

Luc PONSONNET - Académie de Nice - TraAM 2013-2014

" L'ENORME SAUT DE THIERRY NEUVILLE AU RALLYE DE FINLANDE"



Niveau de la classe : première scientifique

Testée avec une classe de première scientifique sur une séance de 55 min

Compétences du programme d'enseignement des Mathématiques en lien avec cette activité

- . Modéliser et étudier une situation à l'aide de suites (ici récurrentes).
- . Choisir une décomposition (d'un vecteur) pertinente dans le cadre de la résolution d'un problème.

Compétences TICE

- . Utiliser l'auto affectation pour calculer les termes d'une suite récurrente.
- . Identifier et mettre en œuvre une boucle conditionnelle.

Descriptif rapide de l'activité

L'activité démarre par une vidéo montrant le saut énorme d'une voiture de rallye. Un spectateur affirme que la voiture a réalisé un saut au moins égal à 50 mètres. La question posée est la suivante : le spectateur a-t-il raison ?

L'activité propose sous certaines hypothèses de modéliser la situation par un algorithme pour répondre à cette question.

Sommaire

1. PRESENTATION DE L'ACTIVITE	<i>Page 2</i>
2. OBJECTIFS DE CETTE ACTIVITE	<i>Page 3</i>
3. SCENARIO DE MISE EN ŒUVRE DE CETTE ACTIVITE	<i>Page 4</i>
4. LA PLACE DES OUTILS NUMERIQUES AU COURS DE CETTE ACTIVITE	<i>Page 7</i>

1. PRESENTATION DE L'ACTIVITE

Enoncé et consignes donnés aux élèves

ENONCE ELEVE

Etape 1 : une vidéo pour commencer



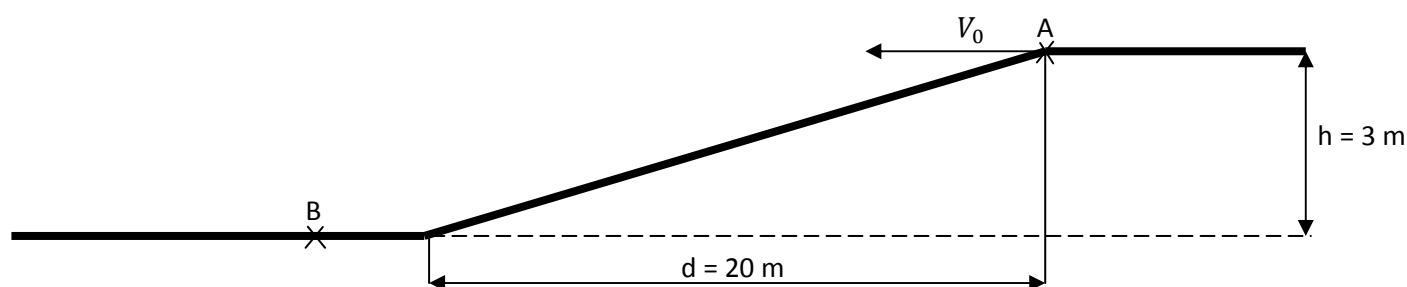
Lien hypertexte de la vidéo :

<http://www.videobuzzy.com/Enorme-saut-au-Rallye-de-Finlande-pour-Thierry-Neuville-7399.news>

Etape 2 : phase de modélisation

Pour simplifier la modélisation, on suppose que la voiture de rallye de Thierry Neuville démarre son saut au point A avec une vitesse horizontale V_0 de 140 km/h et on néglige les forces de frottement de l'air sur la voiture. Une fois le saut effectué, la voiture se retrouve au point B à nouveau sur une partie horizontale de la route.

Données :

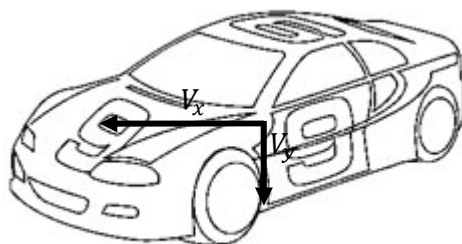


On prendra une accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Questions préliminaires :

A quoi est égale la composante verticale V_y de la vitesse de la voiture après un petit laps de temps Δt ?

Que peut-on dire de la composante horizontale V_x de la vitesse de la voiture ?



Etape 3 : problématique

Un spectateur affirme que Thierry Neuville a réalisé un saut d'une longueur au moins égale à 50 mètres, a-t-il raison ?

CONSIGNES

C1) Vous travaillerez par îlots de 4 à 5 personnes. La phase de recherche débutera par une investigation personnelle.

C2) Un compte rendu **individuel** devra m'être rendu par l'intermédiaire de l'ENT Caroline avec tous les fichiers TICE créés.

2. OBJECTIFS DE CETTE ACTIVITE

Textes de référence

1) Extrait du programme de mathématiques classe de première S (Bulletin Officiel du 30 septembre 2010) :

« L'algorithmique a une place naturelle dans tous les champs des mathématiques et les problèmes posés doivent être en relation avec les autres parties du programme (analyse, géométrie, statistiques et probabilités, logique), mais aussi avec les autres disciplines ou le traitement de problèmes concrets.

À l'occasion de l'écriture d'algorithmes et programmes, il convient de donner aux élèves de bonnes habitudes de rigueur et de les entraîner aux pratiques systématiques de vérification et de contrôle ».

« Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables de :

- ...;
- programmer une instruction conditionnelle, un calcul itératif, avec une fin de boucle conditionnelle ».

2) Extrait du texte intitulé « Les compétences mathématiques au lycée » :

Modéliser

« Traduire en langage mathématique une situation réelle (à l'aide d'équations, de suites, de fonctions, de configurations géométriques, de graphes, de lois de probabilité, d'outils statistiques ...).

Utiliser, comprendre, élaborer une simulation numérique ou géométrique prenant appui sur la modélisation et utilisant un logiciel. Valider ou invalider un modèle ».

Communiquer

« Opérer la conversion entre le langage naturel et le langage symbolique formel.

Développer une argumentation mathématique correcte à l'écrit ou à l'oral.

Critiquer une démarche ou un résultat.

S'exprimer avec clarté et précision à l'oral et à l'écrit ».

Détails des objectifs de la mise œuvre de l'activité

L'objectif principal de cette activité est de mettre en œuvre une solution algorithmique pour résoudre une problématique liée à une situation concrète. Il faudra suivre une « méthodologie » : identifier d'abord les entrées et les sorties, les variables et enfin les structures algorithmiques les plus importantes (suites récurrentes → auto affectation / boucle TANTQUE...FINTANQUE). Il faudra que l'élève soit capable d'initiative et d'autonomie dans son travail et qu'il sache communiquer ses résultats avec le reste de son groupe et le professeur.

3. SCENARIO DE MISE EN ŒUVRE DE CETTE ACTIVITE

Ce qui a été fait avant

Les chapitres sur les suites et sur les vecteurs ont déjà été traités en classe.

La décomposition d'un vecteur vitesse dans un repère a déjà été mise en œuvre dans le cadre d'une activité TICE pour résoudre un problème (logiciel utilisé GeoGebra).

Les élèves ont déjà une petite habitude pour construire de manière autonome des algorithmes. Ils associent normalement à une suite récurrente $u_{n+1} = u_n + r$ la structure algorithmique de l'auto affectation $u \leftarrow u + r$. Ils ont employé la structure TANTQUE...FINTANQUE dans différentes situations. Par exemple des termes d'une suite récurrente ont été calculés tant qu'une condition booléenne est vérifiée du type ($u < nbre$). Ils savent aussi tracer une restriction de courbe (définie par son équation $y = f(x)$) à l'aide d'une boucle TANTQUE...FINTANQUE avec par exemple la condition ($x \geq 0$).

Déroulement de la séquence

Cette activité a été expérimentée en demi-classe d'une première scientifique par îlots de 4 à 5 élèves.

Une séance de 55 min en salle informatique + un compte-rendu individuel à faire à la maison et à rendre au professeur par l'intermédiaire de l'ENT.

En début de séance (10 min) :

Présentation de la vidéo et de la problématique de l'activité à la demi-classe.

Les questions préliminaires sont résolues par le professeur et il marque au tableau les informations suivantes :

$$t_{n+1} = t_n + \Delta t \text{ (s)}$$

$$(V_y)_{n+1} = (V_y)_n + g \times \Delta t \text{ (s)}$$

$$(V_y)_0 = 0 \text{ (m/s)}$$

$$V_x = V_0 = 140 \text{ (km/h)} = \frac{140 \times 1000}{3600} \text{ (m/s)}$$

Phase de recherche et de travail par îlot (45 min) :

Certains élèves voudraient utiliser le logiciel GeoGebra.

Après réflexion, le fait que l'activité fasse intervenir des suites récurrentes et qu'un calcul de distance soit à réaliser de manière séquentielle, le logiciel Algobox semble le mieux approprié.

Les élèves commencent par la recherche et l'écriture assez « anarchiques » des variables qui interviennent dans l'algorithme convoité et cela directement sous Algobox.

Première difficulté : personne ne pense à définir des variables qui correspondent aux coordonnées x et y de la position de la voiture.

Deuxième difficulté : seulement un groupe pense de manière autonome à utiliser une structure TANQUE...FINTANQUE mais avec une condition fautive du type $(V_y < \Delta t)$.

Après réflexion et une aide du professeur, le choix des variables s'affine et la boucle conditionnelle TANQUE...FINTANQUE est employée par tous les îlots.

Troisième difficulté : une fois l'algorithme plus ou moins écrit, un groupe s'aperçoit qu'il a oublié la variable x dans sa boucle car le programme n'affiche rien ! Cela démontre une mauvaise gestion des variables de sorties.

En fin de séance tous les îlots ont rédigé un algorithme qui fonctionne mais pas forcément juste comme le montre le compte-rendu suivant.

Deux comptes-rendus individuels :

Compte-rendu n°1 :

```
Code de l'algorithme
VARIABLES
-t EST_DU_TYPE NOMBRE
-g EST_DU_TYPE NOMBRE
-v EST_DU_TYPE NOMBRE
-v0 EST_DU_TYPE NOMBRE
-dt EST_DU_TYPE NOMBRE
-vx EST_DU_TYPE NOMBRE
-vy EST_DU_TYPE NOMBRE
-h EST_DU_TYPE NOMBRE
-x EST_DU_TYPE NOMBRE
-d EST_DU_TYPE NOMBRE
DEBUT_ALGORITHME
-h PREND_LA_VALEUR 3
-g PREND_LA_VALEUR 9.81
-dt PREND_LA_VALEUR 0.1
-x PREND_LA_VALEUR 0
-v0 PREND_LA_VALEUR 350/9
-vy PREND_LA_VALEUR 0
TANT_QUE (h>0) FAIRE
-DEBUT_TANT_QUE
-vy PREND_LA_VALEUR vy+g*dt
-dt PREND_LA_VALEUR dt+0.1
-h PREND_LA_VALEUR h-vy*dt
-x PREND_LA_VALEUR x+v0*dt
-FIN_TANT_QUE
-AFFICHER x
FIN_ALGORITHME
```

On admet 0,1 pour Δt .
En lançant l'algorithme on trouve $x = 35$
Le pilote a donc parcouru une distance de 35 mètres lors de son saut.

Remarques :

- ce programme est faux car la ligne Δt PREND LA VALEUR $\Delta t + 0.1$ n'est pas correcte et ici inutile, sauf si l'élève souhaitait obtenir le « temps de chute libre » de la voiture (il aurait dû alors initialiser la variable t à 0 et affecter à $t, t + \Delta t$);
- dans l'algorithme certaines variables comme t et d ne sont plus utiles à ce stade de la réflexion mais elles restent là car l'élève a oublié de les supprimer ;
- il n'a pas été prévu dans l'algorithme de saisir à l'aide d'une instruction le pas de découpage Δt de la variable temps (« mauvaise gestion » des variables d'entrée) ;
- dans sa conclusion, l'élève n'a pas répondu véritablement à la question posée : « Le spectateur a-t-il raison ? »

Compte-rendu n°2 :

```
Code de l'algorithme
├── VARIABLES
│   ├── Vy EST_DU_TYPE NOMBRE
│   ├── Vx EST_DU_TYPE NOMBRE
│   ├── t EST_DU_TYPE NOMBRE
│   ├── Δt EST_DU_TYPE NOMBRE
│   ├── y EST_DU_TYPE NOMBRE
│   └── x EST_DU_TYPE NOMBRE
├── DEBUT_ALGORITHME
│   ├── Vy PREND_LA_VALEUR 0
│   ├── Vx PREND_LA_VALEUR 140000/3600
│   ├── y PREND_LA_VALEUR 3
│   ├── x PREND_LA_VALEUR 0
│   ├── LIRE Δt
│   └── TANT_QUE (y>0) FAIRE
│       ├── DEBUT_TANT_QUE
│       │   ├── Vy PREND_LA_VALEUR Vy+9.81*Δt
│       │   ├── y PREND_LA_VALEUR y-Vy*Δt
│       │   └── x PREND_LA_VALEUR x+Vx*Δt
│       └── FIN_TANT_QUE
│           ├── AFFICHER x
│           └── FIN_ALGORITHME
└── ***Algorithme lancé***
    Entrer Δt : 0.1
    31.111111
    ***Algorithme terminé***
```

Remarques :

- la variable t ne sert à rien;
- l'élève n'a pas jugé utile d'écrire des commentaires. D'autre part, il n'a pas eu la curiosité de tester son algorithme avec d'autres pas Δt . Par exemple pour $\Delta t = 0.001$, l'algorithme retourne une valeur beaucoup plus précise $x \approx 30,4 m$.

Ce qui a été fait après

Il faudra revenir sur cette activité en classe complète. Modifier et compléter les programmes faux ou incomplets de chacun des groupes. Ce sera l'occasion de consolider l'acquisition des structures algorithmiques de base et de mieux comprendre cette modélisation liée à la méthode d'Euler. Ce sera aussi l'occasion de revenir sur la compétence « Communiquer » de la page 3 qui n'a pas été assez prise en compte par certains élèves, ni dans la rédaction de leur compte-rendu, ni dans leur réflexion. Il pourra être utile de complexifier la situation de départ en précisant que le résultat ne reste vrai que sous certaines hypothèses, celles choisies dans l'activité, et que par exemple si la voiture possédait une vitesse initiale \vec{V}_0 non horizontale, la distance parcourue pourrait être bien plus grande !

Un devoir maison a été proposé aux élèves dans le but de retrouver de manière théorique la longueur du saut de la voiture de rallye.

En voici l'énoncé :

« Nous allons poursuivre le TP intitulé « Rallye saut de voiture » avec cette fois-ci comme objectif de calculer grâce aux connaissances de sciences physiques la longueur du saut de la voiture de rallye.

On admettra les équations horaires suivantes d'un objet en chute libre (on néglige la vitesse de frottement sur la voiture) avec une vitesse initiale \vec{V}_0 :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{cases} \text{ où } \alpha \text{ est mesure de l'angle de la vitesse } \vec{V}_0 \text{ avec l'horizontale.}$$

Question : calculer la longueur du saut de la voiture à l'aide de ces équations horaires.... »

En appliquant $\alpha = 0^\circ$, les élèves retrouveront la longueur de saut $x\left(\sqrt{\frac{6}{g}}\right) = v_0 \times \sqrt{\frac{6}{g}} \simeq 30,4 \text{ m}$ qui est bien égale à celle calculée par l'algorithme.

4. LA PLACE DES OUTILS NUMERIQUES AU COURS DE CETTE ACTIVITE

Quels outils sont utilisés ? Pour quels apports ?

Le logiciel Algobox est un logiciel de programmation très utilisé dans le secondaire. Ce logiciel très pédagogique (dans le sens qu'il limite grandement les erreurs de syntaxe et d'écriture d'un programme) permet à l'élève d'atteindre rapidement une véritable autonomie de réflexion. Les erreurs proviennent alors d'une structure algorithmique ou d'une « modélisation » déficiente. C'est l'occasion de suivre une démarche propre à la rédaction des algorithmes (choix des entrées, sorties, des variables ; détermination des traitements appropriés à chacune des opérations (séquentielle, conditionnelle et itérative).

Les élèves ont transmis leur compte-rendu individuel et fichier Algobox pour correction grâce à l'ENT Claroline.

Quelles innovations sont dégagées de cette activité ?

Cette activité part d'une vidéo assez spectaculaire qui met l'élève très rapidement dans le cœur de la problématique. Il a à mettre ensuite au point une solution algorithmique, démarche rarement mise en pratique dans sa scolarité et de surcroît dans une situation concrète qui « mélange » des connaissances à la fois mathématiques et physiques.