



IMPACT ECOLOGIQUE DE LA RÉGLEMENTATION DE LA MOBILITÉ

thématique : mobilité durable, transport et régulation

sous-thème : environnement, bien-être et santé publique



Cofinancé par l'Union européenne



Introduction

Ce protocole vise à fournir des lignes directrices pour engager les élèves dans la conception collaborative de véhicules autonomes, avec un minimum d'expérience en langages de programmation, en détaillant les étapes proposées et des exemples pratiques pour permettre aux enseignants intéressés de reproduire cette approche. Au-delà des compétences techniques, ces activités créent des opportunités précieuses pour que les élèves examinent de manière critique l'impact écologique de leurs solutions d'ingénierie, favorisant la sensibilisation environnementale parallèlement à l'innovation technologique.

Le cœur de cette expérience éducative est un hackathon—un événement collaboratif de résolution de problèmes où les élèves travaillent en équipe pour développer des conceptions de véhicules autonomes. Cette approche favorise la littératie numérique, le travail d'équipe et l'application pratique des concepts STEM.



La mise en œuvre de ce protocole nécessite que les enseignants évaluent les connaissances préalables requises pour une participation réussie. Les aspects techniques requièrent des compétences de base en programmation C++, ce qui implique de déterminer si les élèves possèdent déjà ces compétences ou si une phase de formation préliminaire doit être intégrée. L'association d'élèves ayant des niveaux de compétences variés peut également faciliter l'apprentissage par les pairs et le soutien mutuel. La formation des groupes représente un élément critique à aborder avant de commencer. Chaque équipe devrait inclure au moins un élève à l'aise avec la compréhension, la modification et l'écriture de code C++. Ce regroupement stratégique aide à équilibrer l'expertise technique entre les équipes et garantit que tous les élèves peuvent contribuer de manière significative, indépendamment de leur niveau individuel en programmation. L'aménagement physique de la salle de classe nécessite également une planification réfléchie. Les espaces doivent être organisés pour faciliter la collaboration en équipe tout en s'assurant que tous les groupes ont un accès adéquat aux technologies et matériels nécessaires. La création de postes ou d'îlots permet aux équipes de travailler étroitement ensemble tout en maintenant suffisamment de séparation pour se concentrer sur leurs projets spécifiques. Le protocole détaillé qui suit suppose des équipes d'élèves aux capacités mixtes où les compétences techniques peuvent être partagées entre les membres.

Interdisciplinarité



technologie
physique, chimie
biologie, SVT

Objectifs de développement durable





L'activité en bref

Structure du protocole

Le processus d'apprentissage se déroule en **trois phases complémentaires** qui s'appuient les unes sur les autres pour créer une compréhension globale de l'impact écologique de la régulation de la mobilité :



Étape 1 - La phase de découverte. La phase de découverte vise à se familiariser avec les outils et à acquérir des notions de programmation essentielles à la compréhension du code qui détermine le comportement du véhicule autonome. Il convient de noter que les élèves doivent maîtriser le langage C++ pour suivre ce parcours et avoir acquis au préalable les bases de la programmation. Cette phase préliminaire permet d'identifier les points d'insertion et de modification nécessaires à la mise en œuvre de la solution relative à la mission principale du hackathon.

Étape 2 - La phase pratique collaborative. La phase pratique collaborative est utile pour stimuler la participation et le développement des compétences numériques grâce à une approche collaborative et pratique pour résoudre deux défis :

- **Défi d'implémentation :** Il s'agit de modifier le code fourni pour résoudre un problème simplifié, mais réel, lié à la programmation de véhicules autonomes. Ce défi consiste à déployer le code pour que le véhicule autonome puisse relever ce défi en ville. Il suppose qu'au moins un membre par groupe possède les compétences nécessaires pour comprendre, modifier, exécuter et écrire du code C++.
- **Défi de conception de haut niveau :** Ce défi aborde un problème plus conceptuel, comme la gestion de la signalisation du futur, capable de réguler les véhicules manuels et autonomes. Il implique la création d'une présentation.

Étape 3 - La phase de hackathon. Le hackathon vérifie les solutions identifiées pour résoudre les deux défis décrits précédemment via deux étapes distinctes :

- **Concours:** Implique l'utilisation d'un environnement éducatif de ville intelligente, permettant à tous les groupes de tester et de valider le bon fonctionnement du Roobokart pour relever le défi assigné.
- **Exposition et discussion:** Implique la présentation et la discussion collective des solutions de conception développées au cours de la phase pratique.

Pour bien démarrer

Durée : La durée totale des activités dépend de la complexité du cadre, de la disponibilité du matériel pédagogique et des connaissances préalables des élèves en programmation. En s'appuyant sur le framework Roobopoli, elles nécessitent au moins 16 heures, réparties comme suit :

- La phase de formation dure au minimum 3 séances de 2 heures.
- La phase pratique collaborative dure au minimum cinq heures.
- Le hackathon dure cinq heures, réparties sur une seule journée.

Niveau de difficulté : ★★★★★

Matériel nécessaire : Les outils utilisés sont numériques. Nous suggérons d'utiliser Roobopoli (<https://www.roobopoli.org>).

- Les instructions pour guider la phase de formation sont disponibles publiquement (en italien) sur ce lien : <https://www.roobopoli.org/wp-content/uploads/2021/05/Roobokart-il-manuale-operativo-RevA1.pdf>
- Le défi de mise en œuvre encourage les participants à compléter le comportement Roobokart à partir du code disponible publiquement sur GitHub : https://github.com/Perlatecnica/Roobokart/blob/master/Releases/roobokart_basic_mission.bin
Il est suggéré de fournir aux participants un Roobokart pour tester le code implémenté.
- Le hackathon nécessite un seul Roobopoli pour tous les groupes : <https://www.roobopoli.org/semaforo>

Glossaire

Mots-clés/Concepts	Définitions
Atelier pratique en groupe	Une méthode pratique et interactive qui favorise la collaboration et l'innovation entre les participants.
Capteurs Roobokart	Composants matériels qui détectent les conditions environnementales et aident le Roobokart à naviguer sur la piste.
Durabilité environnementale	Ensemble de stratégies visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à promouvoir les énergies renouvelables et à préserver les ressources naturelles dans la planification urbaine.
Hackathon	Un événement compétitif et collaboratif où les équipes présentent et testent leurs solutions dans un cadre public.
Manuel Roobokart	Document de référence décrivant la structure, les capteurs et les fonctionnalités du Roobokart.
Participation citoyenne	Implication des citoyens dans la co-crédation des espaces urbains et des processus décisionnels pour une meilleure planification urbaine.
Roobokart	Un véhicule autonome basé sur un microcontrôleur a été utilisé comme élément central du défi de programmation.
Urbanisme	Concevoir des villes efficaces, durables et accessibles, avec des espaces publics bien répartis.

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 - Phase de découverte



Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : Cette phase initiale doit être encadrée par un enseignant familiarisé ou autodidacte avec le framework Roobopoli. L'objectif est de créer les conditions nécessaires à un travail efficace des élèves pendant la phase de développement. Les élèves apprendront à assembler le véhicule (Roobokart) et étudieront le code fourni pour comprendre sa logique et identifier les points de connexion nécessaires à la réalisation du défi.

Objectifs d'apprentissage : Comprendre la structure et les composants du Roobokart. Comprendre le code qui sera utilisé lors du défi d'implémentation. Identifier les points de modification potentiels du code pour le prochain hackathon. Se familiariser avec le règlement du concours et les critères d'évaluation.

Conceptualisation

Avant de commencer les séances de formation avec les élèves, les enseignants doivent se familiariser avec le cadre Roobopoli :

Qu'est-ce que Roobopoli ?

Roobopoli est une plateforme éducative de ville intelligente conçue pour enseigner la programmation et les concepts de véhicules autonomes de manière engageante et concrète. Le cadre s'articule autour d'une ville miniature physique, avec ses routes, ses intersections et sa signalisation, simulant un environnement urbain réel. Dans cette ville, des véhicules programmables, appelés Roobokarts, naviguent de manière autonome grâce à un code modifié par les élèves. Ces véhicules intègrent divers capteurs et microcontrôleurs qui leur permettent de percevoir et de réagir à leur environnement, à la manière de véritables voitures autonomes. L'ensemble du système sert de représentation concrète des concepts de programmation, permettant aux élèves de visualiser immédiatement les résultats physiques de leurs modifications de code.

Principales caractéristiques de Roobopoli pour une utilisation en classe

Le framework Roobopoli offre plusieurs avantages pédagogiques qui le rendent particulièrement utile en milieu éducatif. Ses niveaux de difficulté peuvent être adaptés à différents groupes d'âge et niveaux de programmation, le rendant accessible aux débutants comme aux apprenants plus avancés. Le retour visuel immédiat fourni lorsque les Roobokarts exécutent des instructions programmées aide les élèves à appréhender les concepts abstraits de la programmation en reliant le code aux mouvements physiques et à la prise de décision.

Le cadre encourage naturellement l'apprentissage collaboratif grâce à des défis en équipe où les élèves doivent collaborer pour résoudre des problèmes complexes. Cette collaboration s'inspire des environnements d'ingénierie réels. De plus, l'accent mis sur les transports autonomes crée des liens significatifs entre les activités de codage en classe et les innovations technologiques pertinentes dans la société. La nature interdisciplinaire des défis favorise les liens entre l'informatique, l'ingénierie, les études environnementales et l'urbanisme, encourageant les élèves à dépasser les frontières disciplinaires traditionnelles.

Exigences techniques

La mise en œuvre réussie du système Roobopoli en classe nécessite une préparation minutieuse de l'environnement physique. Les enseignants doivent prévoir un espace suffisant pour l'aménagement urbain de Roobopoli, généralement au moins 4 mètres carrés pour accueillir la piste et permettre aux élèves d'observer et d'effectuer des ajustements. Des sources d'alimentation fiables doivent être disponibles pour recharger les Roobokarts entre les séances d'évaluation, car une panne de batterie pendant les tests peut freiner l'apprentissage.

Chaque groupe d'élèves doit disposer d'ordinateurs équipés d'un environnement de développement C++ compatible avec les exigences de programmation du Roobokart. Les outils de base pour l'assemblage et la maintenance du Roobokart doivent être disponibles pour résoudre tout problème mécanique pouvant survenir pendant les séances. La préparation préalable de ces éléments techniques permet de concentrer le temps de cours sur l'apprentissage plutôt que sur la résolution des problèmes matériels.



- **Manuel d'utilisation de Roobokart (italien)**
<https://www.roobopoli.org/wp-content/uploads/2021/05/Roobokart-il-manuale-operativo-RevA1.pdf>
- **Documentation**
https://github.com/Perlatecnica/Roobokart/blob/master/Releases/roobokart_basic_mission.bin

Investigation par les élèves

Séance 1 : Roobokart et capteurs

La première séance présente aux élèves les **composants physiques du Roobokart** et leur fournit les bases de l'interaction de ces composants avec le microcontrôleur. Les enseignants commenceront par une présentation complète des **différents capteurs du Roobokart**, en expliquant leurs fonctions individuelles et la manière dont ils permettent au véhicule de percevoir son environnement. Cette explication sera **accompagnée de démonstrations pratiques qui mettent en évidence la réponse de chaque capteur à différents stimuli**, aidant ainsi les élèves à visualiser le lien entre les données des capteurs et le comportement du véhicule.

Après cette introduction, les enseignants guideront les élèves **à travers l'interface** entre ces capteurs et le microcontrôleur, en leur expliquant le **cheminement des données, de la perception de l'environnement à leur traitement, puis aux décisions de mouvement**. Cette partie de la séance relie la compréhension du matériel aux concepts de programmation qui seront abordés lors des séances suivantes. Les explications théoriques sont renforcées par des activités d'assemblage pratiques au cours desquelles les élèves construisent physiquement leurs Roobokarts sous la direction de l'enseignant. Cette expérience tactile permet aux élèves de s'approprier leur véhicule tout en acquérant une compréhension pratique des composants mécaniques et électroniques.

La séance se terminera par un **test des fonctionnalités de base**, permettant aux élèves de vérifier que leurs Roobokarts assemblés répondent correctement à des commandes simples. Cette phase de test sert à la fois de vérification technique et d'occasion pour les élèves de découvrir leur travail en action. Les enseignants sont invités à consulter le manuel d'utilisation du Roobokart, disponible en ligne, pour connaître les procédures d'assemblage spécifiques et les conseils de dépannage. Chaque groupe d'élèves doit disposer d'un kit d'assemblage complet contenant tous les composants nécessaires à son Roobokart.



Ressources: Le manuel d'utilisation du Roobokart (disponible, en italien, à l'adresse <https://www.roobopoli.org/wp-content/uploads/2021/05/Roobokart-il-manuale-operativo-RevA1.pdf>) fournit des instructions détaillées pour cette session. Des kits de montage de véhicules doivent être préparés pour chaque groupe avant la session.

Séance 2 : Analyse de code

La deuxième séance passe du matériel au logiciel, aidant les élèves à **comprendre la logique de programmation** qui **contrôle le comportement du Roobokart**. Les enseignants commenceront par parcourir le **code fourni**, en **expliquant sa structure générale** et la correspondance entre les différentes sections et les **fonctions spécifiques du véhicule**. Cette explication mettra l'accent sur la relation entre les commandes du code et les actions physiques, renforçant ainsi le lien entre les décisions de programmation et les résultats concrets. Les élèves seront encouragés à poser des questions et à discuter de leurs observations tout en explorant le code ensemble.

Au cours de la séance, les enseignants doivent aider les élèves à **identifier les fonctions clés du code et à comprendre leurs objectifs spécifiques**. Cette analyse doit mettre en évidence la manière dont les différentes fonctions interagissent pour créer un comportement cohérent du véhicule, démontrant ainsi l'importance d'approches de programmation structurées. Une attention particulière doit être portée à la discussion des points de modification potentiels que les élèves pourraient ultérieurement adapter au code pour répondre aux exigences du défi. Ces « **points d'entrée** » de modification doivent être clairement identifiés et expliqués en termes d'impact potentiel des changements sur le comportement global du véhicule.

La dernière partie de la séance devrait inclure des **exercices de programmation simples** permettant aux élèves **d'expérimenter le framework de code de Roobokart dans un environnement à faibles enjeux**. Ces exercices peuvent consister à apporter des modifications mineures aux fonctions existantes et d'observer les changements de comportement qui en résultent. Grâce à ces activités de codage pratiques, les élèves acquièrent confiance en leur capacité à utiliser le framework tout en développant une compréhension pratique des principes de programmation. Les enseignants doivent s'assurer que **tous les élèves ont accès à des ordinateurs** équipés d'un **environnement de programmation adapté au développement C++** et fournir des exemples d'extraits de code qu'ils peuvent utiliser comme point de départ pour leurs exercices pratiques.



Ressources: La documentation du code constitue le principal support de référence pour cette session. Des ordinateurs équipés d'environnements de programmation appropriés doivent être mis à disposition de chaque groupe, ainsi que des exemples de code préparés pour les exercices pratiques. La documentation est accessible à l'adresse suivante : https://github.com/Perlaticna/Roobokart/blob/master/Releases/roobokart_basic_mission.bin

Séance 3 : Règles de la compétition

La dernière séance de formation vise à définir **clairement les attentes quant à l'évaluation des solutions des élèves pendant la phase de hackathon**. Les enseignants commenceront par présenter en **détail le règlement du concours** et **expliqueront le système de notation** utilisé pour évaluer les performances. Pour le défi de mise en œuvre, les enseignants expliqueront en détail le système de points : chaque équipe **commence avec un score initial de 200 points au début de la session de course**. Des points sont **déduits en cas de non-respect des exigences** de la mission, selon un barème de pénalités défini. Les élèves doivent comprendre les procédures en cas de difficultés techniques :



Difficultés techniques et échecs

En cas de panne d'un Roobokart pendant la compétition, les équipes peuvent demander à passer en fin de file d'attente pour gagner du temps de réparation. Cette procédure entraîne toutefois une pénalité de points et réinitialise leur session de course. Le temps de réparation est limité à la fin de la session de toutes les autres équipes. De plus, les équipes ne peuvent demander plus d'un repositionnement. La gestion des batteries est un autre élément crucial : les Roobokarts doivent démarrer avec des batteries complètement chargées, et toute panne due à un problème de batterie entraînera des pénalités. Si un problème de batterie rend la poursuite impossible, les équipes peuvent demander un repositionnement avec une pénalité supplémentaire.

Lorsque des **pénalités** surviennent, les enseignants doivent insister sur la **procédure de redémarrage appropriée** :

Procédure de redémarrage



Le Roobokart doit être redémarré après avoir réinitialisé la carte Nucleo et positionné par un représentant de l'équipe au point de redémarrage désigné sur la piste. Ce point doit se situer avant l'endroit où la pénalité a été infligée, dans le sens de la course. À l'issue du temps imparti, la somme de toutes les pénalités accumulées est déduite du score initial. Si le score obtenu est inférieur à zéro, un score final de zéro sera attribué pour la séance de course.

La **composante présentation** a un poids important dans l'évaluation globale, avec un score **maximum possible de 120 points** répartis sur quatre domaines clés :

- **75 points** sont attribués pour un contenu traitant de cinq thèmes essentiels : **la durabilité environnementale, la technologie et l'innovation, la mobilité durable, l'urbanisme et la participation citoyenne**. Chaque thème est évalué sur un maximum de **15 points**, l'évaluation portant sur l'originalité de l'idée, la faisabilité de la solution et la clarté conceptuelle.
- **10 points** sont attribués pour le **travail d'équipe**, évaluant la façon dont les membres du groupe expriment leurs idées, prennent en compte les points de vue des autres et collaborent vers des objectifs communs.

Lors de l'évaluation du volet travail en équipe, les enseignants peuvent utiliser les questions directrices suivantes :



- **Comment se répartissent les tours de présentation au sein de l'équipe ?** Les diapositives sont-elles présentées par un seul élève (approche potentiellement négative) ou par plusieurs membres de l'équipe (approche positive) ?
- **Comment les élèves gèrent-ils les erreurs potentielles ou les ajouts de leurs coéquipiers ?** Les élèves corrigent-ils leurs coéquipiers (approche potentiellement négative) ou complètent-ils leurs propos (approche positive) ? Les élèves interviennent-ils lorsqu'un coéquipier est en difficulté (approche positive) ?
- **Quelle est l'attitude de chaque intervenant ?** Le présentateur fait-il référence au travail du groupe (approche positive) ou parle-t-il à la première personne du singulier (approche négative) ? Les élèves présentent-ils le contenu rapidement et directement, sans hésitation (approche positive) ?

- La **qualité de la présentation** elle-même compte pour **20 points**, l'accent étant mis sur une communication claire, une structure logique, une présentation visuelle, l'exhaustivité des informations et la pleine participation de tous les membres de l'équipe.
- Les derniers **15 points** récompensent la **pensée innovante**, en se concentrant sur des idées nouvelles et tournées vers l'avenir qui peuvent améliorer de manière significative les environnements urbains d'un point de vue technologique et environnemental.

La séance se terminera par la **formation des groupes d'élèves** pour la phase suivante, en veillant à ce que chaque groupe comprenne au moins un élève possédant des **compétences suffisantes en programmation C++** pour mener à bien la mise en œuvre technique du défi. Les enseignants fourniront aux élèves un document écrit détaillant tous les critères de notation, à consulter tout au long des phases restantes du projet.



Ressources: Un document pré-rédigé détaillant le système de points, les pénalités et les critères d'évaluation des présentations doit être distribué à tous les élèves. Les enseignants peuvent également envisager de fournir une liste de contrôle ou une grille d'évaluation permettant aux élèves d'auto-évaluer leurs progrès au cours des phases suivantes.

Restitution et réflexion

La phase de formation prépare les élèves à la phase de collaboration pratique en s'assurant qu'ils comprennent les composants matériels et logiciels du défi. Les connaissances acquises sur la structure du Roobokart, son framework de code et les règles du concours seront essentielles pour développer des solutions innovantes lors des défis de mise en œuvre et de conception qui suivront.



À l'issue de la phase de formation, les élèves doivent être organisés en groupes de sorte qu'au moins un élève par groupe maîtrise les compétences de compréhension, de modification, d'exécution et d'écriture de code C++. Cela permet à toutes les équipes de participer avec succès au défi d'implémentation.

La phase de formation pose les bases essentielles pour que les élèves puissent s'engager pleinement dans le défi de conception de véhicules autonomes. Grâce à une exploration structurée du framework Roobopoli, à l'analyse de code et aux règles du concours, les élèves développent la compréhension technique et les connaissances contextuelles nécessaires à la réussite des phases suivantes. Cet investissement initial en cours est particulièrement fructueux lorsque les élèves passent à un travail plus autonome lors des phases pratiques et du hackathon.

Les enseignants doivent observer attentivement l'engagement des élèves durant cette phase afin d'identifier rapidement les difficultés potentielles. Portez une attention particulière à la manière dont les élèves interagissent avec les composantes techniques, en identifiant les aspects qui suscitent l'enthousiasme et ceux qui pourraient nécessiter un soutien supplémentaire. La façon dont les élèves s'organisent pendant ces séances fournit souvent des indications précieuses pour une formation efficace des groupes. Si les compétences techniques sont importantes, n'oubliez pas que des groupes équilibrés bénéficient de points forts variés, notamment la résolution créative de problèmes, la pensée systématique et une communication efficace.

Étape 2 - Phase pratique collaborative

Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : Cette phase invite les élèves à travailler en collaboration sur deux défis parallèles portant à la fois sur la mise en œuvre technique et la conception. S'appuyant sur les connaissances acquises lors de la phase de formation, les élèves mettent désormais en pratique leurs connaissances pour programmer un Roobokart autonome et développer des idées innovantes pour des environnements urbains durables. Grâce à ces activités pratiques, les élèves améliorent leurs compétences en programmation tout en réfléchissant à l'impact écologique des villes du futur.



Objectifs d'apprentissage : Développer des compétences en programmation par une application concrète en contexte réel. Appliquer sa compréhension du système Roobokart pour résoudre des problèmes de navigation spécifiques. Explorer les concepts de durabilité environnementale dans l'urbanisme et l'innovation technologique. Collaborer efficacement au sein d'équipes diversifiées pour résoudre des problèmes complexes. Créer des liens entre les solutions techniques et leurs impacts écologiques.

Conceptualisation

Avant de commencer les activités pratiques collaboratives, les enseignants doivent comprendre l'approche du double défi qui caractérise cette phase et comment elle soutient les résultats d'apprentissage complets.

Constitution d'équipes et apprentissage par les pairs

Cette phase exige une organisation réfléchie des équipes d'élèves afin de maximiser les opportunités d'apprentissage. Chaque équipe doit inclure des élèves aux **compétences et aux connaissances variées, créant ainsi des opportunités naturelles d'apprentissage entre pairs**. Ce mélange délibéré entre compétences techniques, créativité et communication enrichit l'expérience d'apprentissage de tous les participants. S'il est important de s'assurer que chaque équipe compte **au moins un élève maîtrisant la programmation C++**, les enseignants doivent également veiller à **équilibrer d'autres points forts** tels que la pensée conceptuelle, les compétences en présentation et la connaissance de l'environnement.

Le modèle de pairs intégré à cette approche développe naturellement les **compétences numériques**, les élèves partageant leur expertise avec leurs coéquipiers. Les plus à l'aise en programmation guident les autres dans les défis techniques, tandis que les élèves plus forts dans d'autres domaines **assument des rôles de leadership dans les aspects de la conception**. Cette structure collaborative reflète les **environnements de projet réels** où des équipes **multidisciplinaires** doivent intégrer des perspectives diverses pour développer des solutions complètes.

Structure à double défi

La phase pratique comprend deux défis complémentaires qui, ensemble, abordent la mise en œuvre pratique et l'innovation conceptuelle. Le « **City Challenge** » se concentre sur les compétences techniques en programmation, demandant aux élèves d'appliquer leur compréhension du framework Roobokart pour **résoudre des problèmes spécifiques de navigation autonome**. Parallèlement, le défi « **Impact écologique de la ville de demain** » invite à une **réflexion créative** sur l'urbanisme durable et les implications environnementales des technologies émergentes.

Cette approche parallèle aide les élèves à comprendre les **interconnexions entre les capacités techniques et leurs applications sociétales plus larges**. En travaillant simultanément sur les deux défis, les élèves développent une compréhension plus complète et intégrée de l'influence des **décisions de programmation et de conception sur les résultats écologiques**. La structure à double défi tient également compte des préférences et des points forts d'apprentissage, permettant à tous les élèves de contribuer significativement aux efforts de leur équipe.

Ateliers pratiques

La phase pratique collaborative utilise une méthodologie d'atelier où les enseignants jouent principalement un rôle **d'animateurs** plutôt que d'instructeurs. Cette approche encourage **l'autonomie des élèves** et la **résolution de**

problèmes tout en créant un espace de **collaboration authentique**. Les enseignants doivent surveiller la dynamique de groupe et apporter un soutien si nécessaire, mais éviter de **donner des solutions ou des approches spécifiques**. Leur rôle passe de la présentation d'informations à la formulation de questions d'orientation, à la suggestion de ressources et à l'accompagnement des équipes face aux obstacles lorsqu'elles sont réellement bloquées.

Investigation par les élèves

Le défi de la ville : mise en œuvre

Le premier défi, intitulé « City Challenge », représente la phase de mise en œuvre technique où les élèves **programment leur Roobokart pour répondre à une mission spécifique**. Cette activité pratique demande aux élèves de s'appuyer sur le squelette de code fourni lors de la phase de formation, en ajoutant des fonctionnalités pour répondre aux exigences détaillées de la mission.

La mission de base est définie comme suit :

“ Le kart se déplace dans les rues d'un Roobopoli standard, sur sa propre voie, en lisant les panneaux horizontaux qui renseignent sur les possibilités de franchissement d'intersections. Il doit respecter les feux de circulation, traverser au vert et s'arrêter au rouge, et traverser les intersections en choisissant aléatoirement les chemins disponibles. En cas d'obstacle, le kart doit s'arrêter et reprendre la mission dès qu'il est éliminé. ”

Le point de départ de ce défi de programmation est le code de mission de base, disponible à l'adresse : https://github.com/Perlatecnica/Roobokart/blob/master/Releases/roobokart_basic_mission.bin. Les enseignants doivent insister sur le fait que **ce code n'est qu'une référence et ne met pas en œuvre l'intégralité de la mission**. Les élèves doivent le compléter correctement pour remplir les exigences de la mission. **Chaque équipe doit avoir accès à un Roobokart pour le tester et le peaufiner tout au long de la session.**

Chaque groupe travaille de manière autonome et indépendante, gérant la résolution du défi comme bon lui semble. Les enseignants doivent souligner que chaque équipe est responsable de son matériel et doit s'assurer que tout est conforme au règlement au moment de la compétition.

Les enseignants devraient encourager une **approche itérative** où les élèves implémentent les fonctionnalités progressivement, en **testant chaque ajout avant de passer au suivant**. Cette méthodologie aide les équipes à gérer la complexité du défi tout en garantissant une progression régulière. Tout en répondant aux questions techniques des élèves, les enseignants devraient également inciter les équipes à documenter leurs décisions de programmation et à réfléchir à la manière dont leurs implémentations pourraient répondre à des scénarios réels de véhicules autonomes.

Le défi de l'impact écologique : la conception

Le deuxième et dernier défi, intitulé « Défi pour l'impact écologique de la ville de demain », invite les élèves à réfléchir à la manière dont nous pourrions repenser les villes de demain en améliorant l'impact écologique grâce à l'utilisation d'outils technologiques et numériques innovants.

“ Pour ce défi, chaque groupe est invité à produire une présentation qui aborde les aspects suivants : ”

1. **Durabilité environnementale:** La ville de demain devra être respectueuse de l'environnement, avec une réduction des émissions de gaz à effet de serre, une utilisation efficace des ressources naturelles et la promotion des énergies renouvelables. Par exemple, il pourrait s'agir d'aménager davantage d'espaces verts en ville, d'utiliser des sources d'énergie alternatives pour les transports ou de passer de sources d'énergie non renouvelables (charbon, pétrole, etc.) à des énergies renouvelables (par exemple, en augmentant l'utilisation de l'énergie solaire grâce à l'installation de panneaux solaires sur les bâtiments).
2. **Technologie et innovation:** La ville de demain devra utiliser la technologie et l'innovation pour améliorer la qualité de vie des citoyens, accroître l'efficacité des services publics et optimiser l'utilisation des ressources.

Parmi les moyens par lesquels la technologie et l'innovation peuvent créer des villes plus intelligentes, plus durables et plus agréables à vivre, on peut citer :

- *Internet des objets (IoT)* : la technologie IoT connecte les appareils et les objets d'une ville pour collecter des données et des informations qui améliorent la qualité de vie des citoyens. Par exemple, l'IoT peut garantir une gestion et une élimination appropriées des déchets ou améliorer les transports publics.
 - *Ville intelligente* : une ville intelligente utilise la technologie pour améliorer la qualité de vie des citoyens grâce à des solutions technologiques de gestion des services publics tels que l'éclairage, l'énergie et la distribution de l'eau.
3. **Mobilité durable**: La ville de demain devra promouvoir une mobilité durable grâce à des transports à faibles émissions, des programmes de partage de voitures ou de vélos, et des espaces piétons/cyclables. Cela pourrait inclure, par exemple, une utilisation accrue des transports en commun et une réduction de l'usage des véhicules particuliers (plus polluants), ou encore le développement de modes de transport plus durables en milieu urbain, comme le vélo, avec des espaces dédiés.
 4. **Urbanisme**: La ville de demain doit être planifiée de manière rationnelle, avec une gestion efficace du territoire et une densification urbaine plus durable, en créant une ville à échelle humaine, dotée d'espaces publics bien répartis et de services facilement accessibles. Cependant, cette planification doit être durable, par exemple avec des bâtiments plus économes en énergie et plus intelligents, et des espaces verts accessibles.
 5. **Participation citoyenne**: La ville de demain doit impliquer ses citoyens dans la planification et la gestion urbaines par le biais de processus participatifs et consultatifs. La participation citoyenne doit être un élément central de la planification urbaine, impliquant les citoyens dans la co-création des villes où ils vivent. Cela peut se faire, par exemple, via des plateformes numériques, des consultations publiques en ligne, des ateliers et des rencontres citoyennes. Parallèlement, l'inclusion et la participation de tous les citoyens aux processus décisionnels doivent être garanties afin que chacun puisse exprimer ses besoins et élaborer ainsi des stratégies adaptées, toujours dans une perspective durable.

Les enseignants devraient encourager les équipes à utiliser des outils de présentation qu'ils maîtrisent, tels que **PowerPoint, Google Slides, Prezi ou Mentimeter**. L'accent doit être mis sur l'élaboration d'un contenu réfléchi démontrant une compréhension des possibilités technologiques et des considérations environnementales plutôt que sur l'esthétique de la présentation.

Gestion du matériel : Chaque équipe est responsable de la gestion de son matériel et doit s'assurer que tout est conforme aux exigences au moment de la compétition. Les enseignants doivent préparer un Roobokart par groupe et vérifier le bon fonctionnement de tous les véhicules avant le début de la séance. De plus, assurez-vous que chaque équipe dispose d'ordinateurs équipés d'environnements de programmation appropriés, ainsi que d'outils de création de présentations.



Gestion du temps : D'une durée totale de cinq heures, cette phase exige une gestion rigoureuse du temps. Envisagez de diviser la séance en segments avec des transitions claires entre les activités. Bien que la répartition suggérée accorde un temps égal aux deux défis (2,5 heures chacun), les enseignants peuvent ajuster leur temps en fonction du contexte de leur classe et des besoins des élèves. Certaines équipes pourraient bénéficier d'une approche plus fluide, alternant entre les défis, tandis que d'autres préféreraient s'attaquer à un défi avant de passer au suivant.

Restitution et réflexion

Durant cette phase pratique collaborative, les enseignants doivent **observer activement la répartition des tâches par les équipes et la mise en place de modèles collaboratifs**. Ces observations fournissent des informations précieuses sur l'apprentissage des élèves et la dynamique de groupe. Pensez à prendre des notes sur :

- Dans quelle mesure les équipes répartissent-elles efficacement les tâches techniques et conceptuelles ?
- Quels élèves émergent comme leaders dans différents aspects des défis ?
- Comment les équipes résolvent-elles les désaccords ou les obstacles techniques ?

- Les stratégies que les équipes développent pour intégrer des solutions de programmation avec des considérations écologiques

À la fin de la session, les enseignants doivent rassembler le code produit pour le Défi Ville et les présentations créées pour le Défi Impact Écologique. Ces artefacts serviront de preuve d'apprentissage et de préparation pour la phase finale du hackathon.

La phase pratique collaborative prépare les élèves au hackathon en développant leurs **solutions techniques et leurs présentations conceptuelles**. Le code créé lors du Défi Ville sera **testé lors de la phase compétition du hackathon**, tandis que les présentations développées pour le Défi Impact Écologique seront présentées lors de la phase exposition. Cette phase représente le cœur du travail de développement, qui sera évalué et peaufiné lors de la phase finale.

Grâce à cette étape, les élèves ont pu s'intéresser aux dimensions techniques et conceptuelles de la conception de véhicules autonomes. Grâce à des activités de programmation pratiques et à une réflexion approfondie sur les impacts environnementaux, les élèves développent une compréhension plus fine de la façon dont la technologie façonne les environnements urbains. Cette phase établit des liens essentiels entre les concepts de programmation abstraits et leurs applications concrètes.

Les enseignants doivent prêter une attention particulière à la manière dont ces deux défis s'influencent mutuellement dans la réflexion des élèves. Les décisions de programmation tiennent-elles compte des considérations environnementales ? Les idées de conception tiennent-elles compte des limitations techniques ? Les équipes les plus performantes démontreront une intégration entre ces deux aspects, conscientes que les solutions technologiques doivent répondre aux impératifs écologiques.

Étape 3 - Hackathon



Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : La phase finale du protocole est consacrée à la présentation publique des solutions développées lors de la phase de collaboration pratique. Ce hackathon sert à la fois de compétition et de forum de présentation où les élèves présentent leurs solutions de programmation et partagent leurs idées pour les villes de demain. Grâce à cette expérience enrichissante, les élèves affinent leur capacité à communiquer des concepts techniques, améliorent leurs compétences en programmation et participent à un brainstorming collectif qui enrichit la compréhension de chacun.

Objectifs d'apprentissage : Développer des compétences oratoires et de présentation d'idées techniques et conceptuelles. Affiner les solutions de programmation grâce à des tests compétitifs. Participer au partage collectif des connaissances par le biais de discussions publiques. Appliquer les retours d'expérience en temps réel pour améliorer les solutions. Bénéficier d'une évaluation authentique dans un environnement collaboratif.

Conceptualisation

Avant d'organiser un hackathon, les enseignants doivent comprendre sa double nature : à la fois compétitive et collaborative. Contrairement aux évaluations traditionnelles, le format du hackathon offre une évaluation authentique tout en favorisant un esprit de communauté et de découverte partagée.

Exigences de configuration physique

Le hackathon nécessite l'assemblage d'une ville Roobopoli prête à être testée. Cette ville intelligente devra être mise en place avant le début du hackathon, car une seule ville desservira tous les groupes participants. Les enseignants doivent suivre les instructions de construction disponibles (en italien) en ligne à l'adresse : <https://www.roobopoli.org/wp-content/uploads/2021/05/Roobokart-il-manuale-operativo-RevA1.pdf>, dans la section « La Roobopoli ».

L'aménagement de la ville doit inclure des positions de départ claires, des intersections avec des feux de circulation et un espace pour le placement des obstacles comme décrit dans les paramètres de la mission.

En plus de la ville physique, la salle de classe doit être aménagée de manière à accueillir à la fois la zone de compétition et un espace de présentation. La zone de compétition doit offrir une bonne visibilité à tous les élèves pour observer les Roobokarts en action, tandis que l'espace de présentation doit permettre les présentations numériques et les discussions de groupe. Le matériel technique, comprenant des projecteurs, des ordinateurs et des bornes de recharge pour les Roobokarts, doit être préparé à l'avance.

Cadre d'évaluation

Le hackathon intègre l'évaluation de la mise en œuvre technique et de la conception. La phase de compétition évalue les solutions de programmation des élèves selon des critères objectifs établis lors de la phase de formation, tandis que la phase de présentation évalue leur compréhension des implications plus larges du défi de l'impact écologique. Cette approche globale permet aux élèves de différents niveaux de démontrer leurs apprentissages et de contribuer à la réussite de leur équipe.

Les enseignants doivent aborder le hackathon comme une expérience d'apprentissage enrichissante plutôt que comme un simple test. L'aspect compétitif sert principalement à motiver l'engagement et à offrir un contexte authentique pour la mise en pratique des compétences. Tout au long de l'événement, les enseignants doivent insister sur le fait que l'objectif ultime est l'apprentissage collaboratif et le développement des compétences, plutôt que la victoire à tout prix.

Rôle de l'enseignant pendant le hackathon

Pendant le hackathon, les enseignants deviennent facilitateurs et juges. En tant qu'animateurs, ils maintiennent la

structure de l'événement, garantissent une compétition équitable et guident les discussions productives après chaque présentation. En tant que juges, ils appliquent les critères d'évaluation établis de manière cohérente à toutes les équipes. Ce double rôle exige un équilibre entre encouragement et évaluation objective, en valorisant les solutions créatives tout en maintenant des normes cohérentes.

Investigation par les élèves

Phase de compétition : test du Roobokart

La phase de compétition suit un format structuré afin de garantir une évaluation juste et cohérente de la solution de programmation de chaque équipe. Les enseignants doivent expliquer le règlement de la compétition à tous les élèves avant de commencer :

- L'enseignant convoque les équipes à concourir dans un ordre arbitraire. Les équipes doivent répondre promptement, car toute équipe qui ne se **présente pas à la table de compétition dans les 60 secondes suivant l'appel** perdra sa session de course. Si une équipe n'est pas prête à concourir à l'appel, elle peut demander, dans le même délai de 60 secondes, à être déplacée à la fin de l'ordre de compétition en acceptant la pénalité de points correspondante.
- Chaque compétition comprend **deux sessions distinctes de deux minutes par équipe**. Il est important de noter que les sessions d'une équipe ne sont pas consécutives, ce qui permet d'ajuster le code entre les sessions. Les équipes peuvent modifier leur code entre les sessions, même pour de simples besoins de calibrage, mais elles ne peuvent pas tester le code modifié sur la table de compétition officielle avant la session suivante.
- Au début de chaque séance, le Roobokart doit être positionné **au point de départ indiqué par l'enseignant** et mis en évidence sur le tableau de compétition. Un représentant de l'équipe en compétition doit lancer le Roobokart depuis le point de départ désigné sur la piste. Lors de chaque séance, le Roobokart doit naviguer selon les **règles de la mission de base** décrites lors de la phase précédente.
- Le chronométrage débute dès que le Roobokart quitte le point de départ et se poursuit durant les déplacements, les arrêts aux feux tricolores, la gestion des obstacles et les franchissements d'intersections. Le chronomètre est **temporairement interrompu lorsque le Roobokart sort de la piste en raison de pénalités** ou est arrêté à cause d'un obstacle placé par les enseignants pendant la compétition.

Les enseignants **doivent placer des obstacles à des endroits stratégiques** pendant la compétition afin de tester la capacité des Roobokarts à les détecter et à réagir correctement. Ces **obstacles doivent être identiques pour toutes les équipes afin de garantir une évaluation équitable**.



Une fois que chaque équipe a terminé les deux sessions, les points sont calculés sur la base de l'allocation initiale (200 points) moins les pénalités encourues pendant la compétition.

Phase de présentation : solutions à impact écologique

Après la phase de compétition, les équipes présentent **leurs solutions au défi de l'impact écologique**. Chaque équipe présente sa présentation à l'ensemble de la classe, expliquant sa vision de la ville durable de demain. Les enseignants **doivent fixer une durée de présentation cohérente (généralement 5 à 10 minutes)** et s'assurer que tous les membres de l'équipe y participent.

Après chaque présentation, les enseignants doivent **animer une brève période de discussion** au cours de laquelle les **autres élèves peuvent poser des questions et donner leur avis**. Cet échange collaboratif enrichit la compréhension de chacun et constitue un précieux exercice pour formuler et recevoir des critiques constructives. Les enseignants doivent orienter ces discussions vers les cinq domaines clés du défi : **la durabilité environnementale, la technologie et l'innovation, la mobilité durable, l'urbanisme et la participation citoyenne**.

La phase de présentation offre aux élèves l'occasion de démontrer leur compréhension des interconnexions complexes entre la technologie et l'écologie.



Les enseignants doivent évaluer les présentations en utilisant les critères établis : contenu abondant les cinq sujets essentiels (75 points), travail d'équipe (10 points), qualité de la présentation (20 points) et pensée innovante (15 points).



Maintenir l'engagement : Même si une seule équipe participe ou présente à la fois, il est important de maintenir l'engagement de tous les élèves tout au long du hackathon. Les enseignants peuvent assigner des tâches d'observation spécifiques aux équipes qui attendent leur tour, en leur demandant de noter les stratégies efficaces ou les approches intéressantes observées chez les autres équipes. Cette observation active permet de maintenir la concentration et favorise l'apprentissage entre pairs.

Feedback en temps réel : Le format du hackathon permet un retour d'information et une itération immédiats. Entre les deux sessions de compétition, les équipes ont la possibilité d'ajuster leur code en fonction de leur première performance. De même, les équipes qui présentent plus tard dans l'ordre peuvent affiner leurs présentations grâce aux retours des groupes précédents. Les enseignants doivent souligner cette amélioration itérative comme un élément précieux du processus d'apprentissage.

Célébration du succès : Bien que le hackathon comporte des éléments compétitifs, les enseignants doivent créer une atmosphère qui célèbre toutes les formes de réussite. Cela peut inclure une reconnaissance pour la solution la plus innovante, le meilleur travail d'équipe, la performance la plus améliorée ou la présentation la plus créative, en plus de l'évaluation globale par points. Cette reconnaissance plus large permet de valoriser différents types de réussite.

Restitution et réflexion

La phase hackathon représente l'aboutissement du parcours d'apprentissage **des élèves** à travers le protocole de conception de véhicules autonomes. En testant publiquement leurs solutions de programmation et en présentant leurs idées pour des villes durables, les élèves démontrent à la fois leur maîtrise technique et leur compréhension conceptuelle. Cette évaluation authentique crée des opportunités naturelles de réflexion et de développement.

Le volet compétitif du hackathon offre un retour **immédiat et concret sur les solutions de programmation**. Lorsqu'un Roobokart relève avec succès des défis complexes ou ne réagit pas comme prévu, les élèves constatent les conséquences concrètes de leurs choix de code. Ce retour concret s'avère souvent plus significatif qu'une évaluation abstraite et incite à une réflexion approfondie sur les pistes d'amélioration.

De même, la présentation encourage les élèves à **articuler les liens entre les capacités techniques et les implications sociétales plus larges**. En expliquant leur vision des villes de demain, les élèves mettent en pratique d'importantes compétences en communication tout en démontrant leur compréhension de la manière dont la technologie façonne notre environnement. Le format de discussion publique favorise la pollinisation croisée des idées, où les réflexions d'une équipe inspirent la réflexion des autres.

Tout au long du hackathon, les enseignants doivent **observer la manière dont les élèves relèvent les défis, s'adaptent aux retours et soutiennent leurs coéquipiers**. Ces observations fournissent des informations précieuses sur la progression des élèves, non seulement en termes de compréhension technique et conceptuelle, mais aussi en termes de collaboration et de résilience. Les compétences développées grâce à ce protocole complet – **de la programmation et du design thinking au travail d'équipe et à la communication** – préparent les élèves à réussir dans un monde de plus en plus interconnecté et technologique.



Annexe A: Tableaux de notation pour le City Challenge

Pénalités

PÉNALITÉ	DESCRIPTION	POINTS
Invasion de voie	À chaque fois que le Roobokart envahit la voie opposée.	-2
Quitter la chaussée	À chaque fois que le Roobokart sort de la route.	-3
Panne de véhicule	À chaque fois que le Roobokart s'arrête sans raison et nécessite l'intervention du pilote pour redémarrer.	-5
Collision	Lorsque le Roobokart heurte un obstacle. Cette pénalité peut être appliquée au maximum trois fois par session de jeu.	-5
Pollution sonore	Lorsque le Roobokart klaxonne sans raison. Cette pénalité n'inclut pas les sons émis avant le démarrage du véhicule ni ceux requis par les objectifs. Cette pénalité peut être appliquée au maximum trois fois par session de jeu.	-2
Manœuvre de traversée d'intersection incorrecte	Lorsque le Roobokart ne reprend pas correctement la navigation après avoir terminé la phase de franchissement d'intersection.	-7
Traversée au feu rouge	Lorsque le Roobokart traverse l'intersection avec un feu rouge.	-5
Batterie faible	Le Roobokart s'arrête en raison d'une batterie faible. Le remplacement de la batterie pendant la course est possible, et les équipes peuvent demander à être déplacées en fin de file.	-20
Retrait de la course	L'équipe se retire de la séance de course. Cette pénalité ne peut être appliquée qu'une seule fois par séance de jeu.	-150
Déplacement vers la fin de la file d'attente	L'équipe demande à être déplacée en fin de file d'attente en raison d'un problème technique grave. L'approbation de cette demande est laissée à l'appréciation de l'arbitre. Cette demande ne peut être formulée qu'avant le début de la séance de course et une seule fois pendant toute la compétition.	-20
Comportement conforme du Roobokart	À chaque fois que le Roobokart commet des irrégularités non couvertes par ce tableau.	-10
Comportement d'équipe conforme	Chaque fois que l'équipe ne se comporte pas conformément au règlement ou n'adhère pas aux principes fondamentaux du fair-play pendant toute la compétition.	-20

Note: En cas de franchissement incorrect d'une intersection (lorsque le Roobokart ne revient pas correctement sur sa voie pour reprendre sa navigation), la pénalité de franchissement d'intersection est appliquée à la place de la pénalité de sortie de voie. Dans ce cas, le Roobokart reprend la course au point de départ situé immédiatement après l'intersection correspondant à la route qu'il a tenté d'emprunter sans succès.

Bonuses

PRIME	DESCRIPTION	POINTS AJOUTÉS
Virage à droite	À chaque fois que le Roobokart tourne à droite à une intersection.	+1
Virage à gauche	Chaque fois que le Roobokart tourne à gauche à une intersection.	+5
Tout droit	À chaque fois que le Roobokart continue tout droit à une intersection.	+3
Signal acoustique	Au moins une fois par session de jeu, le Roobokart klaxonne s'il détecte un obstacle pendant plus de cinq secondes. Cet objectif ne peut être atteint qu'une seule fois par session de jeu.	+8
Détection d'obstacles	Le Roobokart s'arrête lorsqu'un obstacle est détecté et reprend sa route lorsque la route est libre. Cet objectif peut être atteint au maximum trois fois par session de jeu.	+2



Annexe B : Tableau de notation pour le défi de l'impact écologique

SUJET	POINTS
Durabilité environnementale	15 pts
Technologie et innovation	15 pts
Mobilité durable	15 pts
Urbanisme	15 pts
Participation citoyenne	15 pts
Travail d'équipe	10 pts
Présentation	20 pts
Innovation des idées	15 pts
TOTAL	120 pts



Annexe C : Procédure de concours

- Les équipes seront appelées à concourir dans un ordre arbitraire déterminé par l'enseignant.
- Les équipes doivent se présenter à la table de compétition dans les 60 secondes suivant leur appel, sinon elles perdent leur séance de course.
- Si une équipe n'est pas prête à courir, elle peut demander à être déplacée à la fin de la file d'attente (en acceptant la pénalité de -20 points) dans les 60 secondes suivant son appel.
- Chaque équipe participe à deux sessions distinctes de deux minutes.
- Les sessions d'une équipe ne sont pas consécutives, ce qui permet des modifications de code entre les sessions.
- Le code modifié ne peut pas être testé sur la table de compétition officielle avant la prochaine session.
- Au début de chaque séance, le Roobokart doit être positionné au point de référence de départ.
- Le chronométrage commence lorsque le Roobokart quitte le point de départ et continue pendant le mouvement, les arrêts aux feux de circulation, la gestion des obstacles et les passages aux intersections.
- Le chronométrage est interrompu lorsque le Roobokart est hors piste en raison de pénalités ou arrêté à cause d'un obstacle placé par les enseignants.
- Le score final est calculé comme les points initiaux (200) moins les pénalités plus les bonus sur les deux sessions.