

Enseignement conjoint de l'informatique et des mathématiques : enjeux et questions didactiques au collège.

Vanea CHIPRIANOV, IRISA, Université Bretagne Sud, Vannes

Georges SALIBA, Collège Aliénor d'Aquitaine, Bordeaux

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

I **Situer** l'activité de l'élève par rapport
aux connaissances mathématiques
aux connaissances informatiques
à l'activité de programmation

II Enseigner la programmation en classe de maths :

Pourquoi : des raisons d'être (répétabilité, automaticité)

Quoi : les boucles et les variables

Comment : analyse, institutionnalisation, "remédiation"

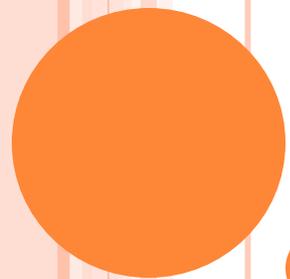
III Quelle(s) action(s) enseignante(s) ?

MOYENS

Les données :

- Des programmes Scratch d'élèves
- Des C-R d'élèves
- Des vidéos dans la classe
- Niveau de classe : 5ème
- Le projet : automatiser le dessin d'un patron de prisme droit à base régulière
- Durée : 5 heures sur une période de 2 mois

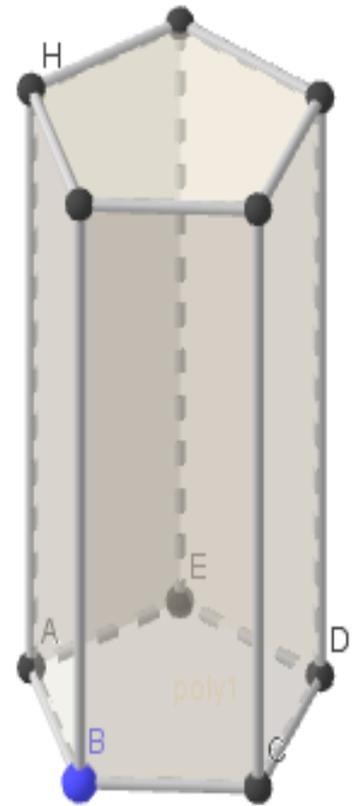
Un enjeu : Faire acquérir des connaissances informatiques et mathématiques aux élèves conjointement



SITUER L'ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE

CONSIGNE DU PROJET : PATRON AUTOMATIQUE

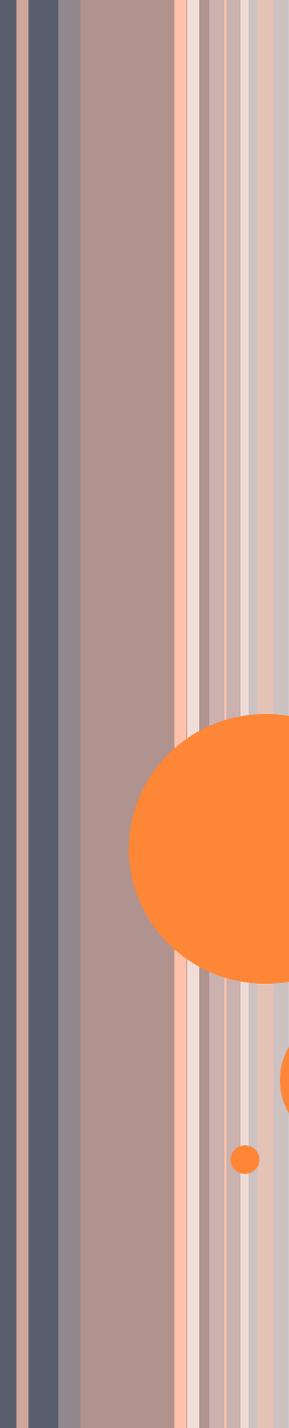
- On veut automatiser la construction du patron d'un prisme droit à base pentagonale régulière représenté ci-contre avec Scratch.
- **1. Construire le patron sur votre copie et le faire valider.**
- **2. En utilisant Scratch, automatiser la construction de votre Patron. Vous pouvez choisir les longueurs que vous souhaitez pour AB et pour AH mais elles devront être précisées et notées. Vous ne devez utiliser que des instructions de déplacements relatifs pour dessiner votre patron.**
- **3. Imprimer votre Script.**



CONSIGNE DU PROJET : PATRON AUTOMATIQUE

4. On cherche dans un second temps à automatiser la construction du patron d'un prisme droit avec **une base régulière à n cotés** n étant un nombre entier **saisi par l'utilisateur** de votre programme.

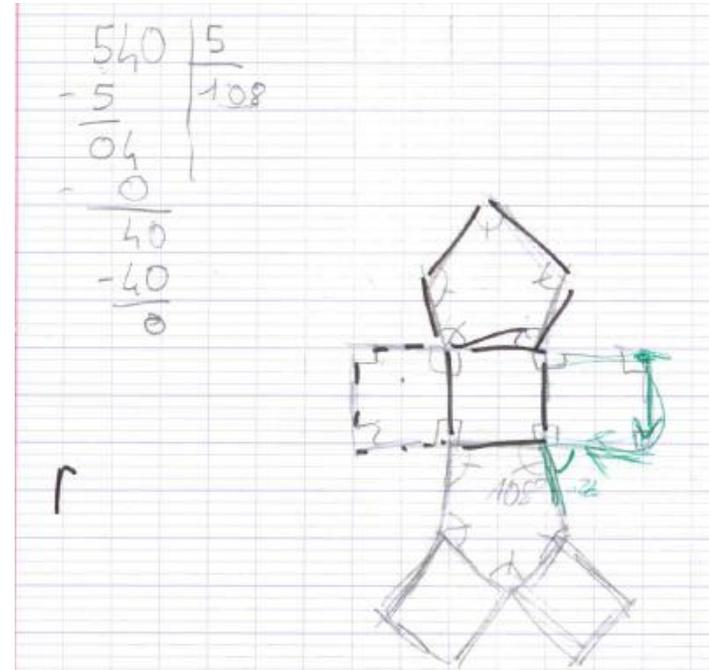
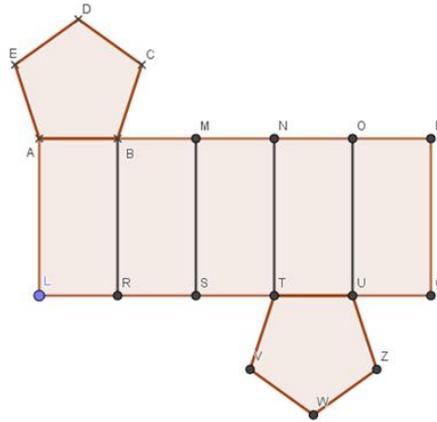
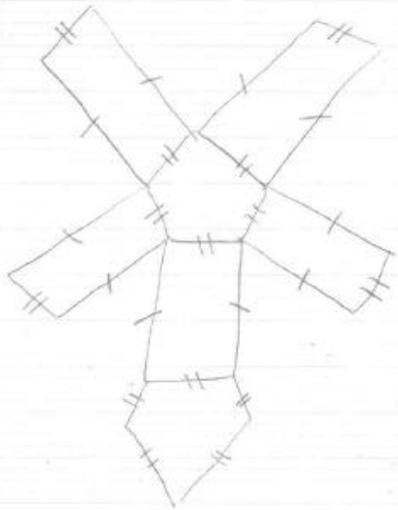
- Quelles sont les modifications que l'on doit apporter au programme ?
- On pourra commencer par essayer de faire construire un patron de prisme à base hexagonale régulière.



**Identification des connaissances
mathématiques en jeu et nécessaires
pour réaliser le projet.**

Ceci n'est pas une analyse *a priori* ;-)

CONNAISSANCES EN JEU DANS LA PRODUCTION DU PATRON

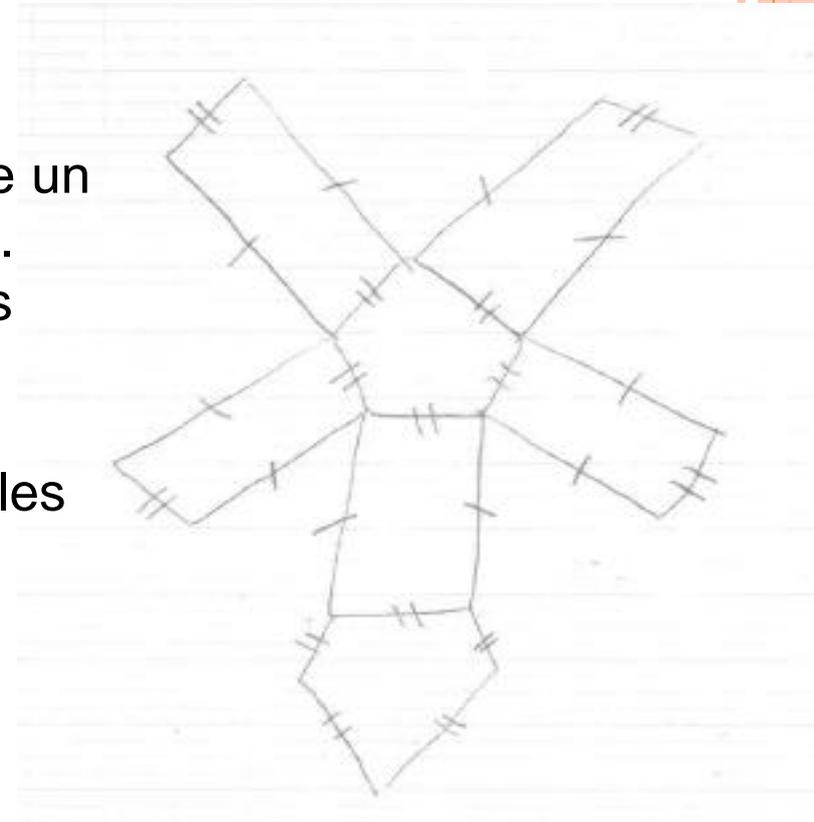


- Plusieurs patrons possibles
- Des relations entre les longueurs des arêtes du prisme et les polygones

CONNAISSANCES EN JEU DANS LA PRODUCTION DU PATRON

Géométrie dans l'espace

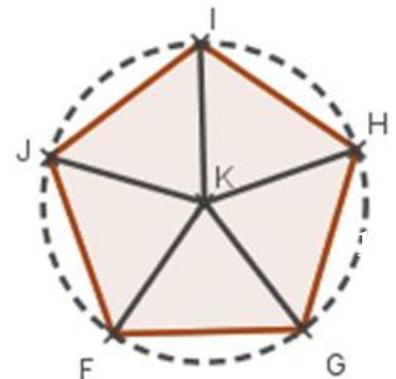
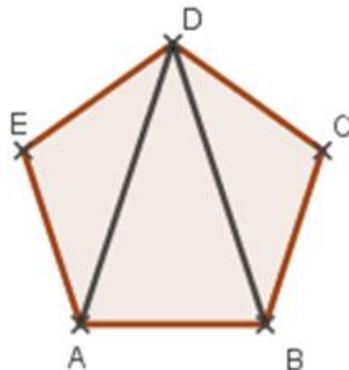
- Dans cette situation il s'agit de produire un patron de prisme droit à base régulière.
- Toutes les rectangles formant les faces latérales sont égaux.
- Pouvoir identifier les relations entre les longueurs des côtés des rectangles et les arêtes du prisme.
- Diversité des patrons possibles



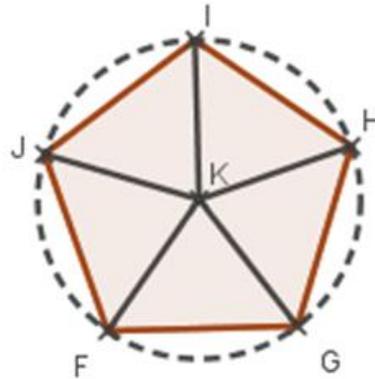
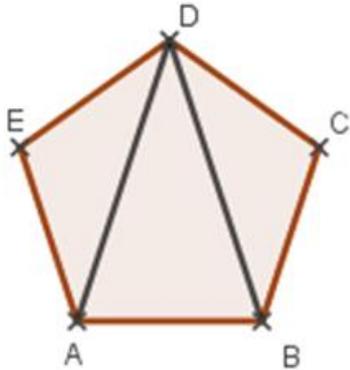
CONNAISSANCES EN JEU DANS LA PRODUCTION DU PATRON

Géométrie plane et somme des angles du triangle

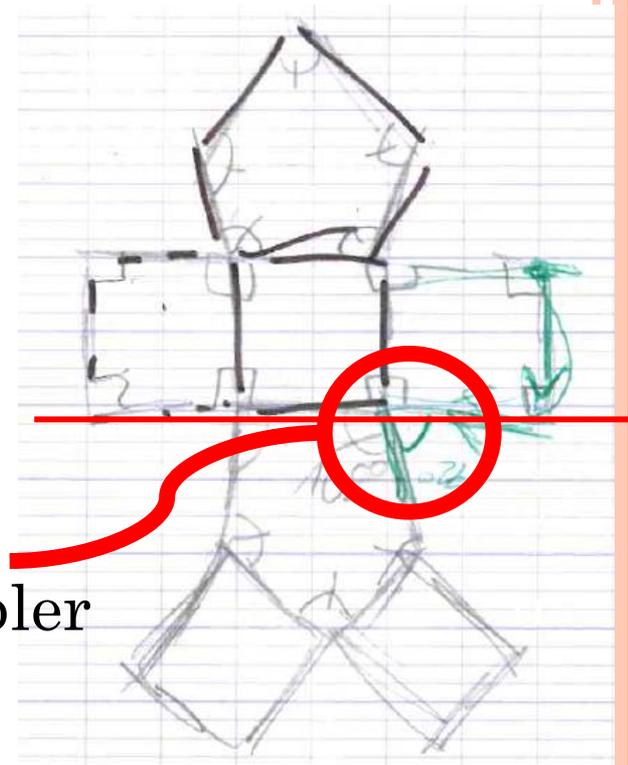
- Pour construire la base : identifier un découpage de la figure en sous figures, ici plusieurs triangles
- ce polygone régulier est convexe donc étoilé par rapport à chacun de ses points. On peut donc s'attendre à deux choix majoritaires un sommet cas 1 ou le centre du polygone cas 2
- Pour ensuite convoquer la somme des angles du triangle et conclure à la mesure des angles de notre polygone régulier.
- Dans le cas 2 : propriétés des angles du triangle isocèle.



CONNAISSANCES EN JEU DANS LA PRODUCTION DU PATRON



- Des connaissances sur la somme des angles du triangle dans la production de la base
- Et des relations entre les angles à l'extérieur de la figure pour assembler les faces du patron



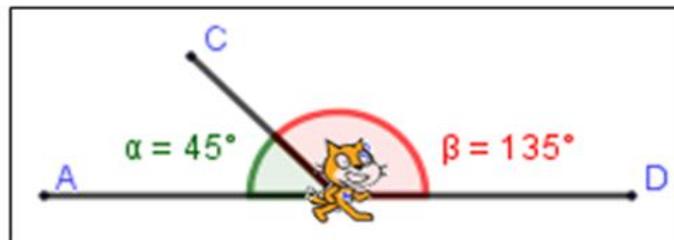
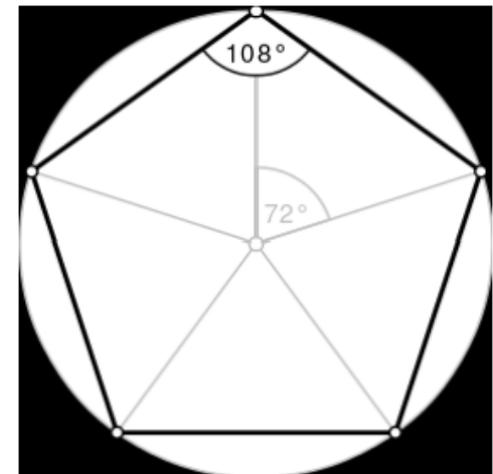
CONNAISSANCES EN JEU DANS LA PRODUCTION DU PATRON

Les angles supplémentaires ou complémentaires ou adjacents et les alignements ...

Il faut sortir de la figure.

Explication :

Pour trouver la mesure des angles du pentagone, nous avons découpé le pentagone en 5 triangles. La mesure de chaque angle était de 108° mais sur scratch, il fallait le mettre à 72° (il est équivalent à $180 - 108$).

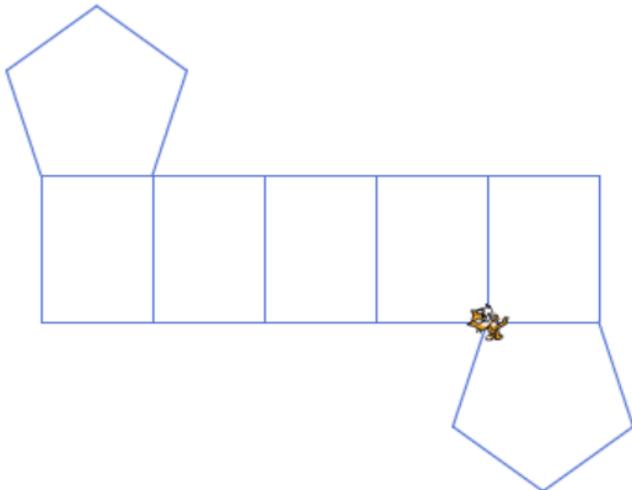


**Identification des connaissances
informatiques en jeu et nécessaires
pour réaliser le projet.**

SOLUTION

ATTENDUE :
DES BOUCLES ET
DES PATTERNS
IDENTIFIÉS
PARADIGME :
IMPÉRATIF

longueur 60
largeur 80



The code is organized into three main sections:

- Initialization:** Triggered by the space key, it sets the turtle to (-150, 0), orients it to 90 degrees, sets the pen color to blue, erases the canvas, and sets the pen to drawing mode.
- Top Pentagons:** A loop that repeats 4 times. Each iteration turns the turtle 72 degrees, moves forward by the 'longueur' variable, and waits 1 second. This is followed by an orientation to 90 degrees.
- Central Rectangles:** A loop that repeats 5 times. Each iteration contains a sub-loop that repeats 2 times, moving forward by 'longueur', turning 90 degrees, moving forward by 'largeur', and turning 90 degrees, with a 1-second wait. After the sub-loop, the turtle moves forward by 'longueur' and waits 1 second.
- Bottom Pentagons:** Triggered by the 's' key, it orients the turtle to 180 degrees, moves forward by 'largeur', orients to 90 degrees, and then repeats 4 times: turn 72 degrees and move forward by 'longueur'.

4 côtés du pentagone

5 rectangles

4 côtés du pentagone

SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME IMPÉRATIF) : AVEC DES BOUCLES ET DES PATTERNS IDENTIFIÉS

- Pattern 1 : un rectangle
- Dans ce pattern : le rectangle et le repositionnement pour le suivant
- Granularité : niveau 1



SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME IMPÉRATIF) : AVEC DES BOUCLES ET DES PATTERNS IDENTIFIÉS

- Pattern 2 : les demi-rectangles
 - répétés 2 fois pour former un rectangle
- Granularité : niveau 2

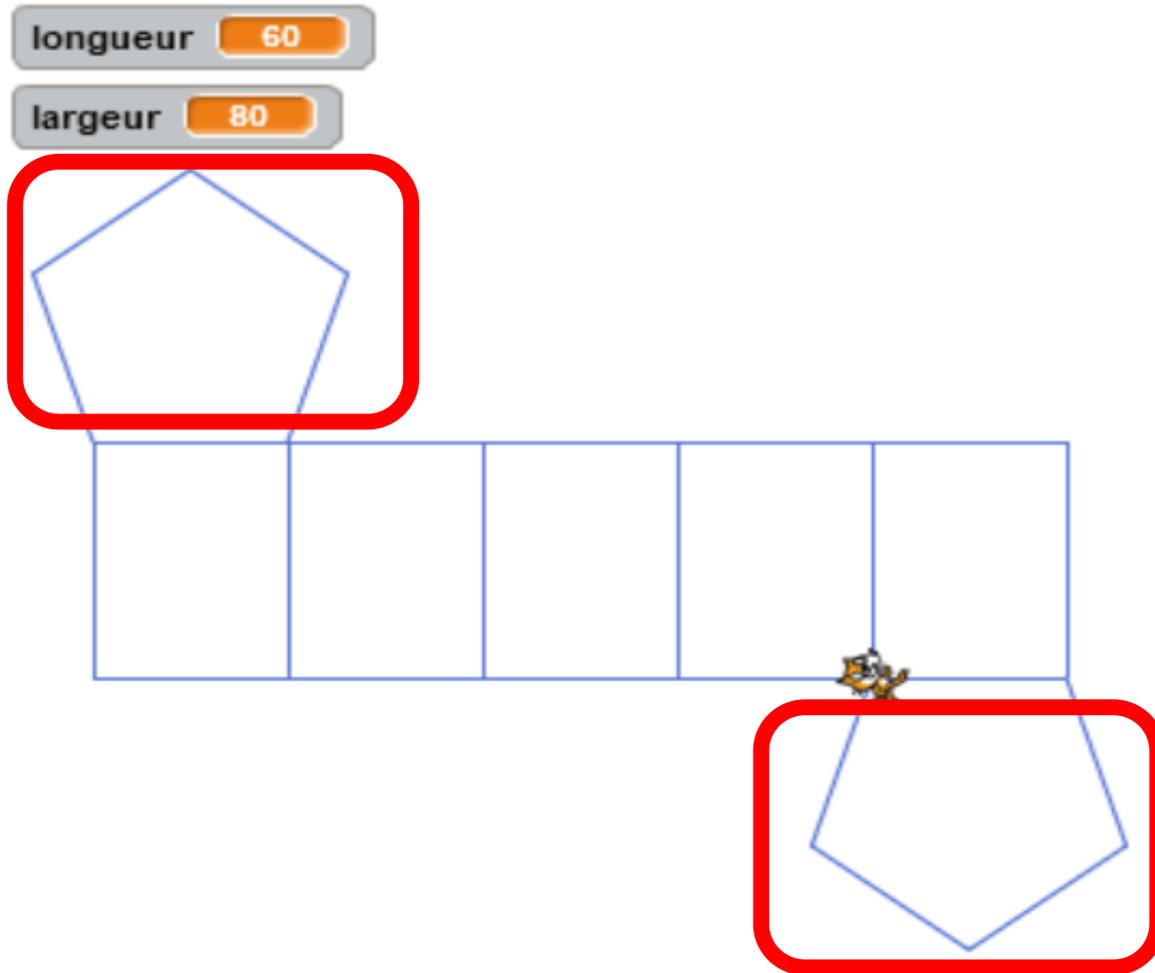


SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME IMPÉRATIF) : AVEC DES BOUCLES ET DES PATTERNS IDENTIFIÉS

- Pattern 2 :
 - tourner de ... et avancer de ...
 - avancer de ... et tourner de ...
- Granularité : 1



SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME IMPÉRATIF) : AVEC DES BOUCLES ET DES PATTERNS IDENTIFIÉS



SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME ÉVÉNEMENTIEL) : PATTERNS ET CRÉATION DE CLONES

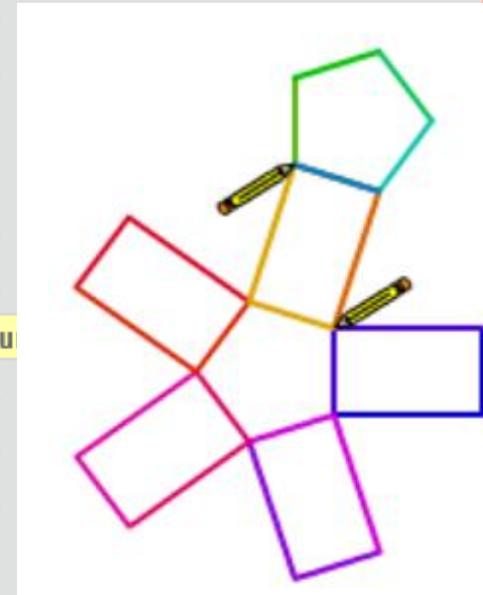
Détermination des paramètres de ma figure

```
mettre angles_2 à 180 + 180 * angles / réponse
mettre angles à 180 - angles_2
mettre angles_2 à réponse
demander longueur cotés et attendre
mettre mesure coter à réponse
demander patron oui(1) ou non(0) et attendre
mettre prisme oui ou non à réponse
si 1 = prisme oui ou non alors
  demander hauteur et attendre
  mettre hauteur à réponse
```

```
quand je commence comme un clone
si 3 = partie alors
  répéter angles_2 fois
    tourner de -90 degrés
    ajouter 5 à la couleur du stylo
    avancer de hauteur
```

quand je commence comme un clone

```
partie = 1 ou partie = 2 alors
  Nous en avons besoin...
  tourner de -90 degrés
  ajouter 10 à la couleur du stylo
  avancer de hauteur
  ajouter 10 à la couleur du stylo
  tourner de -90 degrés
  avancer de mesure coter
si partie = 2 alors
  C'est pour...
  mettre partie à 3
  créer un clone de moi-même
  tourner de -90 degrés
  ajouter 10 à la couleur du stylo
  avancer de hauteur
```



Répartition du tracé sur des clones dont le tracé est déclenché par l'événement « quand je commence comme un clone »
Mise en concurrence des 2 scripts.

SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME ÉVÉNEMENTIEL) : PATTERNS ET CRÉATION DE CLONES

```
définir figure reguliere angle longueur
effacer tout
demander nombres de sommet à partir de 3(a partir de 4 si vous voulez un patron) et attendre
mettre angles à réponse - 3
mettre angles_2 à 180 + 180 * angles / réponse
mettre angles à 180 - angles_2
mettre angles_2 à réponse
demander longueur cotés et attendre
mettre mesure coter à réponse
demander patron oui(1) ou non(0) et attendre
mettre prisme oui ou non à réponse
si 1 = prisme oui ou non alors
  demander hauteur et attendre
  mettre hauteur à réponse
```

- Détermine les mesures des angles
- demande les dimensions à l'utilisateur
- demande si l'utilisateur veut faire dessiner la base ou le patron entier

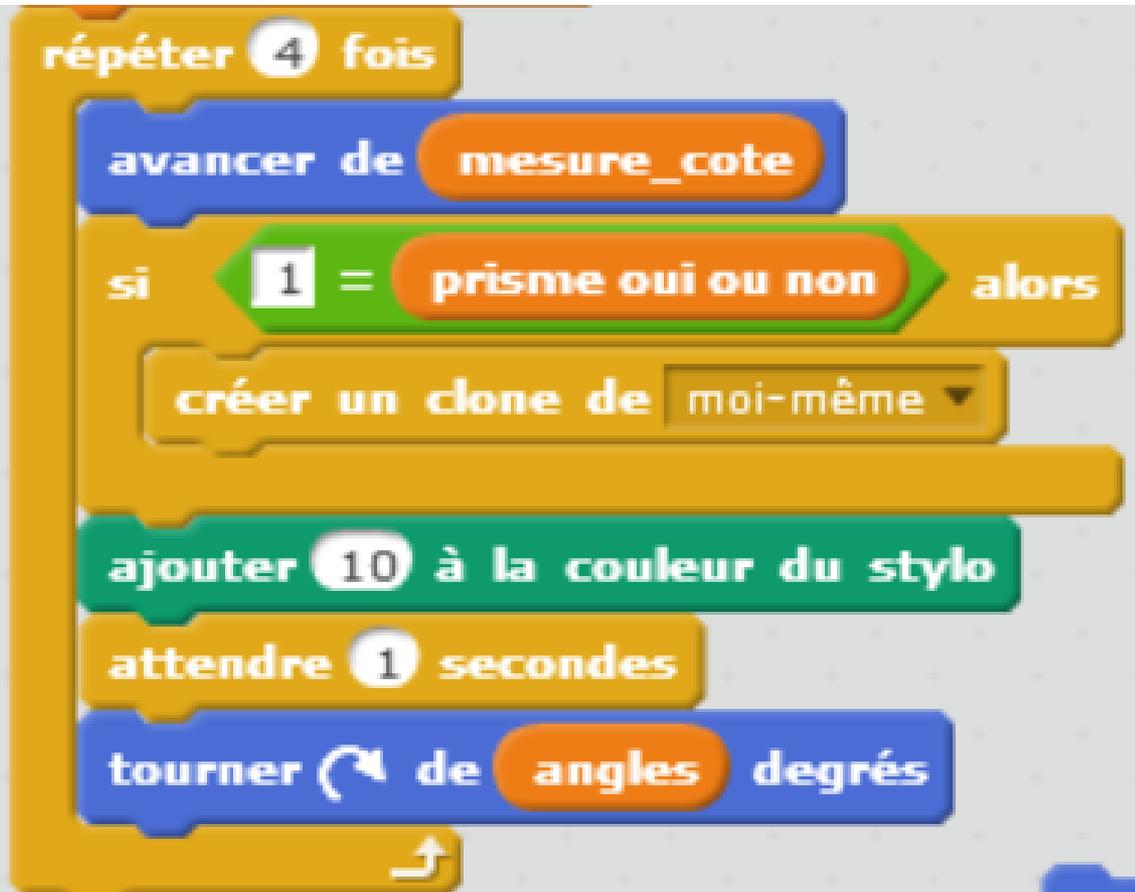
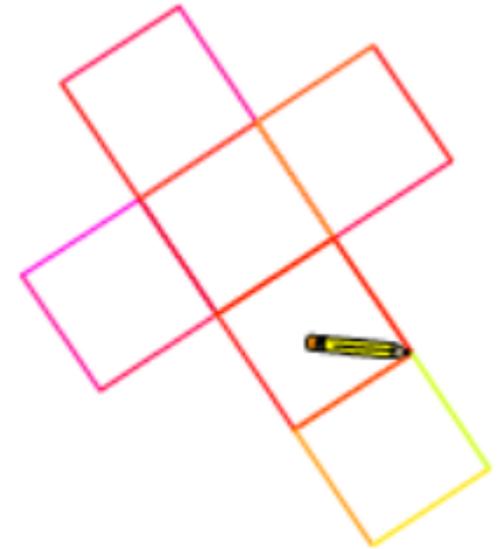
SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME ÉVÉNEMENTIEL) : PATTERNS ET CRÉATION DE CLONES



Un évènement : “la création du clone”

Un pattern : Un rectangle sur le côté du polygone régulier
création du polygone régulier lors du tracé du dernier rectangle

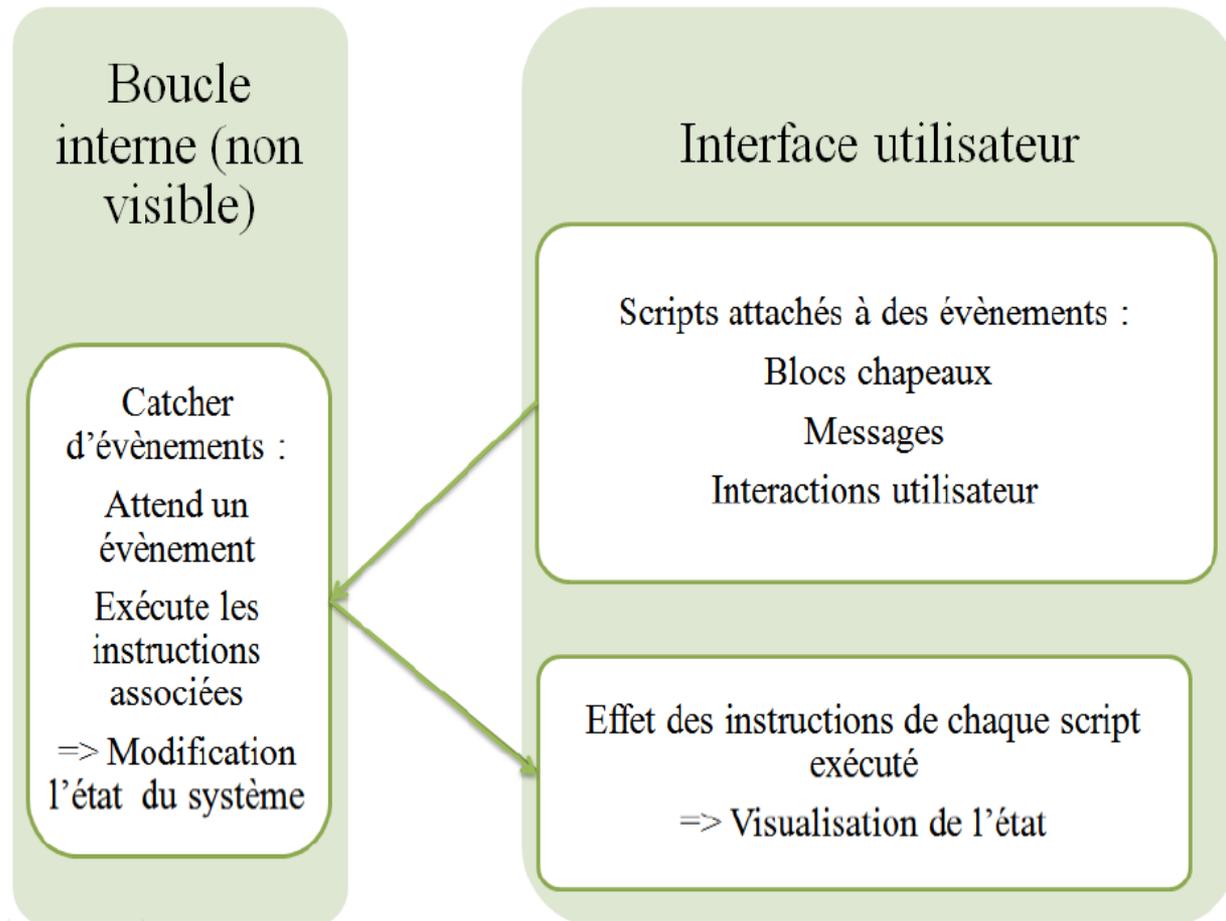
EN VIDÉO : DANS LA CLASSE



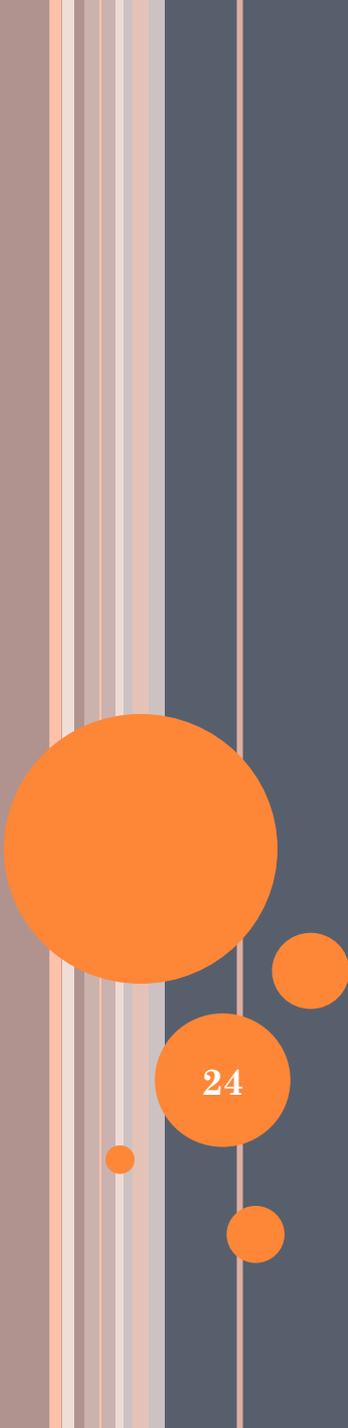
SOLUTION ATTENDUE (PARADIGME ÉVÉNEMENTIEL) : PATTERNS ET CRÉATION DE CLONES

Programmation événementielle :

- concept d'événement + condition de déclenchement + handler (procédure) = mécanismes "invisibles" de Scratch : boucle interne "infinie"
- flux de control distribué
- variable (info) globale vs. locale



Quelle autre démarche d'un informaticien ?



24

SOLUTION D'INFORMATICIEN : UN SYSTÈME DE REPRÉSENTATION ET DE TRAITEMENT (SRT) DIFFÉRENT EN VIDÉO

Toujours dans les mêmes conditions initialisation
recherche de solutions à des sous-problèmes dans une démarche pas à pas

1. produire un rectangle
2. se positionner pour réutiliser le rectangle produit.
3. lecture pas à pas des instructions qui produisent le rectangle et identification du tracé pas à pas sur l'écran (une vision dynamique du code)
4. 1 tour complet = 360° le complémentaire d'un angle = 180° - angle : les seules connaissances mathématiques mobilisées

RECHERCHE D'UN INVARIANT : LE PATTERN ! 25

UNE RECHERCHE ASSISTEE PAR LA MACHINE

SOLUTION D'INFORMATICIEN : UN SRT DIFFÉRENT

- Démarche informatique :
 - identification des patterns les plus fins.
 - analyse de la figure en termes de répétabilité et d'automaticité
 - notion d'état / boucle répéter 5 fois un pattern pour revenir dans l'état initial permet de produire le pentagone
 - Un tour complet sur soi-même c'est 360° que l'on partage en 5 rotations.
 - Une démarche **essai ajustement** toujours dans les mêmes conditions (pour identifier les changements).

CONNAISSANCES INFORMATIQUES

- Patterns plus ou moins raffinés
- Boucles et leurs invariants
- Paradigme séquentiel
- Paradigmes évènementiel :
 - évènements
 - clones
 - boucle interne de Scratch



Situer l'activité de programmation de l'élève

28

DIVERSITÉ DES PATTERNS IDENTIFIÉS PAR LES ÉLÈVES

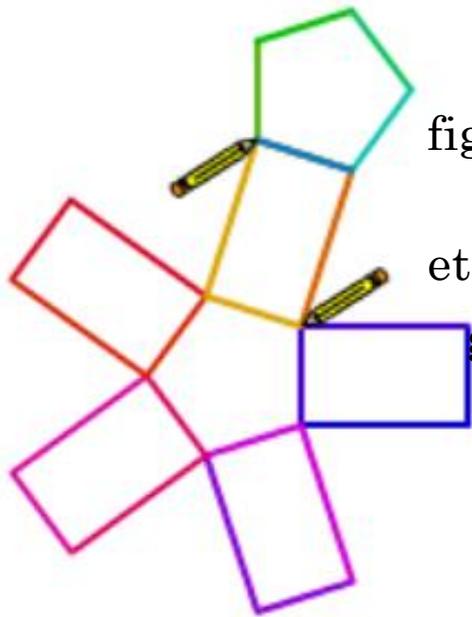


figure 1, patterns :
demi-rectangles
et pentagone
granularité : 2

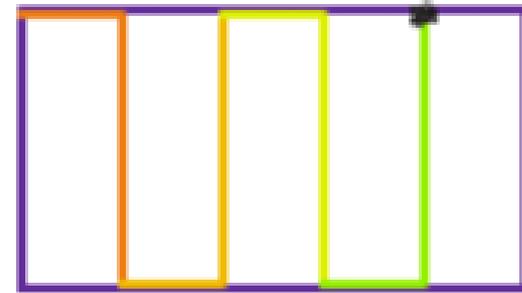
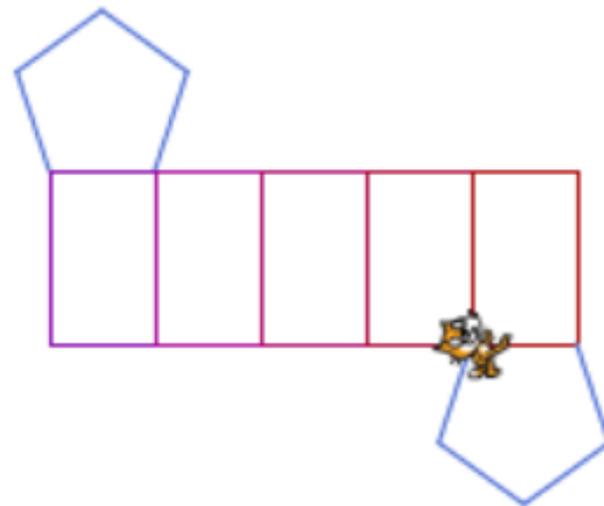
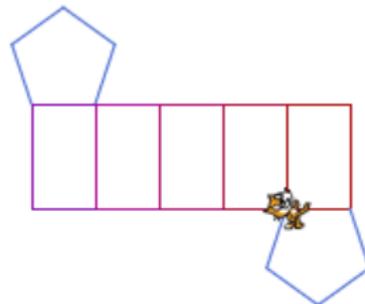
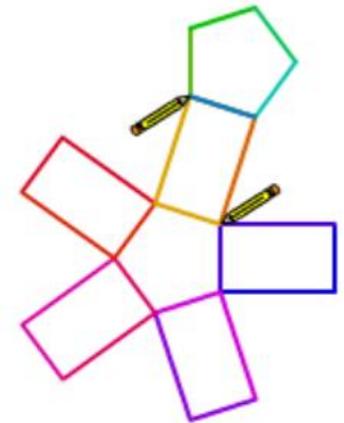
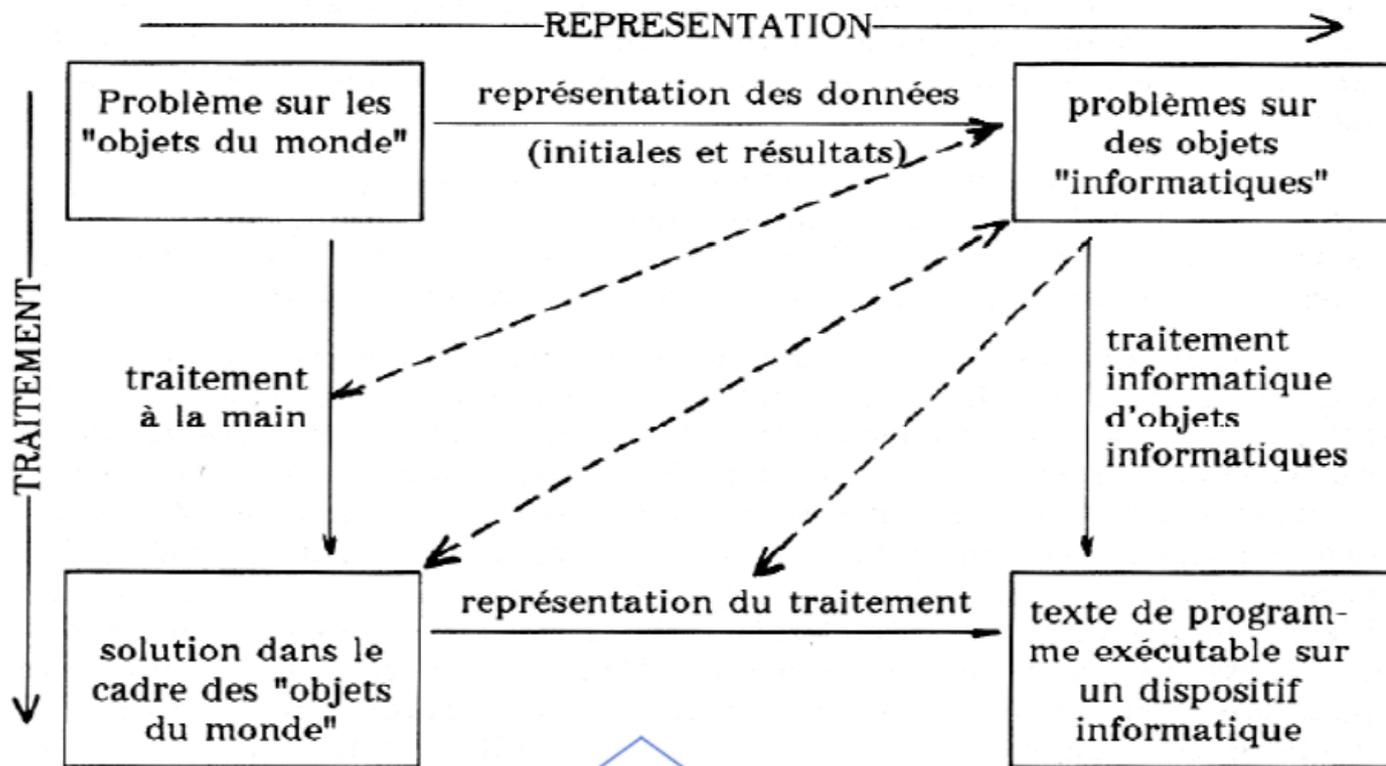


figure 2 , pattern : non identifié
Copie la démarche
mathématique : Grand
rectangle et traits verticaux

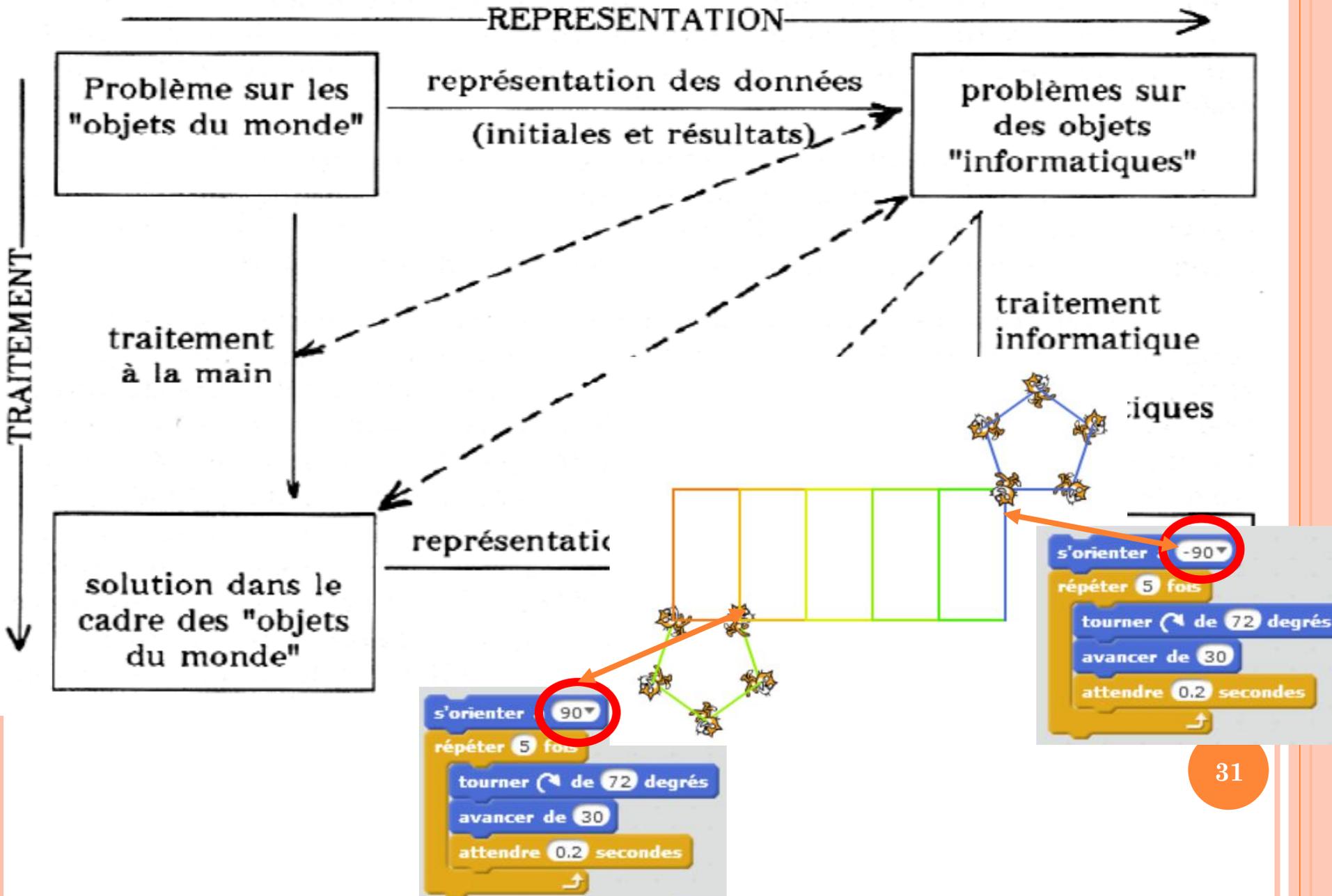
figure 3, patterns :
petits rectangles et
pentagone
granularité : 1

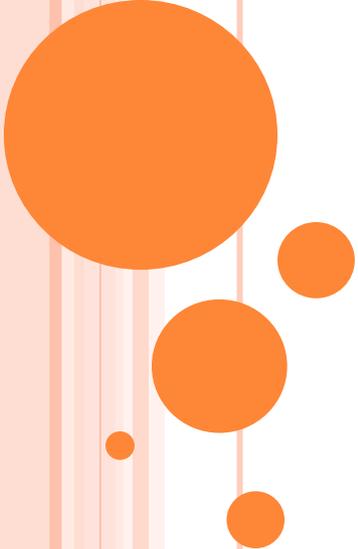


STRATÉGIES DE RÉOLUTION POUR L'ACTIVITÉ DE DESSIN DU PATRON



ET CETTE PRODUCTION ?





Enseigner la programmation en classe de maths :

Pourquoi : des raisons d'être (répétabilité,
automaticité)

JUSTIFICATION DES CONNAISSANCES CHOISIES / CIBLÉES

Raisons d'être de l'informatique :

- **Raisons sociétales** (Wing, 2006), (Académie des sciences, 2013), (Tedre et Denning, 2016) :
 - de l'informatique dans tous les domaines de la société ? Outil universel ?
 - Création de **richesses** et d'emplois ? Rester compétitif ?
 - «Pensée informatique» : Entraînement du cerveau à être un **meilleur solveur** de problèmes ?
Fournisseur des outils mentaux à usage général ?
 - Apporte de nouvelles **façons de penser** ?
Changement de représentations mentales de tout un chacun, des outils et des objets qu'on utilise dans sa vie professionnelle et privée ?
 - ... ?

JUSTIFICATION DES CONNAISSANCES CHOISIES / CIBLÉES

Raisons d'être de l'informatique

- L'élève en tant que citoyen en devenir (Chevallard et Wozniak, 2003)
- Les raisons pour enseigner les mathématiques (statistique) doivent être liées à une **réalité extra-mathématique**, une réalité du monde social et naturel, qui apparaît alors nécessaire et problématique :
 - statistique -> variabilité
 - géométrie -> spatialité
 - arithmétique -> numérosité
- => Quelle **raison «extra-informatique»**, quelle réalité du monde social et naturel, pour l'informatique ?

JUSTIFICATION DES CONNAISSANCES CHOISIES / CIBLÉES

Raisons d'être de l'informatique



Automatiser certaines tâches

L'automatisation des tâches répétitives ? L'automaticité / la **répétabilité** ?

CONCLUSION

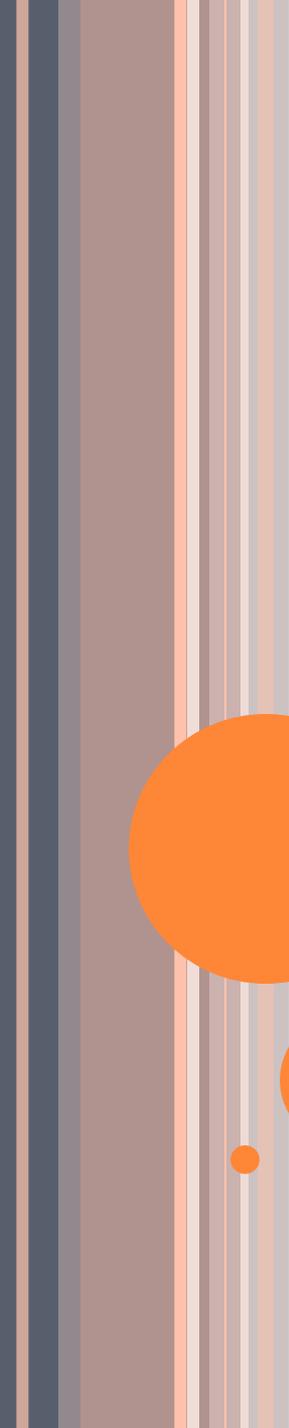
Automaticité / répétabilité

Moyen : identification de patterns + boucles

Difficultés : assemblage des patterns

Comment négocier ce va et vient...

Le support répond à cette commande : en quoi ?

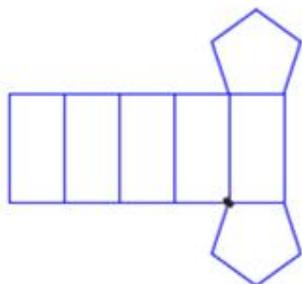


Enseigner la programmation en classe de maths.

QUOI : Patterns et boucle

**COMMENT : faire évoluer les élèves,
de représenter leur traitement
à
traiter leur représentation**

COMMENT LES FAIRE ÉVOLUER : DE



Mouvement Événements
Apparence Contrôle
Sons Capteurs
Stylo Opérateurs
Données Ajouter blocs

Créer une variable

longueur_AB

longueur_BC

longueur_CA

mettre longueur_CA à 0

ajouter à longueur_CA 1

montrer la variable longueur_CA

cacher la variable longueur_CA

Créer une liste

effacer tout

stylo en position d'écriture

répéter 2 fois

avancer de 60

tourner de 90 degrés

avancer de 150

tourner de 90 degrés

avancer de 60

tourner de 90 degrés

avancer de 120

tourner de 90 degrés

avancer de 60

tourner de 90 degrés

avancer de 30

tourner de 90 degrés

avancer de 60

tourner de 90 degrés

avancer de 30

tourner de 90 degrés

avancer de 60

tourner de 90 degrés

avancer de 30

tourner de 90 degrés

avancer de 60

quand espace est pressé

tourner de 18 degrés

avancer de 30

répéter 3 fois

tourner de 72 degrés

avancer de 30

s'orienter à 180

avancer de 60

tourner de 18 degrés

avancer de 30

répéter 3 fois

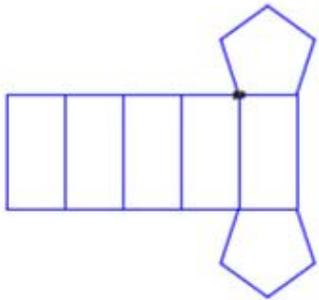
tourner de 72 degrés

avancer de 30

x: 87 y: 88

Nouveau lutin:

COMMENT LES FAIRE ÉVOLUER : VERS



Mouvement	Événements
Apparence	Contrôle
Sons	Capteurs
Stylo	Opérateurs
Données	Ajouter blocs

avancer de 10

tourner ⤴ de 15 degrés

tourner ⤵ de 15 degrés

s'orienter à 90

s'orienter vers pointeur de souris

aller à x: 120 y: 60

aller à pointeur de souris

glisser en 1 secondes à x: 120

ajouter 10 à x

donner la valeur 0 à x

quand est cliqué

mettre à 0 % de la taille initiale

aller à x: 0 y: 0

s'orienter à 90

effacer tout

stylo en position d'écriture

répéter 5 fois

tourner ⤵ de 90 degrés

rectangle 60 30

tourner ⤴ de 90 degrés

avancer de 30

tourner ⤴ de 72 degrés

pentagone 30

s'orienter à 0

avancer de 60

tourner ⤵ de 90 degrés

avancer de 30

tourner ⤴ de 90 degrés

tourner ⤵ de 18 degrés

pentagone 30

définir rectangle longueur r largeur r

répéter 2 fois

avancer de longueur r

tourner ⤴ de 90 degrés

avancer de largeur r

tourner ⤴ de 90 degrés

définir pentagone côté

répéter 5 fois

avancer de côté

tourner ⤴ de 72 degrés

x: -12 y: 114

Nouveau lutin:

COMMENT LES FAIRE ÉVOLUER :

Un **CR** à produire math et info

Un moment de **mise en commun**

=> “vous avez tous produit des instructions qui tracent des rectangles”

=> **institutionnalisation** : on peut isoler des morceaux du programme et en faire de nouveaux(elles) blocs/mots/instructions que l'on pourra réutiliser.

Une **adaptation de la commande** :

Reprendre ce programme pour le rendre plus clair.

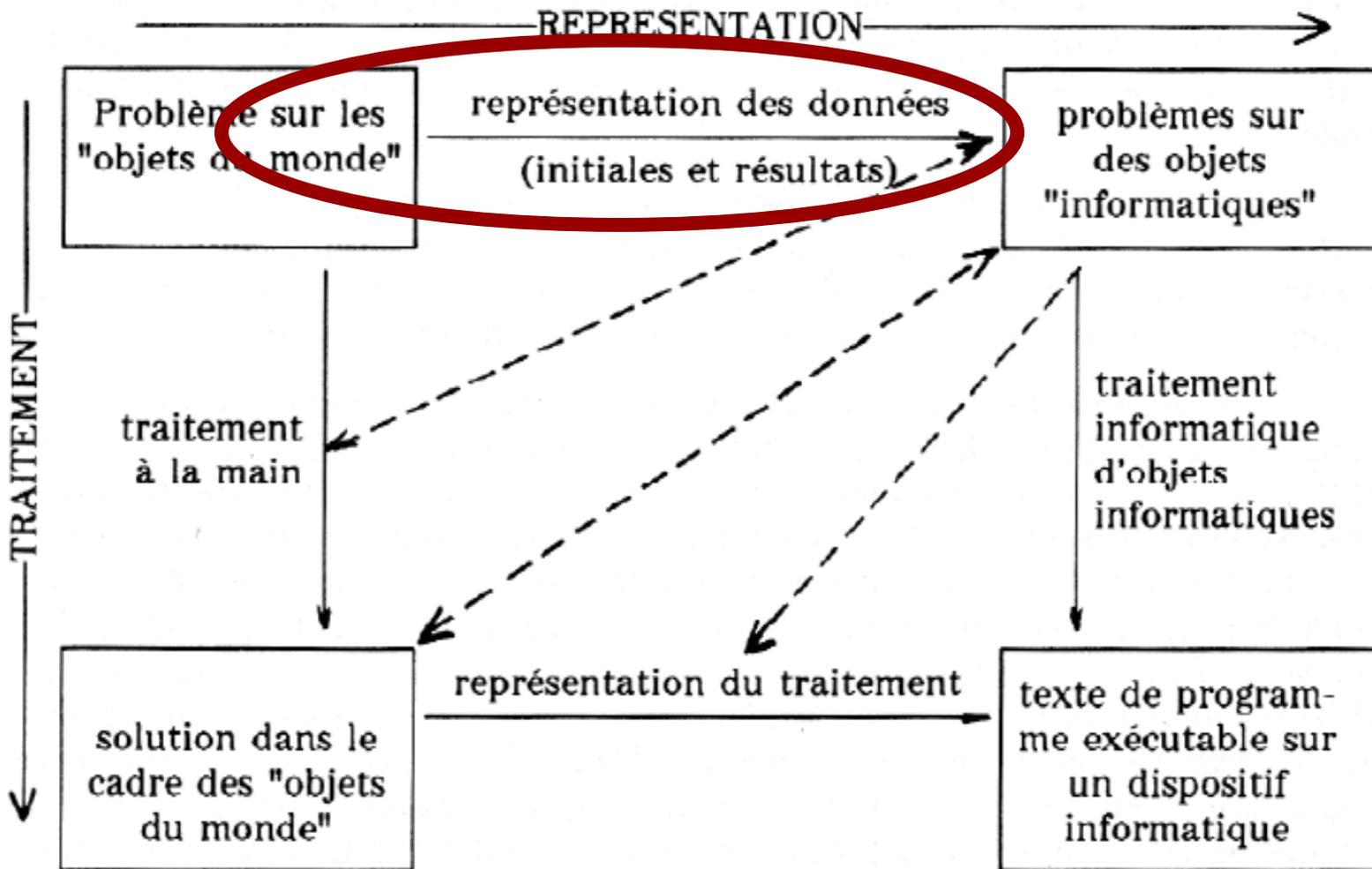
Conséquence : les élèves se lancent dans des recherches de granularités plus fines encore.

Enseigner la programmation en classe de maths.

Quoi : la VARIABLE

Pourquoi ?

POURQUOI LA VARIABLE ?



Enseigner la programmation en classe de maths.

Quoi : la VARIABLE

Comment identifier et graduer les difficultés ?

Quelles variables en jeu dans le projet ?

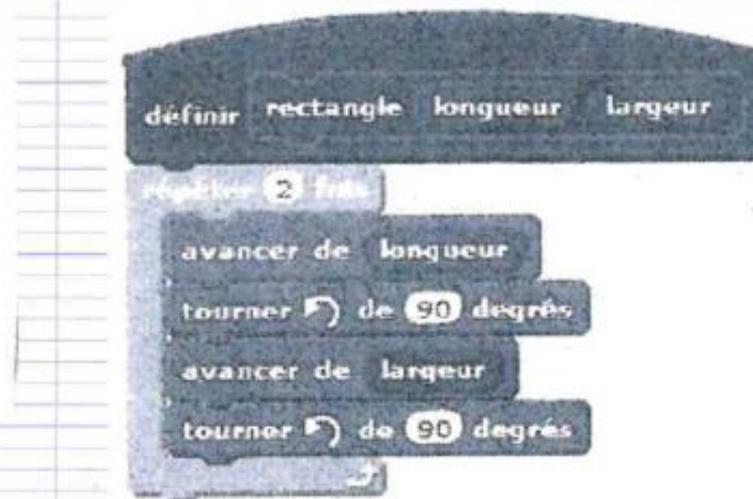
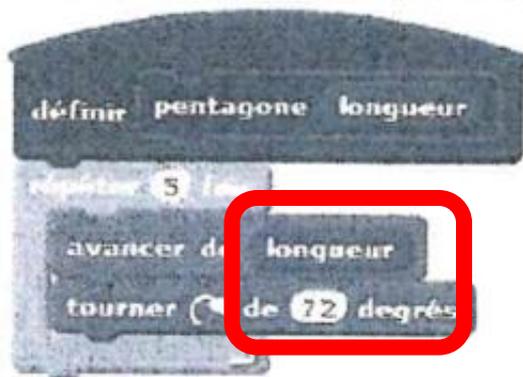
Quels rôles ?

Quelles origines ?

QUELLES VARIABLES ?

- Trois paramètres **exogènes** *hauteur* et *longueur*, *nombre de côtés* qui sont et *les angles* ainsi que *la disposition spatiale* qui sont **endogènes**.

tout d'abord il faut créer des nouveaux blocs appelés "rectangle" et "pentagone" pour avoir un codage moins surchargé et éviter les répétition inutile.

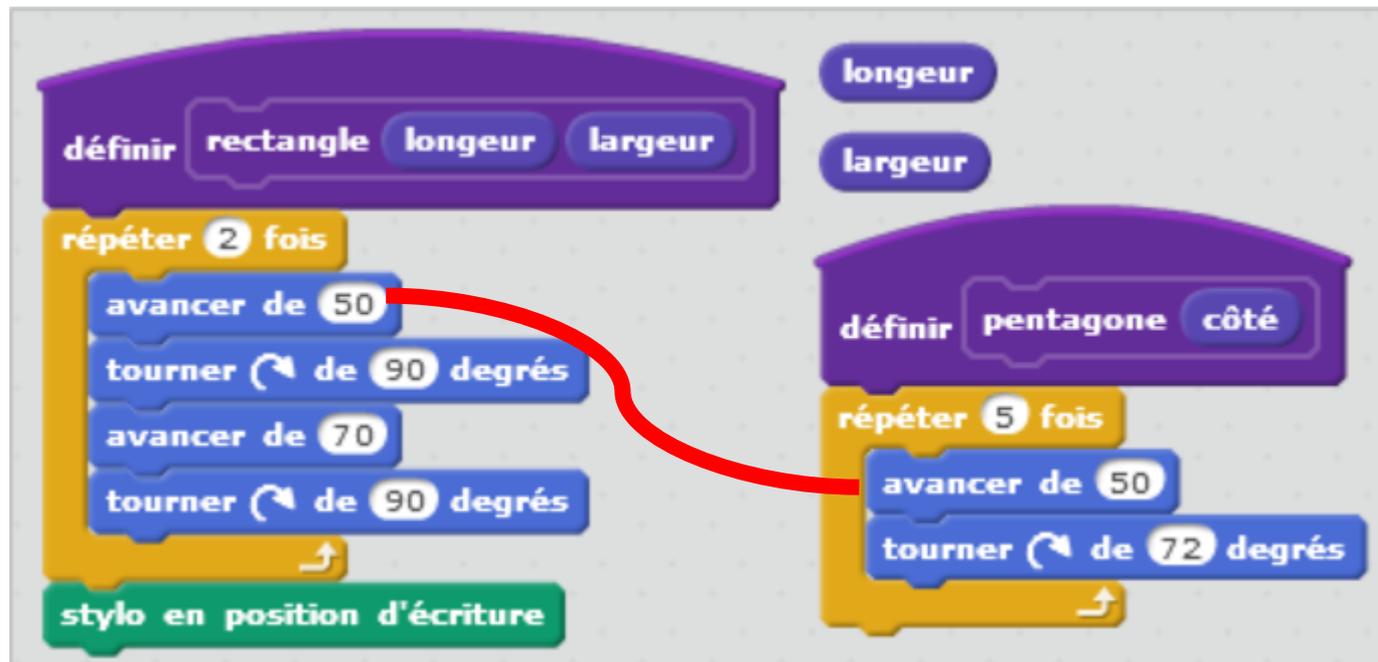


IDENTIFICATION DES PARAMÈTRES MATHÉMATIQUES CÔTÉ, LONGUEUR ET LARGEUR : RÔLE INFORMATIQUE DE CONSTANTE

Les élèves identifient la constante et les liens (côtés communs aux deux figures)

Ne l'expriment pas parce-que non variable durant l'exécution du programme ?

A-t-on suffisamment généralisé l'automatisation du patron ?



RAPPEL POUR CEUX QUI L'AURAIENT OUBLIÉE

CONSIGNE DU PROJET : PATRON AUTOMATIQUE

4. On cherche dans un second temps à automatiser la construction du patron d'un prisme droit avec **une base régulière à n cotés** n étant un nombre entier **saisi par l'utilisateur** de votre programme.

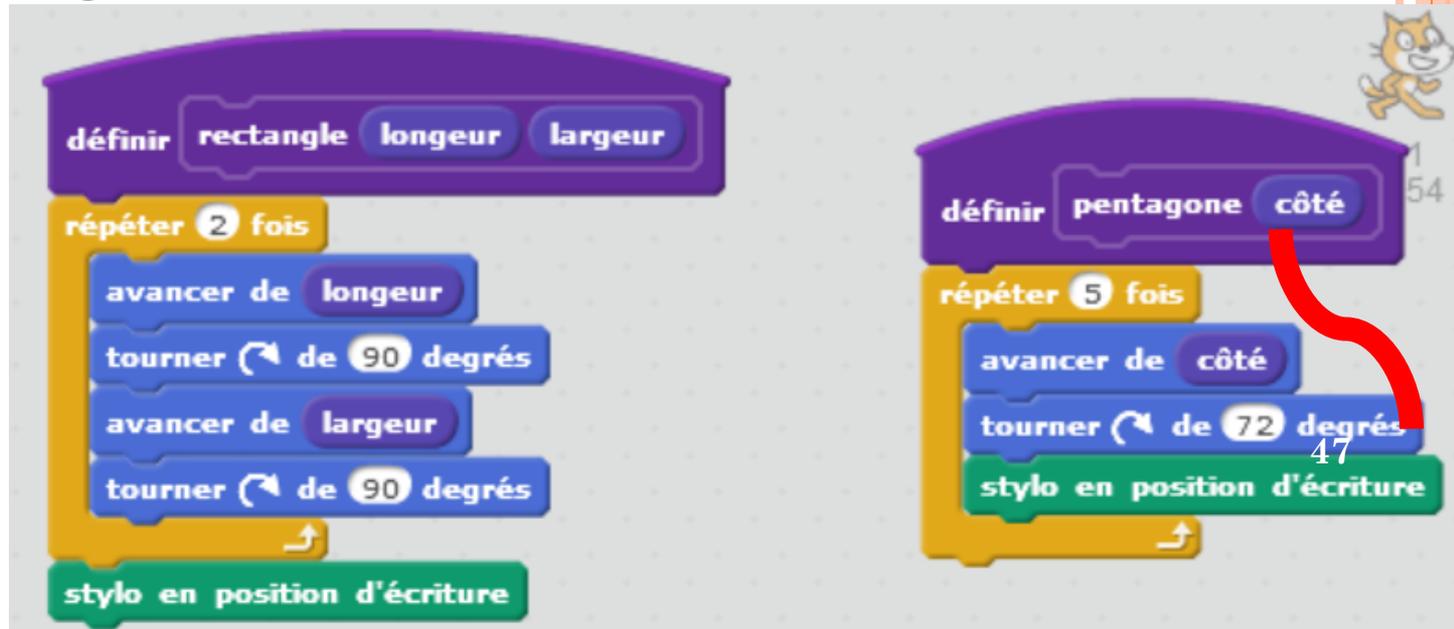
- Quelles sont les modifications que l'on doit apporter au programme ?
- On pourra commencer par essayer de faire construire un patron de prisme à base hexagonale régulière.

IDENTIFICATION DES PARAMÈTRES MATHÉMATIQUES CÔTÉ, LONGUEUR ET LARGEUR : RÔLE INFORMATIQUE DE PARAMÈTRES D'UNE FONCTION

Coïncidence des rôles : paramètres.

Le nom pentagone ne permet pas d'identifier les constantes en jeu : angles et nombre de côtés qui sont endogène et respectivement exogène.

Le nom pentagone renvoie au rôle de constante de la base.



The image shows two Scratch code snippets. The left snippet defines a 'rectangle' function with parameters 'longueur' and 'largeur'. It uses a 'répéter 2 fois' loop containing 'avancer de longueur', 'tourner de 90 degrés', 'avancer de largeur', and 'tourner de 90 degrés', followed by 'stylo en position d'écriture'. The right snippet defines a 'pentagone' function with parameter 'côté'. It uses a 'répéter 5 fois' loop containing 'avancer de côté', 'tourner de 72 degrés', and 'stylo en position d'écriture'. A red arrow points from the 'côté' parameter to the '72' value in the loop. A small cartoon cat icon is in the top right corner, and the number '47' is at the bottom right.

```
defini rectangle longueur largeur
  répéter 2 fois
    avancer de longueur
    tourner de 90 degrés
    avancer de largeur
    tourner de 90 degrés
  stylo en position d'écriture

defini pentagone côté
  répéter 5 fois
    avancer de côté
    tourner de 72 degrés
  stylo en position d'écriture
```

LE RÔLE DE CONSTANTE

Difficile à faire écrire et utiliser

- on est toujours dans une instance du problème
- pour $x=20$ ou pour un pentagone de côté 50
- le nom de la base bride la variabilité du nombre de côtés (c'est un pentagone !)

=> Utiliser une constante s'enseigne

QUELLES VARIABLES ENDOGÈNES ?

LES MESURES DES ANGLES ...

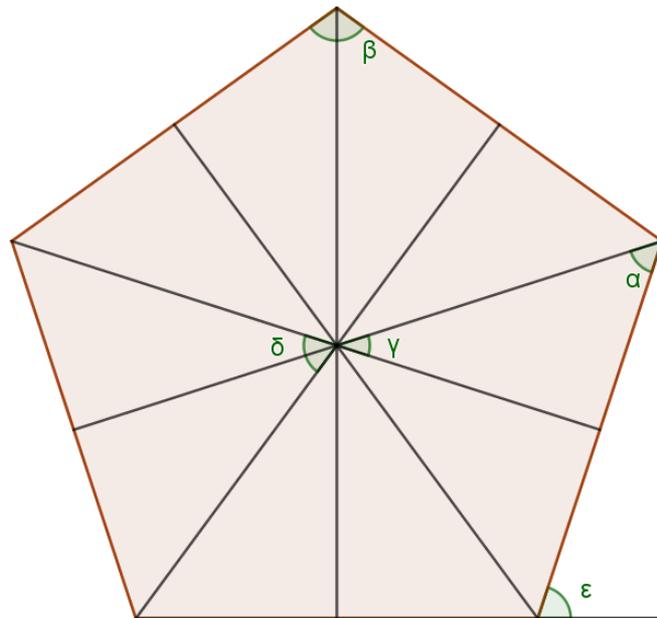
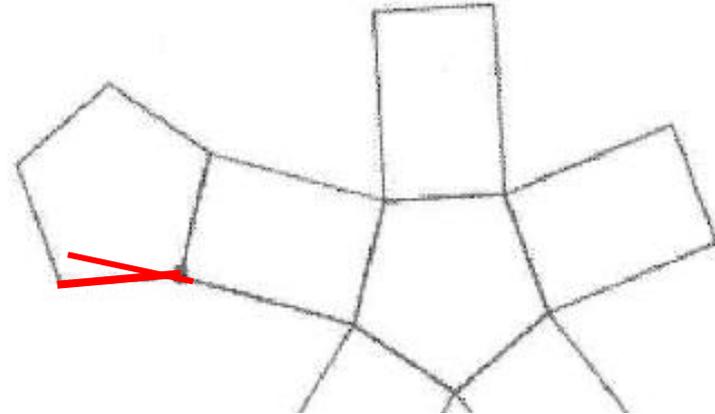
enfin, il faut mettre les blocs "tourner ↻ de 90°" ; avancer de 60 ; "tourner ↻ de 18°" et "pentagone" avec 40 de longueur.

tourner ↻ de 90 degrés

avancer de 60

tourner ↻ de 18 degrés

pentagone 40



Une diversité de choix et d'expressions possibles en lien avec des connaissances mathématiques.

QUELLES VARIABLES ENDOGÈNES ?

LES MESURES DES ANGLES ...

Une question 4 : permet une entrée dans l'algèbre avec d'une part, la généralisation de l'expression de la mesure de l'angle d'un polygone régulier (une lettre comme nombre généralisé)

Un question formulée avec un quantificateur (n'importe quel ...)

mettre angle ▼ à $180 * nb_cotes - 2 / nb_cotes$

mettre angle ▼ à $180 - 360 / nb_cotes$

demander nombres de sommet à partir de 3(a partir de 4 si vous voulez un pat

mettre nb_triangles ▼ à réponse - 3 ▶ on peut affecter nb_t...

mettre angles ▼ à $180 + 180 * nb_triangles / réponse$

mettre angles ▼ à $180 - angles$ ▶ Il sert a faire le calcul

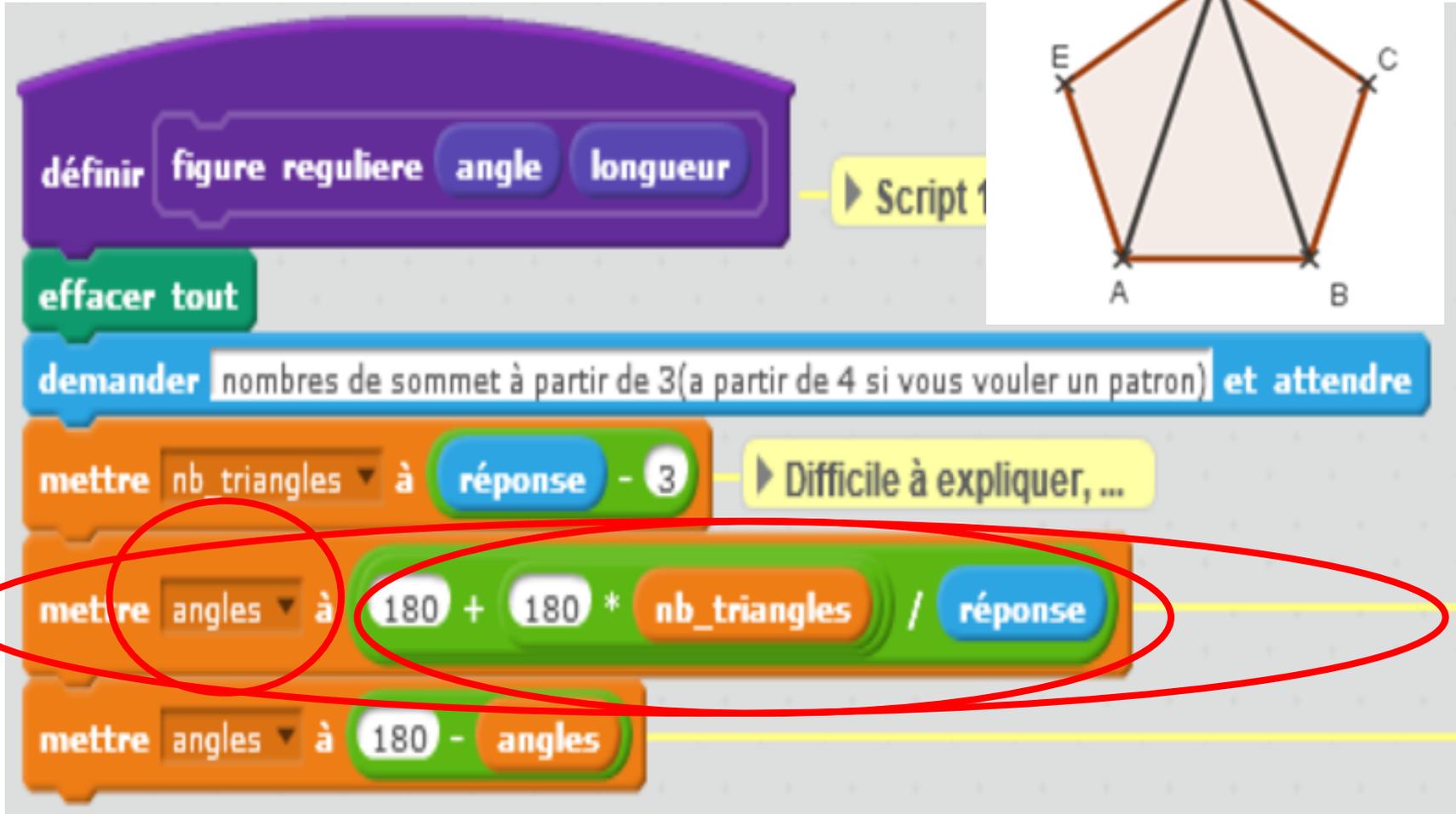
INTERAGIR AVEC L'UTILISATEUR : UN NOUVEAU RÔLE DE VARIABLE MOST-RECENT-HOLDER



Pour que la valeur de variable dont le rôle est **constante** soit saisie par l'utilisateur, Scratch fait intervenir la variable ENDOGENE "*réponse*", une variable prédéfinie de l'environnement.

réponse a un nouveau rôle : M-R-H elle ne garde que la dernière valeur qui lui a été affectée.

ANGLES ET NB_TRIANGLES - RÔLES DE VARIABLES



The image shows a Scratch script designed to calculate the number of triangles and the interior angles of a polygon. The script consists of the following blocks:

- Initial Setup:** A purple 'définir' block sets 'figure reguliere' to 'angle' and 'longueur'. A green 'effacer tout' block is also present.
- Input:** A blue 'demander' block asks for 'nombre de sommet à partir de 3 (à partir de 4 si vous voulez un patron)' and waits for a response.
- Triangle Count:** An orange 'mettre' block sets 'nb_triangles' to 'réponse - 3'. A yellow callout bubble next to it says 'Difficile à expliquer, ...'.
- Angle Calculation:** An orange 'mettre' block sets 'angles' to the mathematical expression $180 + 180 * \text{nb_triangles} / \text{réponse}$. This block and the previous one are circled in red.
- Final Angle:** An orange 'mettre' block sets 'angles' to $180 - \text{angles}$.

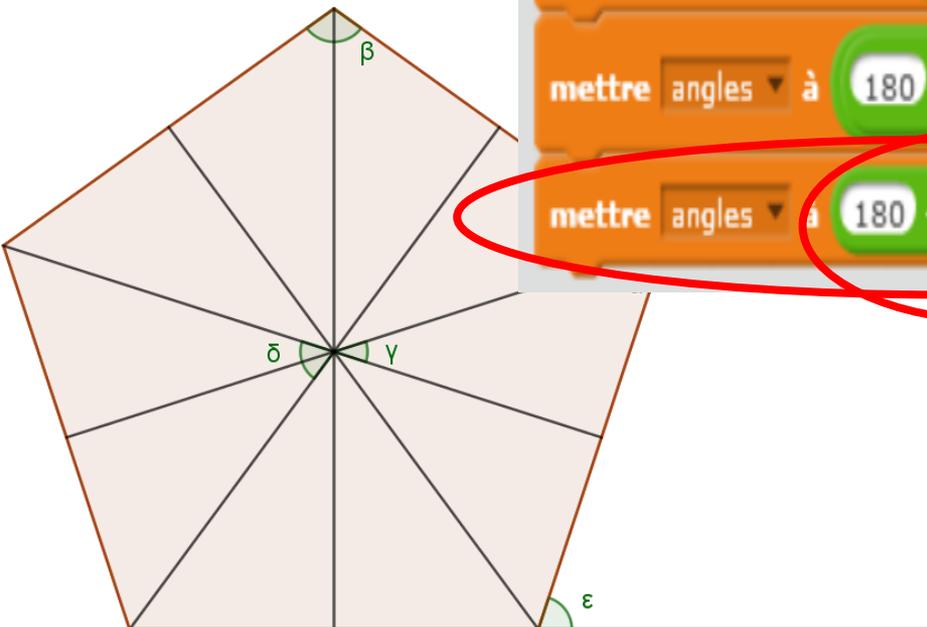
To the right of the script is a diagram of a pentagon with vertices labeled A, B, C, D, and E. The interior of the pentagon is shaded light brown. A black line connects vertices A and D, and another black line connects vertices B and D, dividing the pentagon into three triangles: $\triangle ABD$, $\triangle BDC$, and $\triangle ADE$.

ANGLES ET NB_TRIANGLES - RÔLES DE VARIABLE



A Scratch script on a grey grid background. The script consists of the following blocks:

- A purple 'définir' block with 'figure reguliere', 'angle', and 'longueur' buttons. A yellow callout bubble points to it with the text 'Script 1 partie 2'.
- A green 'effacer tout' block.
- A blue 'demander' block with the text 'nombres de sommet à partir de 3(a partir de 4 si vous vouler un patron)' and 'et attendre'.
- An orange 'mettre' block with 'nb_triangles' in a dropdown, 'à', 'réponse - 3', and a yellow callout bubble with 'Difficile à expliquer, ...'.
- A green 'mettre' block with 'angles' in a dropdown, 'à', '180 + 180 * nb_triangles / réponse'.
- A green 'mettre' block with 'angles' in a dropdown, 'à', '180 - angles'. This block and the one above it are circled in red.



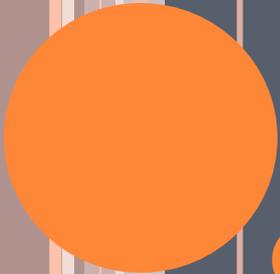
VIDÉO :

Un extrait d'un moment d'institutionnalisation en classe.

ELÉMENTS D'ANALYSE DE DIFFICULTÉ DE MISE EN OEUVRE DE LA VARIABLE

- Les rôles : constantes, MRH, variables, paramètres, etc.
- Les opérations : initialisation, mises à jour
- Les mises à jour :
 - à l'aide d'une variable distincte,
 - à partir de sa propre valeur

=> Importance de **“Déclaration-Evaluation-Affectation”**
- Les origines des variables : Exogènes, endogènes et prédéfinies dans Scratch



56

Conclusion !

CONCLUSIONS

Stratégies conjointes math-info pour enseigner des savoirs significatifs :

- répétabilité (pattern automatisable) - invariant de la boucle, instructions itératives, “boucle interne” dans la programmation événementielle

=> situer les stratégies/solutions des élèves

- variable math et info - rôles, les usages et les origines exogène, endogène par rapport au schéma de Rogalsky

=> faire évoluer le SRT des élèves et l'enrichir en graduant les difficultés de mise en oeuvre

CONCLUSIONS

- la situation de l'élève + les savoirs :
 - influence sur les difficultés
 - éléments d'analyse de choix d'activités
 - de construction de progression

=> dégagent des voies d'enseignement (activités + gestes de l'enseignant.e) conjoint des mathématiques et de l'informatique

Bibliographie

- Chiprianov, V. (2017). *De la transposition didactique de l'informatique*.
- Hoc, J.-M. (1984). Les activités de résolution de problème dans la programmation. *Psychologie Française*, 29 , pp. 267-271.
- Hoc, J.-M. (1987, décembre). L'apprentissage de l'utilisation des dispositifs informatiques par analogie à des situations familières. *Psychologie Française* (32-4), pp. 217-226.
- Hoc, J.-M. (1977). Méthode d'analyse psychologique d'un travail de programmation. *Le Travail Humain* (40), pp. 15-28.
- Rogalski, J. (1988, Septembre). Enseignement de méthodes de programmation dans l'initiation à l'informatique. *Colloque francophone sur la didactique de l'informatique* , pp. pp.61-72.
- Sajaniemi, J. (2005, oct). Roles of Variables and Learning to Program. *Proceedings of the 3rd Panhellenic Conference «Didactics of Informatics»* , p. 8.
- Samurçay. (1985). Signification et fonctionnement du concept de variable informatique chez les élèves débutants. 16, p. 144.
- Samurçay, R. (1988). Modèles cognitifs dans l'acquisition des concepts informatiques. *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique* , p. 219.
- Samurçay, R., & Rouchier, A. (1985). De «faire» à «faire faire» : planification d'actions dans la situation de programmation. *Enfance* , 2-3, pp. 241-254.
- Saliba, G (2018). *Enseigner l'informatique au cycle 4 : L'étude du cas Scratch*
- Sorva, J. &. (2007). Roles of Variables in Teaching. *JITE* .
- Sorva, J. (2008, Mai). A roles-based approach to variable-oriented programming. *An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments* , 4, pp. 62–74.