

# Le logiciel de programmation comme instrument

Marielle Léonard

CRIStal équipe NOCE, UMR CNRS 9189  
CIREL équipe THEODILE, ULR 4354  
Association France-ioi

28 mars 2025



[marielle.leonard@univ-lille.fr](mailto:marielle.leonard@univ-lille.fr)





# En introduction

## Quelques instruments en mathématiques et informatique



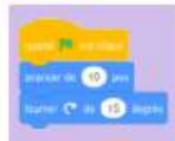
# En introduction

## La règle comme premier exemple



# En introduction

## Des instruments pour la programmation par blocs



# En introduction

## Des instruments pour la programmation textuelle



- Le logiciel de programmation par blocs comme instrument
- L'instrument pour apprendre
- L'instrument pour enseigner

# Le logiciel de programmation par blocs comme instrument

## Un logiciel de programmation par blocs

The screenshot displays the Algoréa programming environment. At the top, there are four tabs labeled 'VERSION 0000'. The main area is divided into three sections:

- Instructions:** A text area containing the following text:

Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre.

Le robot ne peut pas accéder à une case si une fleur a déjà poussé dessus. Il ne va quand même pas écraser les fleurs !

Attention ! Le même programme doit fonctionner sur les trois tests.
- Simulation:** A 10x10 green grid with a robot icon on the left and a flower icon on the right.
- Code Editor:** A block-based programming area with a palette on the left and a workspace on the right. The palette contains blocks for 'venir à gauche', 'venir à droite', 'venir', 'venir une graine', 'tour à gauche', 'tour à droite', 'tester si case', and 'fin'. The workspace shows a sequence of blocks: 'Programme fini', 'venir à gauche', 'tour à gauche', 'venir', and 'venir une graine'.

At the bottom, there are three test buttons labeled 'Test 1', 'Test 2', and 'Test 3', and a play button. A '1/19' indicator is visible in the bottom right corner.

# L'interface d'Algoréa

## Les concepts piliers de la science informatique

The screenshot shows the Algoréa programming environment. On the left, there is a text area with instructions in French: "Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre. Le robot ne peut pas accéder à une case si une fleur a déjà poussé dessus. Il ne va quand même pas écraser les fleurs ! Attention ! Le même programme doit fonctionner sur les trois tests." Below the text is a 10x5 grid representing a virtual field with a robot, a seed, and flowers. At the bottom, there are three test buttons labeled "Test 1", "Test 2", and "Test 3". On the right, a Scratch-style block palette contains various programming blocks. A dark red callout box with white text points to the block palette, stating "ALGORITHME exprimé en Scratch — PROGRAMME". Another dark red callout box with white text points to the Scratch blocks, stating "LANGAGE Scratch". A third dark red callout box with white text points to the test buttons, stating "INFORMATION Grille donnée en entrée".

# L'interface d'Algoréa

## Les concepts piliers de la science informatique

The screenshot shows the Algoréa programming environment. At the top, there are four tabs labeled 'VERSION 0.0.0'. Below the tabs, there is instructional text: 'Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre.' and 'Le robot ne peut pas accéder à une case si une fleur a déjà poussé dessus. Il ne va quand même pas écraser les fleurs !'. A warning says 'Attention ! Le même programme doit fonctionner sur les trois tests.' Below this is a 5x5 grid representing the environment, with a green robot on the left and a yellow flower on the right. At the bottom, there are three test cases labeled 'Test 1', 'Test 2', and 'Test 3', each with a play button and a progress indicator.

**Blocs disponibles**  
Cliquez pour insérer

- left()**  
Fait passer le robot d'un quart de tour vers la gauche
- right()**  
Fait passer le robot d'un quart de tour vers la droite
- forward()**  
Fait avancer le robot d'une case
- flowerAhead()**  
Indique s'il y a une fleur sur la case devant le robot
- while**  
Affiche pour répéter un bloc d'instructions tant qu'une condition est vraie

```
from robot import *  
1- while not flowerAhead():  
4   forward()  
5   plantSeed()  
6  
7
```

**Représentation de la MACHINE Robot virtuel**

**LANGAGE Python**

**ALGORITHME exprimé en Python → PROGRAMME**

**INFORMATION Grille donnée en entrée**

10/15

# L'interface d'Algoréa

## Les concepts piliers de la science informatique

The screenshot shows the Algoréa programming environment. On the left, there is a text area with instructions: "Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre. Le robot ne peut pas accéder à une case si une fleur a déjà poussé dessus. Il ne va quand même pas écraser les fleurs ! Attention ! Le même programme doit fonctionner sur les trois tests." Below the text is a 10x5 grid representing a virtual field with a robot and flowers. At the bottom, there are three test buttons labeled "Test 1", "Test 2", and "Test 3". On the right, a Scratch-style block palette is visible with various programming blocks. A dark red callout box points to the block palette with the text "ALGORITHME exprimé en Scratch — PROGRAMME". Another dark red callout box points to the grid with the text "Représentation de la MACHINE Robot virtuel". A third dark red callout box points to the test buttons with the text "INFORMATION Grille donnée en entrée".

Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre.

Le robot ne peut pas accéder à une case si une fleur a déjà poussé dessus. Il ne va quand même pas écraser les fleurs !

Attention ! Le même programme doit fonctionner sur les trois tests.

Représentation de la MACHINE  
Robot virtuel

ALGORITHME  
exprimé en Scratch  
— PROGRAMME

LANGAGE  
Scratch

INFORMATION  
Grille donnée en  
entrée

# Qu'est-ce qu'un instrument ?

Au sens de Pierre Rabardel

Qui est Pierre Rabardel (1945-2021) ?



- à la frontière entre ergonomie et didactique
- filiation à Piaget, Vergnaud, Vygotsky
- 1995 : Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains

# Qu'est-ce qu'un instrument ?

Au sens de Pierre Rabardel

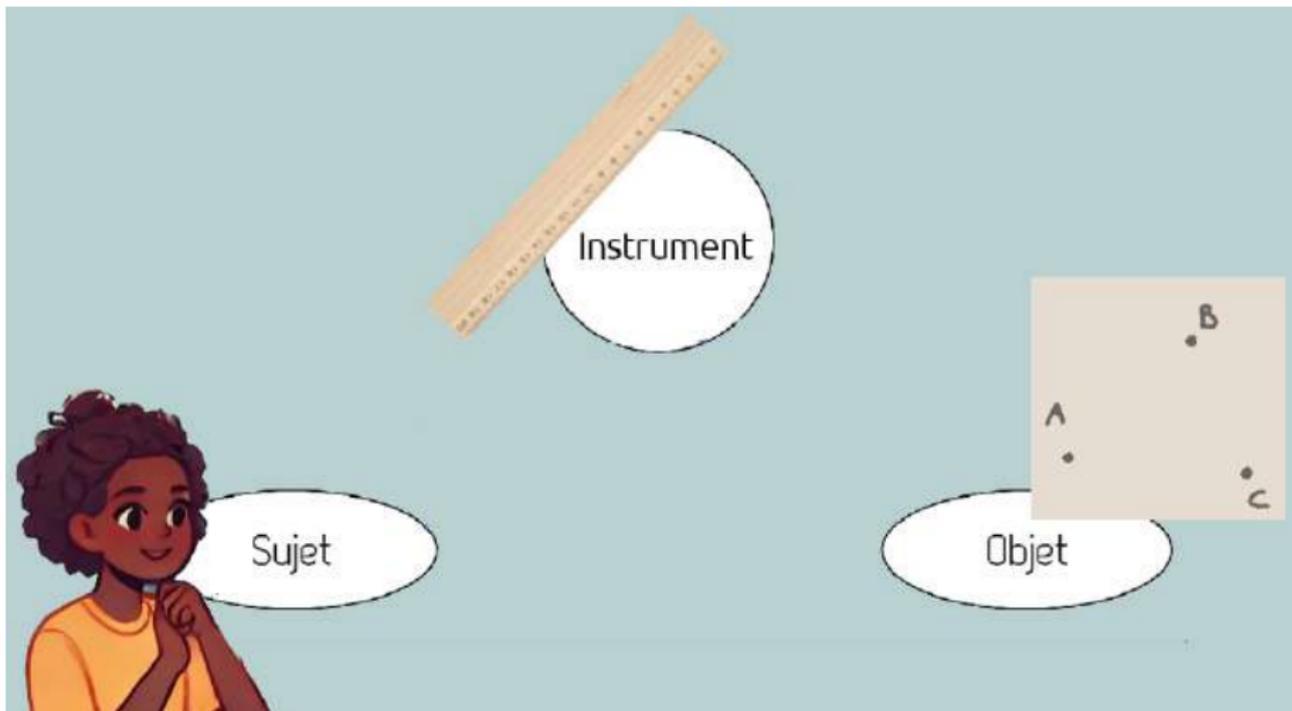


Artefact



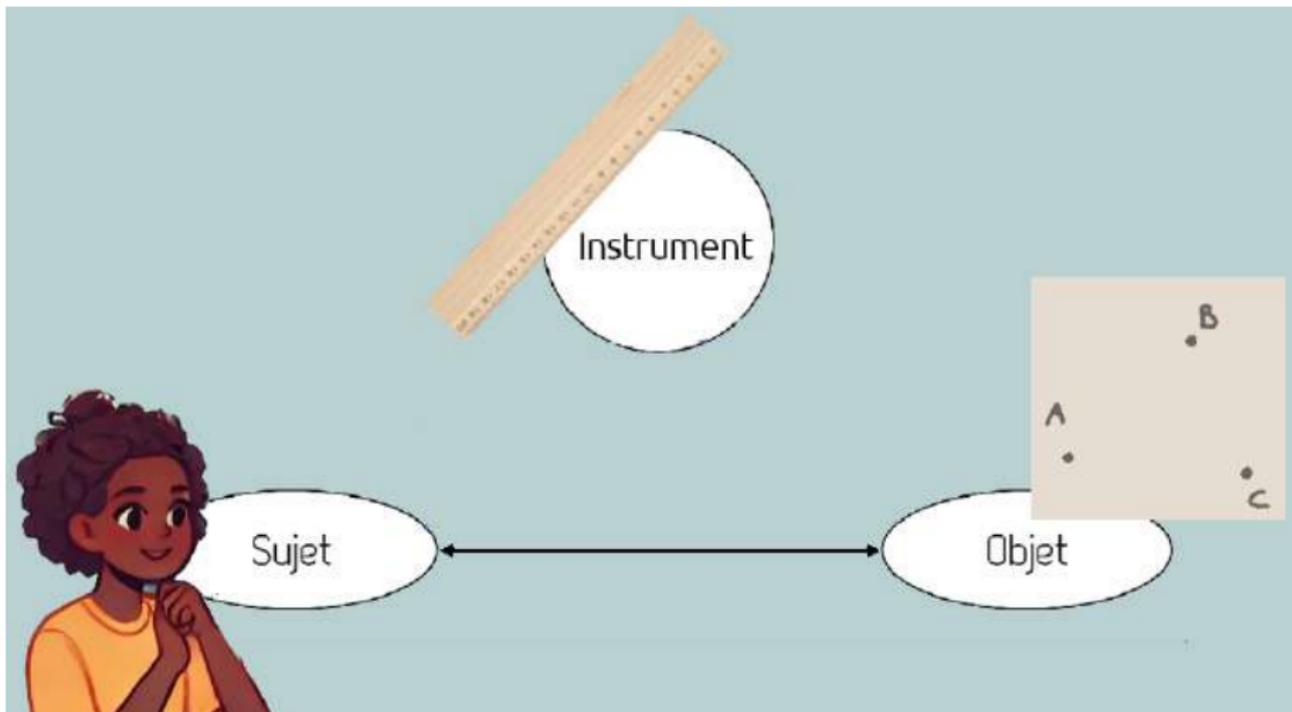
Schèmes d'utilisation

# Situation d'activité instrumentée



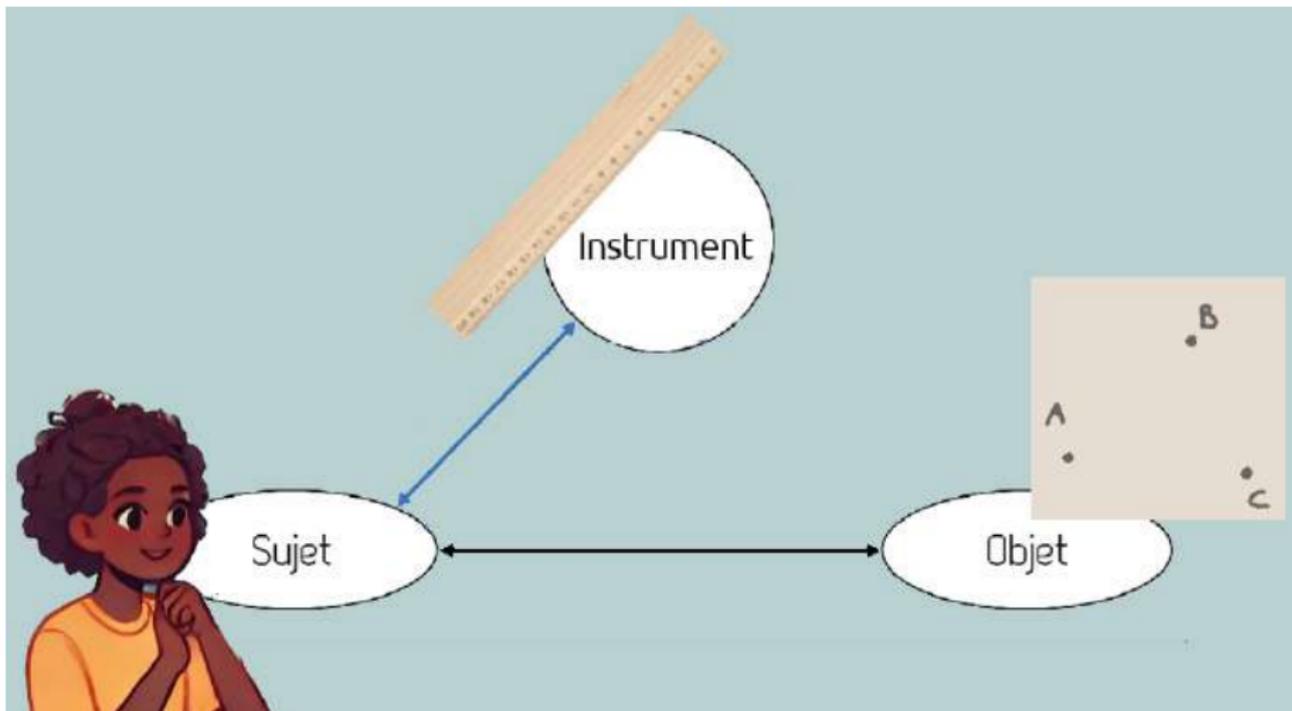
D'après le modèle S.A.I. de Pierre Rabardel

# Situation d'activité instrumentée



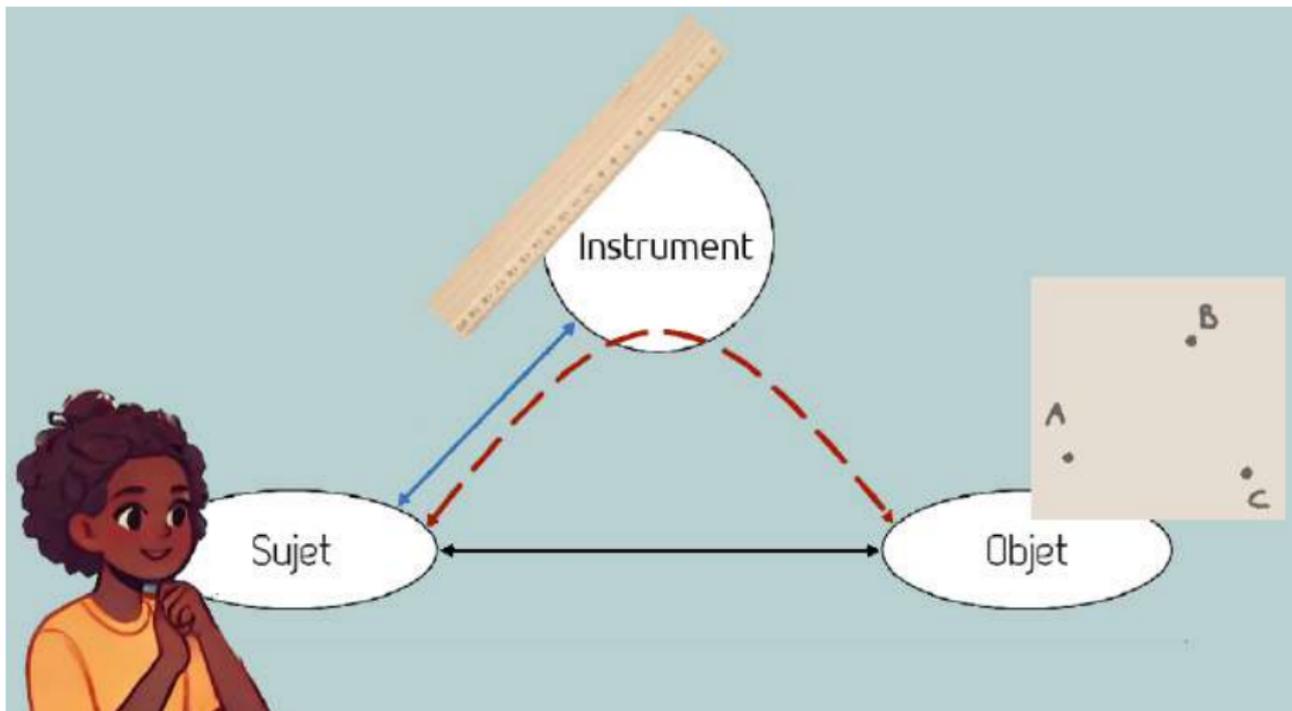
D'après le modèle S.A.I. de Pierre Rabardel

# Situation d'activité instrumentée



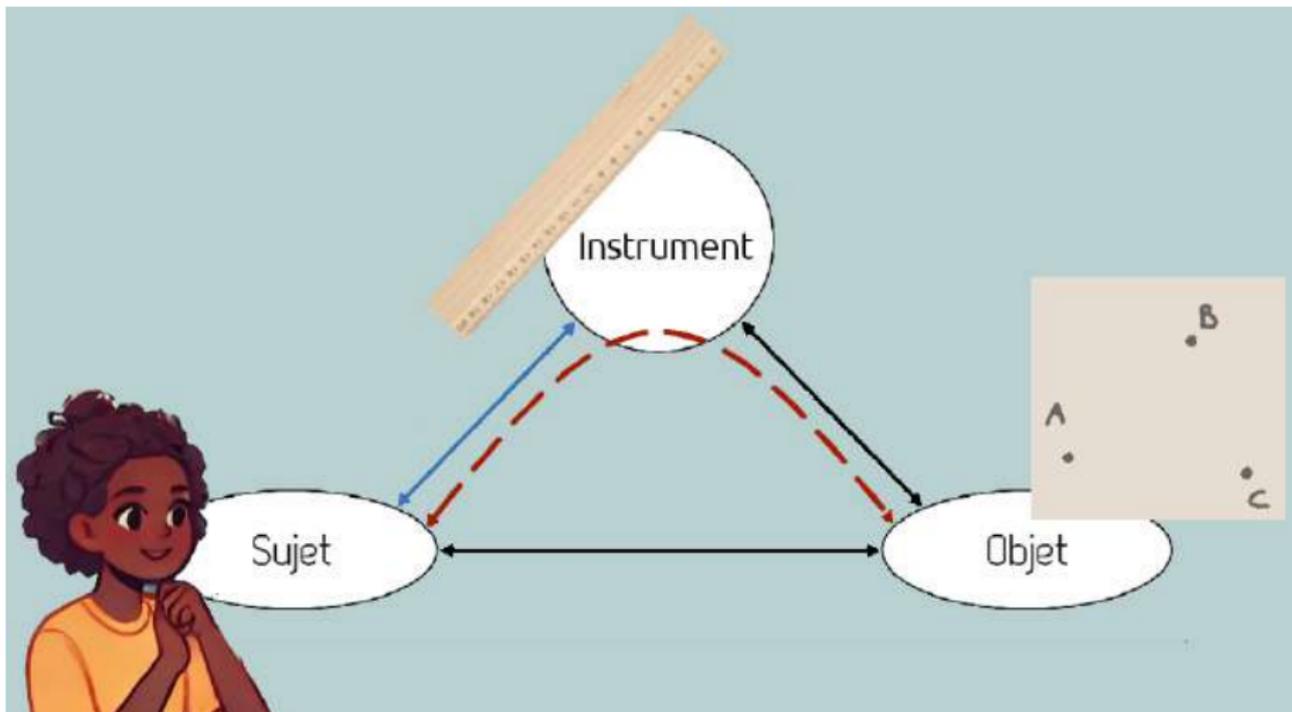
D'après le modèle S.A.I. de Pierre Rabardel

# Situation d'activité instrumentée



D'après le modèle S.A.I. de Pierre Rabardel

# Situation d'activité instrumentée



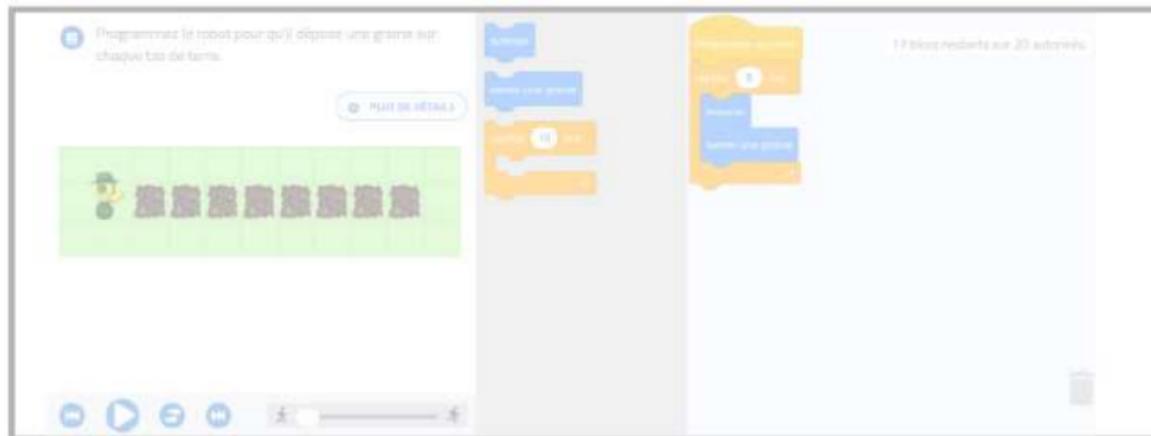
D'après le modèle S.A.I. de Pierre Rabardel

# Et l'ordinateur ?

Le cas du logiciel de programmation, un instrument complexe



# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation



Sujet



# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

## De l'artefact aux composantes artefactuelles



# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

## Le langage de programmation comme artefact symbolique



Souris  
(ou pad)



Composante artefactuelle



Sujet

# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

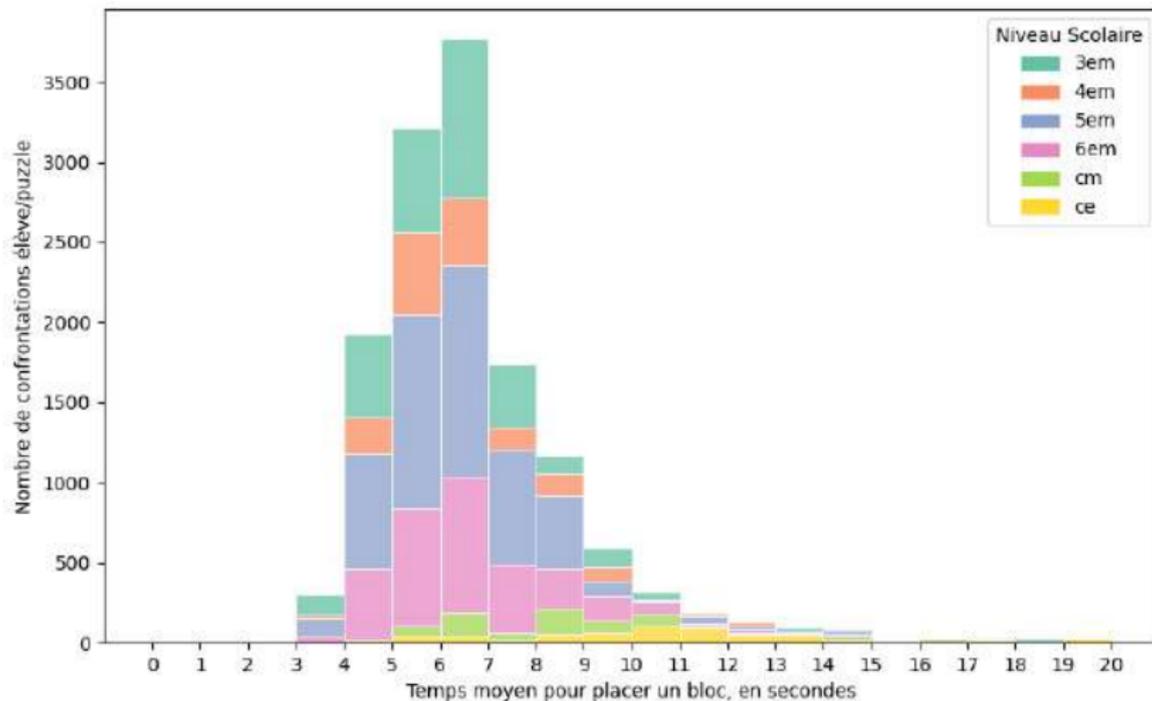
## La souris, artefact tangible



Composante artefactuelle  
— schéma d'usage (premier niveau)

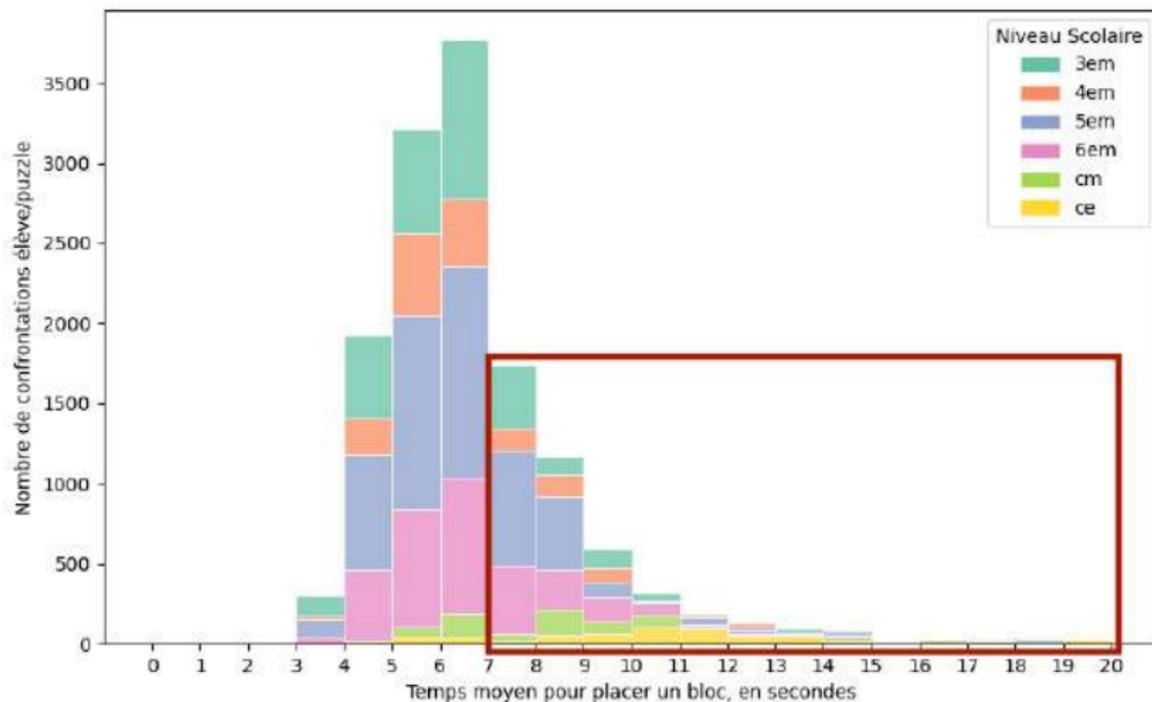
# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

## Dextérité dans le maniement de la souris

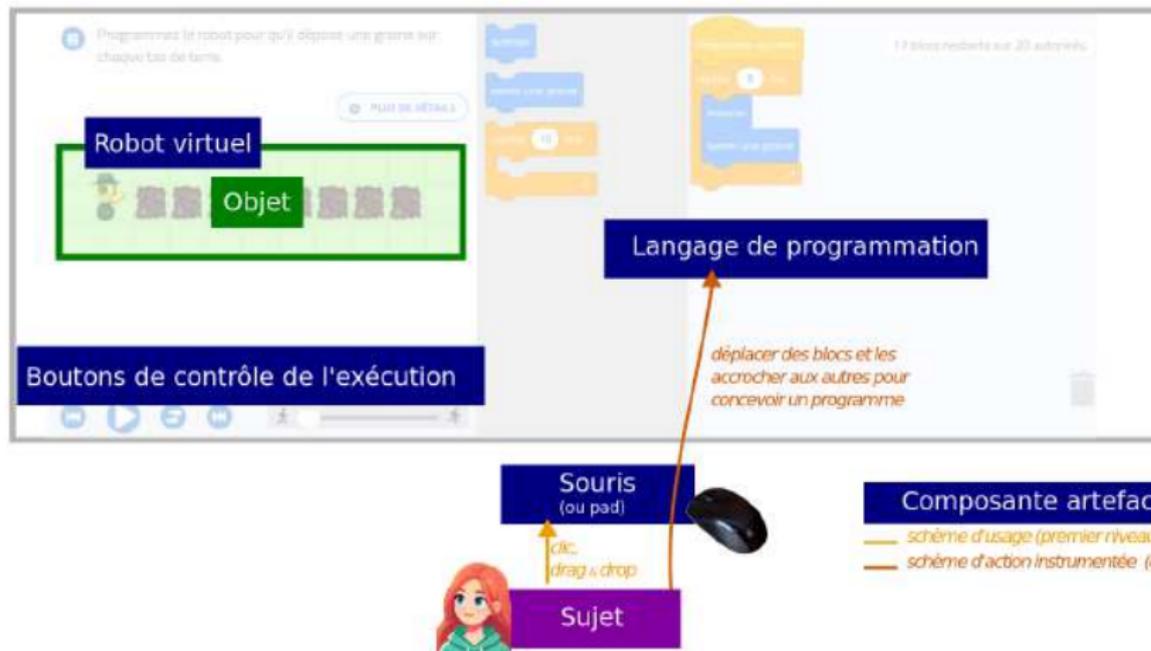


# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

## Dextérité dans le maniement de la souris



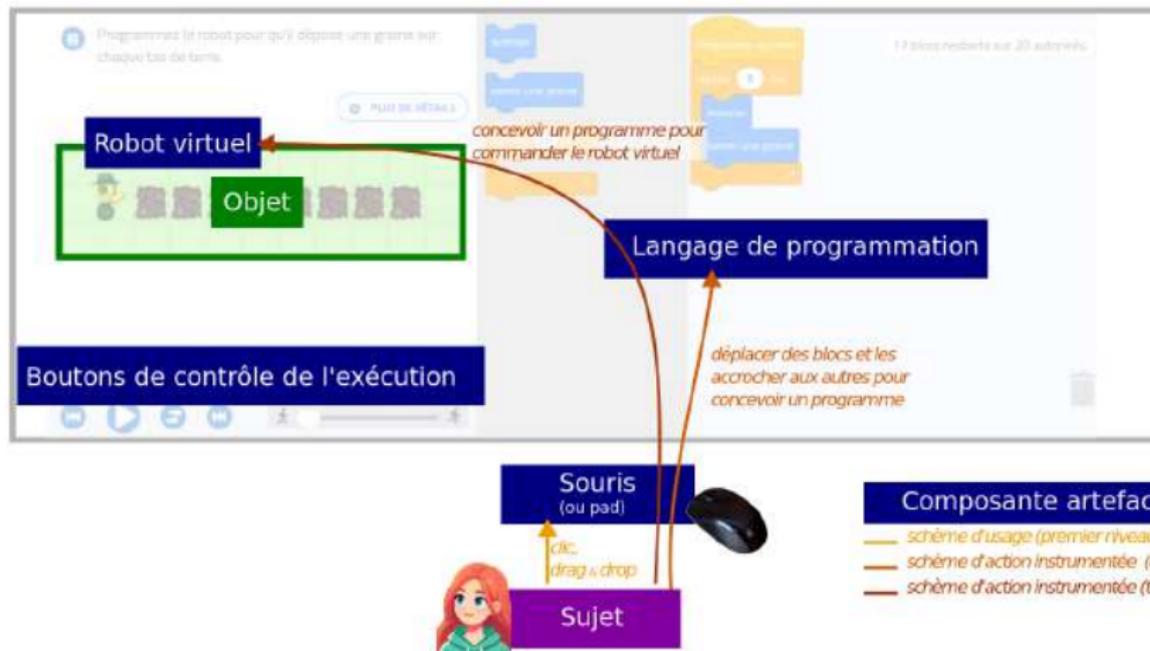
# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation



## Schème d'accrochage des blocs non construit

The screenshot displays the Scratch programming environment. At the top, a timer shows 44:45, the level is '1 - Chauffer le château', and the score is 0 points. Below the timer, there are buttons for 'Retour' and 'Plein écran'. The main workspace contains a task: 'Programmez le robot pour qu'il mette du bois dans la cheminée.' A 'PLUS DE DÉTAILS' button is visible. On the left, a small illustration shows a robot, a log, and a fireplace. On the right, the block palette is open, showing a 'Programme de label' block and three 'Lecture de label' blocks. A notification at the top right indicates '10 blocs restants sur 10 auto'. The bottom of the screen features a media control bar with play, stop, and volume icons.

# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

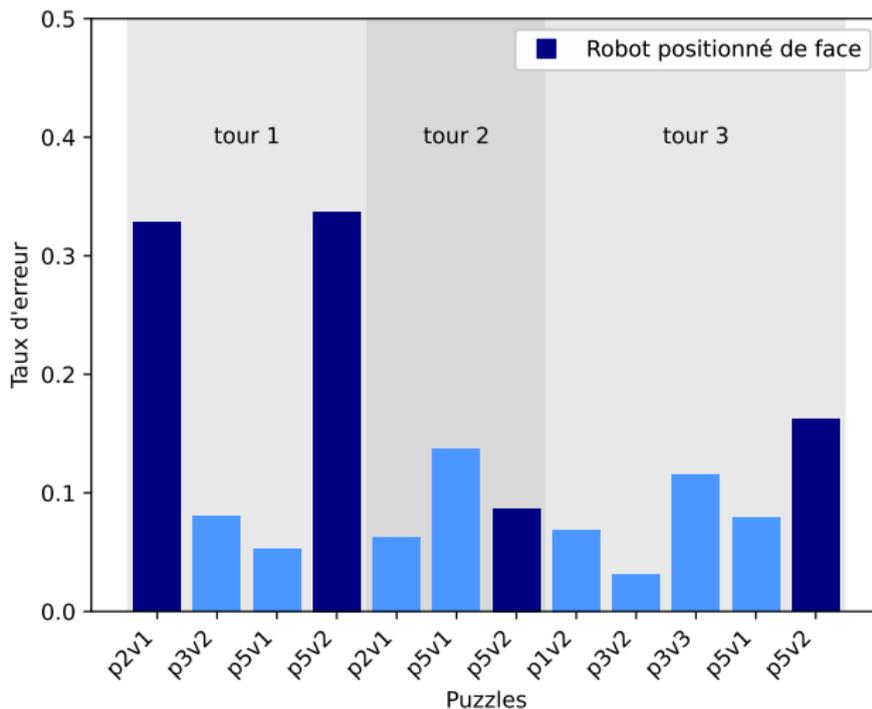


## Construction de la représentation des blocs de pivotement

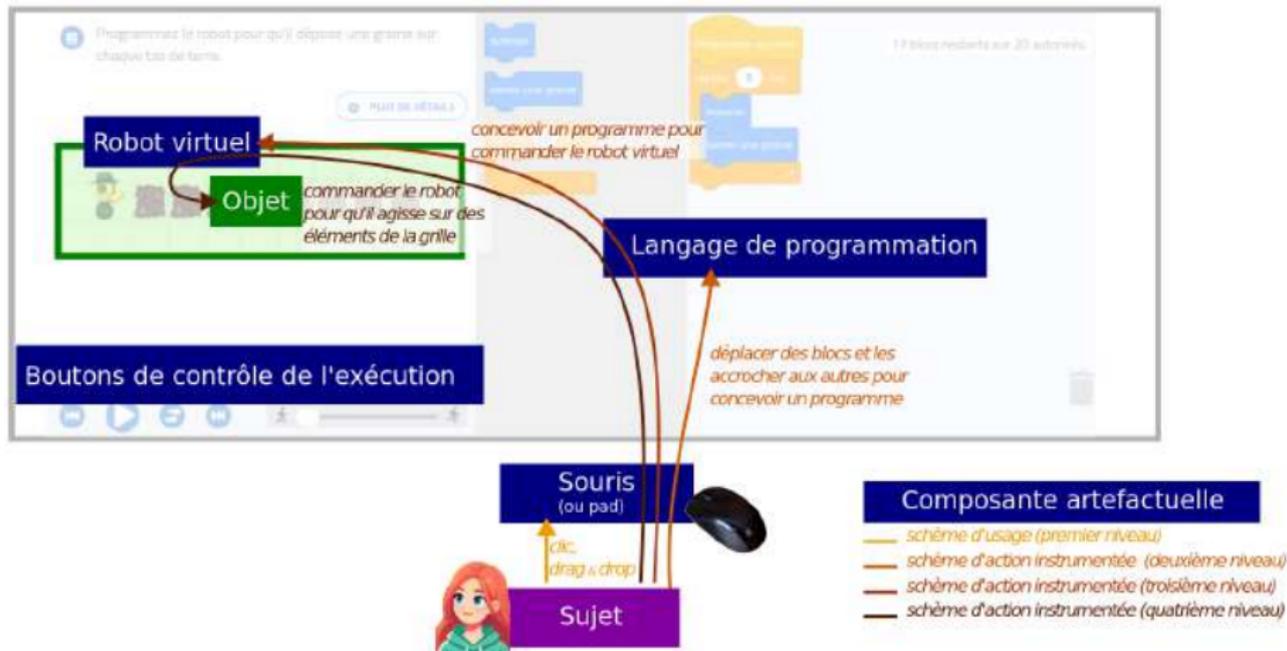
The screenshot shows a web browser window with the URL `chticode.algorea.org`. The page title is "1 - Planter des fleurs" and it shows a score of "10 points". The main instruction reads: "Programmez le robot pour qu'il sème une graine de fleur dans chaque zone de terre." Below this, there is a "Pas à Pas" button. The central area features a 5x5 grid with a robot on the left and two brown patches of soil in the middle. A block palette on the right contains the following blocks: "avancer", "tourner à gauche", "tourner à droite", and "semer une graine". A yellow block labeled "Programme du robot" is visible in the workspace. The bottom of the interface includes playback controls and a volume slider.

# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

## Taux d'erreur dans le sens de pivotement du robot en 2022

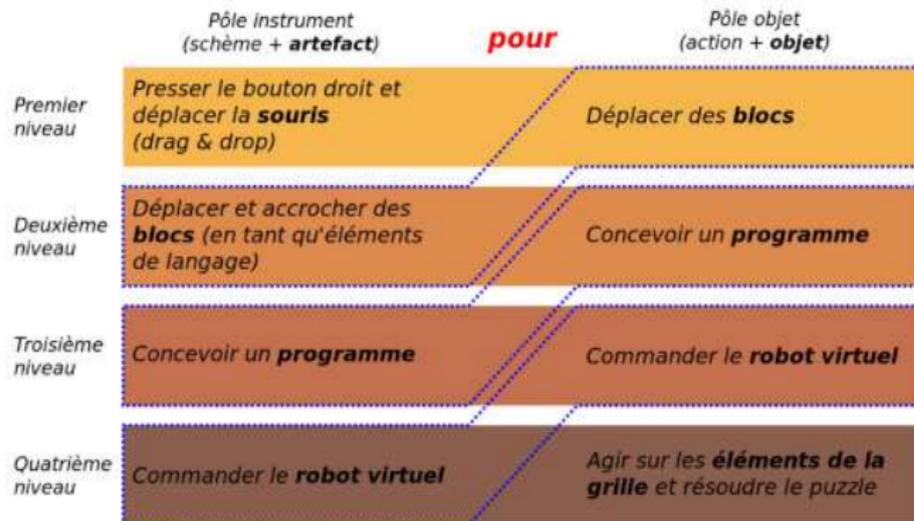


# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation



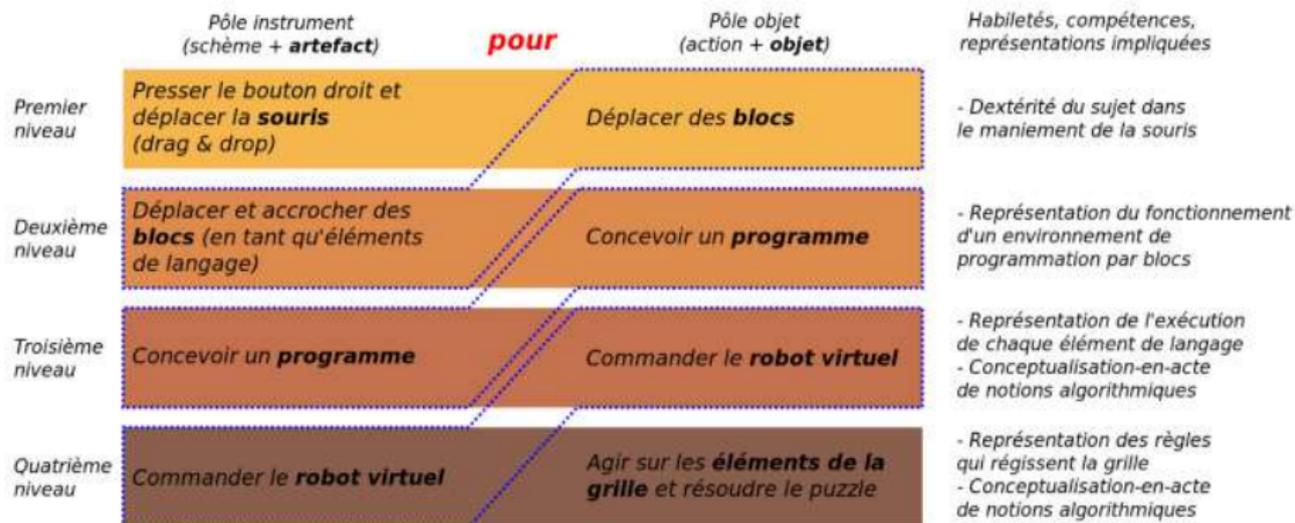
# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

## Système hiérarchique de schèmes



# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

## Activité représentative et premières notions algorithmiques

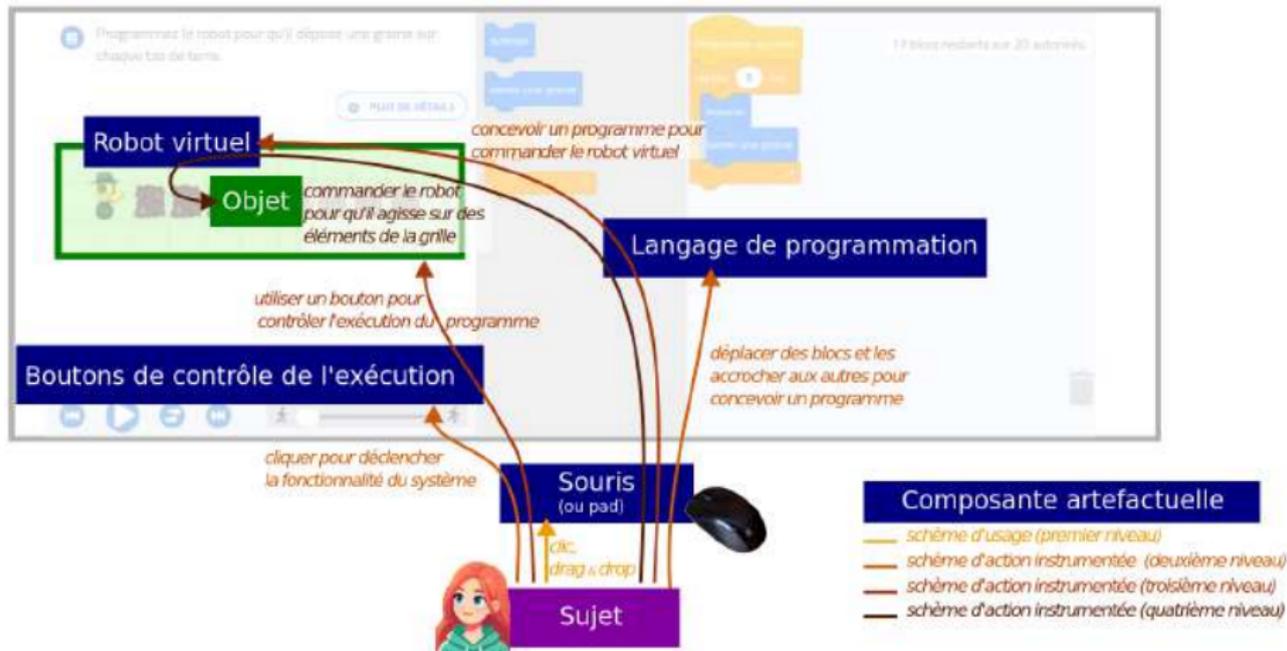


# Extrait vidéo : Lou, CM2

## Élargissement du schème d'usage du bloc "répéter"

The screenshot shows a Scratch programming environment. The browser address bar displays "Non sécurisé | chticode.algorea.org". The task title is "4 - Planter des fleurs" with a rating of 4 stars and a score of "80 points". The instructions are: "Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre." The help text says "Aide : Boucle de répétition". The workspace shows a green flag clicked event block, an "avancer" block, a "poser une graine" block, and a "répéter 10 fois" loop block. The stage shows a robot on a green field with four brown dirt piles. The bottom of the screen shows a Windows taskbar with the search bar containing "Taper ici pour rechercher" and the system tray showing the time "17:34" and date "13/12/2020".

# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation

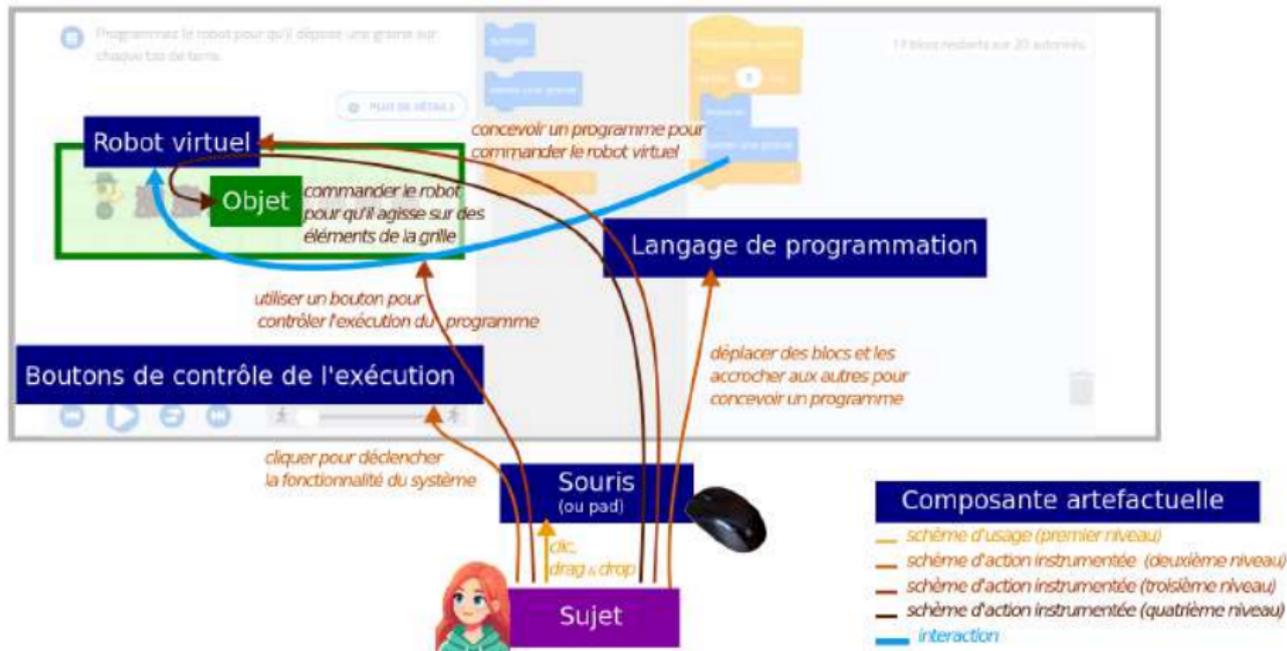


# Extrait vidéo : Timéo, 5ème

Non construction du schème d'usage du bouton "Play"

The screenshot displays the Scratch programming environment. At the top, the task title is "1 - Chauffer le château" with a timer at 43:37 and a score of 0 points. Below the title, there are navigation buttons for "Retour" and "Plein écran". The main workspace is divided into a script area on the left and a stage area on the right. The script area contains a blue "when green flag clicked" block followed by three "say" blocks: "parlons du bois", "parlons du bois", and "parlons du bois". The stage area shows a robot character on a dark blue stage with a red fireplace and a yellow log. A yellow "Programme du robot" block is visible in the top right corner of the stage area. The bottom of the screen shows a video player interface with a play button, a progress bar, and a volume icon.

# Étude instrumentale d'un logiciel de programmation



# Résumé : le logiciel de programmation comme instrument

Deux sous-tâches relativement indépendantes :

- Concevoir un programme
- Exécuter le programme conçu

# L'instrument pour apprendre

# L'instrument pour apprendre

## Schème de traitement pas à pas



# L'instrument pour apprendre

Mode pas à pas comme aide au débogage  
Mickaël (4ème)

The screenshot shows a programming interface for a game titled "5 - Dans l'espace". The interface includes a top navigation bar with a timer at 28:10, a star rating, and a score of 110 points. Below the navigation bar, there are four mission tabs, with the first one selected. The mission description reads: "Programmez le robot pour qu'il ramasse les objets perdus dans l'espace puis rejoigne la fusée. Votre robot doit aussi éviter les astéroïdes!". A "PLUS DE DÉTAILS" button is visible next to the description. The main workspace is divided into a grid-based game area on the left and a script editor on the right. The game area shows a rocket ship at the top right, a robot at the bottom left, and several blue diamonds and yellow clouds scattered across the grid. The script editor contains a sequence of blocks: a "quand cliqué" block, a "tourner à gauche" block, a "tourner à droite" block, a "prendre l'objet" block, and a "prendre l'astéroïde" block. A yellow "Programmer et tester" button is located above the script editor. In the top right corner, there is a user profile icon and a notification that says "10 blocs restants sur 10 autorisés". At the bottom of the interface, there are playback controls (play, stop, reset) and a volume slider.

# L'instrument pour apprendre

## La souris comme instrument de pointage

Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre

The image displays a programming environment for a robot. On the left, a green field contains a yellow robot and several dark brown soil piles. Red dots are placed on the field, with lines connecting them to specific blocks in the program on the right. The program, titled 'Programme du robot', includes the following blocks: 'tourner à gauche', 'tourner à droite', 'reculer', 'poser une graine', 'fluer', and 'poser sur la case'. Below these is a 'Répéter 10 fois' block. The connections show a sequence of movements and actions designed to visit each soil pile and deposit a seed.

# L'instrument pour apprendre

Instrumentation de l'exécution pour tester le corps de la boucle  
(Jade, 3ème)



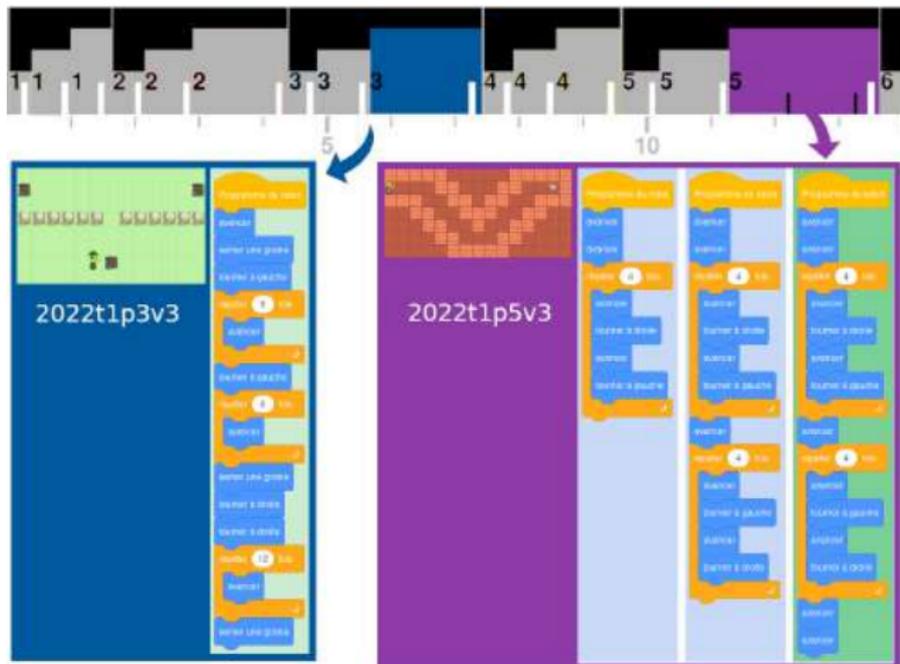
The screenshot shows a web browser window with the URL `chocoduaigorea.org`. The page title is "5 - Collecter les pierres précieuses" with a score of "130 points". The interface includes a timer at "34:09" and buttons for "Retour" and "Plein écran".

The main content area contains instructions: "Programmez le robot pour qu'il passe ramasser tous les diamants." and "Notez que lorsqu'il arrive sur une case, le robot ramasse automatiquement le diamant s'il y en a un sur la case." An "Aide : Boucle de répétition" link is provided.

A 10x10 grid shows a robot at the bottom left and a path of blue diamonds leading towards the top right. The code editor on the right contains a yellow "Répéter de" block with "12" and "fois" set, and a blue "avance de 1 pas" block. A status bar at the bottom right indicates "12 blocs restants sur 12 autorisés".

# L'instrumentation pour apprendre

Instrumentation de l'exécution pour repérer la position du robot à l'issue de l'exécution d'une boucle (Louna, 6ème)



# L'apprentissage de la boucle bornée

## L'erreur de remplacement du robot

Puzzle / Grille	Solution attendue	Exemple d'erreur	Description de l'erreur	Fréquence	Nombre de sujets
2022t2p4v3 			Il manque une instruction en fin de boucle, qui correspond à la remise du robot dans la même position par rapport au motif visuel qu'en entrée de boucle.	<b>0.617</b>	108



# L'apprentissage de la boucle bornée

## Caractère cyclique de la boucle Alexis (6<sup>ème</sup>)

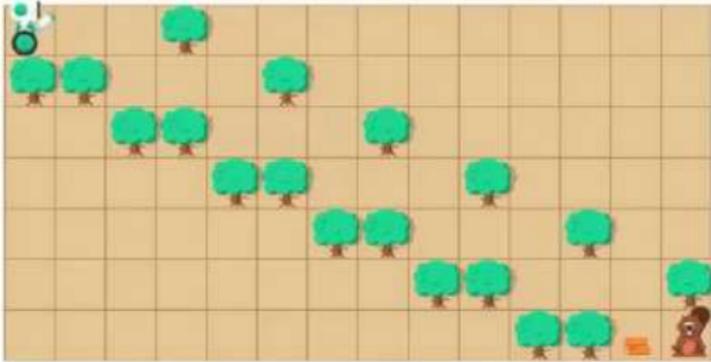
VERSION 1.0.0

VERSION 1.0.0

VERSION 1.0.0

VERSION 1.0.0

Programmez le robot pour qu'il ramasse le bois et le donne au castor.



```
graph TD; A[aller à gauche] --> B[tourner à gauche]; B --> C[tourner à droite]; C --> D[ramasser le bois]; D --> E[donner le bois au castor]; E --> F[ajouter 10 bois]; F --> G[aller à gauche]; G --> H[tourner à droite]; H --> I[ramasser le bois]; I --> A; subgraph Loop [5 fois]; A; B; C; D; E; F; G; H; I; end;
```



# L'introduction des variables

Distinction difficile entre variable et capteur

Timéo (5<sup>ème</sup>)

The screenshot displays a Scratch project titled "5 - Distribuer le bois" with a score of 170 points. The game board shows a grid with trees and a stack of logs. The code area contains a loop with the following blocks:

- when green flag clicked
- when green flag clicked
- say [ ] for 2 secs

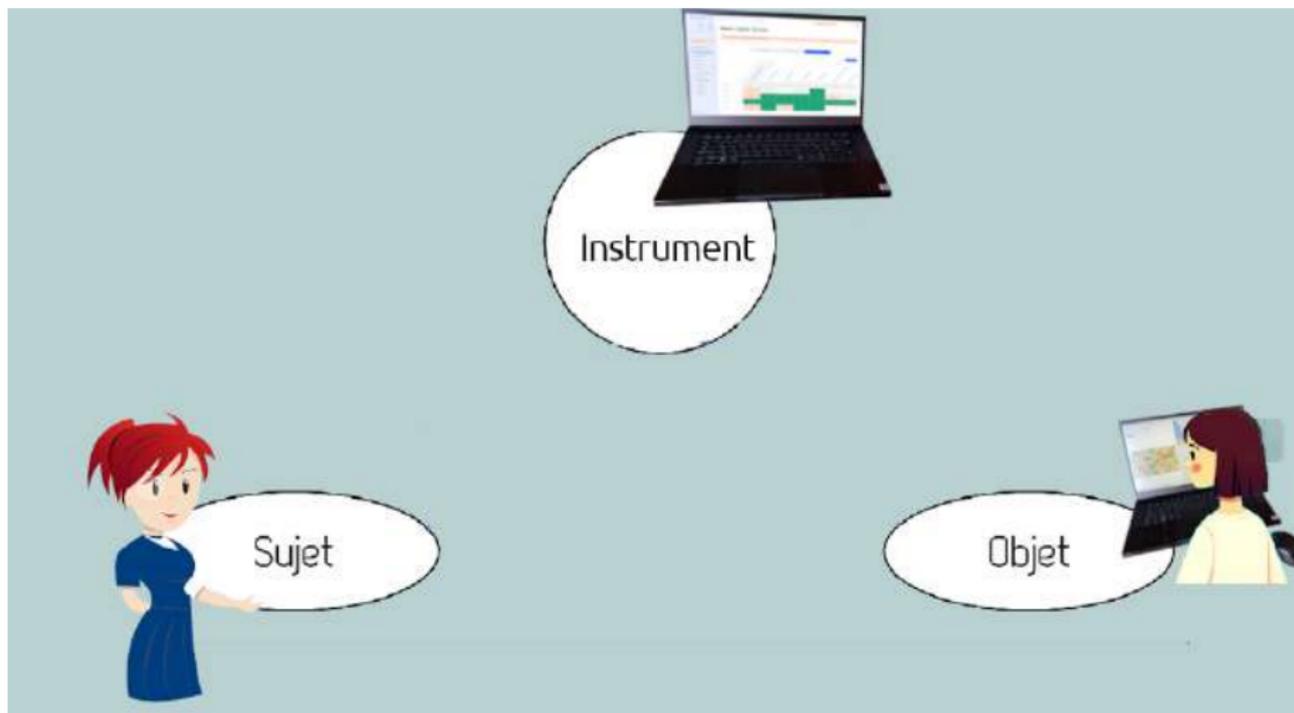




# L'instrument pour enseigner

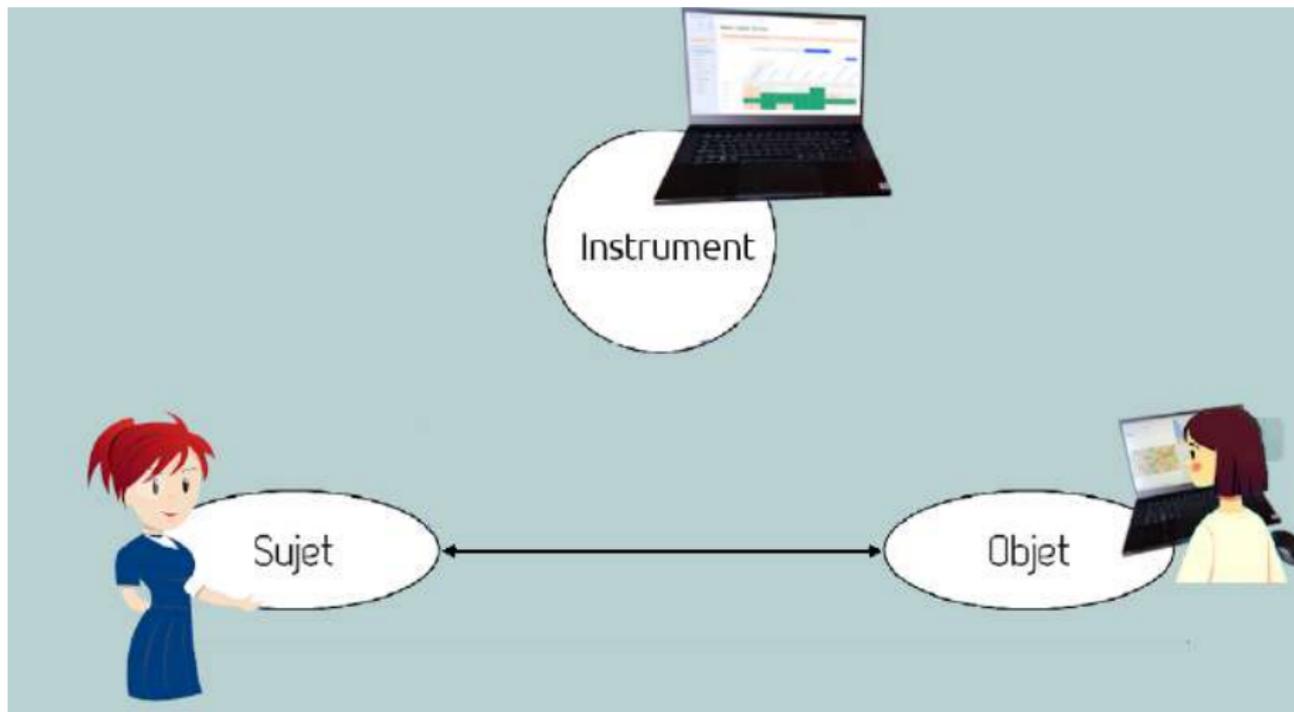
# L'instrument pour enseigner

## Pôles de la situation instrumentée



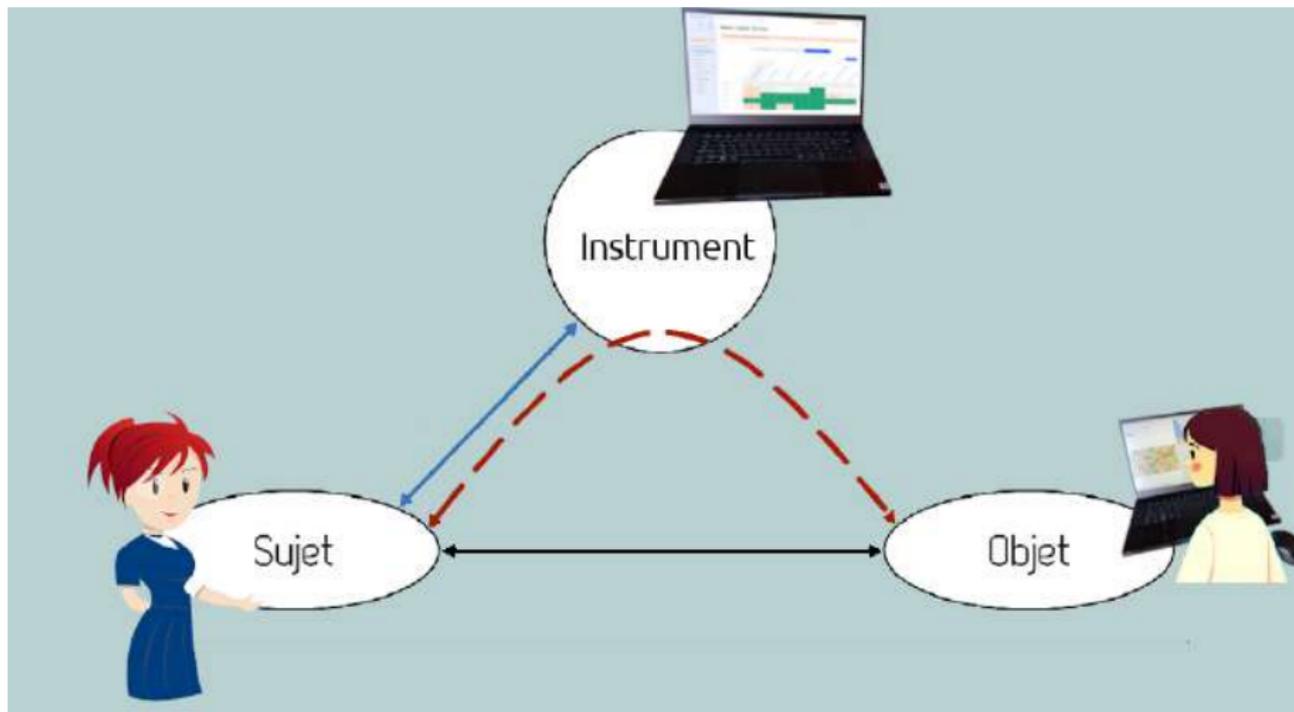
# L'instrument pour enseigner

## Pôles de la situation instrumentée



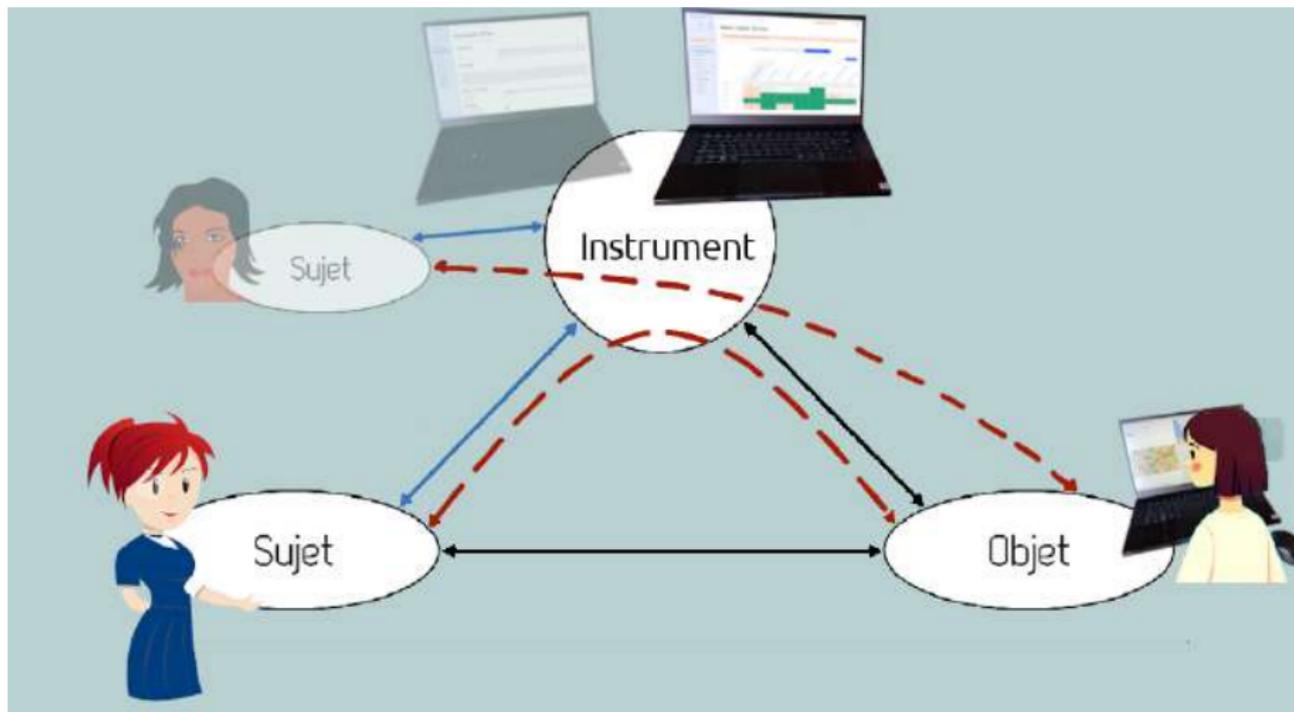
# L'instrument pour enseigner

## Pôles de la situation instrumentée



# L'instrument pour enseigner

## Pôles de la situation instrumentée







# Le choix des blocs mis à disposition

Boucle en repérant un motif visuel sur la grille  
Noé (3<sup>ème</sup>)

The screenshot shows the Scratch interface for a challenge titled "4 - Peindre le dessin" (4 - Paint the drawing). The challenge is worth 100 points and has a timer of 35:39. The stage shows a 1x10 grid with a robot on the left and a "Quand" block. The script area contains a "Répéter" block with a "Répéter" block inside. The challenge text asks to program the robot to color all cases with a black dot except the first one.

# Le choix des blocs mis à disposition

## Structure conditionnelle imbriquée dans une boucle Noé (3<sup>ème</sup>)

The screenshot shows a Scratch workspace with the following elements:

- Task:** "Programmez le robot pour qu'il dépose une graine sur chaque tas de terre." (Program the robot so that it deposits a seed on each pile of earth.)
- Stage:** A green field with a small robot on the left and several brown soil piles arranged in a line.
- Script Area:** A sequence of blocks: "Lancer à gauche", "Lancer à droite", "Attendre", "Répéter", "Lancer une graine", "Tourner", "Avance sur la scène", and a "Répéter" block containing "Lancer une graine".
- Block Palette:** A "Répéter" block is highlighted in orange, showing its internal structure with a "Lancer une graine" block and a "Répéter" block.
- Interface:** The top bar shows a timer at 43:52, the title "1 - Planter des fleurs", a star rating, and "10 points". Buttons for "Retour" and "Plein écran" are visible. A user profile icon is in the top right.

- Aperçu... donc incomplet
- Logiciel de programmation spécifique

Mais

- Principe de l'étude instrumentale généralisable

Merci de votre écoute!