roche imperméable.

La Guadeloupe possède donc **des Enjeux vulnérables**.

Grâce à nos recherches, notre rencontre avec M. MONTOUT et nos expériences, nous savons maintenant que notre territoire sera soumis à une **augmentation des précipitations** à cause du réchauffement climatique.

Les **Aléas** climatiques en Guadeloupe vont **augmenter**.

Nous avons ainsi trouvé différentes solutions pour **diminuer** notre **Vulnérabilité**.

D'abord en **végétalisant** les sols pour favoriser l'infiltration de l'eau et en diminuant ainsi l'effet de **ruissellement**.

Puis en **choisisissant la nature des sols**, sur les parties aménagées en ville, pour trouver un équilibre entre la **vitesse d'absorption** de l'eau par les sols et la **quantité** que ceux-ci peuvent absorber.

Ensuite, nous pourrions **modifier le relief** des sols (au niveau des routes ou des parcs) pour **favoriser l'infiltration** de l'eau.

Enfin, notre **béton perméable** permettrait une absorption des précipitations même en centre-ville.

Aléa jacta est..... ou pas