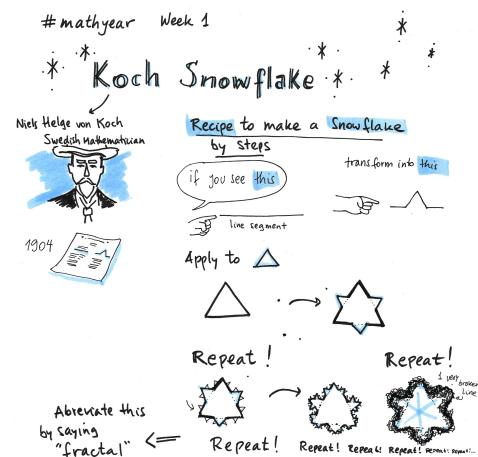


# Math year challenge

Texte: Constanza Rojas-Molina et Marlène Knoche  
Illustrations : Constanza Rojas-Molina et Marlène Knoche  
Source : Images des mathématiques



# Math year challenge

Textes : Constanza Rojas-Molina et Marlène Knoche  
Illustrations : Constanza Rojas-Molina et Marlène Knoche  
Source : Images des mathématiques

## Sommaire

### Mode d'emploi

Séquence 1 : Alan Turing, mathématicien et père de l'intelligence artificielle

Séquence 2 : Modélisations à l'aide des mathématiques

Séquence 3 : Cryptographie

Séquence 4 : Mathématiques et langage

Séquence 5 : Mathématiques, langage pour la physique

Séquence 6 : Mathématiques et espace

## Sommaire détaillé

### Mode d'emploi

#### Séquence 1 : Alan Turing, mathématicien et père de l'intelligence artificielle

Le flocon de Koch.

Le tapis de Sierpinski.

L'ensemble de Mandelbrot.

La diffusion à travers une fractale.

#### Séquence 2 : Modélisations à l'aide des mathématiques

Le chaos et l'effet papillon.

L'invention du temps.

Ce que j'aime dans les maths.

Mathématiques du comportement.

#### Séquence 3 : Cryptographie

Introduction à la cryptographie.

Les nombres premiers en cryptographie.

Les symboles en cryptographie.

Alan Turing.

## Séquence 4 : Mathématiques et langage

Machine Enigma.

La hiérarchie de Chomsky.

La théorie des automates.

Les langages de programmation.

Mon théorème préféré.

## Séquence 5 : Mathématiques, langage pour la physique

Mathématiques, langage pour la physique.

Histoire de la physique.

Ma physicienne préférée.

Trois lois de Newton.

Physique quantique.

## Séquence 6 : Mathématiques et espace

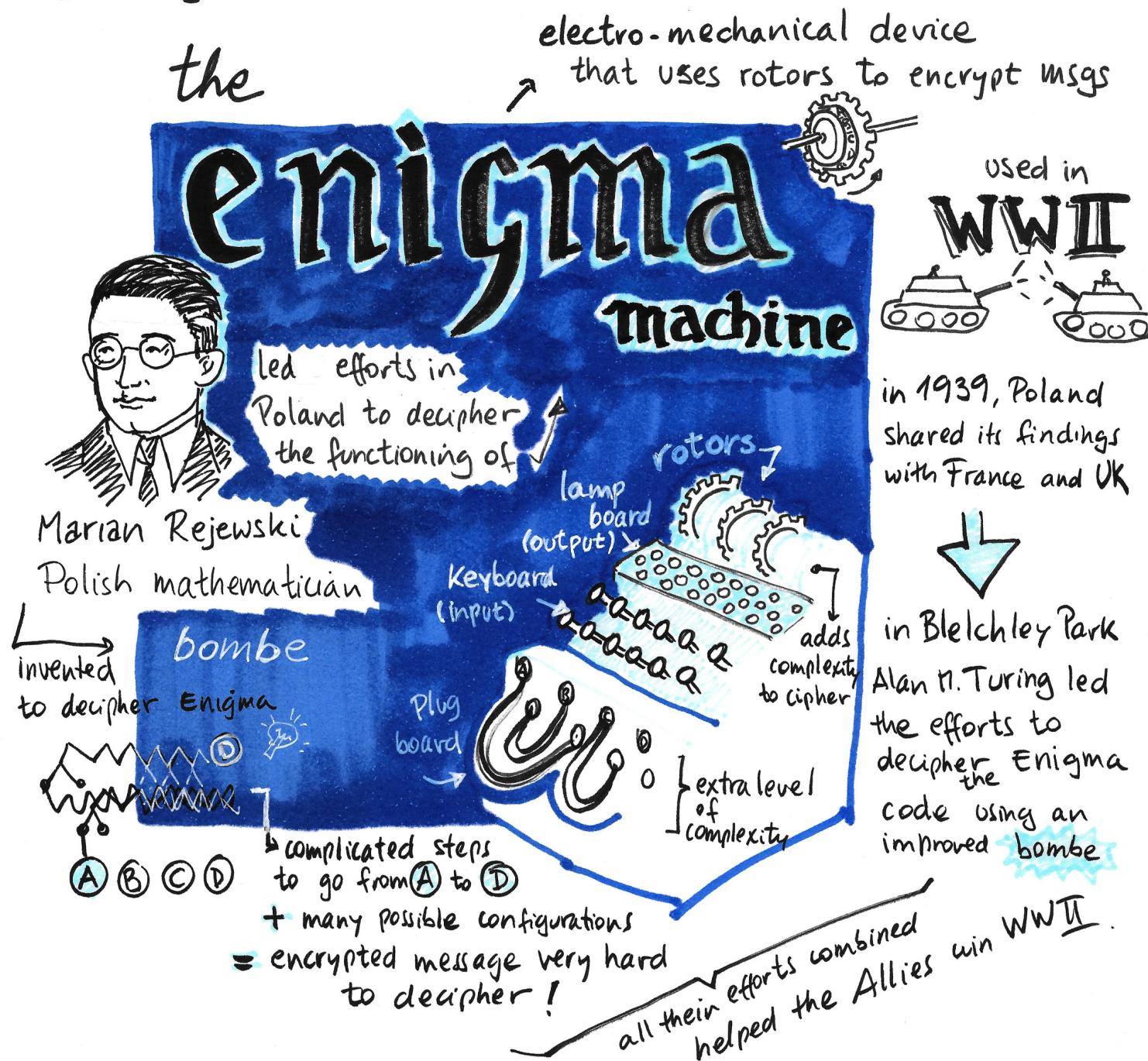
Dessin sur la géométrie aléatoire.

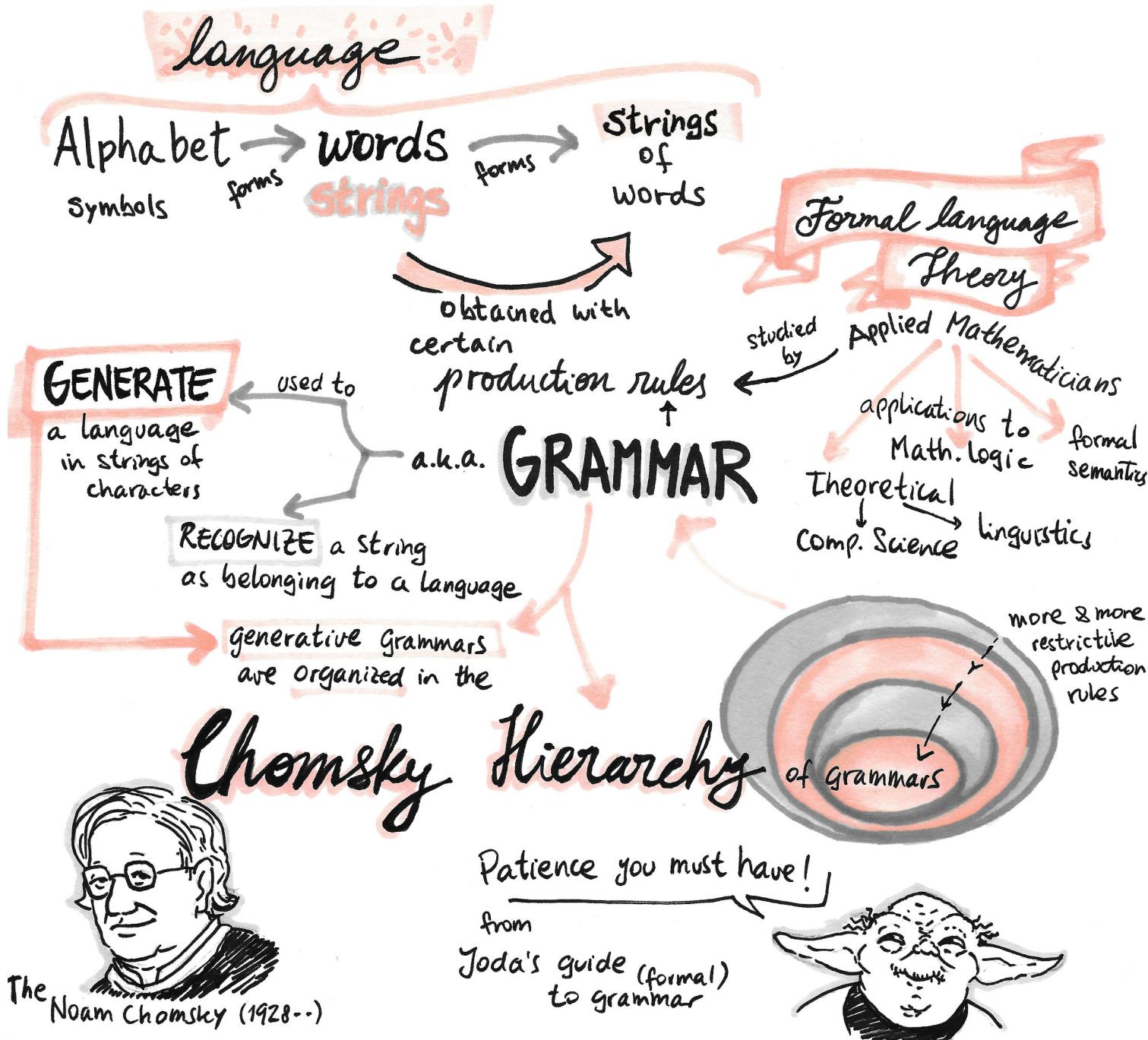
Le nombre d'or.

Le livre "Gödel, Escher, Bach".

La musique.

# Séquence 4 : Mathématiques et langage





Theoretical Computer Science & discrete Mathematics meet in

# AUTOMATA theory

plural of autómaton: acting by itself  
self

mechanical automaton

hey!  
I'm an automaton  
too!

Yeah, but you  
always do the same  
thing.  
Boring!

ouch!  
Paf!

"transition function"  $q: Q \times \Sigma \rightarrow Q$

$q(\text{current state}) = \text{next state}$

states at step  $n$        $\xrightarrow{q}$       states at step  $n+1$

Cellular automata can model the behavior of populations!

I just follow the rules!

very simple rules!

systems of  $\underbrace{Q}_{\text{states}}$  that change according prescribed set of rules.

START: Step 0      et. Conway's Game of Life

step 1      step 2      step 3

but after many steps, things can get very complicated!

#mathyear Week 16

\* Leslie Lamport advocates to write maths proofs as programming languages to avoid mistakes



uses  
a

Library

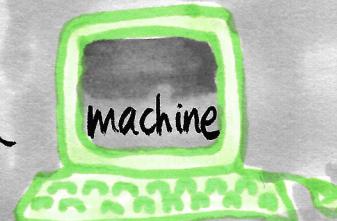
definitions  
functions  
everything I need

# programming {languages}

are languages

Used to give

instructions to a



to implement

an

input

Algorithm

→ output

% (computation  
of a function)

% (through a logic sequence  
of steps )

and sometimes  
there are



formal  
grammar

comes in a **HUGE**

VARIETY

Ex. C, C++, Fortran,  
Python, Java, Ada,...

corresponds  
to the  
**HUGE**  
VARIETY  
of its

USES

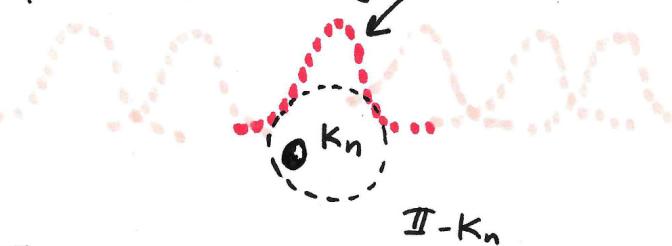
oh! so many  
applications!

so I made  
a program

> I love you ↗  
> ...

mh... I should  
write a program  
so you can answer  
back ...

A foundational result in Quantum Mechanics:  
the



# 'RAGE' theorem

Ruelle  
1969

Amrein - Georgescu  
1973

Enss  
1978



that is, we know  
this is TRUE, we have a PROOF!

Theorem: Let  $A$  be a self-adjoint operator, represents OBSERVABLES in QUANTUM MECHANICS where we look at

hypotheses {  
 $K_n$  a sequence of relatively cpt operators which converges strongly to the identity.

Then:

the magic happens

$$\mathcal{H}_C = \left\{ \Psi \in \mathcal{H} \mid \lim_{n \rightarrow \infty} \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \| K_n e^{-itA} \Psi \| dt = 0 \right\}$$

$$\mathcal{H}_{PP} = \left\{ \Psi \in \mathcal{H} \mid \lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{t \geq 0} \| (I - K_n) e^{-itA} \Psi \| = 0 \right\}$$

possible states of the electron

SPECTRAL PICTURE

<abstract maths>



<physics>

evolution in TIME

dynamical picture