



La Police d'Anvers teste un *Digital Twin* et un *Serious Game* pour gérer et anticiper les effets en cascade suite à une inondation

Shirley Delannoy¹, Isabel Verwee² et Helen Witvrouwen³

Le CP-OPS (poste de commandement opérationnel) de la ville d'Anvers testera prochainement un nouveau prototype d'alerte pour anticiper les inondations et faciliter la prise de décisions stratégiques par les services de secours et les autorités. A travers le projet PRECINCT⁴ et la mise en place d'une plateforme rassemblant les technologies des Digital Twin et des Serious Games, l'Europe vise à soutenir les capacités de résilience des infrastructures critiques des villes européennes, notamment au niveau de la création de systèmes d'alertes rapides.

Alors qu'elles constituent l'épine dorsale de nos villes européennes, de nos économies et de notre sécurité, les **infrastructures critiques** (IC) se trouvent de plus en plus confrontées à des menaces diverses, qu'elles soient cyber, physiques, naturelles ou encore hybrides, intentionnelles ou non. Loin de fonctionner en vase clos, ces infrastructures critiques sont de plus en plus interdépendantes les unes des autres, les opérations de l'une pouvant impacter les opérations de l'autre. Il est dès lors essentiel de saisir les dynamiques de ces interdépendances afin de mettre en œuvre des mesures opérationnelles garantissant la sécurité et la résilience des infrastructures, leur opérationnalisation et leur durabilité.

La ville d'Anvers ne fait pas figure d'exception face à ces menaces et aux interdépendances des infrastructures critiques. Raison pour laquelle sera déployée une série d'outils permettant de détecter les vulnérabilités des infrastructures critiques, d'évaluer le niveau des réponses des services de secours (représentés par le CP-OPS⁵) et de soutenir les processus de décision. Le déploiement et développement de ces outils au niveau belge est coordonné par l'institut Vias avec le soutien capital de la zone de police d'Anvers, d'IMEC, de la KULeuven et de WaterLink.

1. Contexte et problématique du Projet PRECINCT

Les infrastructures critiques de l'Union européenne sont de plus en plus mises sous pression face à l'augmentation des attaques cyber-physiques intentionnelles, telles que les logiciels malveillants ou

¹ Researcher, institute Vias

² Knowledge Group Manager, institut Vias

³ Commissaire, Police Zone Anvers

⁴ PRECINCT est un projet financé par la Commission européenne. Ce projet a reçu un financement dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne sous la convention de subvention n° 101021668.

⁵ Multidisciplinary Emergency Operational Command Post.

les exploits terroristes, ainsi que les risques liés aux dangers naturels, notamment dus aux conditions météorologiques extrêmes et aux conséquences désastreuses du réchauffement climatique.

Situées au cœur des villes, ces infrastructures critiques, qui ont trait tant à la gestion et la distribution d'énergie et de l'eau, au trafic et à la mobilité, aux services financiers ou encore aux systèmes d'informations, fournissent une multitude de services économiques et vitaux à l'ensemble de la société. Ces infrastructures ont la particularité d'être de plus en plus interdépendantes les unes des autres et les recherches récentes et solutions émergentes axées sur la protection des IC individuelles, telles que les ports et aéroports, les distributeurs d'énergie et d'eau, les hôpitaux ou les infrastructures de transport, ne tiennent pas compte des interdépendances entre ces IC, qui deviennent de plus en plus complexes.

Or, si les impacts directs d'une attaque, cyber ou physique, intentionnelle ou non, peuvent être estimés avec précision, une incertitude considérable entoure les impacts indirects d'une telle attaque, et ses effets en cascade. Les enjeux des villes de demain résident dès lors dans la gestion des impacts des effets en cascade et dans la récupération rapide à la suite d'une attaque.

Ces interrelations et ces connexions entre les IC signifient que l'endommagement, la perturbation ou encore la destruction d'une infrastructure peut entraîner des effets en cascade et affecter le fonctionnement des autres. Les interdépendances entre les IC, y compris leurs liens avec les services d'urgence et les systèmes des villes intelligentes, doivent être abordées de manière plus globale afin d'accroître la sûreté et la sécurité des citoyens.

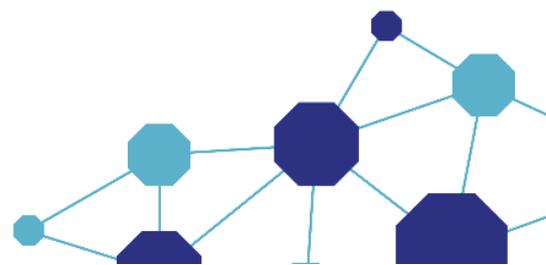
En raison de cet impact élevé des effets en cascade dans des contextes multirisques, le projet PRECINCT trouve ses racines et son fondement dans la nécessité de réduire les vulnérabilités de IC et d'accroître leur capacité de résilience. C'est en s'appuyant sur les acteurs privés et publics des IC d'une zone géographique donnée (une ville ou une région) qu'une approche commune de gestion de la sécurité cyber-physique pourra être déployée afin de créer un territoire protégé pour les citoyens et les infrastructures. L'objectif ultime du projet étant de développer un écosystème qui peut être reproduit de manière efficace et durable pour une Europe plus sûre.

2. PRECINCT – Objectifs de résilience et de cocréation

Le projet PRECINCT, où PRECINCT est l'acronyme de « Preparedness and Resilience Enforcement for Critical Infrastructure Cascading Cyberphysical Threats and effects with focus on district or regional protection », vise à développer et à déployer une plateforme de gestion de la sécurité et de la résilience cyber-physique unifiée et pilotée par modèle pour des PRECINCTs résilients et intelligents, en s'appuyant sur les avancées des projets Protection des Infrastructures Critiques (CIP) et INFRA-01, ainsi que sur l'ensemble des travaux sur la protection et la gestion de la résilience des infrastructures urbaines et critiques⁶.

L'objectif technique du projet sera traduit par la création d'une plateforme d'écosystème, appelée Ecosystème PRECINCT, permettant de connecter les parties prenantes des infrastructures critiques et les services d'urgence interdépendants afin de gérer de manière collaborative et efficace la sécurité et la résilience. Cette collaboration se fera en partageant les éléments suivants :

⁶ Travaux tels que RESILENS, DRIVER, RESOLUTE.



- des données et des modèles prévisionnels ;
- des modèles de protection des infrastructures critiques ;
- des services de résilience.

Pour ce faire, le projet PRECINCT déploiera des *Digital Twins*, des *Serious Games* et des *Technologies d'Intelligence Artificielle* dans quatre villes européennes afin d'identifier les vulnérabilités et les effets cascade ainsi que de valider les nouveaux modèles de détection et d'atténuation des risques, et les services associés, dans un contexte réel en temps réel.

3. Méthodologie – Les Living Labs

“Living Labs (LLs) are defined as user-centred, open innovation ecosystems based on a systematic user co-creation approach, integrating research and innovation processes in real life communities and settings.” (ENoLL, 2015, cité dans Yosuoaka, Akasaka, Kimura & Ihara, 2018)⁷.

L'approche préconisée pour le déploiement de la plateforme PRECINCT s'appuie sur la méthodologie des Living Labs (LLs). Cette méthodologie, contrairement à un laboratoire traditionnel, prend ancrage dans un contexte réel avec une approche de recherche centrée sur les utilisateurs et les autres parties prenantes et appliquant diverses méthodes de recherche, de collecte de données et de tests. Dans le cadre de la méthodologie Living Labs, les utilisateurs et les parties prenantes des domaines publics et privés sont impliqués et jouent un rôle clé dans la recherche sur le développement et l'innovation, sur la base du principe de cocréation. Ces experts interdisciplinaires sont réunis pour développer, déployer et tester les technologies, services ou produits qui seront mis en place.

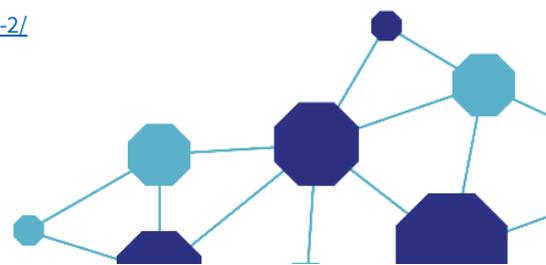
Cette méthodologie de recherche centrée sur l'utilisateur sera utilisée pour le développement, la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation de la plateforme PRECINCT en intégrant tout au long du processus tant des acteurs du monde public, tels que les services de secours ou les autorités publiques, et du monde privé appartenant aux domaines du transport, de l'énergie, ou encore de la télécommunication, que des représentants techniques et scientifiques.

Ce sont **quatre Living Labs**⁸, correspondant à quatre villes européennes, qui sont conçus au sein du projet et qui évalueront les capacités de résiliences des IC face à des cyber attaques ou des attaques physiques grâce à l'implémentation de la plateforme et ses outils de gestion des attaques. Ces quatre Living Labs sont coordonnés par l'institut Vias :

- Le Living Lab de Ljubljana se concentre sur une menace physique et une cyber-attaque avec des attaques simultanées DDoS sur des parties critiques des systèmes de contrôle industriel, des opérateurs d'électricité et de communication, qui fournissent des services importants pour la continuité des activités de la plateforme de mobilité des transports.

⁷ Yosuoaka, M., Akasaka, F., Kimura, A., & Ihara, M. (2018). Living Labs as a methodology for service design – An analysis based on cases and discussions from a systems approach viewpoint. INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2018. <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0350>

⁸ Pour plus de détails sur les Living Labs : <https://www.precinct.info/en/living-labs-2/>



- Le Living Lab d'Anvers s'attèle à gérer une menace physique naturelle, une inondation, et ses effets en cascade sur les infrastructures de l'eau et du trafic dans la ville.
- Le Living Lab d'Athènes fera face à une série d'attaques cyber-physiques affectant les services de communication de l'aéroport, du métro et de la route.
- Living Lab de Bologne se focalisera sur une cyber-attaque sur le transport ferroviaire ou aérien, combiné à une attaque de « fake news » et une cyber-attaque sur le système informatique de la ville.

En outre, parallèlement à ces quatre LLs, des démonstrateurs de transférabilité suivront les déploiements de ces diverses technologies au sein des LLs afin de pouvoir transférer les connaissances acquises dans leur propres démonstrateurs et ainsi obtenir un impact maximal. Ces démonstrateurs sont l'Irlande (avec un focus sur les IC relatives aux transports et à l'énergie), le Luxembourg (avec un focus sur les IC relatives à l'énergie et à la télécommunication) et Tallinn (avec un focus sur les IC relatives à l'énergie et à l'eau).

4. **Serious Games et Jumeaux Digitaux (Digital Twin)**

Les *Serious Games* et les *Digital Twin* déployés respectivement dans chaque LL viseront à évaluer les niveaux de réponses des IC et à optimiser les processus de décision. Les *Serious Games*, principalement utilisés à des fins de formation sous forme d'apprentissage par l'expérience, prendront la forme d'un jeu collaboratif où l'analyse des interactions entre les joueurs permettra une compréhension approfondie des effets de leurs actions et de leurs décisions⁹. Outre de permettre d'utiliser des techniques de simulation comme alternatives rentables à des activités réelles souvent à haut risque et coûteuses, les *Serious Games* déployés au sein de PRECINCT seront également utilisés comme un outil innovant d'évaluation de la vulnérabilité des effets complexes en cascade dans les LLs.

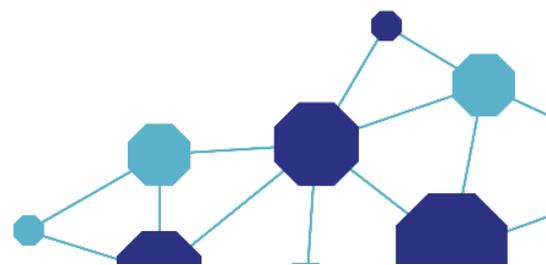
Au sein de PRECINCT, le *Digital Twin* (DT), défini comme « représentation virtuelle d'une entité physique avec un lien de communication bidirectionnel »¹⁰, est un outil virtuel permettant de représenter un emplacement donné (une gare, un ville, un aéroport...) et utilisé pour soutenir les décisions qui se rapportent à cet emplacement. Le lien de communication bidirectionnel du DT est la clef de cet outil puisqu'il permet d'obtenir des informations sur l'état actuel de l'emplacement ainsi que de prédire ses états futurs par le biais de modèles de données causales et d'algorithmes de simulation¹¹.

Les *Serious Games* utiliseront les *Digital Twins* pour modéliser le comportement actuel et futur d'infrastructures critiques interdépendantes basées sur le territoire du LL dans diverses conditions et configurations, pour anticiper les menaces, pour détecter les anomalies et pour encourager

⁹ Wehrle, R., Wiens, M. and Schultmann, F. (2022). Application of collaborative serious gaming for the elicitation of expert knowledge and towards creating Situation Awareness in the field of infrastructure resilience, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 67, 2022, 102665, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102665>.

¹⁰ Coenen, T., Walravens, N., Vannieuwenhuyze, J., Lefever, S., Michiels, P., Otjacques, B., & Degreef, G. (2021). Open Urban Digital Twins: insights in the current state of play. White paper: <https://vlocavis.z6.web.core.windows.net/Urban%20Digital%20Twins.pdf> (traduction des autrices).

¹¹ Coenen, T., Walravens, N., Vannieuwenhuyze, J., Lefever, S., Michiels, P., Otjacques, B., & Degreef, G. (2021). Open Urban Digital Twins: insights in the current state of play. White paper: <https://vlocavis.z6.web.core.windows.net/Urban%20Digital%20Twins.pdf>



l'optimisation de la structure de commandement et la coordination des réponses entre les infrastructures critiques et les premiers intervenants (par exemple, la Police ou les pompiers).

5. Inondations dans la Ville d'Anvers

Avec le changement climatique, une augmentation de la fréquence et de la gravité des conditions météorologiques extrêmes, telles que l'intensification des précipitations avec pour conséquences des inondations pluviales, fluviales et côtières, est attendue¹². La Belgique ne sera pas épargnée face à ces dérèglements climatiques, et les conséquences de telles précipitations et inondations ont des effets dévastateurs sur les villes, en témoignent les dernières inondations survenues en Wallonie à l'été 2021. Les plans d'urgence des villes doivent dès lors être réévalués pour faire face à ces catastrophes qui ne feront que s'intensifier.

Cette réévaluation se fera par une meilleure connaissance et compréhension des conséquences et des effets en cascade des inondations afin d'améliorer la gestion et la planification des catastrophes, d'anticiper les impacts sur les besoins de planification d'urgence en cas de catastrophe (interventions des pompiers - pompage, sacs de sable - des ambulances ; de la police), les impacts sur les infrastructures de circulation, y compris les tunnels et les métros, et obstruction des voies empruntées par les véhicules d'urgence en cas de catastrophe, et la planification de voies de circulation alternatives pour les véhicules d'urgence en cas de catastrophe, en fonction de la localisation et de l'étendue de l'inondation (scénarios de précipitations et d'inondations extrêmes)¹³. Et tout cela en vue d'assurer la sécurité des citoyens.

Le Living Lab d'Anvers s'inscrit dans cet objectif : face au nombre croissant d'inondations soudaines dues aux fortes averses et aux prévisions de précipitations données par les modèles météorologiques, la nécessité d'identifier les IC touchées par les inondations, et les effets en cascade qui en découleraient, se fait pressante.

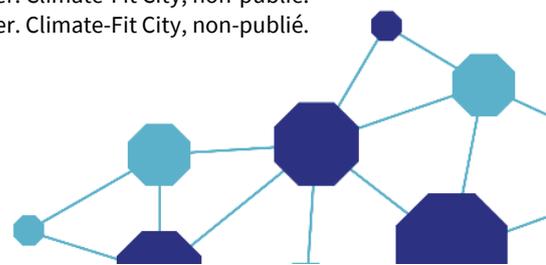
Pour atténuer les effets de ces inondations soudaines, le LL d'Anvers a pour objectif de rassembler différents acteurs du monde public et privé afin de déployer, de tester, de surveiller et d'évaluer l'écosystème PRECINCT. Le scénario mis en œuvre au sein de ce LL se concentre sur un événement d'inondation désastreux sur la ville d'Anvers causé par une averse soudaine et très intense. Cette inondation soudaine aura un impact sur plusieurs infrastructures telles que le trafic (en ce compris les tunnels et souterrains) et créera des obstructions sur les routes et rues. Ces obstructions du trafic entraîneront divers effets que les autorités devront gérer : déviation du trafic, secours à des citoyens bloqués ou blessés, gestion des accidents de la route, et l'établissement de routes prioritaires (entrées/sorties) pour les services d'urgence.

Parmi les autres effets de l'inondation, la coupure partielle ou totale de l'électricité, qu'elle soit accidentelle ou intentionnelle pour éviter les dommages collatéraux, a été épinglée. Ces coupures d'énergie vont créer des effets en cascade :

- Les feux de circulation sont éteints, ce qui provoque d'importants embouteillages et impacte la réponse immédiate des services de police et de secours.

¹² De Bruyn, E. (s.d.). Climate Data & Strategic Emergency Planning. Technical paper. Climate-Fit City, non-publié.

¹³ De Bruyn, E. (s.d.). Climate Data & Strategic Emergency Planning. Technical paper. Climate-Fit City, non-publié.



- Les transports publics sont mis à l'arrêt, comme les métros et les trams, ce qui crée encore plus d'embarras de circulation.
- Les pompes à eau dans les tunnels s'arrêteront et provoqueront des inondations supplémentaires, ce qui aura un impact important sur le trafic (pour entrer ou sortir de la ville, par exemple).
- Des mouvements de panique de la population sont possibles et les citoyens doivent être informés.

D'autres infrastructures essentielles pourraient être touchées, comme les hôpitaux, les maisons de retraite, les écoles, les industries etc. Et en ce qui concerne ces infrastructures, leurs opérations seront aussi affectées soit directement (en raison de dommages structurels), soit indirectement (par exemple, le personnel ne peut plus atteindre les infrastructures).

A travers le projet PRECINCT et l'implémentation du Living Lab d'Anvers, les objectifs visés sont d'établir une carte des dépendances entre les infrastructures de la ville en faisant appel au poste de commandement opérationnel d'urgence multidisciplinaire (CP-OPS). Deux technologies, sous la coordination du CP-OPS, seront déployées afin d'établir ces interdépendances et les actions à mettre en œuvre pour atténuer les effets de l'inondation :

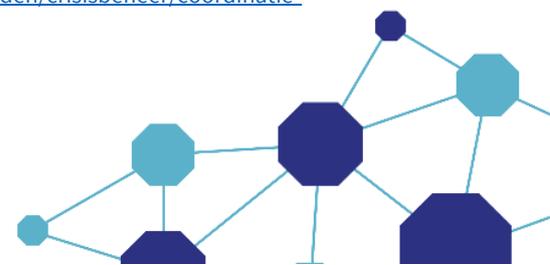
- Un *Serious Game* qui vise à spécifier des scénarios de menaces en se concentrant sur les effets en cascade et à identifier les vulnérabilités et évaluer les options tactiques et stratégiques de résilience renforcée. Le *Serious Game* permettra de définir un nouveau processus de partage d'informations entre les principaux opérateurs d'infrastructures critiques.
- Un *Digital Twin* (DT) avec pour objectif d'interconnecter les IC de trafic pour soutenir la prise de décision de la police et des pompiers. Pour atteindre ce but, un centre de coordination des IC sera créé et équipé du DT. Les scénarios de menace physique étudiés dans le DT sont basés sur les plans d'urgence existants des IC et du CP-OPS. Ces scénarios seront explorés pendant le lancement du LL en utilisant le *Serious Game* pour évaluer les options.

Ces objectifs se traduiront pour le CP-OPS par une meilleure compréhension et la création d'un système d'alerte rapide sur les menaces et effets en cascade possibles lors d'une inondation, la conception d'un outil d'analyse des risques et une (re)définition des réponses adéquates pour atténuer les effets d'une telle menace, et une résilience accrue de la ville et de ses citoyens.

Les acteurs impliqués dans le LL Anvers sont, d'une part le CP-OPS, et d'autre part des experts de sociétés privées et d'universités, amenant chacun à la fois une connaissance et une compréhension du terrain, et des données et des modèles de simulation permettant la mise en place de l'écosystème. Concrètement, le CP-OPS est représenté par la Police de la Zone Anvers. Cette dernière a pour mission de rassembler les cinq disciplines liées au CP-OPS et d'établir la stratégie du centre de coordination lors de l'exercice virtuel d'inondation et des différentes phases de consultation et d'évaluation du LL. Les cinq disciplines¹⁴ sont :

- Discipline 1 : le directeur de la zone d'assistance ou Dir-BW.
- Discipline 2 : le directeur de l'assistance médicale ou Dir-Med.

¹⁴ Pour plus de détails : <https://centredecrise.be/fr/que-font-les-autorites/gestion-de-crise/coordination-de-la-situation-durgence> (en français) ou <https://crisiscentrum.be/nl/wat-doen-overheden/crisisbeheer/coordinatie-van-de-noodsituatie> (en néerlandais).



- Discipline 3 : le directeur de la police ou Dir-Pol.
- Discipline 4 : le directeur de la logistique ou Dir-Log.
- Discipline 5 : le directeur de l'information ou Dir-Info.

Les autres partenaires nationaux impliqués dans le projet sont l'institut Vias, qui occupe le rôle de coordinateur du LL Anvers et met à contribution son expertise en termes de sécurité, de mobilité et de sécurité routière, IMEC, qui concevra et mettra en œuvre le DT d'Anvers et intégrera les modèles des IC pour la prévision des inondations et du trafic, KU Leuven qui contribuera au modèle d'inondation de la ville et à la prévision immédiate des précipitations (prévision à court terme en temps réel), qui se branchera sur le DT d'Anvers, et enfin WaterLink qui met à disposition son expertise en gestion des IC liées à la gestion de l'eau et fournit les données pour établir le DT d'Anvers soutenant la création du système d'alerte rapide pour les citoyens et les IC afin de prévenir les inondations.

6. La valeur ajoutée du projet pour la Police d'Anvers

Pour la Police d'Anvers (PZA), ce projet international et ce partenariat sont très enrichissants, en particulier car elle est préoccupée par les conséquences du changement climatique pour sa ville, aujourd'hui et à l'avenir. Le *Digital Twin* est également une énorme valeur ajoutée dans le processus de prise de décision opérationnelle lors d'une catastrophe ou en tant que *Serious Game* lors de la formation à la gestion des catastrophes.

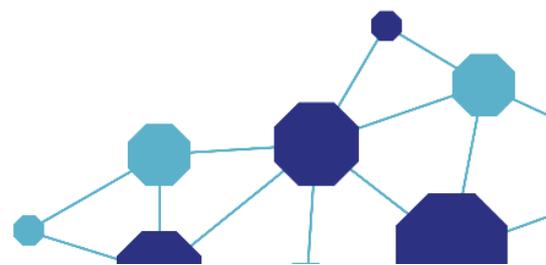
La PZA croit fermement aux approches fondées sur les données pour l'analyse des risques et la prise de décision opérationnelle. Il est certain que cela ne fera que gagner en importance à l'avenir. Les modèles fournissent une orientation pour la prise de décisions et les décisions auront un impact sur le développement ultérieur des modèles.

Si le corps de police utilise ces modèles informatiques avec les autres services d'urgence anversoises lors d'une inondation due à de fortes pluies, ils seront mieux à même d'évaluer les conséquences des décisions opérationnelles. Les modèles peuvent même inciter à prendre des décisions opérationnelles "intelligentes". De cette manière, une catastrophe peut être coordonnée de manière plus contrôlée et éventuellement résolue plus rapidement. Une approche axée sur les données permet également à la PZA de fonctionner encore mieux lors d'un commandement multidisciplinaire en cas de catastrophe ou d'incident (CP-OPS). L'objectif final est toujours que toutes les disciplines réunies, chacune dans sa propre spécialisation, puissent contrôler et résoudre une catastrophe.

7. Principaux Résultats attendus du projet PRECINCT

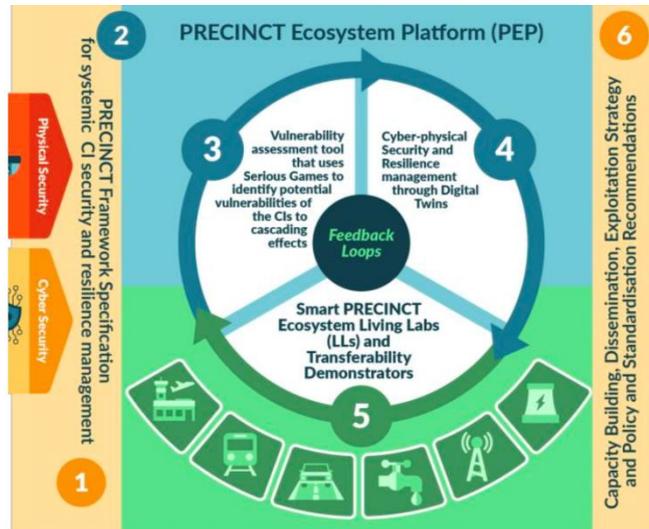
Fin septembre 2023, après 24 mois de déploiement, de tests et d'évaluations, la plateforme PRECINCT aspire à atteindre les objectifs suivants :

1. Un cadre PRECINCT pour la gestion systématique de la sécurité et de la résilience des infrastructures critiques, répondant aux exigences de l'industrie obtenues auprès des parties prenantes dans le cadre de l'apprentissage tout au long de la vie et intégrant de nouvelles idées issues de projets européens de référence.



2. Une plateforme de gestion de la sécurité et de la résilience cyber-physique collaborative permettant aux parties prenantes des infrastructures critiques de développer des écosystèmes PRECINCT basés sur l'intelligence artificielle et des services de soutien à la résilience améliorés.

3. Un outil d'évaluation de la vulnérabilité qui utilise les *Serious Games* pour identifier les vulnérabilités potentielles des infrastructures critiques aux effets en cascade et pour identifier les améliorations de la résilience au niveau de chaque infrastructure critique et des mesures coordonnées.



4. Les *Digital Twins* de PRECINCT pour représenter la topologie du réseau des infrastructures critiques et les métadonnées correspondant aux profils de dépendance pertinents, en appliquant l'apprentissage automatique (Machine Learning) en boucle fermée pour détecter les anomalies et les conditions d'alerte et pour fournir une activation optimisée des mesures de réponse et d'atténuation et une analyse judiciaire automatisée.

5. Les écosystèmes Smart PRECINCT, déployés dans quatre LLS à grande échelle et dans des démonstrateurs de validation de la transférabilité, fourniront des preuves fondées sur des mesures des avantages ciblés.

Figure 1. Vue d'ensemble des principaux objectifs du projet PRECINCT.

6. Les résultats liés au développement durable du PRECINCT, y compris le renforcement des capacités, la diffusion, l'exploitation, la stratégie de résilience, ainsi que les recommandations en matière de politique et de normalisation.

8. Consortium et Projet

PRECINCT est un projet financé par la Commission européenne. Ce projet a reçu un financement dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne sous la convention de subvention n° 101021668 et se déroulera sur une période de 24 mois. Le projet rassemble 40 partenaires venant de 11 pays européens. Pour en savoir plus : <https://www.precinct.info/en/>

