



SIGNALISATION ROUTIÈRE DE DEMAIN

thématique : mobilité durable, transport et régulation

sous-thème : intelligence artificielle et nouvelles technologies



Cofinancé par
l'Union européenne



Introduction

Les infrastructures routières connaissent une **transition majeure avec l'arrivée des véhicules autonomes**, qui partagent désormais la chaussée avec les véhicules traditionnels conduits par des humains. Ce protocole pédagogique s'intéresse à un **défi essentiel** de cette transition : la **conception de signaux routiers clairs et interprétables** à la fois par les conducteurs humains et par les systèmes autonomes.

Le protocole accompagne les élèves dans la **co-conception de nouveaux signaux routiers adaptés aux besoins des véhicules autonomes**, tout en veillant à leur **distinction claire** par rapport à la signalisation existante. Cette démarche traite la question de la **communication visuelle entre perception humaine et vision par ordinateur** au sein d'une même infrastructure partagée.

Au cours de cette expérience, les élèves étudieront les liens entre **infrastructures de transport, communication visuelle et intelligence artificielle**. Ils comprendront comment les véhicules autonomes **perçoivent et interprètent leur environnement**, les **limites actuelles des systèmes de signalisation** pour la reconnaissance automatique, ainsi que les **principes de conception visant à combler ces lacunes**. Les élèves apprendront à analyser la signalisation routière sous les angles humain et machine, à identifier les **ambiguïtés potentielles**, puis à appliquer une pensée conceptuelle pour concevoir des signaux **lisibles par machine** et **distincts des panneaux destinés aux conducteurs humains**. Ils testeront et amélioreront leurs propositions en s'appuyant sur les bases de la reconnaissance d'images, tout en tenant compte des **contraintes pratiques liées à l'intégration** dans des systèmes existants.

Ce protocole soulève plusieurs questions clés : comment créer des **systèmes de communication visuelle répondant aux besoins des utilisateurs humains et des machines sans confusion** ? Quels **principes de conception garantissent une reconnaissance efficace par la vision par ordinateur** ? Comment intégrer ces nouvelles exigences technologiques aux infrastructures actuelles en limitant les perturbations ? Quel **équilibre maintenir entre innovation et compatibilité** avec les systèmes existants ? Par des activités de conception concrètes, les élèves contribueront à des **solutions potentielles pour relever ces défis du monde réel**, tout en développant leur **esprit critique face aux transformations technologiques** qui modifient nos infrastructures. Ce protocole constitue une **introduction pratique aux enjeux d'adaptation** de notre environnement physique à un futur de plus en plus autonome.

Disciplines



technologie et ingénierie
géographie
art et design

Objectifs de développement durable





L'activité en bref

Structure du protocole

Le protocole se divise en **trois phases complémentaires**, qui s'appuient les unes sur les autres pour offrir une **compréhension globale** de la conception des signaux pour véhicules autonomes. Chaque phase comprend des **objectifs d'apprentissage spécifiques**, détaillés ci-dessous :



Étape 1 - Familiarisation et conception : Au cours de cette étape, les élèves se familiarisent avec les concepts fondamentaux du protocole. Ils s'engagent ensuite dans un processus créatif pour développer de nouveaux signaux routiers, en identifiant les besoins et en concevant des solutions répondant à des critères précis.

Étape 2 - Tester l'ambiguïté des panneaux de signalisation : Les élèves organisent le test d'un outil de lecture et de classification automatique d'images, entraîné à reconnaître les panneaux routiers classiques (arrêt, directionnels, limitations de vitesse). L'objectif est de vérifier si un nouveau panneau n'est pas classé (ou classé avec une probabilité négligeable) parmi les panneaux existants.

Étape 3 - Entraînement du modèle en fonction des nouveaux signes conçus : Cette étape vise la validation et l'affinement des signaux conçus, via l'entraînement de l'outil automatique à reconnaître et classer les panneaux proposés par les élèves.

Pour bien démarrer

Durée : La durée totale des activités est d'au moins **2 heures par jour pendant 3 jours**, en privilégiant les activités **en présentiel** pour maximiser l'implication.

Niveau de difficulté :



Matériel nécessaire : Les outils proposés sont de nature **phygitale** (numérique + physique), privilégiant les **composants physiques (tangibles)** durant la phase d'idéation et utilisant des outils de **lecture et classification automatique d'images** basés sur l'intelligence artificielle numérique.

Quelques conseils d'organisation :

- La phase de familiarisation peut se réaliser **individuellement ou en collaboration**, selon une approche pédagogique traditionnelle ou favorisant l'interaction entre les élèves. Elle vise à **présenter l'activité et la terminologie**. Une liste numérique ou physique des **panneaux de signalisation reconnus par le classificateur utilisé à l'étape suivante** est nécessaire. Un ensemble de panneaux est disponible en annexe.

- La phase d'idéation peut être **entièrement physique**, menée individuellement ou en groupe, et encourage la **représentation collaborative d'un nouveau panneau de signalisation**, destiné à gérer la circulation des véhicules autonomes et leur coexistence avec les véhicules traditionnels à conduite humaine. Les phases de test et d'entraînement requièrent des **outils numériques**. Les élèves peuvent utiliser des feuilles de papier de **15 cm x 15 cm**.
- L'outil de test doit avoir été **préalablement entraîné** avec des représentations de panneaux routiers existants. Il est préférable que cet outil permette d'**insérer de nouvelles données capturées par caméra**, facilitant la saisie des panneaux conçus sur supports physiques et tangibles, tels que les feuilles de papier. Une approche collaborative est recommandée pour favoriser la réflexion et le brainstorming. Nous suggérons d'utiliser **SignVisionAI** (<https://drive.google.com/drive/folders/1gYf5JkDzg41ZbesaIQk72BvD7rWRo5EN?usp=sharing>) et l'outil **Vittascience** (<https://it.vittascience.com/ia/images.php>).

Glossaire

Mots-clés/Concepts	Definitions
Ambiguïté des panneaux de signalisation	Le risque qu'un panneau de signalisation soit mal interprété ou confondu avec des panneaux existants.
Classification des images	La capacité des outils d'IA à identifier et à catégoriser les images en fonction de leur contenu, souvent utilisée pour tester le caractère unique des panneaux de signalisation.
Intelligence artificielle (IA)	Branche de l'informatique axée sur la création de systèmes capables d'effectuer des tâches nécessitant généralement une intelligence humaine, telles que l'apprentissage, la prise de décision et la reconnaissance d'images.
Phase d'apprentissage	L'étape au cours de laquelle un outil d'IA acquiert des connaissances en étant exposé à des données étiquetées, ce qui lui permet de reconnaître des modèles ou de faire des prédictions.
Phase de formation	Une étape au cours de laquelle un outil d'IA apprend à reconnaître des images ou des modèles spécifiques, tels que les représentations de nouveaux panneaux de signalisation.
Test d'ambiguïté	Processus de vérification visant à déterminer si un panneau routier proposé est similaire aux panneaux routiers existants, ce qui peut entraîner une confusion.
Véhicules autonomes	Les véhicules autonomes capables de naviguer sans intervention humaine nécessitent une signalisation routière spécialisée pour une communication efficace.

Bibliographie

Mauro D'Angelo and Maria Angela Pellegrino. 2021. Roobopoli: a project to learn robotics by a constructionism-based approach. In Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning (MIS4TEL), Workshops.

Gennari, Rosella, Alessandra Melonio, and Mauro D'Angelo. 2023. Engaging Learners in the Collaborative Design of Sustainable Smart Cities. In Sustainable, Secure, and Smart Collaboration (S3C) Workshop @ CHIItaly.

Mauro D'Angelo. 2023. Engaging Learners in Familiarizing Themselves with Sensors and Actuators. In Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning (MIS4TEL), Workshops.



Protocole

Étape 1 - Familiarisation et conception



Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : Au cours de la première étape, les élèves se familiarisent avec les concepts de base liés à l'activité proposée, réfléchissent aux types de signaux à créer, sélectionnent l'un des types proposés et développent une conception préliminaire pour ce type.

Objectifs d'apprentissage : Se familiariser avec les concepts liés à la signalisation routière, ainsi qu'avec la terminologie et les étapes associées aux outils basés sur l'intelligence artificielle.

Conceptualisation

Avant de commencer les activités, il est conseillé de recueillir des informations pour évaluer l'impact attendu, en sondant la perception et les connaissances des élèves sur les **outils d'intelligence artificielle**, les **villes intelligentes** et la **signalisation routière**, et leurs attentes. Voici quelques questions pour réaliser cette phase de pré-investigation :



Qu'en penses-tu ?

- Concevoir des panneaux de signalisation est-il amusant ?
- Concevoir des panneaux de signalisation est-il facile ?
- Serait-il amusant de les programmer avec l'intelligence artificielle ?
- Cela serait-il facile ?
- L'intelligence artificielle est-elle magique ?
- Existe-t-il un seul type d'outil basé sur l'intelligence artificielle ?



Lesquels de ces outils sont basés sur l'IA ?

- Outils de regroupement d'éléments, aussi appelés clustering : **Oui**
- Outils génératifs, comme ChatGPT : **Oui**
- Outils de classification d'objets, appelés classificateurs : **Oui**
- Outils basés sur le cloud, tels que le cloud natif : **Non**

Pensez-vous qu'un outil d'intelligence artificielle a besoin d'une phase d'apprentissage ?



Quels termes penses-tu être liés aux phases de l'intelligence artificielle ?

- Formation [OUI]
- Phase de régression [NON]
- Phase de vérification ou de test [OUI]

Penses-tu qu'un outil d'intelligence artificielle sait aussi ce que vous ne lui avez pas appris ?

Si un outil d'intelligence artificielle a appris à reconnaître et à distinguer des vêtements, sera-t-il également capable de classer des films ?

Des méthodes interactives peuvent être utilisées pour réaliser cette discussion de pré-évaluation :

- **Evaluation visuelle utilisant des émojis** - Cette méthode crée une échelle visuelle d'opinions sur un tableau blanc. L'enseignant trace une ligne horizontale avec des émojis illustrant différents niveaux d'accord, allant de très négatif () à très positif (). Après une question, chaque élève inscrit ses initiales sur un post-it et le place sur l'échelle selon son opinion. Cette visualisation permet de saisir rapidement la répartition des avis et d'identifier les tendances. Elle est particulièrement adaptée aux questions de type échelle de Likert, comme « Pensez-vous que concevoir des panneaux de signalisation est amusant ? »
- **Quatre coins** - Cette activité encourage le mouvement physique. L'enseignant désigne chaque coin de la classe comme une option de réponse différente (par exemple : « Tout à fait d'accord », « D'accord », « Pas d'accord », « Pas du tout d'accord »). Après avoir posé une question, les élèves se déplacent vers le coin correspondant à leur opinion. Cette méthode favorise non seulement la participation active, mais permet aussi aux élèves de

visualiser la position de leurs camarades. L'enseignant peut ensuite inviter un volontaire de chaque groupe à expliquer son choix.

- **Groupes de post-it** - Pour les questions ouvertes ou plus complexes, cette méthode s'avère très efficace. Les élèves écrivent leurs réponses sur des post-its (une idée par post-it), puis les collent au tableau. L'enseignant ou les élèves peuvent ensuite regrouper ces post-its par thèmes. Par exemple, pour la question « Quels panneaux de signalisation régissent la circulation routière traditionnelle ? », les post-its peuvent être classés en catégories (danger, interdiction, obligation). Cette approche facilite l'identification des schémas de pensée et la structuration visuelle des connaissances collectives.
- **Sondage numérique avec QR code** - Pour les classes équipées de technologies, l'utilisation d'outils de sondage en ligne accessibles via un code QR présente de nombreux avantages. L'enseignant crée un questionnaire avec les questions souhaitées, puis génère un code QR que les élèves peuvent scanner avec leurs appareils. Les résultats s'affichent en temps réel, ce qui permet d'engager immédiatement des discussions sur les tendances observées. Cette méthode est particulièrement efficace pour les séries de questions et permet de conserver les données pour une analyse ultérieure.

En combinant ces différentes méthodes tout au long de la séance de questionnement, l'enseignant peut maintenir l'engagement des élèves, recueillir divers types de données et s'adapter aux différentes préférences d'apprentissage. L'alternance de ces techniques contribue également à dynamiser la séance et à encourager la participation de tous, y compris des élèves parfois réticents à s'exprimer oralement devant la classe entière.

Investigation par les élèves

Familiarisation. La première phase de l'enquête est consacrée à l'acquisition de la terminologie nécessaire à l'étape d'idéation. L'enseignant présente la structure des activités proposées : durée, modalités, outils utilisés et attentes. Les élèves peuvent débiter l'introduction à la signalisation routière en répondant à des questions telles que :

« Qu'est-ce que les véhicules autonomes ? » [question ouverte]

Ce sont des véhicules capables de se déplacer seuls, sans avoir besoin d'un conducteur.

« Quelle signalisation routière régule la mobilité des véhicules traditionnels ? »

Les panneaux de signalisation sont divisés comme suit:



DANGER. Ils sont formés d'un triangle à bordure rouge et fond blanc.

INTERDICTION. Ils sont formés d'un cercle avec une bordure rouge et un champ blanc.

PRIORITÉ. Ils décident qui peut commencer. Ils peuvent être formés d'un triangle pointe vers le bas (CÉDEZ LE PASSAGE) ou d'un octogone (STOP).

OBLIGATION. Ils imposent ou interdisent certains comportements. Ils sont formés d'un cercle bleu à motifs blancs.

INFORMATION. Ils fournissent des informations utiles aux usagers de la route. De forme carrée ou rectangulaire, ils arborent des inscriptions et des motifs noirs ou blancs.

"Existe-t-il des catégories de panneaux destinés à réglementer uniquement la mobilité des véhicules autonomes ?"

[Laissez aux élèves le temps d'imaginer et de réfléchir. Si aucune idée spontanée ne surgit, proposez les catégories « CHANGEMENT CONDUITE AUTONOME/HUMAINE »]

"Qu'entend-on par panneaux non ambigus ?"

Des panneaux qui n'entrent pas en conflit avec la signalisation existante. De plus, nous devons nous assurer qu'ils sont facilement interprétables par d'autres (personnes ou systèmes automatisés).

Il est essentiel d'accompagner les définitions **d'exemples pratiques** pour rendre la phase de familiarisation concrète et assimilable.

Cette phase peut être animée via des diapositives, favorisant une approche traditionnelle, ou par des outils débranchés, tels que des jeux de cartes permettant d'associer noms et caractéristiques à différents panneaux. Les participants peuvent aussi répondre à l'aide de post-it ou d'outils numériques comme Mentimeter (<https://www.mentimeter.com>).

Idéation

Une fois que les élèves sont familiarisés avec la terminologie et les éléments de base, l'enseignant peut passer à la phase d'idéation :



« Hier, j'ai reçu un appel du maire de notre ville qui nous demandait de l'aider à concevoir une nouvelle signalisation routière dédiée aux véhicules autonomes, claire, c'est-à-dire compatible avec la signalisation actuelle régissant la circulation des véhicules. Pour concevoir vos panneaux, vous avez du papier et un stylo à disposition. »



Les élèves seront chargés de :

- **Identifier l'objectif du panneau de signalisation.** Il est pertinent de leur demander de proposer un objectif clair et adapté aux véhicules autonomes, tout en restant compatible avec la signalisation existante régissant la circulation. Par exemple, concevoir un panneau indiquant le passage entre conduite autonome et conduite manuelle.
- **Concevoir le nouveau panneau de signalisation.** Une fois l'objectif défini, les élèves passent à la phase d'idéation et créent un nouveau panneau. Cette séance pratique se fait avec papier et crayon. Ils dessinent manuellement leurs panneaux sur des feuilles de 15 cm x 15 cm, seuls ou en groupe.

Restitution et réflexion

À la fin de la phase d'idéation, l'enseignant rassemble les propositions et invite les élèves à partager brièvement leurs idées avec le groupe. Cette phase de partage favorise un brainstorming immédiat, permettant d'éventuelles modifications, de lever les ambiguïtés et d'assurer la cohérence des panneaux routiers conçus.

Les élèves découvrent la signalisation routière actuelle destinée aux véhicules traditionnels et explorent les besoins ainsi que les opportunités d'adaptation aux véhicules autonomes. Ils sont initiés aux principes de conception de la signalisation via questionnaires, discussions et séances animées par l'enseignant.

En participant à des activités pratiques, ils conceptualisent et dessinent manuellement de nouveaux panneaux alignés sur les exigences réglementaires des véhicules autonomes, développant collaboration et créativité.

Ce processus leur permet d'acquérir des compétences en conceptualisation, prototypage et évaluation critique des panneaux répondant aux enjeux concrets de la régulation des véhicules autonomes.

Étape 2 - Tester l'ambiguïté des panneaux de signalisation



Contexte et description du problème à résoudre dans cette étape : La deuxième étape est entièrement dédiée à la phase de test, visant à vérifier si les panneaux routiers proposés sont ambigus, c'est-à-dire susceptibles d'être confondus avec des panneaux déjà utilisés pour réguler la circulation des véhicules à conduite humaine. Cette étape combine de courtes présentations frontales expliquant les mécanismes des outils d'intelligence artificielle, avec une mise en pratique immédiate des principes présentés. Les élèves peuvent ainsi affiner leurs propositions de manière itérative ou revenir à la phase d'idéation pour créer un nouveau panneau.

Objectifs d'apprentissage : Acquérir, consolider ou affiner leurs connaissances des outils d'IA dédiés à la classification d'images, en les démystifiant. Utiliser ces outils pour détecter l'ambiguïté des signaux proposés par rapport à la signalisation existante. Apprendre à tester et évaluer un outil basé sur l'intelligence artificielle.

Conceptualisation

L'objectif de cette phase est d'acquérir, de consolider ou d'affiner les connaissances sur les outils d'IA pour la classification d'images, tout en démystifiant les systèmes basés sur l'IA. Les élèves utiliseront ces outils pour identifier les ambiguïtés de leurs propositions de panneaux routiers en les comparant à ceux des véhicules à conduite humaine. Cette étape est entièrement dédiée aux tests, structurée comme une expérience de laboratoire. Elle combine de brefs aperçus théoriques sur les mécanismes de l'IA et une mise en pratique, permettant aux élèves d'appliquer immédiatement les concepts appris. Ils peuvent affiner de manière itérative les signes proposés ou en créer de nouveaux en revisitant la phase d'idéation. Les étapes de l'enquête doivent être suivies progressivement pour :

- **Faciliter** la réflexion de groupe et la révision des panneaux de signalisation.
- **Réaliser des tests d'ambiguïté sur les panneaux routiers à l'aide d'un outil d'IA tel que SignVisionAI :**
 - Installer la caméra dans des conditions optimales, en privilégiant la lumière naturelle, en évitant une luminosité ou une obscurité excessive, et en s'assurant qu'aucun obstacle ne gêne la reconnaissance.
 - Effectuer des tests avec les images préchargées dans l'outil avant de passer aux panneaux des élèves.
 - Évaluer chaque conception individuellement.
 - Affiner tout panneau proposé reconnu comme existant.
 - Répéter le processus jusqu'à ce que tous les panneaux soient sans ambiguïté.
- (Facultatif) - **Affiner la conception si le panneau routier est identifié comme un signal existant.**

Investigation par les élèves

À ce stade, les élèves pourront travailler de manière autonome pour tester l'ambiguïté des signaux proposés et de collaborer afin de discuter des améliorations nécessaires pour supprimer toute ambiguïté éventuelle.

Réflexion. Les élèves partagent brièvement leurs propositions de panneaux routiers avec leurs pairs, qu'elles aient été modifiées après l'étape précédente ou restent inchangées. Cette séance de partage favorise un brainstorming structuré, visant à évaluer les modifications possibles et à discuter des ambiguïtés.

Tests d'ambiguïté à l'aide d'outils d'IA. Les élèves testent l'ambiguïté de leurs propositions de panneaux à l'aide de SignVisionAI (<https://drive.google.com/drive/folders/1lwb4TkkNRnQ0K3j0s8kxeq7xg7a3pLak?usp=sharing>). Ce modèle d'IA, entraîné sur un large ensemble de données de panneaux routiers existants, reconnaît des catégories telles que panneaux d'avertissement, directions obligatoires, passages piétons, restrictions de circulation et autres signaux réglementaires.



Pour vous aider à installer et utiliser SignVisionAI, reportez-vous à la section "**Fiche pratique 1. Installer et utiliser SignVisionAI**". Le dossier Drive contient également un "User guide" et un "Installation Guide" disponible en anglais.

L'enseignant prépare la caméra de l'ordinateur pour optimiser la reconnaissance des images en veillant à privilégier la lumière naturelle, en évitant les environnements trop lumineux ou trop sombres et à supprimer tout obstacle pouvant gêner la classification. Les élèves testent ensuite la reconnaissance par l'IA d'exemples de panneaux fournis dans le manuel. Un par un, ils soumettent leurs projets à la classification. Si un panneau proposé est identifié comme existant, l'élève doit l'affiner ou le redessiner. Ce processus itératif se poursuit jusqu'à ce que toutes les propositions soient jugées non ambiguës.

Alternative en cas d'impossibilité d'utiliser SignVisionAI

Si l'enseignant ne parvient pas à installer ou à utiliser SignVisionAI (difficultés techniques, contraintes matérielles, etc.), l'activité peut être maintenue en réorientant la phase d'analyse de l'étape 2. L'objectif reste identique : **concevoir une signalisation destinée aux véhicules autonomes, qui soit claire, compréhensible, et surtout non ambiguë avec les panneaux existants**. Il s'agit donc de garantir qu'un panneau conçu ne soit pas interprété – **ni par un humain, ni par une IA** – comme appartenant à une catégorie réglementaire déjà en vigueur.

Pour cela, il est possible de recourir à un outil plus accessible tel que [Vittascience](#) (utilisé en étape 3) qui permet de créer un petit modèle d'intelligence artificielle en ligne sans programmation, à **condition de réorganiser légèrement la démarche**.

- Création d'un modèle sur la base panneaux de signalisation existant : En **étape 2**, au lieu de tester les signes sur un modèle déjà entraîné, les élèves ou l'enseignant commencent par **créer un premier modèle sur Vittascience**. Ce modèle est entraîné à reconnaître les **cinq grandes familles de panneaux de signalisation actuels** : danger, interdiction, obligation, priorité et information, à partir d'un jeu d'images réelles et déjà existantes.
- Utilisation du modèle pour évaluer l'ambiguïté des réalisations des élèves : Une fois ce modèle constitué, les élèves soumettent leurs créations réalisées en étape 1 à l'analyse. Si un signe est classé avec un **niveau de confiance élevé (par exemple supérieur à 80 %)** comme appartenant à l'une de ces catégories, il est considéré comme **ambigu**. Ce seuil peut être justifié pédagogiquement, car il correspond aux exigences de lisibilité immédiate de la signalisation routière : un doute ou une hésitation augmente le temps de traitement de l'information, ce qui peut poser problème à vitesse réelle. **Les conducteurs doivent pouvoir identifier un panneau en environ 1,5 seconde pour prendre une décision appropriée. Une confusion ou une hésitation augmente le temps de traitement, ce qui, à vitesse normale, représente plusieurs mètres parcourus sans réaction.**

Ce test permet donc de **trier les créations des élèves** en deux groupes : celles **jugées ambiguës** et celles **considérées comme originales**. Ce tri servira de base à l'**étape 3**. À ce stade, les élèves construiront un **second modèle Vittascience**, cette fois entraîné à partir de ce tri avec pour objectif de **tester la capacité du modèle à reconnaître de nouveaux signes**. Ainsi, dans cette version alternative, **deux modèles Vittascience** sont construits :

- un **premier modèle**, en **étape 2**, pour tester et trier les signes selon leur ambiguïté,
- un **second modèle**, en **étape 3**, pour entraîner une IA sur la base des signes validés.

Même si cette approche demande une étape supplémentaire, elle reste **accessible sans programmation**, tout en conservant une séquence **riche, structurée et formatrice**. Elle développe chez les élèves une compréhension plus fine des mécanismes de **classification**, de **renforcement de modèles**, et de **conception responsable en IA**. *Pour vous aider à utiliser l'outil de chez Vittascience, reportez-vous à la section "Fiche pratique 2. Utiliser Vittascience pour entraîner un modèle".*



Restitution et réflexion

Pour conclure, l'enseignant classe les propositions selon qu'elles sont ambiguës ou non reconnues par l'IA. Une discussion collective suit, analysant les conceptions ambiguës, retraçant l'évolution des idées et documentant les raisons des modifications. Cette phase permet aux élèves de saisir la nature itérative de la conception et de la classification basée sur l'IA, tout en affinant leurs propositions finales.

Grâce à cette étape, les élèves approfondissent leur compréhension des outils d'IA pour la classification d'images, en se concentrant sur leur rôle dans la détection des ambiguïtés des panneaux de signalisation. La discussion porte sur la manière dont l'IA interprète les entrées visuelles et comment ces connaissances s'appliquent à l'évaluation et à l'amélioration de la clarté des panneaux proposés.

Par une approche pratique, les élèves utilisent un outil d'IA tel que SignVisionAI pour tester l'ambiguïté de leurs panneaux par rapport aux panneaux existants. Un perfectionnement itératif basé sur les retours de l'outil garantit des conceptions finales uniques et sans ambiguïté.

Cette expérience pratique des outils d'IA renforce la capacité des élèves à évaluer et améliorer leurs conceptions. L'engagement dans les tests et le perfectionnement favorise la pensée critique, le travail d'équipe et la résolution itérative de problèmes, alignant leurs concepts sur les exigences du monde réel.

Étape 3 - Entraînement du modèle en fonction des nouveaux panneaux conçus



Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : La troisième et dernière étape est consacrée à la phase de formation visant à permettre à un outil d'IA de reconnaître les panneaux de signalisation routière et d'atteindre le même objectif, par exemple « passer à la conduite autonome », grâce à une approche pratique combinant de courtes présentations des mécanismes sous-jacents aux outils d'intelligence artificielle en mode frontal, tout en permettant aux participants de mettre immédiatement en pratique les principes introduits. Les participants peuvent affiner leur proposition de manière itérative ou proposer un nouveau panneau en revenant à la phase d'idéation.

Objectifs d'apprentissage : Acquérir, consolider ou affiner ses connaissances sur les outils d'IA pour la classification d'images, en les démystifiant. Utiliser les outils présentés pour proposer une signalisation routière unique destinée à gérer la mobilité des véhicules autonomes.

Conceptualisation

Le processus d'entraînement suit une séquence structurée afin d'assurer la cohérence des données et une reconnaissance fiable par l'IA.

Les élèves commencent par examiner et améliorer leurs propositions de panneaux routiers. Ils doivent vérifier que chaque panneau est cohérent, clair et facilement interprétable. Si plusieurs variantes existent pour un même panneau, un vote collectif permet de retenir la version la plus efficace.

Ensuite, les élèves réalisent des versions **standardisées** de la proposition retenue. Ils utilisent diverses **techniques artistiques** pour produire un ensemble **varié** d'images. Ces variations enrichissent les données d'entraînement.

Enfin, le modèle d'IA est entraîné avec ces images, afin d'illustrer les principes de la **classification supervisée**.

Investigation par les élèves

Réflexion et discussion. L'enseignant présente les panneaux réalisés lors de la séance précédente. Une discussion s'engage autour de la **cohérence** et de l'**uniformité** des propositions. En cas de versions similaires pour un même panneau, un vote désigne la version **référence**. Ce panneau final est défini précisément : **forme, couleur, symbole**.

Représentation du panneau routier final. Chaque élève réalise individuellement une version **standardisée** du panneau retenu. Plusieurs variantes sont produites, en jouant sur :

- les **intensités de couleurs**,
- les **techniques artistiques** (crayons de couleur, marqueurs, peinture au doigt, collages, cire, aquarelle).

Cette diversité améliore la robustesse de l'IA lors de l'apprentissage.

Entraînement de l'IA. Lorsque toutes les versions des panneaux sont terminées, l'enseignant organise une séance de **numérisation**. Les dessins sont photographiés ou scannés, puis rassemblés dans un dossier. Il est important que les images soient claires, bien cadrées, et prises dans des conditions similaires pour éviter les biais.

Chaque image est ensuite **classée** selon la catégorie du panneau représenté. Cela permet de constituer un **jeu de données organisé**, essentiel pour entraîner un modèle d'intelligence artificielle.

À cette étape, les élèves découvrent la [plateforme IA de Vittascience](#), un outil simple et visuel qui permet d'entraîner une IA à reconnaître des images.



Pour vous aider à utiliser l'outil de chez Vittascience, reportez-vous à la section "**Fiche pratique 2. Utiliser Vittascience pour entraîner un modèle**".

Sur Vittascience, les images sont importées par catégorie, puis le modèle d'IA est lancé. L'entraînement se fait automatiquement à partir des exemples fournis par les élèves. Une fois terminé, la plateforme indique si l'IA parvient à bien reconnaître les différents panneaux.

Environ **80 % des images** sont utilisées pour entraîner l'IA, tandis que les **20 % restantes** servent à **tester sa fiabilité**. Cela permet de vérifier si l'IA peut identifier correctement de **nouvelles images**, même si elle ne les a jamais vues.

Plus le nombre d'images est important, plus l'IA a de chances d'apprendre à **reconnaître les panneaux avec précision**. Il est donc utile d'avoir une grande diversité de dessins, tout en gardant une cohérence dans la représentation.

Réflexion et évaluation. L'enseignant analyse les performances du modèle final. Une discussion collective suit, autour des résultats de l'IA : efficacité, erreurs, cohérence. Un **questionnaire** identique à celui de la phase initiale est utilisé pour recueillir les **retours** des élèves et mesurer leur **progression**.

Restitution et réflexion

À la fin de la phase de formation, l'enseignant recueille les idées développées et les résultats. Il est conseillé de collecter les commentaires et opinions des élèves sur l'IA en reprenant les questions similaires à celles de l'étape 1, afin de comparer l'évolution de leur apprentissage.

En complétant cette étape, les élèves acquièrent une expérience pratique de l'entraînement de modèles d'IA pour la classification des panneaux de signalisation destinés aux véhicules autonomes. Ils développent leur esprit critique, leurs compétences collaboratives et leur capacité à concevoir de manière itérative, tout en appliquant les principes de l'IA à des défis concrets de mobilité.

Les discussions de groupe permettent d'élaborer une représentation finale, utilisée ensuite pour entraîner un outil d'IA, tel que la plateforme Vittascience. Ce processus inclut la capture d'images variées garantissant une reconnaissance robuste par l'IA.

Grâce à l'ensemble du protocole, les élèves approfondissent leur compréhension des outils d'IA, notamment la façon dont ils sont entraînés à reconnaître des entrées visuelles spécifiques. Ils explorent les principes fondamentaux de l'entraînement en IA, tels que la diversité des données et la cohérence de la classification.



Fiche pratique 1.

Installer et utiliser SignVisionAI

Présentation de l'outil

SignVisionAI est un logiciel de reconnaissance automatique de panneaux de signalisation. Il utilise des techniques avancées d'apprentissage profond pour identifier quatorze types de panneaux différents à partir d'images fixes ou d'un flux vidéo en direct via webcam. Ce logiciel constitue une porte d'entrée concrète pour initier les élèves aux principes de l'intelligence artificielle, à la vision par ordinateur, et aux enjeux techniques et sociétaux liés à l'automatisation de la perception visuelle.



Cette fiche a pour objectif de guider pas à pas l'enseignant dans l'installation et l'utilisation du logiciel SignVisionAI. Elle permet de mettre en place une activité pédagogique dans laquelle les élèves expérimenteront le fonctionnement d'un système de reconnaissance automatisée et analyseront ses limites.

Installation de SignVisionAI

Avant toute chose, il est nécessaire d'avoir accès au dossier contenant l'ensemble des fichiers nécessaires au fonctionnement du logiciel. Ce dossier doit contenir, entre autres, l'interpréteur Python 3.11.2, les fichiers du logiciel, un modèle pré-entraîné, et les bibliothèques associées.

<https://drive.google.com/drive/folders/1lwb4TkkNRnQ0K3j0s8kxeq7xg7a3pLak?usp=sharing>

Installer l'interpréteur Python 3.11.2 fourni. Le premier élément à mettre en place est l'environnement d'exécution. À cette fin, commencez par installer l'interpréteur Python 3.11.2 fourni dans le dossier Store. Vous pouvez choisir librement son emplacement sur votre ordinateur, par exemple C:\python_3.11.2.

Créer un dossier pour le logiciel. Créez un nouveau dossier dans lequel sera installé le logiciel. Nommez-le selon vos préférences, par exemple SignVisionAI. Ce dossier contiendra tous les éléments nécessaires à l'utilisation du logiciel et servira de répertoire principal de travail.

Créer un environnement virtuel Python. Ouvrez l'invite de commande (cmd), puis naviguez jusqu'au dossier où Python a été installé. Utilisez la commande suivante pour créer un environnement virtuel :

```
python -m venv C:\SignVisionAI
```

Une fois l'environnement créé, accédez au sous-dossier Scripts et activez-le :

```
cd C:\SignVisionAI\Scripts  
activate.bat
```

Si l'activation est réussie, vous verrez apparaître le nom du dossier entre parenthèses, par exemple :

```
(SignVisionAI) C:\SignVisionAI\Scripts
```

Remplacer le dossier lib : Supprimez le dossier lib situé dans C:\SignVisionAI. Remplacez-le par le dossier lib fourni dans Store.

Copier les fichiers du logiciel : Dans C:\SignVisionAI, ajoutez les éléments suivants :

- le fichier SignVisionAI.py
- les dossiers : assets, input_folder, output_folder, model

Lancer le logiciel : Depuis l'invite de commande (dans le dossier C:\SignVisionAI) :

```
python.exe SignVisionAI.py
```

Désactiver l'environnement virtuel après usage : Depuis le dossier Scripts :

```
deactivate.bat
```

Guide d'utilisation de SignVisionAI

Premiers pas

Au lancement du logiciel, l'utilisateur doit d'abord choisir la source des images à analyser. Deux options sont possibles : le mode « **dossier** », qui permet de traiter une série d'images déjà enregistrées sur le disque dur, ou le mode « **webcam** », qui autorise la reconnaissance en temps réel à partir du flux vidéo capté par la caméra de l'ordinateur.

Lorsque l'on opte pour le mode « **dossier** », il est nécessaire de sélectionner le répertoire contenant les images à analyser en cliquant sur le bouton « Select Input Path ». Il faut ensuite désigner un emplacement où seront enregistrés les résultats en cliquant sur « Select Output Path ». Ces deux boutons ne sont disponibles que si le mode « dossier » a été choisi ; ils restent inactifs dans le cas de l'utilisation en direct via webcam.

Pour effectuer un test rapide, un jeu d'images est déjà fourni dans le dossier Store/SignVisionAI/input_folder. Ces images peuvent être utilisées comme base de départ pour une première expérimentation avec le logiciel.

Une fois les chemins d'entrée et de sortie définis — ou la webcam activée — il suffit de cliquer sur le bouton « Start Processing » pour lancer la reconnaissance. Le logiciel se charge alors d'analyser les données visuelles et applique son modèle d'apprentissage pour identifier les panneaux présents.

Analyse des résultats

À l'issue du traitement, les résultats peuvent être consultés dans le dossier de sortie préalablement sélectionné (dans le cas d'un traitement par dossier). Le logiciel génère automatiquement des copies annotées des images, où les panneaux reconnus sont indiqués clairement.

Recommandations d'usage

Pour garantir des performances optimales, il est essentiel que les images utilisées — qu'elles proviennent d'un fichier ou d'une webcam — soient de bonne qualité. Les panneaux doivent être visibles, nets et non obstrués. L'interface de SignVisionAI a été conçue pour être intuitive, avec des boutons clairs permettant un déroulement fluide de l'analyse.

Conclusion

SignVisionAI constitue un outil puissant pour l'identification automatisée de panneaux de signalisation. Il peut être utilisé dans des contextes variés : à des fins éducatives, pour des analyses liées à la sécurité routière, ou encore comme support dans le développement de véhicules autonomes. Par sa simplicité d'utilisation et l'efficacité de son

modèle, ce logiciel représente une ressource précieuse pour explorer concrètement les applications de l'intelligence artificielle dans le domaine de la vision artificielle.

Alternative en cas d'impossibilité d'utiliser SignVisionAI

Si l'enseignant ne parvient pas à installer ou à utiliser SignVisionAI (difficultés techniques, contraintes matérielles, etc.), l'activité peut être maintenue en réorientant la phase d'analyse de l'étape 2.

L'objectif reste identique : **concevoir une signalisation destinée aux véhicules autonomes, qui soit claire, compréhensible, et surtout non ambiguë avec les panneaux existants**. Il s'agit donc de garantir qu'un panneau conçu ne soit pas interprété – **ni par un humain, ni par une IA** – comme appartenant à une catégorie réglementaire déjà en vigueur.

Pour cela, il est possible de recourir à un outil plus accessible tel que [Vittascience](#) (utilisé en étape 3) qui permet de créer un petit modèle d'intelligence artificielle en ligne sans programmation, à **condition de réorganiser légèrement la démarche**.

- Création d'un modèle sur la base panneaux de signalisation existant : En **étape 2**, au lieu de tester les signes sur un modèle déjà entraîné, les élèves ou l'enseignant commencent par **créer un premier modèle sur Vittascience**. Ce modèle est entraîné à reconnaître les **cinq grandes familles de panneaux de signalisation actuels** : danger, interdiction, obligation, priorité et information, à partir d'un jeu d'images réelles et déjà existantes.
- Utilisation du modèle pour évaluer l'ambiguïté des réalisations des élèves : Une fois ce modèle constitué, les élèves soumettent leurs créations réalisées en étape 1 à l'analyse. Si un signe est classé avec un **niveau de confiance élevé (par exemple supérieur à 80 %)** comme appartenant à l'une de ces catégories, il est considéré comme **ambigu**. Ce seuil peut être justifié pédagogiquement, car il correspond aux exigences de lisibilité immédiate de la signalisation routière : un doute ou une hésitation augmente le temps de traitement de l'information, ce qui peut poser problème à vitesse réelle. **Les conducteurs doivent pouvoir identifier un panneau en environ 1,5 seconde pour prendre une décision appropriée. Une confusion ou une hésitation augmente le temps de traitement, ce qui, à vitesse normale, représente plusieurs mètres parcourus sans réaction.**

Ce test permet donc de **trier les créations des élèves** en deux groupes : celles **jugées ambiguës** et celles **considérées comme originales**. Ce tri servira de base à l'**étape 3**. À ce stade, les élèves construiront un **second modèle Vittascience**, cette fois entraîné à partir de ce tri avec pour objectif de **tester la capacité du modèle à reconnaître de nouveaux signes**.

Ainsi, dans cette version alternative, **deux modèles Vittascience** sont construits :

- un **premier modèle**, en **étape 2**, pour tester et trier les signes selon leur ambiguïté,
- un **second modèle**, en **étape 3**, pour entraîner une IA sur la base des signes validés.

Même si cette approche demande une étape supplémentaire, elle reste **accessible sans programmation**, tout en conservant une séquence **riche, structurée et formatrice**. Elle développe chez les élèves une compréhension plus fine des mécanismes de **classification**, de **renforcement de modèles**, et de **conception responsable en IA**.

Pour vous aider à utiliser l'outil de chez Vittascience, reportez-vous à la section "Fiche pratique 2. Utiliser Vittascience pour entraîner un modèle".



Fiche pratique 2.



Utiliser Vittascience pour entraîner un modèle

Présentation de l'outil

Vittascience - IA Images est une plateforme en ligne qui permet d'entraîner simplement un modèle d'intelligence artificielle à partir de photographies capturées en direct via une webcam. Le principe repose sur l'apprentissage supervisé : l'utilisateur crée des catégories, fournit des exemples visuels pour chacune, puis entraîne un modèle capable de faire des prédictions en temps réel. Cet outil est pensé pour l'éducation et ne nécessite aucune installation. Il fonctionne directement depuis un navigateur internet.



Accès à l'outil : <https://fr.vittascience.com/ia/images.php?localId=loc637b12c40c27a8>

Fonctionnalités principales

L'interface de Vittascience - IA Images propose une approche progressive de l'apprentissage automatique à travers dix étapes guidées. L'utilisateur commence par **créer au minimum deux catégories**. Chaque catégorie représente une classe d'objets ou de situations que le modèle devra apprendre à reconnaître. Ces catégories sont nommées manuellement.

Une fois les catégories créées, il est possible d'ajouter des **données visuelles** à chacune d'elles. Pour cela, l'utilisateur place un objet devant la webcam et capture une série d'images (environ 10 à 15 photos par catégorie), en variant les angles, les distances et les positions pour enrichir l'apprentissage du modèle.

Dès que suffisamment d'images sont collectées, le bouton « **Entraîner le modèle** » devient actif. Un clic lance le processus d'apprentissage. En quelques secondes, le modèle analyse les images et construit une représentation interne de chaque catégorie.

Une fois l'entraînement terminé, l'outil permet de **tester le modèle en temps réel**. En montrant un objet à la caméra, l'utilisateur obtient une prédiction exprimée sous forme de pourcentage. Cela indique le degré de confiance de l'IA quant à l'appartenance de l'objet à l'une des catégories créées.

Une fonctionnalité complémentaire – **les zones d'influence** – permet de visualiser les parties de l'image qui ont le plus pesé dans la décision du modèle. Cela offre une entrée concrète dans la compréhension de l'interprétation visuelle par une IA.

Usages possibles

Cet outil est particulièrement adapté pour :

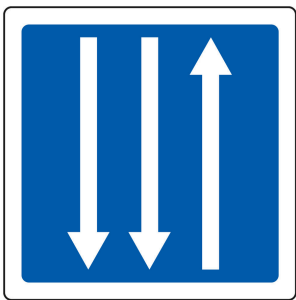
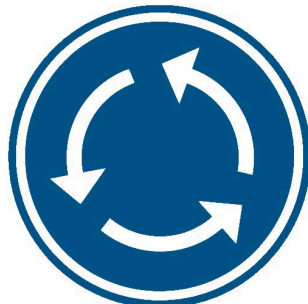
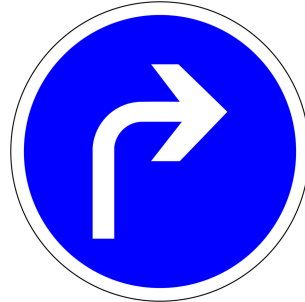
- Introduire les notions de **machine learning supervisé** auprès d'un public scolaire ;
- Comprendre le rôle des **données d'apprentissage** dans la construction d'un modèle ;
- Observer les limites, imprécisions et biais d'un modèle automatisé ;
- Mener des expérimentations simples autour de la **classification d'objets visuels**.

Configuration requise

- Un ordinateur équipé d'une **webcam fonctionnelle** ;
- Un accès à **internet** via un navigateur web (Chrome, Firefox, Edge...);
- Aucun compte, téléchargement ou installation n'est requis.



Annexe. Panneaux de signalisation





Approfondir et aller plus loin

Voici deux initiatives engageantes destinées aux élèves du secondaire pour explorer les technologies et enjeux liés au protocole : **la technologie LiDAR et la communication des véhicules autonomes.**



Technologie LiDAR

Les élèves peuvent explorer le LiDAR avec des outils simples, comme des pointeurs laser et des appareils de mesure, pour simuler la détection et la télémétrie par la lumière. Ils peuvent aussi analyser des données LiDAR réelles, comparer des cartes 3D, et discuter de l'usage du LiDAR dans la navigation des véhicules autonomes. Un projet pédagogique consiste à construire un capteur LiDAR basique avec un Arduino ou un Raspberry Pi, pour détecter distances et obstacles, illustrant l'importance du LiDAR pour la conduite autonome.

The Basics of LiDAR - Light Detection and Ranging
by NEON Science:
<https://www.neonscience.org/resources/learning-hub/tutorials/lidar-basics>

Can You Fool A Self-Driving Car? - Une vidéo de Mark Rober qui explore les limites du système de pilotage automatique basé sur une caméra de Tesla par rapport à un véhicule équipé d'un LiDAR, illustrant comment le LiDAR améliore la perception et la sécurité des véhicules autonomes :
<https://www.youtube.com/watch?v=IQJL3htsDyQ>



Défi de programmation collaborative de véhicules autonomes

Les élèves peuvent travailler en équipe pour construire et programmer de petits véhicules autonomes capables de communiquer entre eux et de réagir à leur environnement grâce à des microcontrôleurs comme Arduino ou Raspberry Pi. Le défi consiste à programmer les véhicules pour qu'ils échangent des données (vitesse, direction et obstacles, par exemple) et prennent des décisions de conduite collaboratives. Cela peut inclure une simulation d'intersection où les voitures doivent coordonner leur priorité de passage ou un système coopératif d'évitement d'obstacles. Grâce à cette activité, les élèves découvrent la communication de véhicule à véhicule (V2V) et de véhicule à infrastructure (V2I), principes clés de la mobilité intelligente.

High School Autonomous Vehicle Competition by Argonne National Laboratory:
https://www.anl.gov/education/high-school-autonomous-vehicle-competition?utm_source=chatgpt.com

MIT Research on Human Reasoning in AI for Self-Driving Car Navigation - Aperçus sur la manière dont les véhicules pilotés par l'IA peuvent apprendre du comportement humain pour une prise de décision plus sûre et plus efficace :
<https://news.mit.edu/2019/human-reasoning-ai-driverless-car-navigation-0523>