



Synthetic Space

Pièce réalisée en coproduction

**Amandine Augustak - ESA
Yasmin Erriadi - Polytech Lille**

Synthetic Space est une série de projet qui s'articule autour de la mémoire d'un espace caractéristique de l'anthropocène. Ici il s'agit d'un fragment de paysage d'une zone industrielle précise: il s'agit de la zone industrielle couvrant une partie de la côte du Nord partant de Dunkerque et allant jusqu'à Graveline. Cette zone est particulièrement intéressante dû à sa proximité avec la nature, ces usines sont collées à la mer, les villes s'articulent autour de ces sites, et métamorphosent au fur et à mesure la "nature" environnante.

La pièce développée est une modélisation par photogrammétrie puis modéliser d'un périmètre au bord de mer entre la fin d'une usine (ici) jusqu'à la limite de la place (frontière avec la mer).

La photogrammétrie se développe à l'aide de minimum 25 photographies et se lie donc à ma pratique de l'image.

En effet la photographie me permet d'interroger la conception des territoires sur lesquels je travaille, d'en constituer une mémoire, d'interroger les flux mais aussi la déambulation que je mène au sein de ces territoires afin de me rapprocher le plus fidèlement possible des enjeux.

Les territoires anthropocènes sont constitués le plus souvent de ce qu'on appelle non-lieux¹: "espace interchangeable où l'être humain reste anonyme". Je rajouterai à cette définition que ces espaces sont définissable par les flux, en effet ces lieux sont déterminés par des structures bien spécifiques (leur architecture est typique de celle de l'industrie et de la commercialisation) dans lesquels l'être humain exerce une action, dans un amas d'action, celui ci n'est plus une fin en soi mais bien un moyen². On peut voir cela comme des actions microscopiques dans un ensemble macroscopique.

La particularité de la zone sélectionnée est que la zone de Dunkerque fait partie d'un ensemble d'industries, ou non-lieux appartenant à la même société: Arcelormittal.

Arcelormittal s'est majoritairement développé dans le Nord de la France, mais aussi la Belgique. Elle a également nourri la Lorraine (usines récemment fermées), région possédant les mêmes caractéristiques que les autres territoires: région minière. La Lorraine est également jointe à la région frontalière de la Sarre située en Allemagne qui est un des bassins miniers de l'Allemagne .

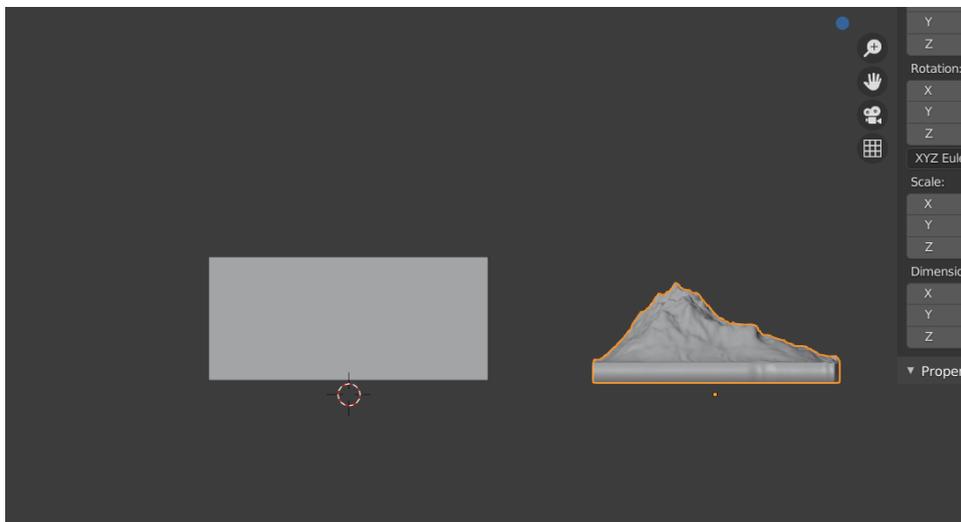
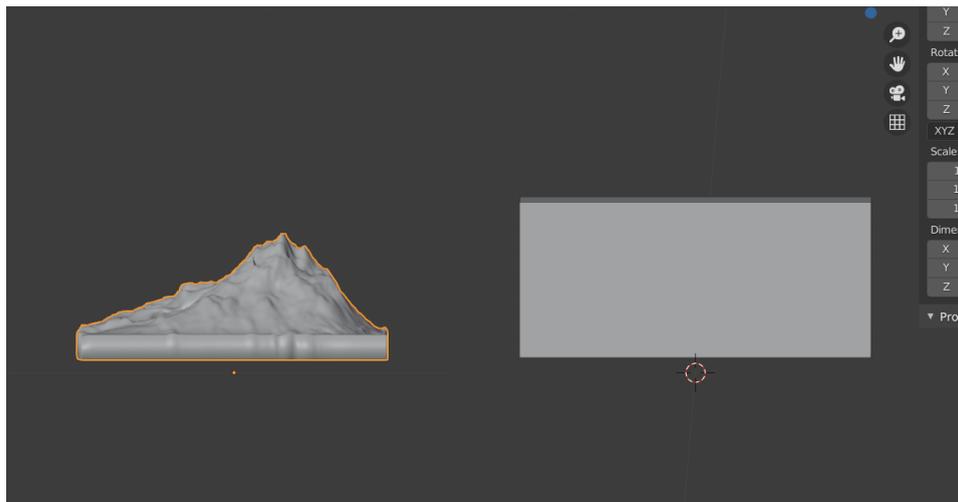
Les enjeux présents à Dunkerque se déploient donc sur d'autres territoires selon leurs spécificités et permettent de questionner différents territoires et paysages.

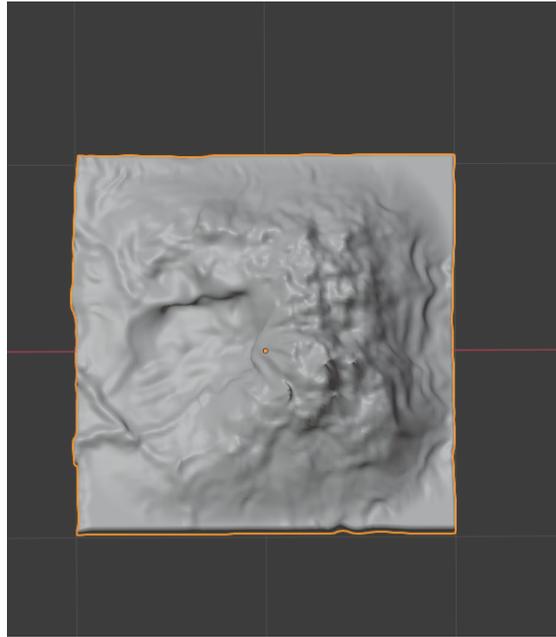
¹ Marc Augé - Non-lieux, introduction à une anthropologie de la surmodernité (Le Seuil, 1992)

² Notion philosophique se développant autour de la morale, de nombreux philosophes ont nourris cela par divers écrits: Kant, Platon, Hegel



ETUDES PRÉALABLES : modélisation et photos du territoire







Synthetic Space se développe comme vous l'aurez compris grâce à une modélisation 3D, cette même modélisation devait ensuite être imprimée à l'aide d'une imprimante 3D d'abord sous la forme d'une maquette test puis après à une plus grande échelle.

Cette impression 3D devait réagir à des produits chimiques déposés au fur et à mesure sur la matière afin qu'elle se décompose au fur et à mesure afin d'interroger la métamorphose des paysages, est-ce que la notion de paysage existe-t-elle encore à l'ère de l'anthropocène, mais aussi la mémoire de l'anthropocène à l'ère des méta / métaverses.

Cette métamorphose de la matière permettrait de créer aléatoirement et de manière autonome de nouvelles formes à travers la paysage, sachant que ce paysage a déjà été modifié en quelque sorte par l'homme et n'existe finalement déjà plus, et donc de rendre sensible le spectateur aux espaces qu'ils côtoient chaque jour.

CAHIER DES CHARGES ET DÉVELOPPEMENT

L'objectif de la semaine est de déterminer quel matériau utiliser pour cette pièce et quel solvant/produit chimique utiliser pour la dissoudre. Nous avons donc commencé par réaliser les impressions 3D de différents matériaux (PLA, PLA/Liège, PET, Hips) que nous allons tester avec différents produits chimiques pour voir la réaction. Si aucun de ces matériaux n'est dissolvable ou solvable de la manière dont nous le souhaitons, nous envisageons de réaliser des moulages. Le moule sera imprimé en 3D, la matière du produit-même sera en béton, silicone ou plâtre et puis nous testerons ces matériaux là.

• Détails techniques:

Polytech possède deux types d'imprimantes 3D avec des plateaux moyens formats (un triangle de 3 fois 20 centimètres ou un plateau carré de 30 par 30) il aurait donc fallu couper la pièce en plusieurs morceaux afin d'avoir la taille désirée (1 mètre de large sur 60 centimètres de hauteur).

Le deuxième aspect technique était de choisir le matériel adapté afin qu'il puisse réagir aux produits.:

- PLA : matériau le plus courant à l'impression de pièce
Il est composé d'amidon, ce qui lui permet d'être extrêmement résistant. Il a également une portée plus écologique car il évite d'utiliser d'autres matériaux faits de pétrole.
Il résiste mal à la chaleur, et se ramollit à partir de 60°C.
Il se lisse légèrement à l'aide de l'acétone.
- PET: matériau utilisé énormément dans le commerce
Il est fait à partir de pétrole
- PLA/bois: 70% de PLA, 30% bois (bambous, liège ou autre)
- HIPS: fil soluble à l'eau utilisé régulièrement pour faire les ponts lors des impressions 3D
Il est composé de polystyrène

Suite au choix du matériau, le(s) produit(s) chimique(s) étaient donc à déterminer.

Différentes impressions dans ces différentes matières ont été effectuées, afin de voir les réactions au contact des produits, mais aussi déterminer la manière dont la matière et le(s) produit(s) doivent être mis en contact: goutte à goutte, ou directement trempée dedans.

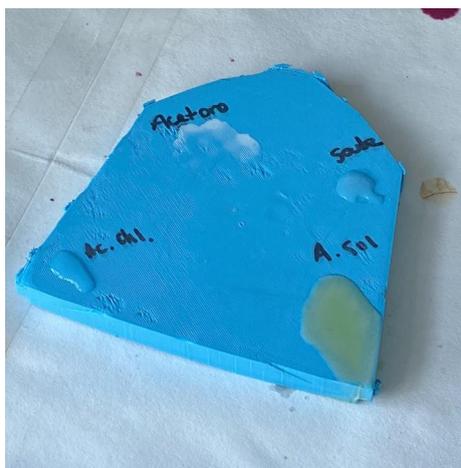
Produits chimiques testés afin d'atteindre le plastique:

- Acide Chlorhydrique
- Acide Sulfurique
- Soude
- Acétone

- PREMIERS ESSAIS- RAPPORT DES EXPERIMENTATION:

Matériaux à tester	PLA	PLA/Liège	ABS (PET)	Hips
Solvants à tester	acide sulfurique acide chlorhydrique acétone soude	acide sulfurique acide chlorhydrique acétone soude	acétone soude acide sulfurique acide chlorhydrique	eau acétone soude acide sulfurique acide chlorhydrique

PLA:



Essai sur chutes de PLA de différents solvants

Matériau à tester	PLA	
Solvants à tester	acide sulfurique	aucun résultat
	acide chlorhydrique	aucun résultat
	acétone	aucun résultat
	soude	aucun résultat

PLA/Liège:

Matériau à tester	PLA/Liège	
Solvants à tester	acide sulfurique	se fonce et colore l'acide
	acide chlorhydrique	aucun résultat
	acétone	blanchit
	soude	aucun résultat

PET:

Matériau à tester	PET	
Solvants à tester	acide sulfurique	aucun résultat
	acide chlorhydrique	aucun résultat
	acétone	blanchit
	soude	aucun résultat

HIPS:

Matériau à tester	Hips	
Solvants à tester	acide sulfurique	aucun résultat
	acide chlorhydrique	aucun résultat
	acétone	aucun résultat
	soude	aucun résultat

Suite à ces premiers tests nous avons décidé de laisser les pièces tremper dans 1 cm de solvant. Nous avons pris une pièce de chaque matériau et nous l'avons immergé dans le solvant avec lequel elle semblait le mieux réagir pendant les premiers tests.



PET Acide chlorhydrique à gauche - PLA/liège et Hips Acétone au centre-PLA Soude à droite

Les pièces ont été laissées à tremper pendant 2 jours. Le PLA/liège a coloré l'acétone et a fondu dans le solvant. Le hips a également fondu. Mais ils n'ont pas assez fondu en 2 jours. Le PLA et le PET n'ont subi aucune transformation.



PLA/liège après 2 jours dans l'acétone

Autre test:

PLA + HIPS:



Hips et PLA dans de l'eau

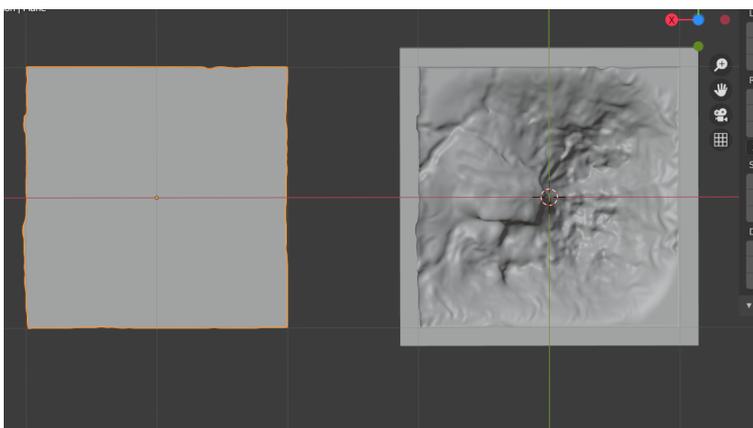
Les matériaux ne se sont pas dissous dans l'eau.

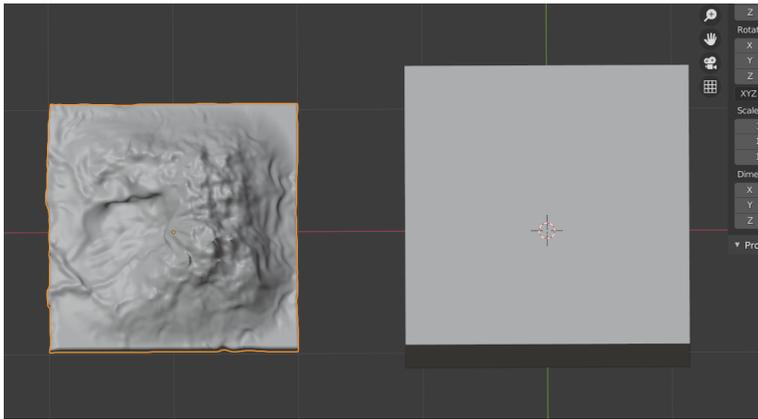
Après expérience - synthèse:

Aucun résultat n'a été concluant avec les différents produits utilisés.

AUTRE PISTE - MOULAGE

Suite à cela, la solution envisagée afin de continuer l'expérimentation est de réaliser un moule à partir du négatif de la pièce modélisée de base.





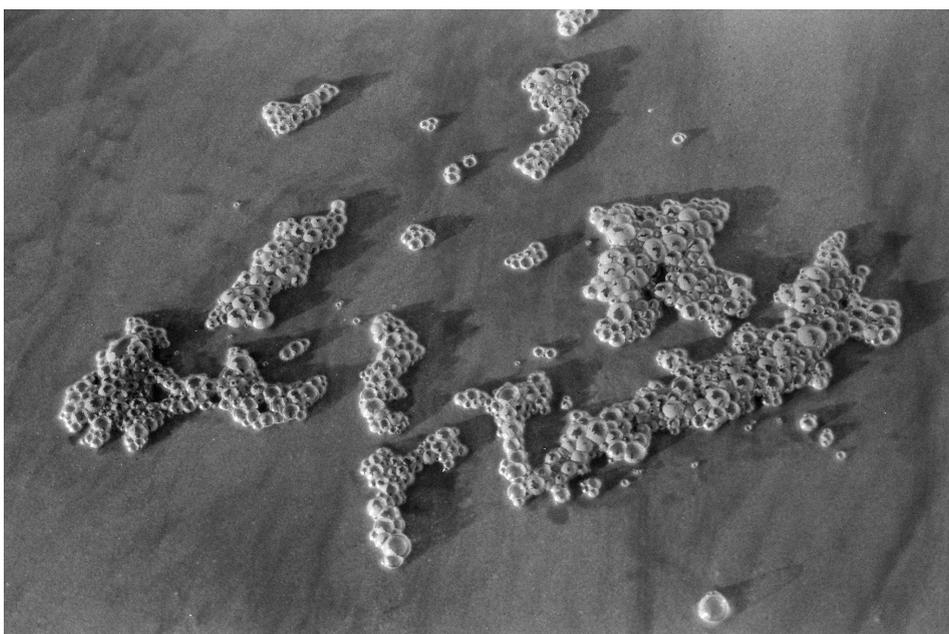
Plusieurs matériaux peuvent être alors utilisés:

- Plâtre
- Silicone
- Béton
- Alginate

Suite à l'étude de leur composition, le ciment qui est un des éléments ajouté au béton afin d'assembler et donc coller ensemble le sable sec et le gravier, est un élément calcaire qui réagit particulièrement avec l'acide.

Sa sensibilité permet d'utiliser différents types d'acide allant du vinaigre à des acides tels que ceux que l'on a déjà utilisés comme l'acide sulfurique selon l'effet escompté.

Le ciment au contact d'acide peut également mousser et réaliser un parallèle intéressant avec les éléments retrouvés en bord de mer:



Résultats de l'expérience :

Le ciment réagit particulièrement à l'acide chlorhydrique (37%). D'abord en y ajoutant quelques gouttes, on voit une légère mousse jaune se créer sur le dessus.

Mais la réaction la plus intéressante qui correspondant à l'effet escompté se produit lors de son immersion directe dans le produit, celui-ci se met à se dissoudre petit à petit.

Avancée:

Le test étant concluant la deuxième étape est de réaliser une petite maquette de 10 centimètres par 10 centimètres grâce à l'imprimante 3D. Cette impression avec du PLA sera le moule où l'on viendra déposer le ciment qui constitue la forme.

A partir de ce moulage on pourra alors déterminer les quantités (et voir les dissolutions) du ou des produit(s) proportionnellement à la taille de la pièce.

Une fois les quantités déterminées, l'étape finale finale est de réaliser la pièce grâce à l'imprimante à béton que Polytech possède.

La buse la plus fine qu'ils possèdent est de 2 centimètres ce qui implique une taille assez conséquente de la pièce afin d'avoir tous les détails du paysage.

Problèmes non résolus:

- Méthode de dépôt de l'acide sur la matière : il serait alors plus probable de placer la pièce sur un récipient contenant le solvant
La matière du récipient est alors à choisir car nous avons constaté que la plupart des matières plastiques y résiste difficilement dans la durée, une des solutions envisageables serait un récipient en verre.
- Peaufiner les dimensions exactes de la pièce, et sa modélisation quant aux caractéristiques de l'imprimante béton (taille de la buse, densité du ciment/béton) afin de garder le plus de détail (avant le lancement de l'acide)

Conclusion et perspectives de la pièce :

Durant cette semaine, nous avons réalisé des essais plus ou moins concluants et déterminé quels matériaux sont envisageables et lesquels ne le sont pas.

Le travail sera poursuivi par Amandine, la pièce sera réalisée à l'aide de l'imprimante à béton située dans les locaux de Polytech. La suite du projet se poursuivra dès la semaine d'après, c'est-à-dire la semaine du 24 janvier 2022 avec l'aide d'un responsable grâce auquel les derniers détails techniques vont pouvoir être définis notamment la composition exacte et idéale de la matière ainsi que la taille.

Une fois cette impression réalisée, il existera la première version de Synthetic Space qui existera le long de l'exposition prévue en mai jusqu'à sa décomposition finale qui achèvera le processus.

A partir de la fin de cette semaine spécifique, un travail scientifique annexe se développera grâce à Monsieur Matthieu Duban quant aux matières utilisées lors des impressions 3D, spécifiquement le PLA afin de comprendre sa composition pour ensuite entamer une décomposition de celui-ci par agent chimique.

La perspective de Synthetic Space est d'exister pour différents fragments de territoire selon les caractéristiques qui les définit, il s'agirait donc de produire d'autres modélisations et impression sur différentes zones.

Ce travail se mettra en œuvre notamment avec l'aide de Corentin, membre de l'équipe du Fabricarium.

Cette semaine a permis de mettre à profit deux disciplines, l'art et les sciences, dans l'optique de travailler ensemble sur un même projet. La science aura permis de comprendre les aspects techniques, les réactions chimiques ainsi que les compositions des matériaux du projet artistique, pour mieux appréhender les différents aspects de ce projet.

En annexe à ce rapport, vous trouverez, le dossier scientifique donnant accès aux connaissances scientifiques sur lesquelles se sont basés cette semaine ainsi que les références bibliographiques, et l'évolution du projet artistique suite à cette semaine.

Références artistiques:

- Vincent Mauger
- Refik Anadol
- Sabrina Ratté
- Nadia Duvall

Annexe 1: Synthetic space: Rapport scientifique

Ce document sert de support pour le rapport de synthèse, il permet d'appuyer nos essais et les résultats par des preuves scientifiques.

Lors de cette semaine, la première piste était le PLA, car effet c'est le matériau le plus utilisé en impression 3D dans le fabricarium, qui est la technique qui intéressait Amandine. Le PLA étant un matériau rigide et relativement résistant, il a donc besoin de produits chimiques puissants pour le détruire. D'autres matériaux disponibles en impression 3D ont été testés (PLA/liège, PET, Hips). La technique du moulage a également été considérée suite aux résultats non concluants de premiers essais. Des tests de moulage et de dissolution du ciment ont été réalisés en fin de semaine.

Dans ce rapport se divise en trois parties, vous trouverez dans la première et seconde partie une synthèse bibliographique d'abord des matériaux puis des solvants envisageables. Dans la dernière partie vous retrouverez le protocole suivi pour les essais.

Partie I: Les matériaux et leur destruction

1. Le PLA

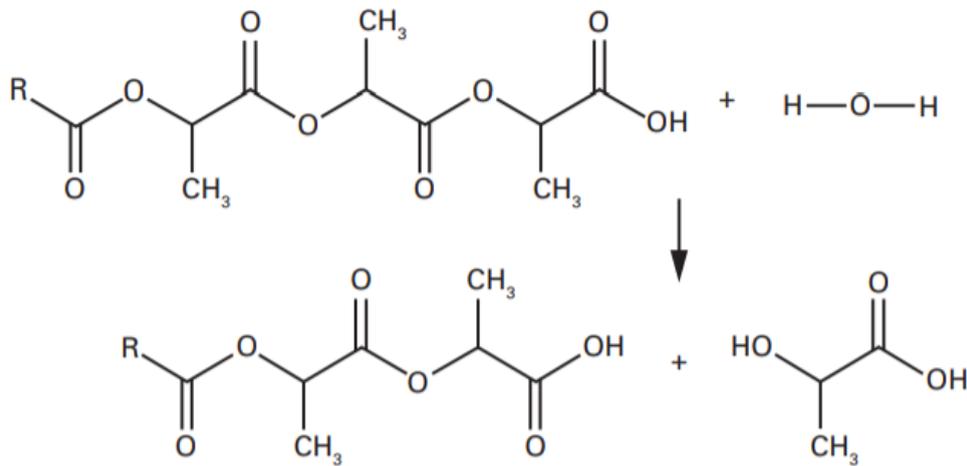
Polymère 100 % biosourcé obtenu par transformation de l'acide lactique produit à partir de la fermentation de sucres alimentaires issus de la production de maïs, de betterave, de tapioca ou de canne à sucre et également biodégradable, le PLA est utilisé principalement pour la fabrication d'emballage alimentaire et de vaisselle jetable.

a) Dégradation hydrolytique

Cette méthode est celle à laquelle nous nous sommes intéressés car en effet, le but du projet artistique est de montrer l'altération du paysage par la pollution. L'usage donc d'un produit chimique, qui est donc un polluant, permet de démontrer ce phénomène au mieux.

La dégradation chimique par hydrolyse constitue le principal mécanisme mis en jeu lors de la dégradation du PLA, notamment dans les composteurs. Le PLA étant un polyester, il est sensible à l'hydrolyse du fait de la présence des liaisons esters entre chaque unité monomérique. L'hydrolyse se produit lorsque les molécules d'eau réagissent avec le PLA en coupant les liaisons esters, liaisons facilement clivables [1].

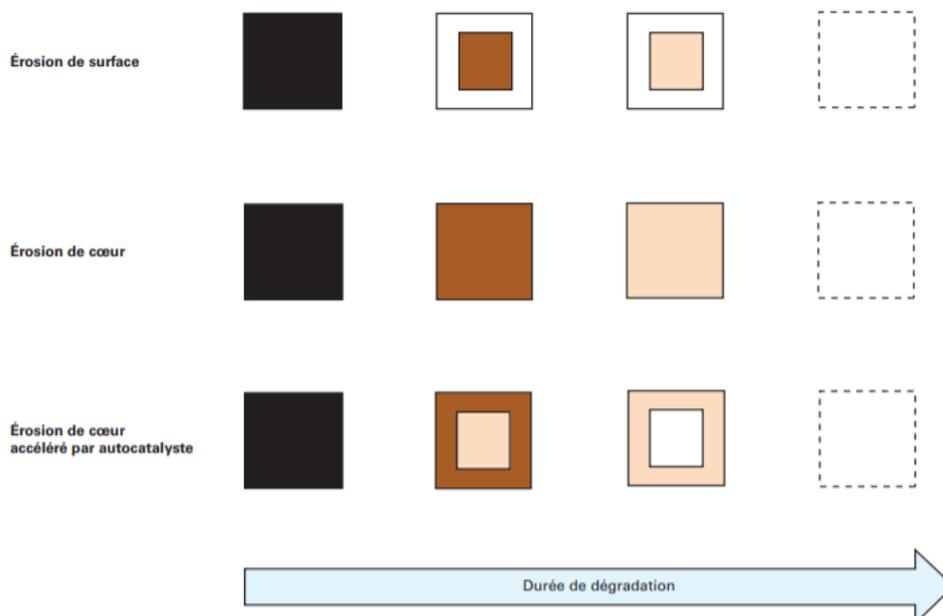
figure 1: hydrolyse du PLA^[1]



L'hydrolyse du PLA est influencé e par le pH du milieu environnant et deux mécanismes sont possibles

- En solution acide, la dégradation du polymère est plus lente que la diffusion de l'eau dans le PLA. En effet, le taux de dégradation est plus élevé à l'intérieur qu'à la surface du polymère à cause des effets d'autocatalyse des groupements acides carboxyliques pris au piège à l'intérieur du matériau. On parle d'érosion de cœur avec autocatalyse.
- En solution alcaline, les molécules acides piégées à l'intérieur du matériau réagissent avec le milieu basique, ce qui neutralise le cœur du matériau, empêchant ainsi le phénomène d'autocatalyse. L'hydrolyse a lieu à la surface du polymère, on parle alors d'érosion de surface [1].

figure 2: mécanismes d'érosion hydraulique du PLA^[1]



Nous avons testé les acides suivants: acide sulfurique et acide chlorhydrique et comme solution alcaline nous avons utilisé la soude, pour raison de disponibilité et accessibilité.

Nous avons également testé l'acétone pur, puisque le PLA peut être dissous par des solvants tels que l'acétone, qui est également souvent utilisé pour lisser l'objet après impression [2].

b) Dégradation thermique

A haute température, le PLA n'est pas stable et sa dégradation thermique commence dès 180°C [1].

c) Dégradation enzymatique

Certaines enzymes sécrétées par les micro-organismes sont capables de casser les liaisons esters. Il existe deux types d'enzymes agissant de manières différentes :

- Les endo-enzymes: ruptures aléatoires des liaisons esters de la chaîne et libérant ainsi des polymères
- Les exo-enzymes: hydrolysent spécifiquement les liaisons esters situées en bout de chaîne, libérant ainsi des monomères [1]

2. PLA/Liège

Le liège est l'écorce d'un arbre. Le fil de l'imprimante 3D est composé à 30% de liège et 70% de PLA. En versant quelques gouttes d'acide sulfurique sur du bois, celui-ci est déshydraté et décomposé, puis noirci [3]. Les matières organiques du bois devraient être entièrement détruites. Dans le cas du fil, le bois est pris dans la résine du PLA et donc c'est à ce niveau là que réside la difficulté.

3. PET

Le PET a été utilisé en substitution de l'ABS. Le PET (polyéthylène téréphtalate) est un polyester linéaire, semi aromatique. Cette structure lui confère des caractéristiques physico-chimiques comme la réversibilité chimique, la thermoplasticité, l'aptitude à cristalliser et une relativement bonne stabilité thermique.

Le PET s'est d'abord développé dans le domaine du textile et du film (emballage, arts graphiques, photos, audio et vidéo cassettes), puis dans les fils industriels (bandes transporteuses, renforts pour pneumatiques, tissus pour sérigraphie), il est aujourd'hui de plus en plus utilisé pour les corps creux [4].

Le PET peut être recyclé, le PET recyclé provient pour une très grande partie des emballages dont la collecte est plus facile, lorsque le polymère est modérément pollué après usage. Le recyclage est soit mécanique soit chimique. On s'intéresse surtout au recyclage chimique, puisqu'il nous donne des méthodes qui permettent de ramollir le PET pour pouvoir le retravailler et lui redonner une autre forme. Ces informations peuvent nous donner une idée quant à comment faire fondre/dissoudre le PET. Il existe trois méthodes de recyclage chimique:

- La glycolyse, dépolymérisation par action du MEG (mono éthylène glycol, un autre matériau), s'effectue habituellement à 180-220 °C sous pression d'azote.
- La méthanolyse conduit, par action du méthanol à d'autres polymères (DMT et MEG). Le PET, d'abord partiellement glycosylé, est ensuite traité par le méthanol vers 200 °C environ et sous pression.
- L'hydrolyse alcaline s'effectue à des températures et sous des pressions plus basses que la méthanolyse, avec une soude diluée ou une solution de carbonate de sodium [4].

Ces méthodes étant complexes, il n'est pas possible de les tester dans un laboratoire universitaire.

4. HIPS (Polystyrène)

Le HIPS (High Impact Polystyrene ou Polystyrène Choc) permet l'impression de supports solubles avec une imprimante 3D, il s'utilise avec de l'ABS et se dissout dans du D-limonène (solvant à base citron). Cette dissolution prend quelques heures. L'acétone permet aussi de le dissoudre, il faut verser l'acétone jusqu'à ce que le plastique soit recouvert, s'il ne fond pas immédiatement, il faut ajouter de l'acétone et agiter.

Le polystyrène est détruit avec les ordures ménagères sans dégagement de fumée toxique.

Le polystyrène se transforme facilement par injection ou par extrusion et thermoformage. Il se colore facilement dans la masse et permet des moulages [5].

Le polystyrène possède les propriétés physico-chimiques suivantes:

État physique	solide à 20 °C pâteux à 160 °C.
Température de fusion	150 à 170 °C
Température de ramollissement	70 à 105 °C selon les qualités
Température de début de dégradation thermique	350 °C

Solubilité	dans les hydrocarbures chlorés et aromatiques
Densité réelle	1,03 à 1,05
Densité apparente (des granulés en vrac)	0,55 à 0,65
Température d'auto-inflammation (norme ASTM D 1929)	entre 488 et 496 °C
Pouvoir calorifique supérieur (normes AFNOR M 03-005 et ISO 1716)	39,8 MJ/kg
Indice d'oxygène (normes NF T 51-071 et ASTM D 2863)	compris entre 17 et 18

Tableau 1: Propriétés physico-chimiques du Polystyrène[5]

5. Le ciment

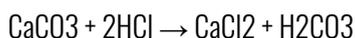
Le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire une matière inorganique finement moulue qui, gâchée avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par suite de réactions et processus d'hydratation et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau. Le ciment est obtenu à partir d'un ou de plusieurs constituants. Il existe différents types de ciments avec des compositions et des caractéristiques différentes.

Pour déterminer les résidus insolubles, le test est effectué dans l'acide chlorhydrique et le carbonate de sodium. En effet l'acide chlorhydrique a pour action de dissoudre le ciment [6].

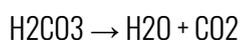
Il existe aujourd'hui des dissolvants sur le marché qui permettent de nettoyer le béton sec et collé sur des surfaces en bois, en plastique ainsi que sur de la peinture et du métal. Le ciment étant fait grâce à une pierre calcaire, il peut donc également se dissoudre au contact de l'acide chlorhydrique [7].

Lorsqu'on verse quelques gouttes d'acide chlorhydrique HCl, la roche se met à mousser (on parle d'effervescence). La réaction se déroule en deux phases [8]:

- la première réaction se fait entre le calcaire et l'acide chlorhydrique produisant du chlorure de calcium et de l'acide carbonique:



- l'acide carbonique étant instable à température et pression normale, la molécule se fractionne en deux molécules, l'eau et le gaz carbonique:



Partie II: Les solvants et leurs propriétés

Un solvant est un liquide ayant pour propriété de dissoudre une substance.

figure 3: Type de solution en fonction du pH



1. Les solutions acides

Une solution est acide si son pH est inférieur à 7, la solution qui contient plus d'ions Hydrogènes que d'ions hydroxydes.

a) Acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique est une solution de chlorure d'hydrogène dans l'eau. L'acide chlorhydrique est un acide inorganique très fort, utilisé dans un grand nombre de procédés industriels. La qualité du produit utilisé dépend généralement de l'application envisagée. Il sert notamment à la fabrication d'engrais, de chlorures et de sels métalliques divers. De plus, on l'utilise pour le décapage et le détartrage des métaux [9].

b) Acide sulfurique

L'acide sulfurique (formule H_2SO_4) est utilisé dans de si nombreuses industries chimiques que sa préparation peut être considérée comme l'industrie de base de la chimie minérale et qu'il n'est guère possible de dénombrer tous ses emplois. Sa production dépassait déjà 10 Mt (millions de tonnes) au début du XXe siècle.

L'acide sulfurique anhydre, liquide incolore, inodore et visqueux. La température de solidification varie de façon importante avec le degré d'hydratation. L'addition d'eau à l'acide sulfurique produit un dégagement de chaleur considérable, en même temps qu'une contraction du volume total [10].

Il faut cependant faire attention, mis en contact avec la peau, l'acide pur occasionne de sérieuses brûlures. En conséquence, il faut avoir soin de verser lentement l'acide dans l'eau pour ne pas risquer une réaction extrêmement violente avec projection d'acide [10].

2. Les solutions alcalines

La solution alcaline à laquelle nous nous sommes intéressés est la solution de soude (NaOH). Cette base forte se présente, à température ambiante, sous forme solide. Il est très soluble dans l'eau. Les cristaux mis en suspension dans de l'eau donnent une solution de soude transparente. La soude est constituée de cations sodium (Na⁺) et d'anions hydroxyde (OH⁻).

Il faut cependant faire attention, le mélange hydroxyde de sodium-eau est fortement exothermique et peut provoquer des éclaboussures dangereuses. La soude est irritante et corrosive, tant pour la peau que pour les yeux et les voies respiratoires et digestives, elle doit donc être manipulée avec précaution [11].

3. Les solutions à pH neutre

L'acétone est un liquide transparent, très inflammable et volatil, utilisé comme solvant et intermédiaire de synthèse. De formule C₃H₆O, il dégage une odeur caractéristique, à la fois âcre et aromatique. Sa double liaison carbone-oxygène et la présence d'atomes d'hydrogène lui confèrent une forte réactivité à de nombreux produits. Non corrosive pour les métaux, elle attaque certaines matières plastiques.

Attention cependant, l'acétone peut causer une sévère irritation des yeux, des nausées, des vertiges ou une somnolence lors de l'inhalation de fortes concentrations de vapeurs [12].

Partie III: Protocole des essais

Au cours de cette semaine, nous avons testé les matériaux suivants: des matériaux à impression 3D (PLA, PET, PLA/Liège, Hips) et le ciment.

Matériel:

- acide chloridrique;
- acide sulfurique;

- acétone;
- soude en poudre à remettre en suspension;
- Eau
- Sorbonne: produit chimiques toxiques, les manipulation sont à réaliser dans un flux laminaire;
- Equipement de protection: blouse, gants, lunettes;
- Bêchers;
- Pipettes plastiques;

Méthode:

Pour les matériaux à impression 3D, la pièce a été imprimée à petite échelle.
Pour le ciment, il a été coulé sur une petite surface et laissé à sécher pendant quelques heures.

Dans une première partie, le matériau est testé au goutte à goutte. Sur une même surface, les quatre solvants sont testés. Une goutte de solvant est déposée sur le matériau, solvants sont distancés les uns des autres afin de distinguer la réaction de chacun avec le matériau.



les



1

Dans un second temps, le matériau est plongé intégralement dans le solvant. La première étape aura permis de déterminer quel solvant réagit avec quel matériau, afin d'immerger le matériau dans le solvant où il réagit le mieux et que la réaction soit testé sur le long terme.

à 2 cm de solvant est versé dans un bécher et le matériau est submergé. Le matériau est laissé dans le solvant plusieurs jours pour voir si le matériau se dissout sur le long terme et si oui, en combien de temps.

Résultats:

Les résultats ont été détaillés dans le rapport de synthèse, le seul essai ayant donné le résultat espéré est le ciment en contact avec l'acide chlorhydrique. On constate un phénomène d'effervescence. Un morceau de ciment avec les

dimensions d'environ 3cmx3cmx0.2cm (longueur x largeur x épaisseur) a besoin de moins d'une demi-heure pour se dissoudre.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Christian PENU, Marion HELOU, Acide polylactique (PLA), Matériaux | Plastiques et composites, Technique de l'ingénieur, 10 juillet 2017, Réf. : AM3317 V1

[2] ImpressionEn, Comment finir les impressions 3d Pla ?,
<<https://www.impressionen3d.com/comment-finir-les-impressions-3d-pla/#Ou8217est-ce-qui-peut-dissoudre-le-PLA>>

[3] Acide sulfurique, Histoire de France 1996,
<http://www.histordefrance.fr/encyclopedie/sciences_physiques/a/acide_sulfurique.htm>

[4] Jean-Pierre QUENTIN, PET ou polyéthylènetéréphtalate, Procédés chimie - bio - agro | Opérations unitaires. Génie de la réaction chimique, Techniques de l'ingénieur, 10 juin 2004, Réf. : J6488 V1

[5] Anne DEMOGEOT, Polystyrène, Archives, Techniques de l'ingénieur, 10 septembre 1993, Réf. : J6551 V1

[6] Williams PAUCHET, Les ciments, Construction et travaux publics | Techniques du bâtiment : l'enveloppe du bâtiment, Technique de l'ingénieur, 10 novembre 2019, Réf. : TBA1010 V2

[7] Comment dissoudre du béton ?, Mobilier Béton,
<<https://www.mobilier-beton.fr/comment-dissoudre-beton/>>

[8] Chimie du calcaire, <<http://www.jeanduperrex.ch/Site/Calcaire.html>>

[9] E. P. Mignonsin, G. Duyckaerts, Comportement de l'acide chlorhydrique dans les chlorures alcalins fondus, Analytical Letters Volume 2, 1969 - Issue 3, Pages 153-158 | Received 06 Mar 1969, Accepted 09 Mar 1969, Published online: 23 Oct 2006

[10] SULFURIQUE ACIDE, Universalis <<https://www.universalis.fr/encyclopedie/acide-sulfurique/>>

[11] Hydroxyde de sodium : qu'est-ce que c'est ?, FuturaScience,
<<https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-hydroxyde-sodium-15036/>>

[12] Acétone : qu'est-ce que c'est ?, FuturaScience,
<<https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-acetone-18470/>>