Collège Rose SAINT-JUST
3 rue Romul Gérard Telle
97220 LA TRINITE

Projet Validé le 22.03.2021

UNE EAU PURE

SOLUTIONS LOCALES ET VERTUEUSES

14 élèves de 3ème - 11 filles / 3 garçons

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR - PHYSIQUE - CHIMIE - MATHEMATIQUES
ARTS PLASTIQUES - ANGLAIS

UN PROJET MADIN'O

Visionnez notre vidéo en cliquant ici ou en scannant ce QRcode

Le projet « UNE EAU PURE - SOLUTIONS LOCALES ET VERTUEUSES »

Origine du projet / Constat

En Martinique comme en Guadeloupe, nous sommes régulièrement victimes de coupures d'eau du réseau, en période de sécheresse, lors de catastrophes climatiques ou sismiques, et lors de travaux de réparation des canalisations.

Ces défauts d'alimentation en eau obligent la population à une consommation d'eau embouteillée, d'eau de pluie ou encore d'eau de source de bord de route (habitude encore bien présente de nos jours).

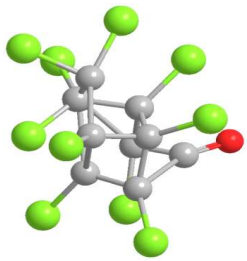
Les eaux / Etat des lieux

Source de bord de route en Martinique

- La plupart des **eaux de sources** et **de rivières** sont impropres à la consommation.
  En cause, des résidus d'engrais et de pesticides, comme le chlordécone *(voir ci-après)* et des bactéries provenant des eaux usées non traitées rejetées dans la nature.
- L'**eau de pluie** est légèrement acide et pauvre en sels minéraux. Il est interdit de la boire sans traitement préalable.
- L'**eau du robinet**, issue de sources et rivières du nord de la Martinique, est bien entendu traitée en usine et régulièrement contrôlée. Les seuils autorisés ne sont pas dépassés (1 µg/L pour la chlordécone) mais nous ne sommes pas à l'abri d'erreurs comme ce qui a pu arriver en Guadeloupe en avril et mai 2018, où les habitants de la commune de Gourbeyre ont consommé de l'eau fortement contaminée au chlordécone, à cause d'une panne à l'usine de traitement et du défaut d'avertissement de la population *(voir article du journal Le Monde du 07/06/2018 en Annexe 1)*.
- L'**eau en bouteille plastique** n'est pas une solution convenable car sa consommation ne cesse de croître et aggrave l'impact négatif du plastique sur l'Homme et l'Environnement. Son bilan carbone est catastrophique !
  En France, seulement 1 bouteille sur 2 est recyclée et dans le monde, 22 000 tonnes finissent chaque jour dans l'océan !
  Certes, les bouteilles plastiques à usage unique seront totalement interdites dans l'Union Européenne en 2040 mais cela nous paraît tellement loin…

Pollution des océans par les plastiques

Le chlordécone



Molécule de chlordécone

Le chlordécone est **un insecticide** organochloré toxique et persistant.

La chlordécone, de formule brute $C_{10}CL_{10}O$, est **la molécule** qui entre dans la composition de ce pesticide.

Le chlordécone est connu pour avoir été utilisé contre le charançon du bananier de 1972 à 1993 dans les Antilles Françaises.

[…] Considéré comme non biodégradable, la chlordécone a, dans l'environnement, une demi-vie évaluée, suivant les auteurs, entre 250 et 650 ans dans les sols. Cette persistance, associée à une toxicité élevée, ainsi que des pollutions et intoxications l'ont fait interdire dans de nombreux pays (dès 1973 aux Etats-Unis) puis définitivement dans le monde (2011) mais après que plusieurs millions de kilogrammes de ce composé aient été produits et dispersés.
Selon les données disponibles, il faudra de plusieurs décennies à plusieurs siècles pour en épurer les sols antillais les plus touchés. […] *(Extrait de l'article Sciences et Avenir du 27/09/2018 « Le chlordécone, un pesticide à la dangerosité démontrée »)*

Turbidité de l'eau

Eau turbide

Nous avons aussi remarqué que, au retour de l'eau au robinet après une réparation de canalisation, elle est turbide avec un fort goût de chlore. Elle est IMBUVABLE ! En cause, le biofilm dans les canalisations qui se détache au changement de pression et le chlore ajouté en amont à l'usine de traitement.

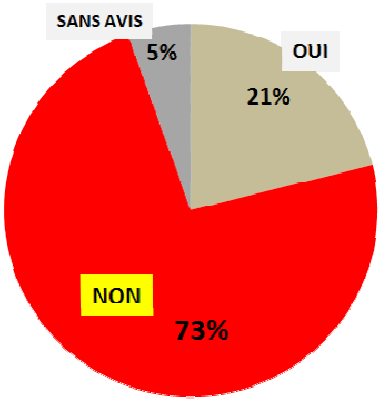
Notre enquête auprès de la population

Notre sondage auprès de 147 personnes sur la relation des martiniquais avec l'eau nous montre que :

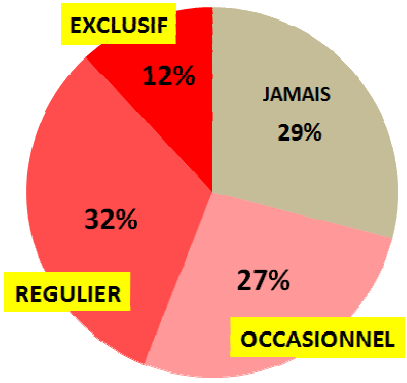
- 73 % des personnes interrogées n'ont pas confiance en l'eau du robinet et pourtant 71 % en consomme de manière exclusive, régulière ou occasionnelle.
- 21 % des personnes consomment l'eau de source du bord de route de matière régulière ou occasionnelle.
- Pour l'eau en bouteille, 1 famille sur 2 en consomme entre 10 et 35 litres par semaine.

Eau du robinet

Confiance accordée

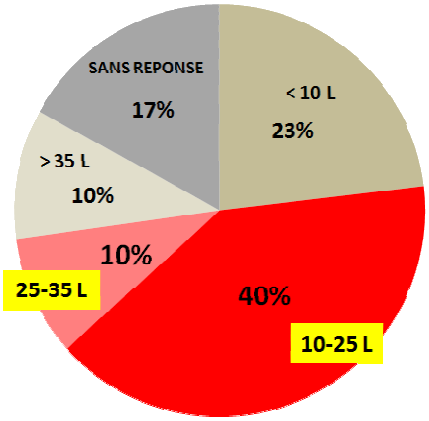


Niveau de consommation



Eau en bouteille

Quantité consommée
(hebdomadaire par famille)



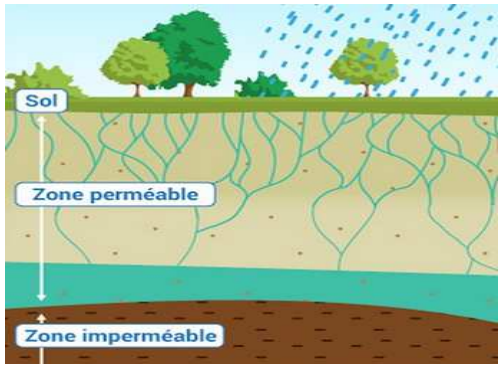
Les systèmes de filtration existants

- Certains s'installent **sur** ou **sous le robinet** et filtre l'eau sous pression mais sont inutilisables lorsqu'il n'y a pas d'eau au robinet.
- D'autres nécessitent une **source électrique**. Comment faire alors lorsqu'il n'y a pas d'électricité ?

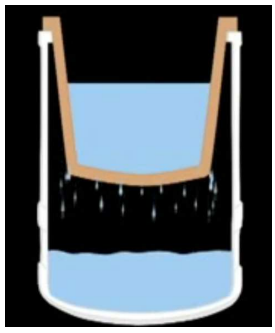
Les cartouches filtrantes, souvent couteuses, doivent être changées régulièrement. Fabriquées à l'étranger, le problème de l'approvisionnement se pose et leur transport n'est pas très écologique.

La filtration par gravité

Suivant le principe de l'eau qui s'infiltre lentement dans un sol non pollué, elle se débarrasse naturellement de ses impuretés et s'enrichit au passage de sels minéraux.



Filtration par gravité dans un sol



Reproduction du principe dans un pot

Notre idée

Suivant le principe de la filtration par gravité, pour garantir une eau saine à tous et en en toutes circonstances, nous proposons un **système autonome de filtration domestique**, simple d'utilisation et d'entretien, abordable et fabriqué à partir de matières premières et savoirs faire locaux.

Avec une contrainte qui nous tient à cœur : utiliser des matériaux naturels connus pour leurs propriétés filtrantes et disponibles en Martinique.

Les médias de filtration

La céramique poreuse imprégnée d'argent colloïdal contre les bactéries

- La **céramique poreuse** est obtenue par mélange d'argile et de matériau combustible comme la sciure de bois ou le marc de café (trois parts d'argile en poudre pour une part de combustible).

A la cuisson, la sciure de bois ou le marc de café brûlent et laissent la place à des pores.
Certains pores sont plus petits que les bactéries et les emprisonnent immédiatement mais des pores plus grands permettent encore à certaines bactéries de passer.
Ce sont alors les fissures reliant les pores, plus fines que les pores, qui vont bloquer les plus petites bactéries lors de leur passage à travers la paroi du filtre.
Ainsi, **98%** des **bactéries** présentes dans l'eau sont **éliminées**.

La fabrication d'un filtre expérimental a été rendue possible avec l'aide d'un potier : Mme HAYOT ROYER de l'Atelier **ENTR'ART & ARTISANAT** (poterie-entrartetartisanat.e-monsite.com).

La **POTERIE DES TROIS ILETS**, usine locale de production de briques pour la construction (poterie-construction.fr), nous fournit en briques crues, mises au rebut car fissurées, que nous broyons et tamisons en poudre fine.

Réalisation d'un pot en céramique poreuse

Les combustibles proviennent d'un torréfacteur pour le marc de café, **TI'KAFE** (tikafe.fr), et d'une menuiserie pour la sciure de bois, **ART & CONFORT**.

- Pour tuer les 2% de bactéries qui restent, tout le filtre est peint à l'intérieur et à l'extérieur avec une solution d'**argent colloïdal**.

L'argent colloïdal est une suspension de nanoparticules d'argent dans de l'eau distillée. Il est utilisé comme désinfectant naturel dans la médecine depuis de nombreuses années.
L'argent pénètre dans les pores de la céramique et se lie à l'oxyde de fer dans l'argile.
Ainsi, l'**efficacité bactériologique** des filtres passe à **99,98 %**.

Nous nous approvisionnons en argent colloïdal auprès de l'**Association Caribéenne d'Aide à la Connaissance** (acac972.com) à Sainte Luce, qui en fabrique et commercialise.

Cette technique de filtre céramique à doublure argentée a été mise au point en 1981, au Guatemala, par le Docteur Fernando MAZARIEGOS. Elle est libre de droits et disponible auprès d'ONG comme **POTTERS FOR PEACE** (pottersforpeace.org).

Le Charbon actif contre les molécules et les métaux lourds

Un charbon actif présente une surface spécifique élevée qui lui confère un fort pouvoir adsorbant. L'ADsorption (en non l'ABsorption) est un phénomène par lequel des molécules se fixent sur la surface de l'adsorbant par des liaisons faibles : les forces de Van Der Waals.

Une technique simple de fabrication de charbon actif utilise la méthode CCC pour Charcoal Chemistry Cooking, à partir de coques de noix de coco, très riches en carbone. Cette activation permet le développement d'un réseau de micropores qui seront de véritables pièges à molécules indésirables. La surface de contact des pores est phénoménale : 1 cm^3 de charbon actif présente une surface totale de pores de 1 km^2 !

Nous fabriquons nous-mêmes le charbon actif à base de coque de noix de coco que nous récupérons chez un artisan glacier de la commune, **DAME SORBET**.

Effet du charbon actif sur une eau colorée au bleu de méthylène

Depuis 2018, des chercheurs du département des Sciences de l'**UNIVERSITE ANTILLES-GUYANE** (www.univ-ag.fr) mettent au point un charbon actif à base de sargasses, une algue brune qui envahit nos côtes.
Si la technique s'avère probante, ce serait une formidable opportunité d'utilisation d'un déchet à des fins de dépollution de l'eau !

Notre prototype de système de filtration

Il a été réalisé par un artisan potier : Monsieur MENAGE, de l'Atelier **CHARLES POTTERY** de Rivière Pilote, et l'entreprise **PREFAKIT** (prefakit.fr) de Trinité, qui réalise des ouvrages en béton préfabriqués.

- La **partie haute** (*voir illustrations en Annexe 2 page 8*) héberge les médias de filtration, en couches superposées, avec, de haut en bas :
  - pot en céramique poreuse imprégnée d'argent colloïdal,
  - charbon actif,
  - disque en béton poreux pour retenir les couches supérieures. Imprégné lui aussi d'argent colloïdal, il évite la formation d'un biofilm et recharge l'eau en sel minéraux si nécessaire.

Le pot en terre cuite poreuse de 1,5 litre reçoit l'eau à traiter. C'est le seul élément que nous avons acheté, auprès de la société **ECOFILTRO** (ecofiltro.com), au Guatemala.

INFO ! Notre service technique travaille actuellement avec notre partenaire, Monsieur MENAGE, afin d'apprendre à fabriquer ce pot. A l'écriture de ce rapport, nous sommes en phase de réalisation des moules en plâtre. Nous espérons produire ces pots au mois de juin 2021.

- Dans la partie haute, l'eau transite lentement à travers les couches de filtration à raison de 1 à 2 litres par heure. (La vitesse de filtration augmente dès que le pot est correctement amorcé, c'est-à-dire après 3 à 4 filtrations.)

- La **partie basse**, d'une contenance de 8 litres, reçoit l'eau filtrée.

L'ensemble, **tout céramique**, assure une bonne conservation et un rafraîchissement naturel de l'eau. (Ces vertus, connues depuis l'Antiquité, sont particulièrement appréciées sous notre climat tropical. Les jarres étaient d'ailleurs très utilisées par nos aïeuls, à l'époque où les réfrigérateurs n'existaient pas !)

- Notre système de filtration fournit ainsi une eau propre et fraîche, chaque jour, à une famille de 4 personnes. Pour son transport, la partie haute se loge dans la partie basse.

Les perspectives du projet

- Fabriquer nous-mêmes le pot de filtration à partir de moules avec notre partenaire artisan potier ;
- Tester l'efficacité du système auprès du **LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DE LA DROME** (ladromelaboratoire.fr), avec diverses eaux. C'est le laboratoire de référence, qui réalise les analyses les plus pointues ;
- Elaborer un système de financement (sponsoring, mécénat…) pour ces analyses coûteuses ;
- Améliorer notre prototype (placer un robinet, une jauge, revoir les dimensions des couvercles…) ;
- Le tester grandeur nature.

Et tout cela dans le cadre d'une mini-entreprise que nous avons déjà créée et qui s'appelle **MADIN'O**.
(**MADIN'O** est la contraction de **MADIN**INA qui veut dire Martinique « l'île aux fleurs » en langue amérindienne et la lettre **O** pour le son du mot « eau ».)
Toute l'équipe y exerce différents métiers au sein de six services comme dans une véritable entreprise. *(Voir l'organigramme en Annexe 3)*

Conclusion

Nous sommes fiers de pouvoir proposer une solution concrète, vertueuse et durable, réalisée localement et qui répond aux besoins de toute une population.

> Grâce au filtre à eau par gravité à médias séparés <

C'est le fruit d'un long travail de recherches, de réalisations et de tests au sein de notre mini-entreprise et avec nos partenaires. Nous avons découvert les Sciences de l'Ingénieur et développé les valeurs du monde de la recherche et de l'entreprise comme, l'esprit d'équipe, la créativité ou la persévérance.

Et pour finir, si la qualité de l'eau inquiète particulièrement les martiniquais, cette préoccupation reste universelle… Et la solution est entre nos mains !

ANNEXE 1

Le Monde

PLANÈTE

Du chlordécone retrouvé dans l'eau du robinet en Guadeloupe

Les habitants de la commune de Gourbeyre ont consommé de l'eau contaminée en avril et en mai. Le procureur de Basse-Terre, dans le sud de l'île, s'est saisi de l'affaire.

Par Faustine Vincent

Publié le 07 juin 2018 à 14h56 - Mis à jour le 07 juin 2018 à 15h38 - Lecture 1 min.

Des résidus de chlordécone, un pesticide extrêmement toxique, ont été retrouvés en avril dans de l'eau du robinet en Guadeloupe, selon la chaîne Guadeloupe la Première (France Télévisions) mardi 5 juin. Les habitants de la commune de Gourbeyre, dans le sud de l'île, ont consommé pendant plus d'un mois cette eau contaminée, en avril et en mai.

L'eau potable de la Guadeloupe est traitée depuis des années au charbon actif pour en ôter toute trace de chlordécone, puisque l'insecticide, utilisé massivement dans les bananeraies de 1972 à 1993, a contaminé l'environnement pour des siècles, y compris les captages d'eau de Basse-Terre, qui approvisionnent la majorité de l'île en eau potable.

Mais le filtre au charbon actif de la station de traitement approvisionnant la commune de Gourbeyre n'a pas été changé à temps. Les habitants ont ainsi consommé de l'eau contaminée jusqu'au 27 mai, date à laquelle le filtre a été changé.

La population prévenue tardivement

C'est l'ARS Guadeloupe (Agence régionale de santé) qui a lancé l'alerte le 16 avril auprès de la communauté d'agglomération Grand Sud Caraïbe. Elle a ensuite demandé *« que tout soit mis en œuvre pour faire diminuer le taux de chlordécone »*, a expliqué à la chaîne Lucette Michaux-Chevry, présidente de la communauté d'agglomération.

La population n'a pas été informée tout de suite. La communauté d'agglomération a attendu le 2 mai avant d'envoyer un communiqué aux deux radios locales. Selon sa présidente, l'ARS n'aurait pas demandé d'interdire l'eau du robinet, sauf pour les populations à risque.

Le procureur de Basse-Terre s'est saisi de l'affaire. Il a envoyé une demande d'information à l'ARS afin d'en savoir davantage.

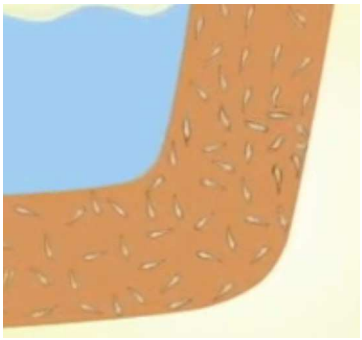
Les études menées jusqu'ici pour connaître les effets sanitaires du chlordécone sont édifiantes. Non seulement ce pesticide augmente le risque de prématurité, mais il a aussi des effets négatifs sur le développement cognitif et moteur des nourrissons. Il augmente également le risque de cancer de la prostate, dont le nombre en Guadeloupe est l'un des plus élevés au monde.

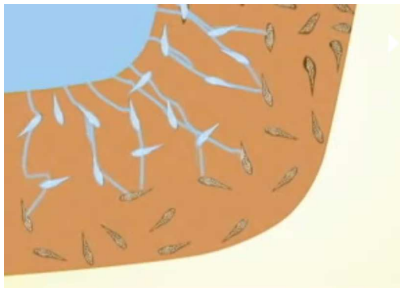
Faustine Vincent

ANNEXE 2

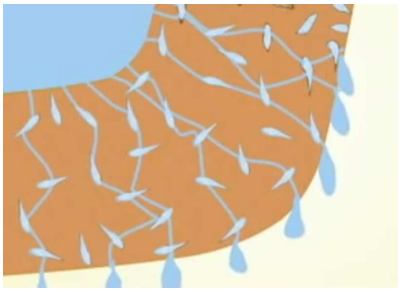
ILLUSTRATIONS

La céramique poreuse





Infiltration de l'eau dans les pores et les fissures



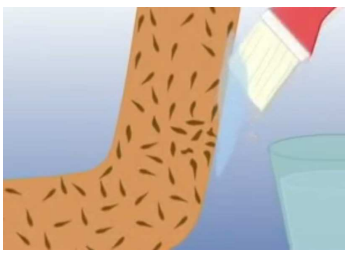
Transpiration de l'eau

Réalisation d'un pot en céramique poreuse

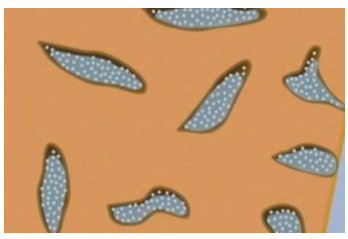
Chez notre partenaire artisan potier Mme HAYOT ROYER - Atelier ENTR'ART & ARTISANAT

Poudre d'argile avec sciure de bois / marc de café / farine

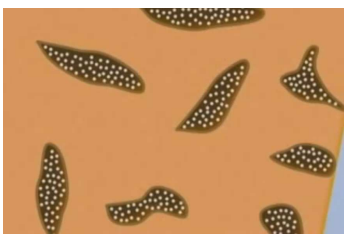
Imprégnation d'argent colloïdal dans la céramique



Peinture sur les parois



Occupation des pores



Liaison des particules d'argent
à l'oxyde de fer dans l'argile

ANNEXE 2 — ILLUSTRATIONS [SUITE]

Fabrication de charbon actif par la méthode CCC (Charcoal - Chemistry - Cooking)

Coques de noix de coco décortiquées

Carbonisation / 4 h (brûlage en absence d'oxygène)

Activation / 24 h (dans du jus de citron)

Cuisson à 120 °C / 1 h

Quelques actions...

Chez notre partenaire artisan glacier DAME SORBET

Enquête auprès de la population

Effet de la céramique poreuse sur l'eau turbide

Notre banc de test de filtrations

Eau chlorée / Eau fleur d'oranger / Eau colorant alimentaire / Eau bleu de méthylène

ILLUSTRATIONS [FIN]

Notre prototype

Filtre à eau par gravité à médias séparés

→ **Pot de filtration** (1,5 L) en céramique poreuse

Unité de filtration

→ **Charbon actif** (1 L) sur **Disque en béton poreux** ↓

Réservoir d'eau filtrée (8 L)

Robinet de puisage

Eléments séparés

ORGANIGRAMME DE NOTRE MINI-ENTREPRISE

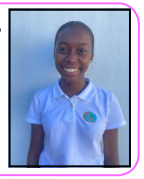
Direction

CHONVILLE
Alexia
Directrice générale

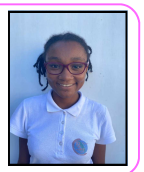
MILCENT
Luidgi
Directeur adjoint

Service Administratif Ressources Humaines

JUSTE-DACLINAT
Mathilde
Directrice



DALAIZE
Morganly
Secrétaire



Service Financier

MILCENT
Luidgi
Directeur

CYRILLE
Clara
Comptable

Service Commercial & Relation client

GROUGI
Loane
Directrice

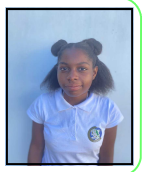
LOUIS
Enzo
Commercial

COTREBIL
Sen-jy
Commerciale

Service Technique & Production

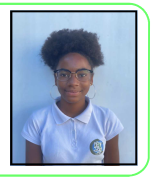
MISAT
Kéline
Directrice

GERMANY
Yasmine
Technicienne



BRISTOL
Anaëlle
Technicienne

LAMIEN
Océane
Technicienne



Service Communication Marketing

TOUSSAY
Lily
Directrice

NELLA
Andy
Chargé de communication

ANNEXE 4

NOS PARTENAIRES FOURNISSEURS

POTERIE des TROIS ILETS

ecofiltro

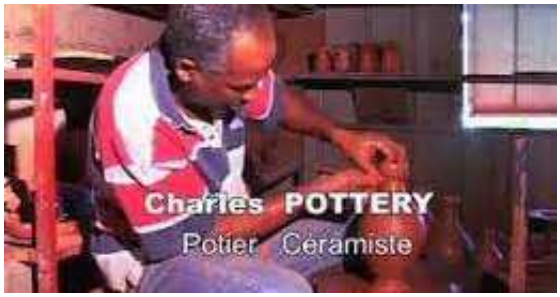
Ti 'Kafé

Dame Sorbet

Association
Caribéenne
Aide à la
Connaissance
972.com

NOS PARTENAIRES TECHNIQUES

POTTERS FOR PEACE



Université des Antilles
Pôle Guadeloupe

PREFAKIT

LA DROME laboratoire

AVEC LA PARTICIPATION DE

Anaëlle BRISTROL
Alexia CHONVILLE
Sen-Jy COTREBIL
Clara CYRILLE
Morganly DALAIZE
Yasmine GERMANY
Loane GROUGI
Mathlide JUSTE-DACLINAT
Océane LAMIEN
Enzo LOUIS
Luidgi MILCENT
Kéline MISAT
Andy NELLA
Lily TOUSSAY

UNE PRODUCTION

MADIN'IO

Collège Rose SAINT-JUST
LA TRINITE - MARTINIQUE

PROFESSEUR COORDONATEUR

Paul CORDEBOEUF

- Collège Rose SAINT-JUST - La Trinité - Académie de Martinique -
- Mars 2021 -