

# PROJET SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE 2013-2015



## Sculpture liquide en photographie haute vitesse

Classes concernées 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> option : sciences de l'ingénieur

Responsables du Projet : - M. MOUSSI Ouissem – Enseignant de technologie  
- Mme ELOFIR Silvana – Enseignante de sciences physiques

# SOMMAIRE

## **1 Projet pédagogique**

1-1 Exemples de problématiques scientifiques

1-2 Organisation et approches pédagogiques (inductive/déductive) :

1-3 Objectifs pédagogiques

## **2 Conception et Fabrication des systèmes techniques (« Machines »)**

## **3 Les langages de programmation étudiés**

## **4 Résultats obtenus – valorisation du travail des élèves**

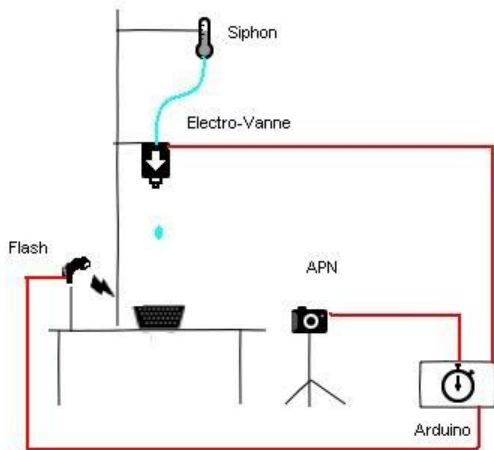
# 1 Projet pédagogique

## 1.1 Exemples de problématiques scientifiques

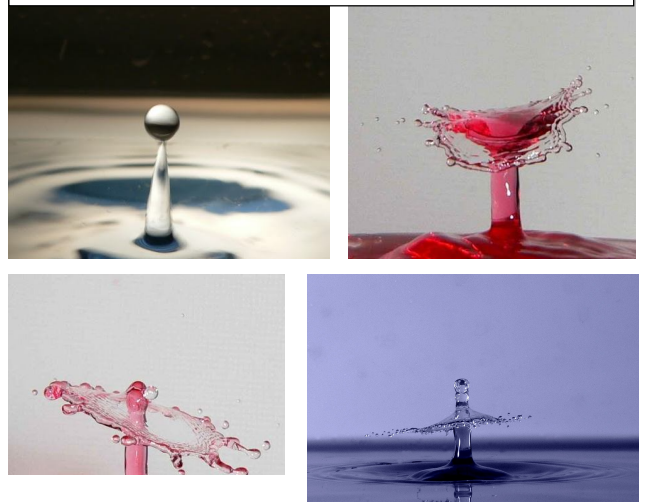
*Problématique n°1 : « Comment créer et photographier des collisions de gouttes de différentes couleurs »*

**1- Situation initiale (ou déclenchante) : Photographier la collision de gouttes :**  
(utilisation d'un système existant et disponible au collège)

Nous allons voir ici comment faire tomber deux gouttes d'eau dans le même axe, dans un intervalle de temps suffisamment précis pour déclencher la prise de vue au moment où elles entreraient en collision. L'ensemble se base sur des techniques de photographie haute vitesse et sur une machine à produire des gouttes (la synchronisation entre les gouttes est très difficilement réalisable manuellement).



*exemples de photos réalisées en 2013 avec ce système existant (ESI Abu Dhabi 2013) :*



Pour obtenir ce type de photos, le principe général est le suivant :

- laisser tomber une première goutte dans un récipient rempli d'eau
- attendre juste le temps nécessaire (environ 300 millisecondes)
- laisser tomber la seconde goutte
- déclencher l'appareil photo dans un temps de pause suffisamment grand (environ 1/120 secondes)
- déclencher le ou les flashes au moment précis où la seconde goutte entre en collision avec la première du haut de son rebond (colonne d'eau).

## 2- Problématique que les élèves vont devoir résoudre :

### Problématique 1 : « Comment créer et photographier des collisions de gouttes de différentes couleurs »

Contrairement à la situation déclenchante (paragraphe précédent) , les élèves vont devoir concevoir et fabriquer un système permettant de projeter des gouttes d'eau de 3 couleurs différentes et également gérer les retards entre les départs des différentes gouttes (...on suppose....et les élèves vont devoir le déterminer ... qu'il faudra donc 3 électro-vannes (« robinet automatique ») reliées à 3 siphons (réservoirs d'eau) avec 3 couleurs différentes...).

Le micro contrôleur programmable **Arduino Uno** va devoir piloter les 3 électro-vannes, l'Appareil Photo Numérique (APN) et/ou le flash en gérant les retards au déclenchement de chacun.

Une fois le système programmé, le cycle de prise de vue doit pouvoir être lancé à partir d'un simple bouton poussoir.

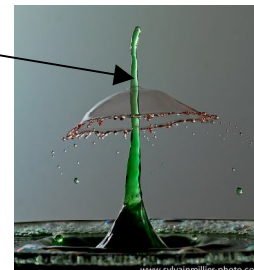
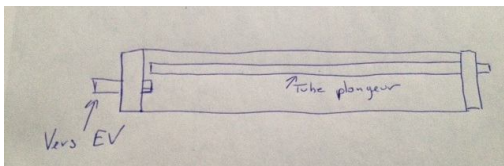
### 3- Afin de parvenir à résoudre la **problématique 1** il faudra la décomposer en plusieurs sous-problématiques (SP1 ; SP2 ...) à résoudre :

#### SP1-1 : Comment projeter 3 gouttes de couleurs différentes dans le même axe vertical ?

#### SP1-2 : Comment obtenir l'écoulement régulier du fluide afin d'obtenir des gouttes homogènes ?

#### SP1-3 : Comment obtenir une colonne d'eau importante après l'impact de la première goutte dans le récipient ? (colonne verte)

Piste de solution... « Le siphon Mariotte »



Pistes de réflexions et thématiques d'expérimentations liées à certaines Sous-Problématiques :

#### SP1-2 : Comment obtenir l'écoulement régulier du fluide afin d'obtenir des gouttes homogènes ?

- Mise en pression de l'eau en amont de l'électrovanne pour un bon écoulement → colonne d'eau dans le siphon Mariotte → élévation du siphon par rapport à l'électro-vanne pour une mise en pression naturelle de l'eau

#### SP1-3 : Comment obtenir une colonne d'eau importante après l'impact de la première goutte dans le récipient ? (colonne verte)

- recherche par expérimentation des paramètres qui donneront la plus haute éclaboussure d'eau (hauteur de la colonne d'eau après l'impact de la première goutte dans le récipient : grosseur de goutte ? → hauteur de la goutte « accélération de la pesanteur  $P=m \times g$  → profondeur de l'eau dans le récipient → surface du récipient

« tension de surface » → forme d'une goutte dans l'air → forme d'une goutte sur un solide  
→ ce sont les forces en présence (*poids, tension de surface, inertie pour une goutte en mouvement*) qui en détermine la forme

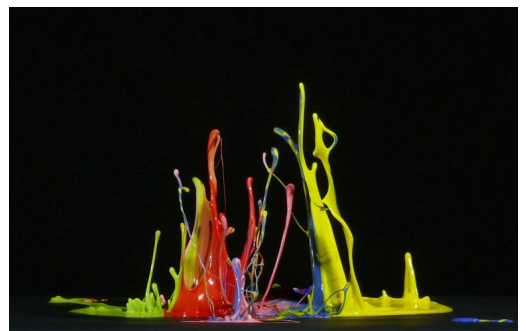
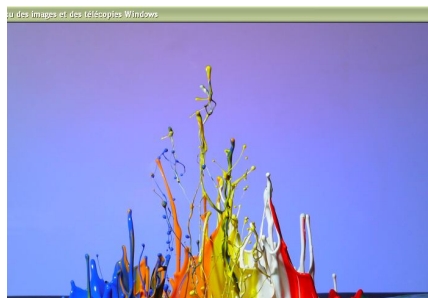
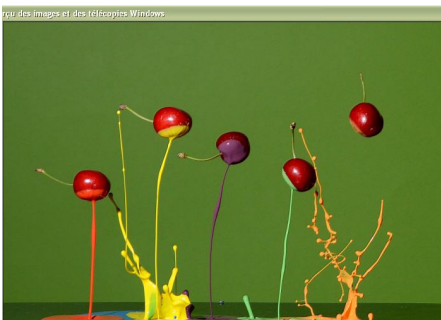
**SP1-4 : Comment sculpter des formes en provoquant des collisions de gouttes ?**

- créer des collisions entre les gouttes et la colonne d'eau montante → faire varier la viscosité du liquide afin de changer la forme de l'éclaboussure → température du liquide → liquide opaque (lait) ou translucide (eau+colorant) → alignement dans le même axe vertical → provoquer des secousses pour « torde la colonne » → travail sur l'éclairage (éclairage arrière ou latéral...utilisation de réflecteurs, filtre coloré etc. → DOUBLE éclairage simultané avec deux couleurs différentes etc.

« Colonne d'eau » Goutte de colorant bleu tombant dans du lait.



Exemples de photos réalisées en 2014 au collège Colette avec le nouveau système électronique de commande (plus précis / plus rapide...) :

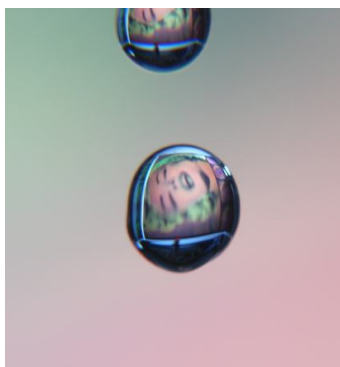
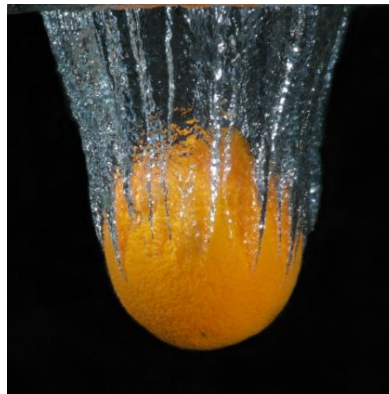


#### 4- Autres problématique proposées aux élèves :

Afin de varier les thématiques de travail nous proposerons régulièrement des problématiques différentes comme par exemple :

- comment créer une sculpture liquide à partir d'un son ?
- comment photographier l'explosion d'un élément ?
- comment photographier un objet qui plonge dans l'eau ?

Les élèves vont travailler en groupe de projet afin de rechercher des solutions techniques en émettant des hypothèses scientifiques qu'ils vont ensuite vérifier.....exemples de photos réalisées sur d'autres thématiques de travail :



## 1-2 Organisation et approches pédagogiques (inductive / déductive)

### Horaire hebdomadaire :

L'option science de l'ingénieur concerne une classe de 4° et une classe de 3° à raison d'une heure par semaine en co-enseignement (science physiques et technologie).

### Travail en groupe / Approche pédagogique (inductive/déductive) :

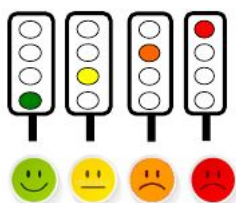
Le plus souvent le travail est réalisé en groupe de 3 à 4 élèves sous forme de travaux pratiques. Une problématique générale permet de cadrer le travail de recherche et d'investigation des élèves.

Nous privilégions au maximum la **pédagogie inductive** qui consiste à partir d'une problématique à résoudre. Les élèves émettent des **hypothèses** et passent ensuite à **l'expérimentation** qui permettra de **vérifier ces hypothèses** et trouver des solutions techniques et scientifiques.

Quand le travail demandé devient trop complexe ou en dehors du champ de compétences d'un collégien, nous avons recours à une approche **pédagogique plutôt déductive**, c'est-à-dire que **plusieurs** pistes de **solutions** sont proposées lors de l'expérimentation et les élèves vont devoir **déduire** quelles sont **les solutions à retenir**.

### Apprentissage du travail collaboratif (travail en groupe)

Afin de devenir plus efficace, le travail est progressivement réparti entre les élèves des groupes. Une grille d'évaluation permet également de rappeler les consignes essentielles à respecter lors d'un travail en groupe... Cela permet lors de certains travaux d'évaluer la capacité des élèves à respecter ces quelques règles essentielles mais devient également un outil très dissuasif pour les élèves les plus distraits. Il est prévu de demander aux élèves de s'auto-évaluer afin de les aider à améliorer le travail en groupe.



**VERT**

Je respecte toutes les règles de la classe



- je sais faire le silence lorsqu'il est exigé
- je sais parler à voix basse
- je sais rester à mon poste de travail.
- je ne m'amuse pas, je ne discute pas avec les autres groupes
- je lis les documents demandés avant de commencer un travail.
- je sais prendre soin du matériel
- je sais nettoyer et ranger mon poste de travail en partant
- je suis poli envers l'adulte et mes camarades

**JAUNE**

Je respecte une partie des règles de la classe...MAIS...



- je ne suis pas capable de me mettre en rang
- je ne suis pas capable de faire le silence lorsqu'on le demande
- je ne suis pas capable de rester à ma place en activité.
- je m'amuse, je discute et cela retarde mon travail

**ORANGE**



Je ne respecte pas les règles de la classe



- je crie ou je parle très fort dans la classe
- j'ennuie un camarade pendant qu'il travaille
- je dis des gros mots
- je me déplace sans autorisation

**ROUGE**

Je perturbe la classe, je fais quelque chose de dangereux



- je cours dans la classe
- je me moque d'un camarade
- je bouscule ou me bagarre avec un camarade
- je fais mal à un camarade
- je me montre irrespectueux envers un adulte ou un camarade
- je dégrade ou je vol le matériel

### 1-3 Objectifs pédagogiques

L'enseignement de cette option a pour objectif de découvrir la science et la technologie autrement grâce également à l'approche artistique et à l'ouverture culturelle.

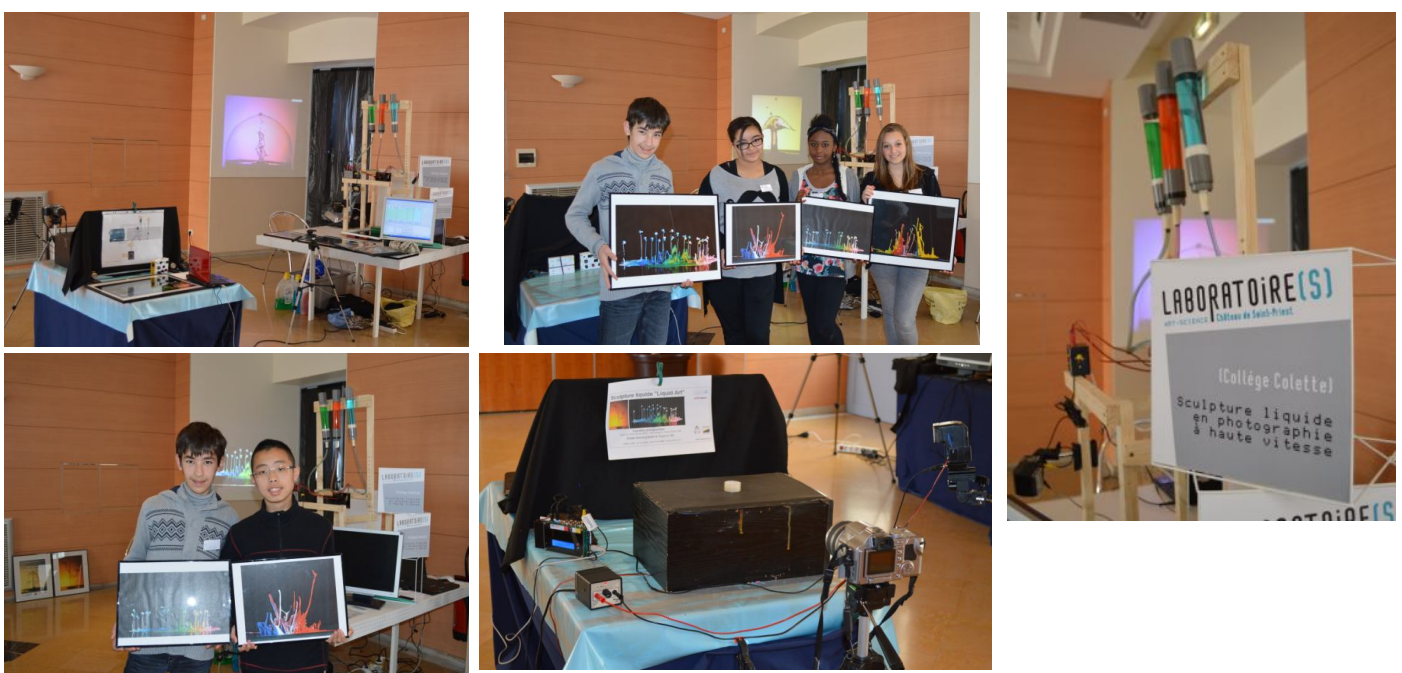
#### Une approche scientifique originale et motivante :

Le travail du groupe classe s'inscrit dans un projet sur deux ans (4<sup>e</sup> / 3<sup>e</sup>) avec différentes phases importantes qui permettent de maintenir l'intérêt et la motivation des élèves.

Rapidement après l'investigation scientifique arrive la fabrication des systèmes et les premiers essais. Cette phase de construction permet de concrétiser les idées du groupe et de donner du sens au travail réalisé jusque-là :



Ensuite le travail artistique laisse place aux idées et à la créativité des élèves en vue d'une participation à l'Exposcience de Saint-Priest (Labo des sciences – Château de St Priest).



**Susciter l'intérêt pour les Sciences et les Technologies Industrielles (STI)**



En proposant un contenu riche et original notamment avec la photographie numérique à haute vitesse, nous souhaitons faire découvrir aux élèves la richesse du contenu des enseignements scientifiques et des filières scientifiques et technologiques (STI2D au lycée...).

Dans cet objectif nous nous efforçons d'utiliser une démarche pédagogique, des logiciels et matériels en cohérence avec la continuité de l'enseignement au lycée.

Enfin nos travaux doivent nous amener progressivement à faire découvrir à nos élèves les enseignements de la filière STI2D au lycée Condorcet de Saint-Priest et l'IUT-B de Villeurbanne.

Nous réfléchissons à la mise en place d'une convention Collège/Lycée et Collège/IUT qui permettrait à nos collégiens de découvrir le lycée et l'IUT et les possibilités de poursuite d'études après le collège dans les filières scientifiques et techniques (*collaboration avec le lycée sur des fabrications / visites et rencontres / accès au matériel (imprimante 3D...) / prêt du matériel / conseils techniques...*).

### **Redécouvrir autrement certains principes scientifiques et techniques**

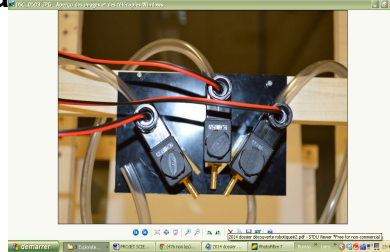
Lors des investigations scientifiques réalisées en travail de groupes, les élèves pourront redécouvrir très concrètement et simplement certains principes qu'ils ont étudiés durant leur scolarité. Par exemple nous reviendrons sur l'électricité et certaines notions de base (tension / intensité / puissance / fréquence ...) et également les langages de programmation (Picaxe / Arduino ...) ou encore certains principes scientifiques ( $Pression = Force / Surface$  ;  $Vitesse = Distance / Temps$  ....).

L'idée est de redonner du sens aux apprentissages en utilisant ces connaissances et principes scientifiques pour résoudre des problématiques concrètes ou calculer la vitesse de la lumière par exemple en photographie Haute Vitesse (Open-Flash).

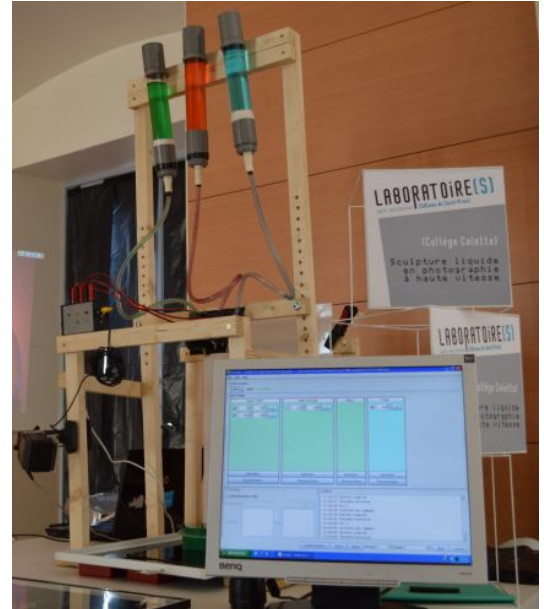
## 2 Conception et Fabrication des systèmes techniques (« Machines »)

**Machine 1** : Sculpture liquide par la chute (et la collision) de plusieurs gouttes d'eau (mouvement de déplacement du liquide du haut vers le bas)

### Structure de la machine

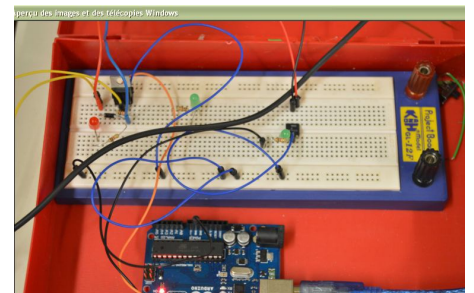
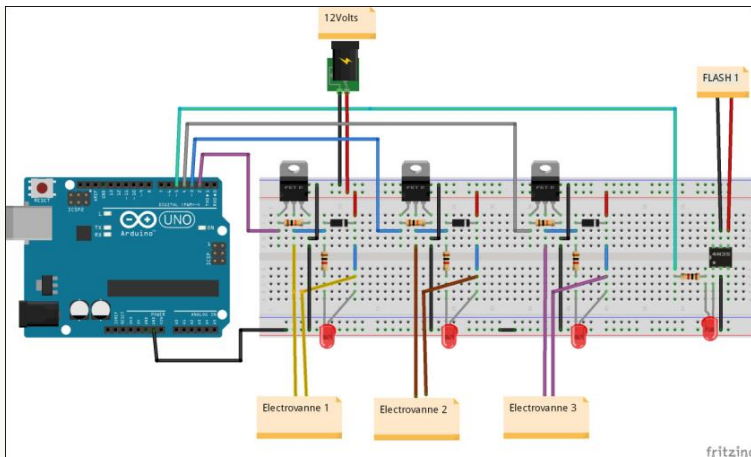


3 électro-vannes



### Electronique de commande

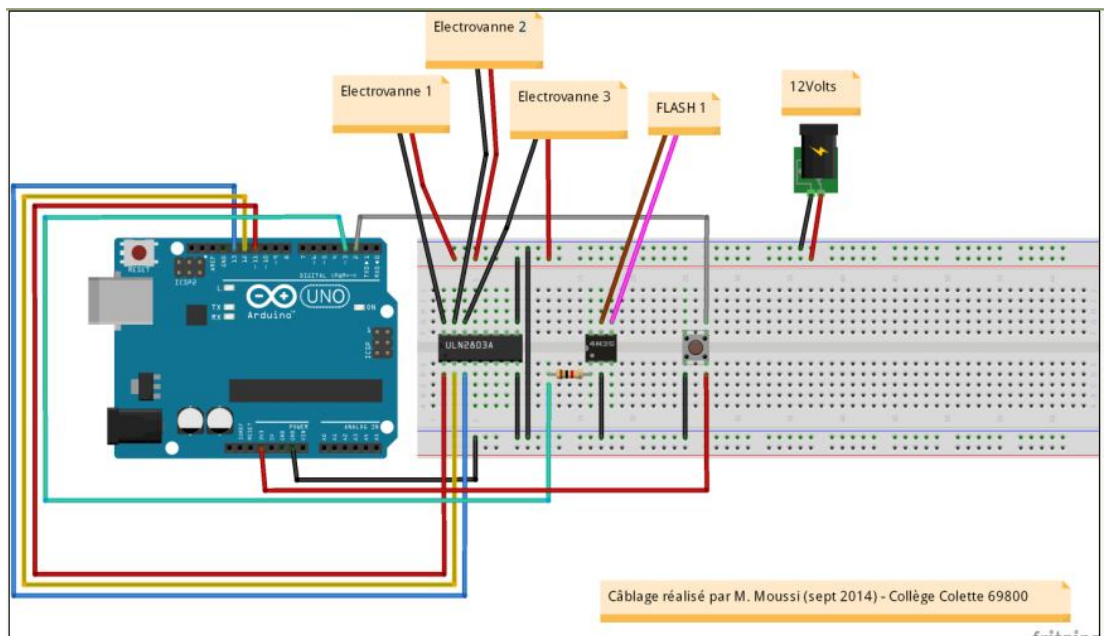
**Version 1** (microcontrôleur programmable Arduino)



Câblage et commande d'une électro-vanne

**Version 2** : Remplacement de plusieurs composants par des Circuits Intégrés (CI)  
Par exemple un seul ULN2803A peut remplacer 16 composants (8 transistors + 8 diodes)

ULN 2803A  
Circuit Intégré



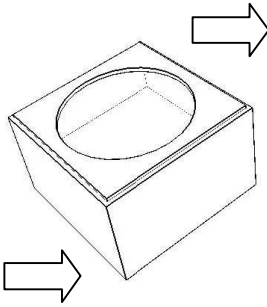
Câblage réalisé par M. Moussi (sept 2014) - Collège Colette 69800

**Machine 2 : Sculpture liquide par la vibration sonore (mouvement de déplacement du liquide du bas vers le haut grâce à un haut parleur surpuissant)**

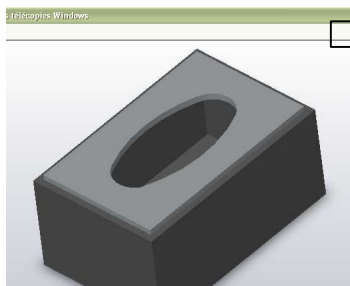
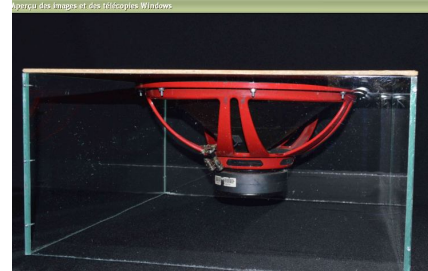
**Structure de la machine**



Modélisation 3D avec SolidWorks



Découpe et assemblage du prototype



Modélisation 3D avec SolidWorks

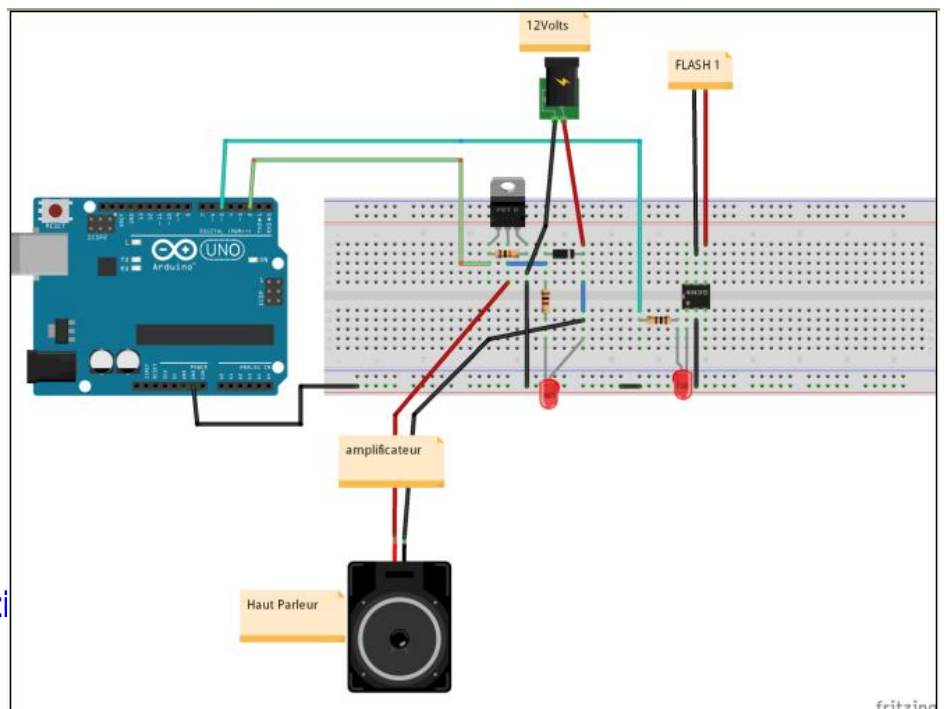
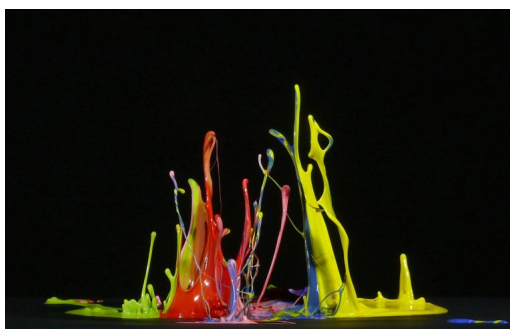
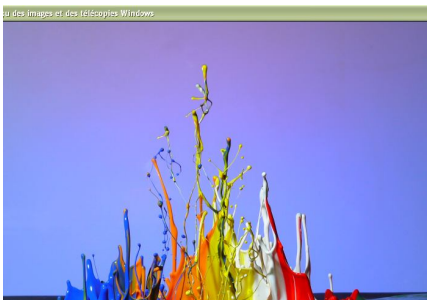


Découpe et assemblage de la membrane souple en silicone



Premiers essais et tests du prototype

**Electronique de commande**

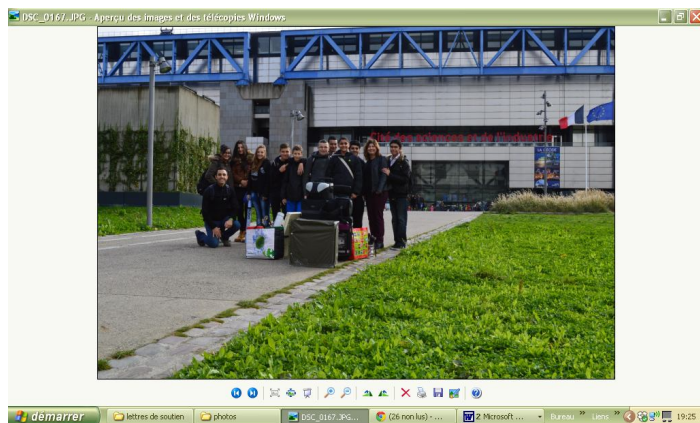


Afin de proposer aux visiteurs des démonstrations grandeur nature, l'équipe pédagogique a mis au point un prototype de « chambre photographique », une sorte de mini studio mobile entièrement démontable et transportable (*plaques de mousse haute densité*).

Cette « chambre photographique » fut présentée à La **Cité des Sciences de la Villette** à Paris le 07 novembre 2014 à l'occasion du lancement officiel du projet « Exposcience Numérique » par le CIRASTI (mouvement français des Expo-Sciences et partenaire du collège Colette).



Chambre noire pour photographies Haute Vitesse, Cité des sciences, Novembre 2014



Cité des Sciences, Paris – le 07 novembre 2014

## Rencontres – Projet Robotique et partenariat USA

Nos élèves ont rencontré Pamela et Brian, deux enseignants américains avec lesquels nous travaillons à la mise en place d'un partenariat autour d'un projet commun en Robotique. Ce fut l'occasion pour nos élèves de participer à une première séance de programmation de robots en anglais en espérant la mise en place prochainement d'une convention de partenariat entre notre collège et un collège américain autour d'un projet en robotique .



L'équipe du collège Colette en compagnie de l'équipe américaine de **RoboRave USA**.



Assemblage du Robot Lego avant la programmation



Les élèves de 4<sup>ème</sup> option science de l'ingénieur.



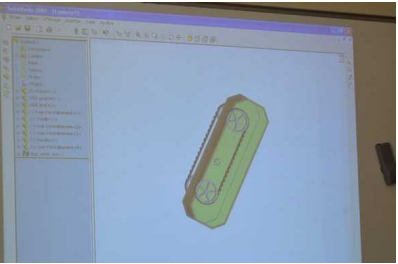
Robot LEGO suiveur de ligne

Visite du partenaire américain et intervention devant les élèves :

Mars 2015- Saint-Priest



Visio-conférence en direct avec les élèves américains sur Skype depuis la salle de projet.



## 4- La valorisation du travail des élèves (Expositions / Concours / Récompenses ...)

### Exposition scientifique Régionale :

- Exposcience à Saint-Priest (Labo des sciences) : participation du collège 2013 et 2014

### Exposition photographique :

- expo photo au collège Colette 2013  
**Comment photographier l'invisible ?**

- expo photo au collège en 2014  
**Sculpture liquide « Liquid Art »**



- expo photo à « l'EPICERIE » de Saint-Priest  
2, rue Anatole France



### Exposition Scientifique Internationale :

- ESI Abu Dhabi 2013 (Emirats Arabes Unis) :  
**1<sup>er</sup> prix (1st people choice award)**



### Concours International de photographies scientifiques (Milset Science Photo Contest)

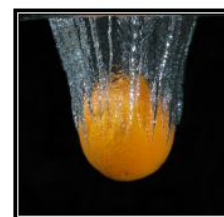
2014 : 3 photos récompensées :

#### Silver Award



Silver Award

#### Bronze Award



Bronze Award

## Exposcience Numérique

**Travail collaboratif sur un Espace Numérique de Travail (ENT) en partenariat à le Cirasti et Universcience (Cité des Sciences / Palais de la découverte) .**



Plus d'informations :

Site Web du PROJET : <http://appliweb.exponum.com/projects/f-a-t-e-project>

Site pédagogique de l'enseignant : <http://technoussi.free.fr/>