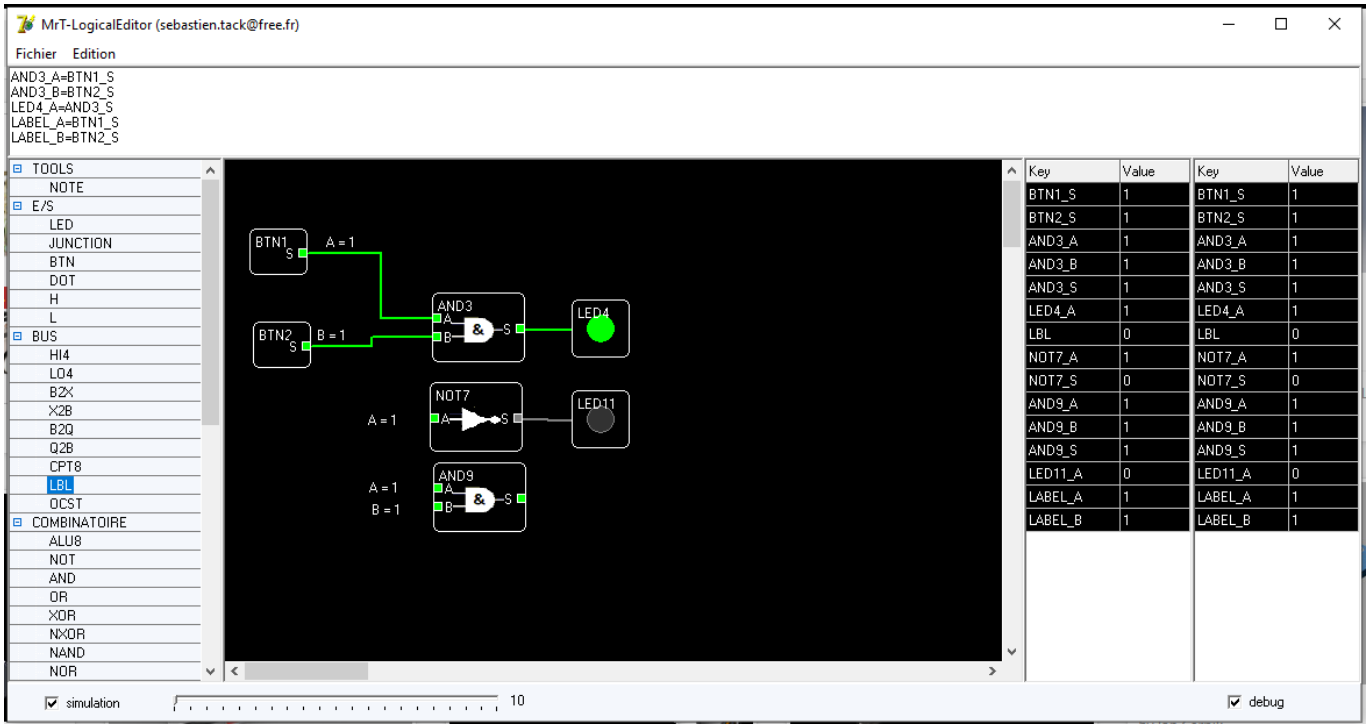
LOGICIEL LOGICAL EDITOR



SimuLogic — Simulateur logique et micro-contrôleur pédagogique *Lazarus / FreePascal — Octobre 2025*

—

Objectif du projet

SimuLogic est un environnement développé sous Lazarus / FreePascal permettant :

- de construire et simuler des circuits logiques combinatoires et séquentiels ; - de composer progressivement un micro-contrôleur rudimentaire, avec :

1. un gestionnaire de bus,
2. une mémoire ROM contenant un programme,
3. une RAM 8 bits,
4. un registre d’instruction (IR),
5. un registre accumulateur (A),
6. une unité arithmétique et logique (ALU),
7. un compteur ordinal (PC),
8. un contrôleur / unité de commande capable de décoder les instructions.

L’objectif est un outil pédagogique puissant, simple d'accès, adapté à l’enseignement des systèmes logiques, des microarchitectures et de la programmation bas-niveau.

—

Philosophie du logiciel

1. Le concret d’abord

SimuLogic rend visibles :

- la propagation des bits, - le rôle des bascules et des fronts d’horloge, - la circulation des données dans les bus, - le fonctionnement interne d’un micro-contrôleur.

L’élève observe le système fonctionner étape par étape, ce qui ancre les concepts abstraits dans l’expérience concrète.

2. Une logique unifiée : combinatoire + séquentielle

Le moteur interne repose sur deux passes :

1. Passage séquentiel — traitement des signaux mémorisés (@signal) 2. Passage combinatoire — propagation logique instantanée

Cette architecture clarifie la différence entre mémoire et logique et permet de créer des circuits fiables et pédagogiques.

3. Construire un micro-contrôleur, brique par brique

Chaque composant du micro-contrôleur est représenté par un bloc :

- PC (compteur ordinal) - IR (registre d’instruction) - A (accumulateur) - ALU (arithmétique et logique) - ROM (programme) - RAM (mémoire de données) - BUS (sélection de sources) - CTRL (décodage d’instruction)

L’utilisateur peut câbler son propre micro-contrôleur et observer son fonctionnement interne, ce qu'un matériel réel ne permet pas de manière aussi transparente.

—

Construction de circuits

L'utilisateur dispose de nombreux composants :

- portes logiques (AND, OR, XOR, NOT…) - multiplexeurs - bascules (RS, JK, D, T) - compteurs - bus 4 ou 8 bits - registres - RAM et ROM - afficheurs (LED, 7 segments) - labels (renommage et routage local) - notes

Chaque bloc possède :

- des entrées et sorties nommées, - des équations logiques internes en notation RPN, - un préfixe automatique évitant les collisions de noms.

Les connexions se font intuitivement par clic, même dans des circuits complexes.

—

Simulation

- Simulation en temps réel via timer ou en mode pas-à-pas. - Affichage direct de :

1. l’état des bits,
2. les valeurs des bus,

3. l’état des registres,
4. le cycle d'exécution d’une instruction.

La mémoire interne peut être inspectée et figée pour analyser un cycle.

—

Simulation d’un micro-contrôleur rudimentaire

Pipeline minimal

1. **FETCH**

1. PC fournit l’adresse
2. ROM renvoie l’octet d’instruction
3. IR se charge

2. **DECODE**

1. Le contrôleur active LOAD_A, ALU_SEL, BUS_SEL, RAM_RW, etc.

3. **EXECUTE**

1. ALU calcule
2. Accumulateur ou RAM mis à jour selon l’instruction

Jeu d’instructions typique

- LDA imm : charger une constante - ADD imm : addition immédiate - STA addr : stocker A en RAM - LDA addr : charger depuis la RAM - JMP addr : saut inconditionnel

L’élève voit littéralement les signaux s’activer et le bus commuter, ce qui concrétise la micro-architecture.

—

Public visé

- Enseignants en sciences de l’ingénieur (STI2D / SSI) - Étudiants en électronique ou informatique - Makers souhaitant comprendre l’intérieur d’un CPU - Élèves débutants en logique numérique

—

Pourquoi ce logiciel est unique ?

- Il combine éditeur visuel, simulateur logique, gestion des bus et micro-architecture complète. - Il est basé sur Lazarus/FreePascal : libre, modifiable, pédagogiquement clair. - Il offre une visualisation interne du micro-contrôleur, habituellement invisible. - Sa logique interne simple mais cohérente est idéale pour la formation.

—

Évolutions possibles

- Breakpoints et debug instruction par instruction - Registres supplémentaires - ALU paramétrable - Jeu d’instructions étendu - Export en VHDL/Verilog - Interaction avec microcontrôleurs réels via liaison série

—