

LES GUIDES PRATIQUES DU TRAIN MINIATURE

# **AUTOMATISEZ VOTRE RÉSEAU**

Concevoir un projet avec Arduino  
et l'Intelligence Artificielle

LES GUIDES PRATIQUES DU TRAIN MINIATURE

# AUTOMATISEZ VOTRE RÉSEAU

Concevoir un projet avec Arduino  
et l'Intelligence Artificielle

crédits

## Texte et Illustrations :

Christian Bézanger sauf  
page 56 : Yann Baude  
page 69, figure 56 et  
page 70, figure 58 : MTB

- longueur max.  
- URL?

# Introduction

Le guide pratique « **Animez votre réseau : Initiation au système Arduino** » a permis à de nombreux modélistes de découvrir les microcontrôleurs et ce qu'on peut en faire pour animer un réseau de trains miniatures. Le lecteur pouvait voir fonctionner de nombreux petits montages sans même avoir à les construire, grâce à des liens vers des simulateurs d'Arduino comme **Tinkercad** ou **Wokwi**, une première dans le domaine du modélisme ferroviaire. Le succès a été immédiat et mon but était atteint : donner envie aux modélistes de se mettre à l'électronique programmable. Aussi, quand Christian Fournereau m'a proposé de faire un tome 2 du guide, plutôt qu'une simple mise à jour, j'ai été immédiatement séduit par l'idée. Cela représentait plus de travail, mais le jeu en valait la chandelle car les choses évoluent très vite dans le domaine de l'électronique et de l'informatique.

Si vous avez envie d'aller plus loin dans l'utilisation des microcontrôleurs, le guide que vous avez en main, que j'appellerai « tome 2 », est fait pour vous. Cependant, il n'est pas possible au sein d'un guide qui doit rester accessible à tous, de décrire de façon complète et détaillée toutes ces nouvelles techniques : nouveau logiciel plus convivial, nouvelles cartes plus performantes, nouveaux langages, programmation en ligne, Cloud, objets connectés, Intelligence Artificielle, bref tout ce que vous devez savoir pour être capable d'aller encore plus loin. Mon but est de vous ouvrir des portes mais ce sera à vous d'en franchir le seuil pour découvrir ce qui se cache derrière et qui peut vous aider à progresser. C'est pourquoi je me suis forcément limité à l'essentiel dans mes explications, mais je reste persuadé que vous réussirez parfaitement à acquérir les connaissances qui vous seront nécessaires pour construire vos projets.

Mon but est de vous donner une méthode plutôt que décrire l'ensemble des connaissances, ce qui aurait sans doute ennuyé certains lecteurs. Et plutôt que remplir ce guide d'informations que vous pourriez trouver sur internet, j'ai préféré me recentrer sur le train miniature en proposant des exemples chaque fois que c'était possible. Il vous est ainsi possible de franchir les portes qui vous intéressent et de laisser pour plus tard d'autres portes qui vous sont moins utiles pour l'instant. Bien évidemment, je vous ai donné des pistes à approfondir, des sites internet à découvrir, des livres ou des articles à lire.

Les quatre premiers chapitres donnent des généralités sur les nouveaux outils et les nouvelles cartes à votre disposition, y compris celles développées par des concurrents d'Arduino. Dans cette section, j'aborde l'utilisation de l'Intelligence Artificielle qui peut parfois aider les débutants et leur servir de professeur pour progresser. Et comme il arrive toujours un moment où on se retrouve bloqué dans la conception d'un projet, j'ai donné quelques conseils pour trouver de l'aide, car on n'est jamais mieux servi que par soi-même.

Les chapitres 5 à 10 sont consacrés au train miniature ; ils décrivent ce qu'on doit installer sur un réseau (capteurs et actionneurs), comment architecturer l'ensemble de l'électronique, et surtout comment concevoir et réaliser un projet complet, et parfois complexe, de modélisme ferroviaire. Après avoir décrit quelques montages simples qui compléteront ceux du tome 1, j'ai décrit trois projets complets dont un objet connecté. Ces projets avaient été plus ou moins esquissés dans le tome 1, mais non développés par manque de place.

Enfin, le chapitre 11 vous donnera quelques pistes pour aller encore plus loin, en vous faisant découvrir ce qu'il y a sous le capot d'un microcontrôleur et en vous proposant d'autres langages pour programmer vos cartes. Je me suis aussi fait plaisir en décrivant ce que pourrait être le train miniature du futur, ma vision des choses, une solution qui vous paraîtra peut-être étrange mais qui résoudrait quelques problèmes que nous rencontrons tous aujourd'hui dans l'exploitation de notre réseau. Mais qui peut vraiment connaître l'avenir ? Il va nous réserver, une fois de plus, de bien belles surprises.

Sur cette pensée optimiste, je vous souhaite beaucoup de plaisir à lire ce tome 2.

# Sommaire

P. 4    **Introduction**

P.8    **01 / AVOIR LES BONS OUTILS**

- P. 10    **1.1** / Nouveau site d'Arduino
- P. 12    **1.2** / Programmer facilement les microcontrôleurs avec l'IDE 2
- P. 18    **1.3** / Travailler en ligne avec le Cloud Arduino
- P. 20    **1.4** / L'IoT ou l'internet des objets
- P. 26    **1.5** / Rendre ses fichiers accessibles et travailler en équipe avec Github
- P. 27    **1.6** / Utiliser au mieux les simulateurs d'Arduino
- P. 28    **1.7** / Concevoir un circuit imprimé de qualité professionnelle

P.32    **02 / SAVOIR COMMENT TROUVER DE L'AIDE**

- P. 32    **2.1** / Trouver de l'aide sur le site Arduino
- P. 35    **2.2** / Faire des recherches sur Internet
- P. 36    **2.3** / Utiliser les sites spécialisés et leur forum
- P. 37    **2.4** / Télécharger un petit cours d'électronique gratuit

P.38    **03 / L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

- P. 38    **3.1** / Qu'est-ce que l'IA? Ce qu'elle peut faire et ne peut pas faire
- P. 40    **3.2** / Les différentes IA et leurs spécialisations

- P. 40    **3.3** / Google Traduction : une IA qui nous aide vraiment
- P. 41    **3.4** / Les IA génératives
- P. 42    **3.5** / Comment rédiger le prompt ?
- P. 44    **3.6** / Comment contrôler le logiciel délivré ?
- P. 45    **3.7** / Quand les IA hallucinent

P.46    **04 / LES NOUVELLES CARTES À MICROCONTRÔLEURS**

- P. 46    **4.1** / Les cartes d'origine Arduino : quatre grandes familles
- P. 48    **4.2** / Uno R4 Minima et R4 Wifi
- P. 49    **4.3** / Carte Uno R4 Minima
- P. 49    **4.4** / Carte Uno R4 Wifi
- P. 50    **4.5** / Importation dans l'IDE des fichiers nécessaires à la programmation de ces cartes
- P. 51    **4.6** / Les cartes ESP
- P. 53    **4.7** / Les autres cartes

P.54    **05 / LE RESEAU MINIATURE**

- P. 54    **5.1** / Architecture des solutions électroniques dans un réseau miniature
- P. 63    **5.2** / Les actionneurs du modélisme ferroviaire

P.68    **06 / CONCEVOIR SON PROJET**

- P. 68    **6.1** / Le but à atteindre : conception d'un cahier des charges
- P. 70    **6.2** / Les étapes successives
- P. 72    **6.3** / Utilisation des simulateurs Arduino

- P. 72    **6.4** / Utilisation de l'Intelligence Artificielle
- P. 73    **6.5** / Travailler en équipe
- P. 74    **6.6** / Réalisation des cartes électroniques et des interfaces

P.76    **07 / MONTAGES UTILES SUR UN RÉSEAU MINIATURE**

- P. 78    **7.1** / Clignotement multiple
- P. 79    **7.2** / Réglage du servomoteur d'aiguilles
- P. 80    **7.3** / Passage à niveau déclenché par un bouton poussoir
- P. 81    **7.4** / Feu de circulation alternée
- P. 82    **7.5** / Carré de protection d'une aiguille
- P. 83    **7.6** / Signal de block automatique avec deux cantons fictifs
- P. 84    **7.7** / Gare cachée automatique

P.88    **08 / UN PONT TOURNANT POUR LE RÉSEAU**

- P. 90    **8.1** / Cahier des charges
- P. 91    **8.2** / Choix des composants
- P. 91    **8.3** / Géométrie du projet
- P. 92    **8.4** / Utilisation d'un moteur pas à pas unipolaire en demi-pas
- P. 92    **8.5** / Interface homme-machine
- P. 93    **8.6** / Initialisation du pont
- P. 94    **8.7** / Gestion de l'alimentation des voies
- P. 95    **8.8** / Plan du montage
- P. 96    **8.9** / Incorporation au pont tournant Peco
- P. 97    **8.10** / Utilisation du pont
- P. 97    **8.11** / Amélioration possible

P.98    **09 / PROJET DE COMMANDE D'UN TRAIN ANALOGIQUE VIA UN SMARTPHONE**

- P. 100    **9.1** / Les variables du projet
- P. 101    **9.2** / Modification du programme
- P. 102    **9.3** / Le tableau de bord
- P. 103    **9.4** / Finalisation du projet

P.104    **10 / PROJET DE PETIT RÉSEAU COMMANDÉ PAR LA SOURIS SUR TCO VIRTUEL**

- P. 104    **10.1** / Présentation du mini-réseau
- P. 105    **10.2** / Liaison Arduino-Réseau-Ordinateur
- P. 105    **10.3** / TCO et Processing
- P. 108    **10.4** / Gestion de l'alimentation des voies
- P. 109    **10.5** / Programmes pour Arduino et pour Processing

P.110    **11 / ET POUR ALLER ENCORE PLUS LOIN ?**

- P. 110    **11.1** / S'intéresser à ce qu'il y a sous le capot
- P. 115    **11.2** / Apprendre d'autres langages de programmation
- P. 116    **11.3** / Imaginer le train miniature de demain

P.118    **CONCLUSION**

LES GUIDES PRATIQUES DU TRAIN MINIATURE

## AUTOMATISEZ VOTRE RÉSEAU

Concevoir un projet avec Arduino et l'Intelligence Artificielle