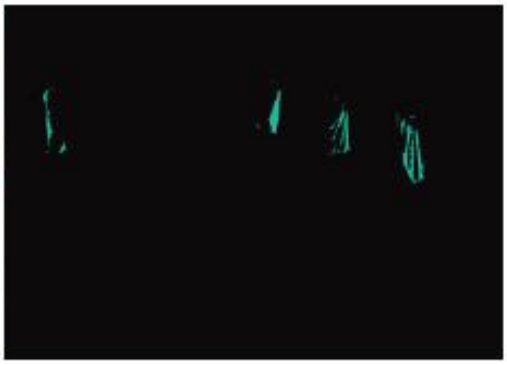
Biodiversité

et le problème du dénombrement

Participation du
Lycée Antonin Artaud de Marseille



académie d'aix-marseille

imbe

C.GENIAL

Fondation pour la culture scientifique et technique

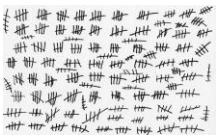
Septentrion Environnement

RESUME

La biodiversité étant le problème incontournable de notre époque et de notre actualité. C'est donc tout naturellement que nous nous sommes intéressés aux techniques pour l'évaluer, c'est-à-dire aux techniques de dénombrement des espèces et des individus d'une même espèce
Mais il se trouve que nous avons découvert que l'efficacité de ce travail dépend de l'efficacité avec laquelle on sait justement compter les espèces. Les chercheurs de l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie nous ont appris que les méthodes de dénombrement sont toujours à inventer. Les protocoles de dénombrement aboutissent à des estimations, et l'enjeu est de réduire autant que possible l'incertitude pour mieux agir.
Une piste pour améliorer l'estimation est d'essayer d'automatiser les procédures de dénombrement pour limiter l'intervention humaine (il y aurait alors plus de mesures et moins de coût). Nous nous sommes donc donnés comme mission de participer à améliorer un protocole de dénombrement en particulier, celui des mérous dans le parc national des Calanques. Ce protocole est actuellement réalisé par des plongeurs bénévoles ponctuellement. Il nous a semblé intéressant de nous joindre à la campagne de dénombrement, et avec l'accord des associations qui y participent (Septentrion Environnement, Neptune Club Plongée Environnement), d'expérimenter des méthodes automatiques et si possible autonomes. Pour cela, nous nous sommes engagés à produire un module submersible capable de capter et traiter des images, d'analyser et de communiquer les données… Un vrai défi !

CONTEXTE

Depuis le classement du littoral méditerranéen en « réserve naturelle », l'étude de l'évolution de la biodiversité sous-marine est devenue un enjeu quant à la mesure de l'efficacité des mesures de protection entreprises. Or pour pouvoir évaluer, il va falloir compter.



COMPTER EST UN PROBLEME

Savoir dénombrer les espèces est donc un enjeu considérable. Mais selon que les espèces sont solitaires, en groupes, lentes ou rapides, les protocoles de mesures doivent être soigneusement pensés et mis au point, comme nous l'a appris Alain Halimi, président du *Neptune Club Plongée et Environnement*, lors de la conférence qu'il est venu faire en classe sur les comptages des mérous auxquels il participe.

PROTOCOLE DE COMPTAGE DES MEROUS

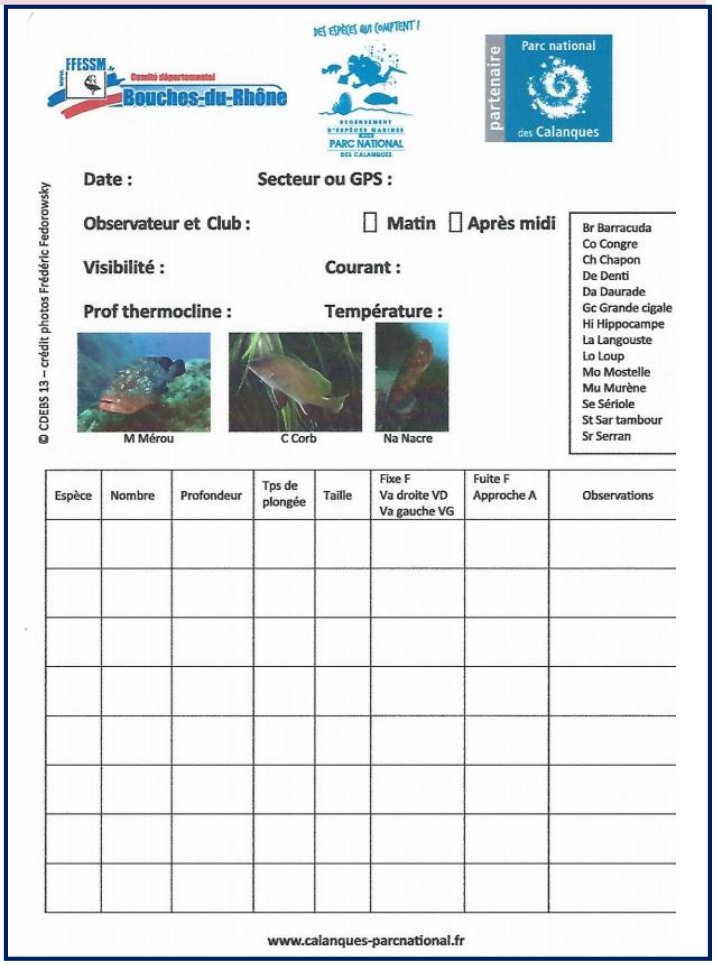
Voici le protocole qu'il nous a présenté pour cette espèce qui est un marqueur important de mesure de biodiversité

Chaque plongeur a d'abord pour tâche de :

- Identifier le mérou : est-il immobile ?
- S'il est mobile vient-il de gauche ou de droite ?

Il faut enfin recouper les données pour ne pas compter deux fois le même individu.

Après avoir simulé ce protocole dans la cour du lycée, après plusieurs relevés, nous obtenons en moyenne une erreur de 25% sur l'effectif réel. C'EST



FFESSM Comité départemental Bouches-du-Rhône

DES ESPÈCES QUI COMPTENT ! PARC NATIONAL DES CALANQUES

partenaire Parc national des Calanques

© CDEBS 13 – crédit photos Frédéric Fedorowsky

Date : Secteur ou GPS :

Observateur et Club : ☐ Matin ☐ Après midi

Visibilité : Courant :

Prof thermocline : Température :

M Mérou C Corb Na Nacre

Br Barracuda
Co Congre
Ch Chapon
De Denti
Da Daurade
Gc Grande cigale
Hi Hippocampe
La Langouste
Lo Loup
Mo Mostelle
Mu Murène
Se Sériole
St Sar tambour
Sr Serran

Espèce	Nombre	Profondeur	Tps de plongée	Taille	Fixe F Va droite VD Va gauche VG	Fuite F Approche A	Observations

www.calanques-parcnational.fr

BEAUCOUP ! Nous allons donc essayer d'améliorer le dispositif.

SOLUTION : DENOMBRER LES ESPECES PAR UN TRAITEMENT DE L'IMAGE

Notre solution : immerger des caméras qui photographieraient les populations.

Elle permettrait :

- une économie en ressources humaines : la mobilisation de nombreux plongeurs ne serait plus nécessaire
- un gain de temps
- de réaliser différentes campagnes (au lieu d'une seule annuelle) de comptage au cours du temps et d'affiner les connaissances en termes de migration des populations sous-marines.

PARTENARIATS

Voici à qui nous avons fait appel afin de mieux connaître les enjeux et les techniques de comptage de la biodiversité marine.

- Le **Neptune Club plongée Environnement** (NCPE): un club de plongée marseillais dont le président, M. Alain HALIMI, participe chaque année aux campagnes de comptage des Mérous organisées par le Parc national des Calanques. Il est venu en classe nous faire partager son expérience du comptage en mer. Les encadrants de son club nous ont permis d'effectuer des baptêmes de plongée en piscine et de simuler des comptages sous l'eau.

- L'association **Septentrion Environnement** qui pilote ou accompagne des projets d'études scientifiques ou d'expertises environnementales. Son projet est actuellement la caractérisation des paysages sous-marins et de leurs habitats en lien avec les processus écologiques par photogrammétrie et modélisation 3D. Outre des interventions en classe, cette association nous permettra de bénéficier de baptêmes de plongée en mer en fin d'année.

- **L'Institut Méditerranéen de biodiversité et d'écologie Marine et continentale (IMBE)** du CNRS. Un chercheur, Romain DAVID, nous a reçu, nous a présenté les métiers liés à la biodiversité et à l'environnement et nous a proposé des pistes de recherche pour mener notre projet.

OBJECTIFS

Suite aux séries de conférences, nous nous sommes fixés comme objectifs:

1. de modéliser différentes situations de dénombrement d'espèce selon le grand nombre ou le petit nombre d'individus, la vitesse de déplacement des individus
2. de réaliser un dispositif d'automatisation de dénombrement adapté à l'espèce étudiée
3. d'éprouver notre dispositif en situation et pour cela se former en plongée sous-marine.

Cahier des charges :

- Identifier si les individus sont ceux que l'on veut dénombrer.
- Dénombrer les individus face au dispositif avec détermination de l'incertitude

REPARTITION DES TACHES

Nous nous sommes répartis le travail en six groupes :

- Traitement de l'image sous le langage de programmation Python : un groupe d'élèves de seconde chargé de transformer les photos prises en images binaires (deux valeurs possibles pour chaque pixel) et un groupe d'élèves de Terminales S – Spécialité ISN chargé de comptabiliser le nombres de formes dans l'image binaire.

- Programmation du nano-ordinateur Raspberry Pi en vue de l'automatisation des prises de photo : automatisation du déclenchement de la prise, enregistrement sous un format adapté au traitement, transmission de l'image à distance (vers un téléphone portable notamment)

- Elaboration du clip vidéo grâce à un logiciel de montage

- Rédaction des comptes rendus

- Un groupe chargé de l'élaboration du site internet de notre projet (en utilisant le langage html)

- Réalisation des expériences de simulation (billes tombant dans un aquarium, élèves avec dossards simulant les mourants) et prises d'images et de sons

CE QUI A ETE REALISE

OBTENIR UNE IMAGE BINAIRE

Réalisons un dispositif de prise de vue automatique face à des individus à dénombrer :

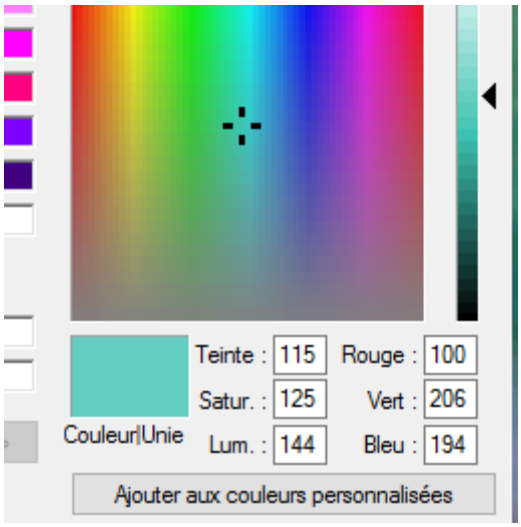
Les individus à dénombrer portent des dossards verts. On commence donc par réaliser un programme écrit sous python qui

1. identifie le vert selon la composante RVB des pixels de la série d'image.
2. transforme le vert en blanc et tout le reste de l'image en noir.

Grâce au logiciel Paint, nous allons d'abord rechercher le code RVB correspondant à l'un des dossards grâce à l'option « Modifier les couleurs » :

Il suffit de pointer la pipette sur la couleur recherchée (ici l'épaule de l'élève).

Le logiciel fournit alors l'information recherchée:



Ici, le code RVB de la couleur verte à rechercher est : R=100, V=206 et B=194

Afin de tenir compte des nuances de ce vert liées aux phénomènes d'ombres et de lumière, nous rechercherons tous les pixels tels que :

$R \in [100-40;100+40]$, $V \in [206-40;206+40]$ et $B \in [194-40;194+40]$

Voici le code du programme sous Python que nous avons élaboré :

```
from PIL.Image import *


i = open("P1030858.png")
"""on ouvre la photo a traiter"""
Image.show(i)
"""on affiche la photo initiale"""

def couleur_recherchee(rouge,vert,bleu,r,v,b):
    """On recherche si la couleur du pixel appartient au spectre recherché"""
    if rouge>r-40 and rouge<r+40:
        if vert>v-40 and vert<v+40:
            if bleu>b-40 and bleu<b+40:
                return(True)
    else:
        return(False)

r=int(input('entrer le code R de la couleur à rechercher'))
v=int(input('entrer le code V de la couleur à rechercher'))
b=int(input('entrer le code B de la couleur à rechercher'))
"""l utilisateur saisit le code couleur a rechercher sur la photo"""

(largeur, hauteur)= i.size
for x in range(largeur):
     """on parcourt l'image de gauche à droite"""
     for y in range(hauteur):
        """on parcourt pour chaque x l image de haut en bas"""
        (rouge,vert,bleu,t) = i.getpixel((x,y))
        """on enregistre le code de chaque pixel parcouru"""
        if couleur_recherchee(rouge,vert,bleu,r,v,b):
                   (rouge,vert,bleu)=(0,180,150)
                   """on standardise les nuances de la couleur recherchee"""
        else:
            (rouge,vert,bleu)=(0,0,0)
            """tous les autres pixels prendront la couleur noire"""
        i.putpixel((x,y),(rouge,vert,bleu))
        """on enregistre les modifications effectuees"""
Image.show(i)
"""on affiche l image retouchee"""
```

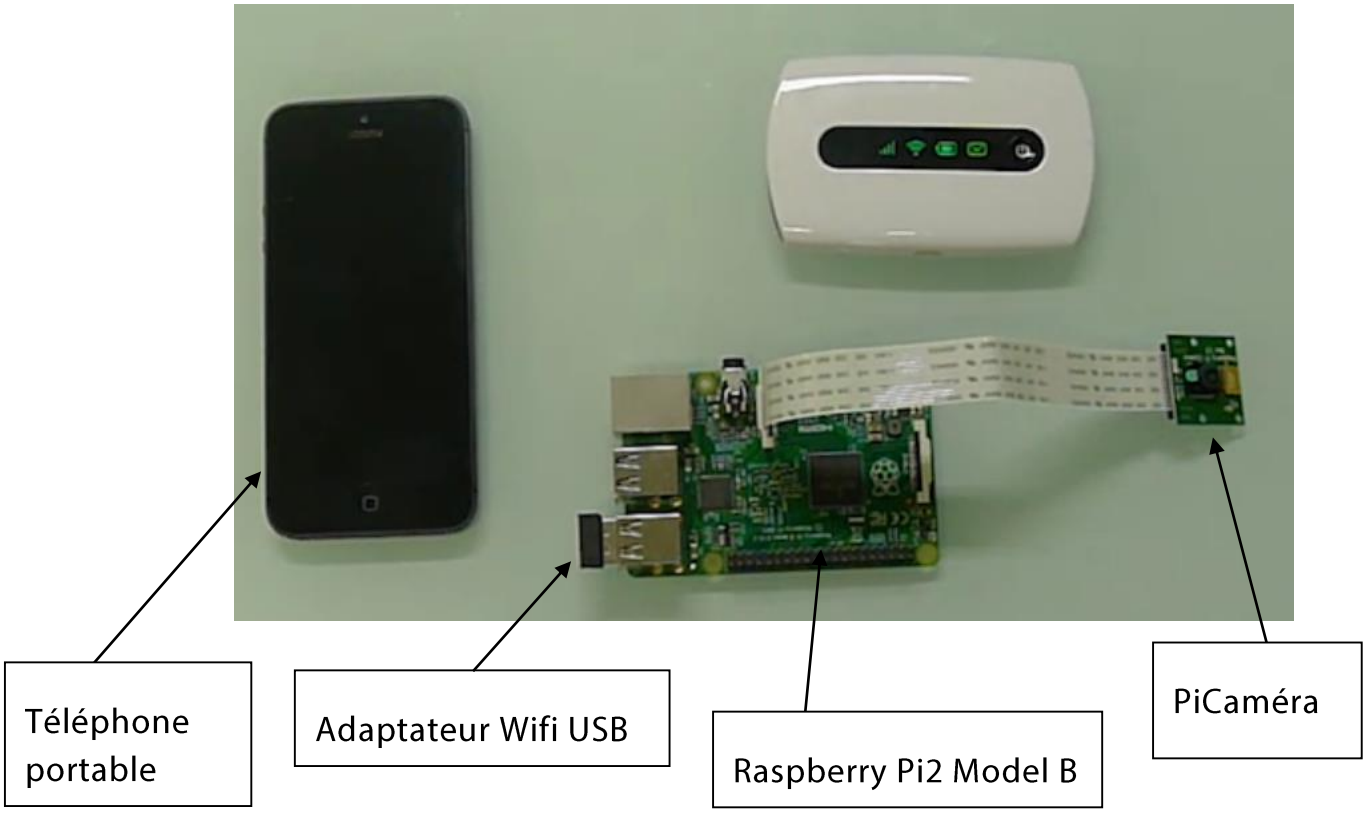
Voici le résultat du traitement :

DECLENCHEMENT DE LA PRISE DE PHOTO ET TRANSMISSION DE L'IMAGE.

Grâce au budget alloué par le concours, nous avons pu acquérir une ordinateur Raspberry Pi. De la taille d'une carte de crédit, sans écran ni clavier et d'un prix abordable, ce nano-ordinateur. Il nous permet, grâce à des scripts rédigés sous le langage Python, de gérer :

- la prise de photographies sur commande ou sur détection de mouvement
- la transmission sans fil des images

Par ailleurs, la consommation électrique du Raspberry étant faible, nous pouvons le doter d'une alimentation autonome qui permettra l'immersion grâce à un caisson étanche.



CONCLUSION

CE QUI A ÉTÉ FAIT

- Le premier point de notre cahier des charges : « Identifier si les individus sont ceux que l'on veut dénombrer » est respecté. En effet, il suffit de repérer une couleur propre à l'individu (couleur des écailles, couleur d'une nageoire, rayures…). Puis, grâce au codage RVB de la couleur des pixels, l'identification des individus est d'une précision satisfaisante.
- Le pari automatisation du processus de prise et de transmission de l'image a été relevé.

CE QU'IL RESTE À FAIRE

- La transformation de l'image initiale en image binaire a bien été réalisée. En revanche, le traitement de l'image binaire obtenue en vue de réaliser le comptage des formes n'a pas encore pu être effectué.

Notre travail repose sur l'idée que si deux pixels de même valeur sont à proximité, alors ils font partie d'un seul et même objet. La notion de « ***proximité*** » reste à approfondir informatiquement afin de pouvoir identifier chaque objet et de le comptabiliser. La notion de ***connexité*** va devoir être approfondie afin de discerner les formes distinctes.

- Adapter nos techniques de comptage aux individus.

  Lorsque les objets sont isolés les uns des autres, notre méthode d'analyse informatique de l'image fonctionne correctement. En revanche, lorsqu'il s'agit d'un banc de poissons, avec superposition en arrière-plan de plusieurs individus, distinguer les formes devient difficile.

  Conformément à notre cahier des charges, faute d'estimer le nombre exact, nous tenterons d'établir une estimation de la population avec indication de l'incertitude.

  Il s'agira de ne traiter qu'un échantillon exploitable de l'image, puis d'estimer la population totale grâce aux résultats relatifs aux intervalles de fluctuations de notre cours de mathématiques.

- Grâce aux conseils de l'association Septentrion, nous espérons pouvoir améliorer la qualité des photos prises sous l'eau. En effet, il nous faut pallier le problème de la perte des couleurs sous l'eau.

académie Aix-Marseille

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Lycée Antonin Artaud
25 Chemin Notre Dame de Consolation 13013 MARSEILLE
Tel 04 91 12 22 50
Fax 04 91 12 22 65
ce.0132733a@ac-aix-marseille.fr

Marseille, le 09 mars 2016

Objet : Participation du Lycée Artaud au Concours C.GENIAL

J'atteste avoir visionné la vidéo et lu le compte rendu supports de la participation des élèves du lycée Artaud au Concours C.GENIAL.

LYCÉE POLYVALENT ANTONIN ARTAUD MARSEILLE LE PROVISEUR

T. NIGITA.