

# Ressources pédagogiques pour l'enseignement de spécialité ISN

## Comptage de bactéries dans des boîtes de Pétri

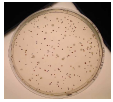
### 1. Thème

#### 1.1. Problématique

Dans les laboratoires de produits laitiers, par exemple, les laborantins sont souvent amenés à compter manuellement des colonies de bactéries ou de cellules d'organismes dans une boîte de culture appelée boîte de Pétri.



#### 1.2. Situation d'accroche



Le projet proposé consiste à automatiser cette tâche qui, manuellement, s'avère approximative et laborieuse. Mise en œuvre d'une webcam pour prendre les photos des colonies, conception d'un algorithme d'exploration du fichier photo et d'une Interface Homme Machine, codage et mise au point du programme, voilà votre mission si vous l'acceptez !

### 2. Objectifs pédagogiques

#### 2.1. Prérequis avant lancement du projet

Représentation de l'information : numérisation, savoir coder un nombre et numériser une image.

Algorithmique : algorithmes simples, savoir modifier, concevoir et programmer un algorithme.

Langages de programmation : types de données, fonctions, savoir concevoir l'entête d'une fonction puis coder la fonction.

#### 2.2. Capacités développées par le projet

Numérisation :

- Numériser une image ou un son sous forme d'un tableau de valeurs numériques.
- Recadrer et adapter le format d'une image pour une application donnée.
- Filtrer et détecter des informations spécifiques.

Algorithmes simples :

- Concevoir un algorithme.
- Programmer un algorithme.
- S'interroger sur l'efficacité d'un algorithme.

Fonctions :

- Concevoir l'entête (ou l'interface) d'une fonction, puis la fonction elle-même.

Correction d'un programme :

- Mettre un programme au point en le testant, en l'instrumentant

#### 2.3. Liens avec les différentes disciplines

On pourra solliciter le professeur de SVT ou de biotechnologie pour expliciter le développement des bactéries dans les boîtes de Petri et apporter des compléments d'informations sur l'identification de ces dernières.

### 3. Modalités de mise en œuvre

#### 3.1. Types d'activités

Les activités élèves mises en jeu, organisées par groupe de deux ou trois, sont celles communes à la démarche de projet :

- Définition du projet (du besoin)\* ;
- État de l'art : recherche de solutions existantes\* ;

- Élaboration du cahier des charges\* ;
- Approche fonctionnelle qui conduit à la définition et à la répartition des tâches du projet\* ;
- Pour chaque tâche, choix d'une solution répondant aux exigences du cahier des charges ;
- Formalisation de la solution (analyse, algorithme...) ;
- Conception des programmes ;
- Essais et tests des programmes de chaque tâche ;
- Essais et tests d'intégration, évaluation des performances des solutions adoptées\* ;
- Production d'un rapport et de supports de communication pour la présentation orale.

\* activités réalisées en groupe

#### 3.2. Définition du projet

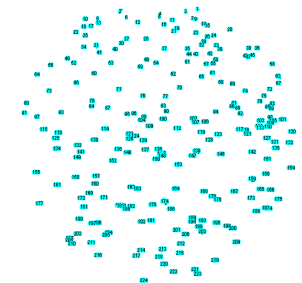
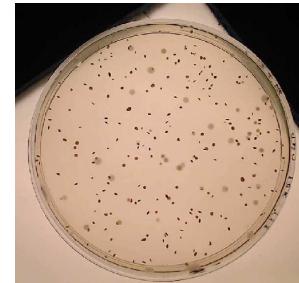
##### 3.2.1 Squelette minimal

Ce projet peut servir de support pour la première partie de l'épreuve orale d'évaluation de la spécialité ISN. Après avoir bien intégré l'objectif du projet, les élèves compléteront le cahier des charges puis, par une approche fonctionnelle du système à concevoir, organiseront celui-ci en tâches. Le système, et en particulier la conception des programmes, devra répondre aux exigences du cahier des charges.

##### 3.2.2 Exemple de cahier des charges

Le système appelé « dénombrement de bactéries » doit réaliser le comptage de bactéries dans une boîte de Pétri, ce système doit répondre aux spécifications suivantes :

- l'application doit pouvoir fonctionner sur système Windows, Linux ou Mac OS ;
- les fichiers photos seront enregistrés dans le répertoire de l'application (format boitePetri.xxx) ;
- le système doit rester peu onéreux, on utilisera donc une caméra web pour prendre la photo de la boîte de Pétri contenant les colonies de bactéries ;
- Le système est conçu pour des boîtes de Pétri de dimension standard (voir celles disponibles au labo SVT) ;

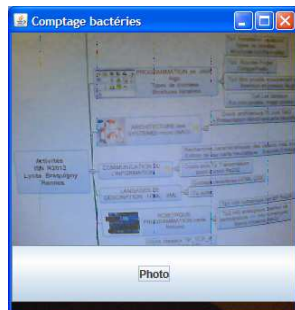


- l'interface homme-machine devra être conviviale et présenter au minimum les fonctionnalités suivantes : un bouton « Photo » pour la prise de vue avec affichage de la photo de la boîte de Pétri vue de dessus et possibilité de prendre une autre photo si la précédente n'est pas jugée de bonne qualité (nouvel appui sur le bouton « Photo ») ; un bouton « Comptage » lance le processus d'identification et de comptage des bactéries (les bactéries comptées devront être identifiées par un changement de couleur, un point, une croix ou leur numéro) ; compte tenu de la taille des boîtes l'affichage du résultat se fera sur 3 digits (0 à 999) ; un bouton « Enregistrement » permettra d'enregistrer le nouveau fichier image dans le répertoire courant (format boitePetri\_compte.xxx par exemple) ;
- la précision souhaitée est de +/- 3 % sur une colonie pas trop nombreuse comme celle présentée ci-dessus.

Les trois élèves mèneront en commun les recherches de solutions existantes, puis préciseront le cahier des charges afin de s'assurer de la compatibilité des programmes ou fonctions qu'ils auront à développer (choix du type de fichier image, choix du langage de programmation, de l'interface de développement...) Une programmation des étapes du projet sera réalisée dès le départ (avec un logiciel spécialisé type Gantt ou un tableur), deux ou trois revues de projet peuvent également être programmées avec l'enseignant tuteur de projet.

Une approche fonctionnelle, permet d'organiser ce projet en plusieurs tâches, par exemple :

- Tâche 1: Créer une IHM permettant de visualiser la vidéo d'une Webcam (on trouve des codes sur le net) et de prendre une photo sur clic d'un bouton plus fabrication d'un système de positionnement de la boîte de Pétri et d'une chambre noire si nécessaire ;



- Tâche 2: Concevoir, programmer et mettre au point un algorithme de mise en forme automatique de l'image (passage en noir et blanc, détection et élimination du contour, élimination des effets de bord...)
- Tâche 3: Concevoir, programmer et mettre au point un algorithme de recherche et de comptage des bactéries (taches), algorithme qui peut être « naïf » (on cherche une solution pour identifier tous les pixels d'une tache en parcourant l'image à droite, à gauche, en haut ... ou algorithme récursif.
- Finalisation du projet: intégration des 3 tâches et amélioration de l'IHM (affichage du nombre de bactéries comptées ...).

### 3.2.3 Développements, extensions et bifurcations envisageables

En fonction de leurs capacités en programmation et du temps consacré au projet, les élèves pourront se contenter d'identifier les bactéries comptées en changeant la couleur des pixels ou par une croix ou encore mieux en affichant leur numéro. De même, l'enregistrement des fichiers images pourra se faire dans le répertoire courant ou dans un répertoire « photos » avec par exemple numéro et datation du fichier (boîte1\_20\_07\_2012.xxx). On peut également étoffer le projet avec une nouvelle tâche d'affichage sur un graphique du nombre de colonies comptées avec prises de vues à intervalle de temps fixe (toutes les heures par exemple) pour visualiser l'évolution du nombre de bactéries dans le temps ...

### 3.3. Recherche documentaire

Boîte de Pétri : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Bo%C3%A9te\\_de\\_Petri](http://fr.wikipedia.org/wiki/Bo%C3%A9te_de_Petri)

Compteur de bactéries professionnel: <http://bentleyinstruments.com/produits/comptage-des-bacteries?lang=fr>

### 3.4. Productions des élèves

La programmation des étapes du projet sera la première difficulté rencontrée par les élèves : combien de temps va-t-on mettre pour finaliser telle ou telle tâche ? L'important n'est pas de viser juste mais de se projeter dans le temps et de se fixer des objectifs à court terme afin que le projet soit terminé dans les délais. La programmation proposée par le groupe (logiciel spécialisé type vue Gantt ou tableur) fera l'objet d'une première revue de projet.

Le rapport-projet sert de support pour la première partie de l'épreuve orale d'évaluation de la spécialité ISN, composé de 5 à 10 pages (hors annexe), il doit mettre en évidence : le but visé (expression du besoin), la démarche de projet (cf 3.1) et sa dimension collaborative (organisation en tâches, nécessité de bien définir le rôle de chaque fonction et de leurs entrées/sorties, le type de fichier photo utilisé...).

Les fichiers des algorithmes et des programmes réalisés devront être documentés avec notamment : le nom de l'auteur, la date, la version, le rôle du programme, la définition des paramètres d'entrée et de sortie...

La présentation orale, d'une durée maximale de 8 minutes, se fera à l'aide d'une production multimédia : diaporama, carte heuristique, flash... Cette présentation, individuelle, doit répondre aux exigences de l'épreuve de spécialité Bulletin officiel spécial n°7 du 6 octobre 2011 page 29 :

[http://cache.media.education.gouv.fr/file/spécial\\_7\\_men/41/9/BO\\_SPE7\\_MEN\\_06-10-11\\_196419.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/spécial_7_men/41/9/BO_SPE7_MEN_06-10-11_196419.pdf)

Bien entendu, la présentation orale comportera une démonstration du système.

### 3.5. Évaluation

On distinguera les évaluations intermédiaires faites lors des revues de projet ou du déroulement de ce dernier de l'évaluation terminale pour le baccalauréat.

### 3.5.1 Évaluations intermédiaires

Un exemple de grilles d'évaluations permettant aux élèves de se situer par rapport aux attentes de l'enseignant et au professeur de garder une trace de la qualité du travail fourni par les élèves. La première grille évalue le travail en groupe. Les suivantes évaluent la qualité du travail d'un élève pour la réalisation de sa tâche.

PREMIERE REVUE DE PROJET							
État de l'art, répartition des tâches, finalisation du cahier des charges, programmation dans le temps des étapes du projet							
Compétences		Capacités		I	A	S	T
C3	Collaborer efficacement au sein d'une équipe dans le cadre d'un projet	C3.1	Agir au sein d'une équipe				
			L'équipe a-t-elle réussi à se répartir convenablement le travail à effectuer (tâches) ? Programmation dans le temps des étapes du projet Entente et cohésion de l'équipe				
		C3.2	Rechercher et partager				
			Pertinence et qualité des recherches effectuées : état de l'art Restitution de l'avancement du projet dans le cadre des revues de projet				
C4	Communiquer à l'écrit et à l'oral	C4.2	Présenter Le cahier des charges L'organisation en tâches				
Dénombrement de bactéries Elève1 Elève 2 Elève 3		Appréciation		Note ?			

I : Insuffisant A : Assez satisfaisant S : Satisfaisant T : Très satisfaisant

DEUXIEME REVUE DE PROJET							
Choix d'une solution, formalisation (algorithme), choix d'un IDE (Environnement de développement intégré)							
Compétences		Capacités		I	A	S	T
C2	Concevoir et réaliser une solution informatique en réponse à un problème	C2.1	Analyser				
			L'élève est-il capable d'analyser les besoins correspondant à sa tâche ?				
		C2.2	Structurer				
			L'élève est-il capable d'expliciter la démarche employée (démarche de projet...) ? Le projet a-t-il fait l'objet d'une approche fonctionnelle ?				
		C2.3	Développer				
			Qualité des algorithmes Fonctionnalités de l'IHM				
C3	Collaborer efficacement au sein d'une équipe dans le cadre d'un projet	C3.2	Rechercher et partager Pertinence et qualité des recherches effectuées : IDE, bibliothèques de traitement de l'image existantes...				

		Choix d'un Environnement de Développement Intégré et d'un langage de programmation Restitution de l'avancement du projet					
<b>Dénombrement de bactéries</b> Elève1	<b>Appréciation</b>		<b>Note ?</b>				

<b>TROISIEME REVUE DE PROJET</b> <b>Conception des programmes, essais et tests</b>							
Compétences		Capacités et exemples d'observables		I	A	S	T
C2	Concevoir et réaliser une solution informatique en réponse à un problème	C2.2	<b>Structurer</b>				
			Les productions sont elles correctement organisées (dossiers, sous dossiers ...) ?				
		C2.3	<b>Développer</b>				
			Qualité des programmes Présentation de l'IHM Essais et tests				
C3	Collaborer efficacement au sein d'une équipe dans le cadre d'un projet	C3.2	<b>Rechercher et partager</b>				
			Restitution de l'avancement du projet				
C4	Communiquer à l'écrit et à l'oral	C4.1	<b>Documenter un projet numérique</b>				
			Les programmes sont-ils suffisamment commentés ?				
<b>Dénombrement de bactéries</b> Elève1	<b>Appréciation</b>		<b>Note ?</b>				

On pourra réaliser une dernière revue de projet : tests, essais, conformité aux exigences du cahier des charges, démonstration mais l'évaluation terminale peut aussi remplir cette fonction.

### 3.5.2 Évaluation terminale

L'évaluation terminale du projet pourra se faire à l'aide de la grille de compétence officielle adaptée au projet : [http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin\\_officiel.html?cid\\_bo=59864](http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=59864) page 17.

<b>EVALUATION DU PROJET sur 8 points</b>							
Compétences		Capacités et exemples d'observables		I	A	S	T
C1	Décrire et expliquer une situation, un système ou un programme  __ / 1 point	C1.2	<b>Détailler</b>				
			L'élève est-il capable d'expliquer tout ou une partie de l'un de ses algorithmes, de l'un de ses programmes ?				
C2	Concevoir et réaliser une solution informatique en réponse à un problème  __ / 2 points	C2.1	<b>Analyser</b>				
			L'élève est-il capable d'analyser les besoins correspondant à sa tâche ?				
		C2.2	<b>Structurer</b>				
			L'élève est-il capable d'expliciter la démarche employée (démarche de projet...) ? Le projet a-t-il fait l'objet d'une approche fonctionnelle ? Les productions sont elles correctement organisées (dossiers, sous dossiers ...) ?				
		C2.3	<b>Développer</b>				
			Qualité des algorithmes et des programmes Présentation et fonctionnalités de l'IHM				
C3	Collaborer efficacement au sein d'une équipe dans le cadre d'un projet  __ / 1 point	C3.1	<b>Agir au sein d'une équipe</b>				
			L'équipe a-t-elle réussi à se répartir convenablement le travail à effectuer (tâches) ? Programmation dans le temps des étapes du projet Entente et cohésion de l'équipe				
		C3.2	<b>Rechercher et partager</b>				
			Pertinence et qualité des recherches effectuées : état de l'art, IDE, bibliothèques de traitement de l'image existante... Autonomie au sein de l'équipe Restitution de l'avancement du projet dans le cadre des revues de projet				
C4	Communiquer à l'écrit et à l'oral  __ / 2 points	C4.1	<b>Documenter un projet numérique</b>				
			Les programmes sont-ils suffisamment commentés ?				
		C4.2	<b>Présenter</b>				
			Le cahier des charges L'organisation en tâches Le déroulement du projet (étapes, problèmes rencontrés, démonstration)				
	<b>Globalisation</b> __ / 2 points						
<b>Dénombrement</b>	<b>Appréciation</b>		<b>Note</b>				

I : Insuffisant A : Assez satisfaisant S : Satisfaisant T : Très satisfaisant

## 4. Outils

### 4.1. Références

Formats d'une image numérique : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Image\\_num%C3%A9rique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Image_num%C3%A9rique)

### 4.2. Outils logiciels

Suivant les choix de langages de programmation opérés par l'enseignant, ce projet pourra être développé en C++, Python ou Java sous Eclipse ou NetBeans par exemple.

L'environnement Javascoll présente l'avantage de fournir des Proglets pour l'algorithme de traitement de l'image, (ensemble de fonctions développées pour manipuler un objet numérique : image, son, liaison série RS232 ...). La Proglet JavaProg permet d'utiliser les composants de la bibliothèque Swing pour l'interface homme machine (création d'une fenêtre, des boutons ...). les Proglets detectionForme ou imagePixel permettent de travailler sur des images matricielles.

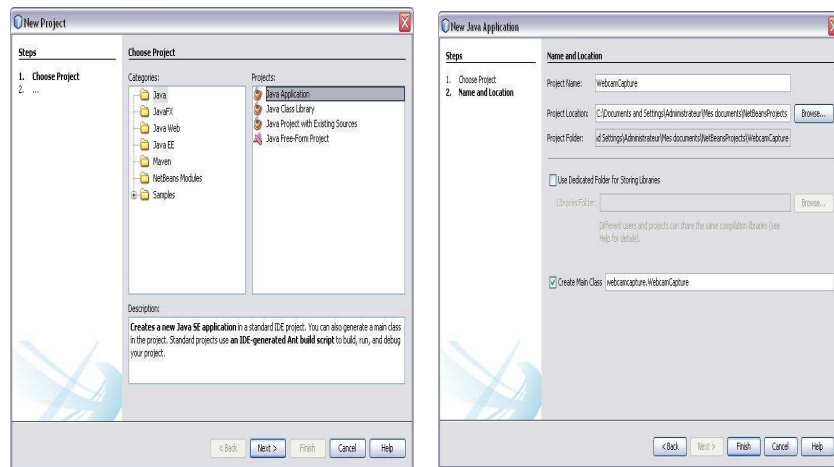


Chaque Proglet est documentée.

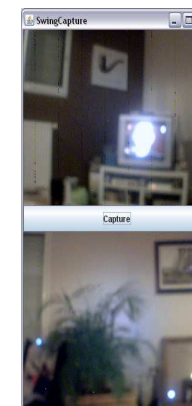
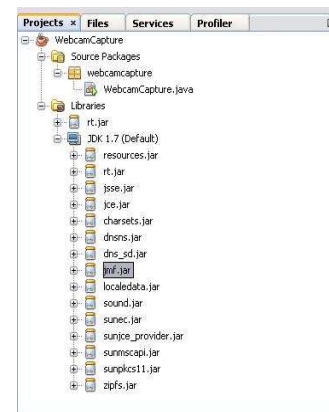
Javascoll: <http://javascoll.gforge.inria.fr/v4/?page=run>

### 4.3. Exemple de code en Java permettant de récupérer l'image d'une Webcam

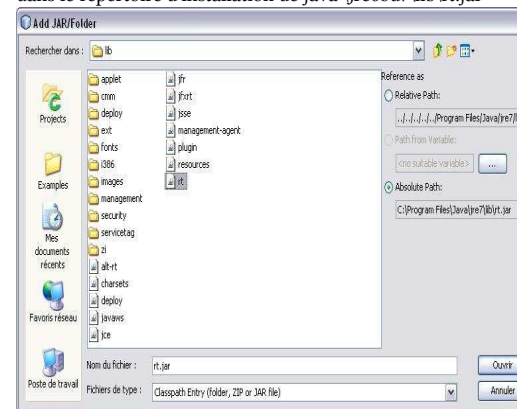
- rechercher "java webcam" sur votre navigateur google ...
- Vous trouverez par exemple le lien sur ce site : <http://www.fobec.com/java/1068/prendre-une-photo-partir-une-webcam.html>
- Ce code est ancien et fait appel à la librairie rt.jar, il faudrait utiliser d'autres librairies publiques (ImageIO) et faire quelques modifications sur le code mais il fonctionne (testé sur Windows XP et Seven avec au moins 3 caméras différentes) et c'est déjà bien. Merci à l'auteur dont je n'ai pas retrouvé le nom.
- Installer Java Media Framework sauf si déjà présent.  
Le package Java, Media Framework (JMF 2.1) permet la capture et la lecture de médias en java Il suffit de le télécharger sur le site d'ORACLE et de l'installer sur votre disque dur (décompressez vers \Program Files\ par exemple sous Windows) <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/download-142937.html>
- Créer un nouveau projet dans Netbeans (ou Eclipse ...) Si vous lui donnez le même nom que le code trouvé sur le net: WebcamCapture cela vous évitera de modifier le nom de la classe ... dans le source.



- Effacer le code source du fichier WebcamCapture.java (dans \source Package) sauf bien entendu la ligne: package webcamcapture;
- Copier le code java trouvé sur le web dans le fichier: WebcamCapture.java
- Vérifiez si le package jmf.jar est présent dans les librairies du JDK 1.7 ..Sinon ajouter la librairie: jmf.jar au projet --> librairie --> Add Jar folder pointez sur le répertoire de JMF2.1.jar installé précédemment



- Exécutez, vous devez obtenir une fenêtre avec en haut l'image de la webcam et en dessous l'image au moment de la capture.
- pour régler les pb d'import de type `import com.sun.image.codec.jpeg.JPEGCodec;` qui, a priori, n'empêchent pas de lancer le programme, il faut ajouter le fichier rt.jar aux librairies. Vous le trouverez dans le répertoire d'installation de java \Jre6ou7\lib\rt.jar



- vous pouvez maintenant modifier le chemin d'enregistrement de la photo saveJPG(img, "c:\\test.jpg"); ...

### 4.4. Matériel

Une caméra web standard devrait convenir.

## 5. Auteur

Laurent Rebuffie, professeur de STI, académie de Rennes