

## LIVRABLE L2.1 -3

# Liste standard des accidents commune (VP + STRA)

Version : 1.0

Date de version : 10-03-2022



Opération réalisée avec le concours des Investissements d'avenir de l'Etat confiés à l'ADEME

## Informations du document

Périmètre de diffusion : Consortium / Public / Administration

Type : Intermédiaire / Final

Date prévue de livraison :

Statut : Validé COPIL / Validé Bureau / Validé Pilote du lot

### Auteurs :

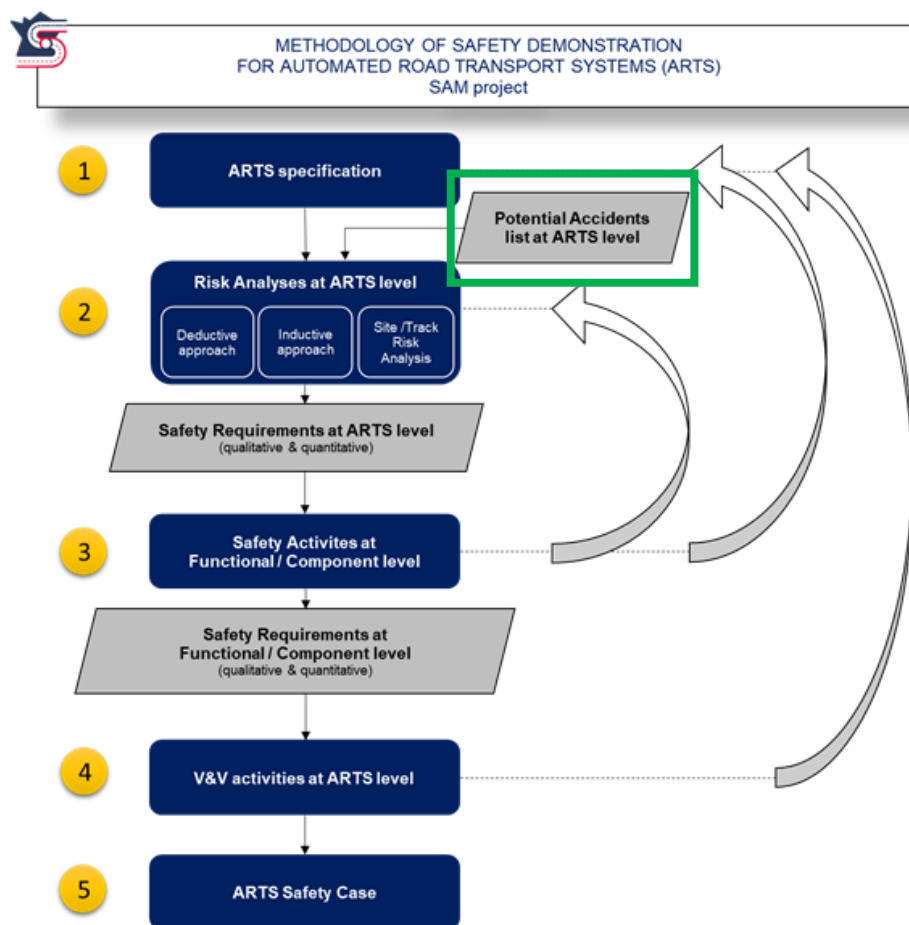
| Pilote(s) du livrable | Organisation | Rôle dans le projet               |
|-----------------------|--------------|-----------------------------------|
| Manel BRINI           | IRT SystemX  | Pilote des tâches 2.1, 2.2 et 2.5 |
| Alexandre MARTINEZ    | Renault      | Référent Sûreté de fonctionnement |
|                       |              |                                   |
| Contributeurs         | Organisation | Rôle dans le projet               |
|                       |              |                                   |
|                       |              |                                   |
|                       |              |                                   |
|                       |              |                                   |
|                       |              |                                   |

### Table de révision :

| Version | Date       | Contenu de la modification                          |
|---------|------------|---|
| 1.0     | 10/03/2022 | Version finale pour livraison et diffusion publique |
|         |            |   |
|         |            |   |
|         |            |   |
|         |            |   |
|         |            |   |
|         |            |   |

## Introduction

Dans le cadre des référentiels de sécurité de la tâche 2.1, une analyse d'accidents doit être établie pour le système de conduite automatisée étudié. De manière à avoir un référentiel commun, une liste standard des accidents commune aux Véhicules automatisés Particuliers (VP) et aux Systèmes de Transport Routier Automatisés (STRA) est définie, pour la première fois dans le cadre de ce livrable.



## 1. Etablissement de la liste standard d'accidents

Afin de décliner les objectifs de sécurité sur une architecture générique fonctionnelle, il faut identifier des scénarios potentiellement dangereux (tâche 2.2). Un scénario potentiellement dangereux est un scénario pouvant entraîner un scénario remarquable, un presque-accident / incident, voire un accident.

Chaque scénario potentiellement dangereux doit être attaché à un accident. L'objectif étant d'avoir un regroupement des scénarios potentiellement dangereux de même nature par typologie d'accidents. Six typologies d'accidents ont été proposées par la filière des Systèmes de Transport Public Autonomes (STPA). Parmi ces typologies, nous trouvons par exemple une collision, un incendie, un renversement, etc.

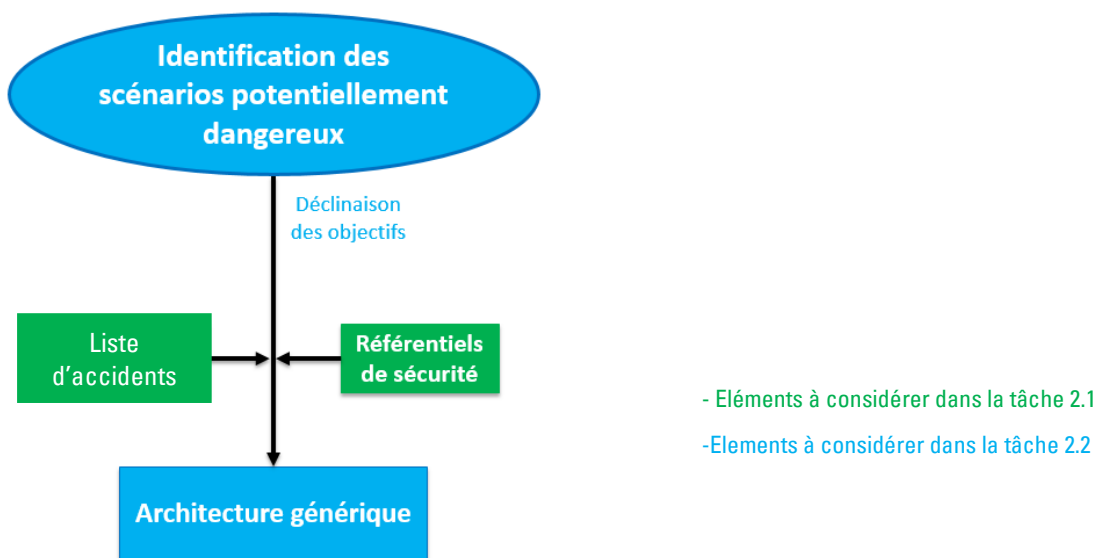


Fig. 1 : Contexte d'utilisation de la liste standard d'accidents dans les tâches du lot 2

Cette liste standard d'accidents, de niveau système, classés par typologie, initialement proposée pour les Systèmes de Transport Public Autonomes, a été commentée par les membres de Véhicules Particuliers puis complétée lors d'une réunion plénière de la tâche 2.1, afin d'être exhaustive :

- par certains événements redoutés d'une étude faite pour les Systèmes de Transport Public Autonomes,
- et, par les autres partenaires du projet SAM.

Cette liste a fait ensuite objet de discussions avec l'administration pour obtenir une liste partagée entre l'administration et ses services, l'industrie et les académiques du secteur. Nous présentons ci-dessous la liste des accidents de niveau système issue de ces discussions, qui ont eu lieu en 2021-2022.

## 2. Liste standard des accidents à considérer

Le tableau ci-dessous présente :

- La typologie : *décrit la catégorie des accidents potentiels,*
- La référence : *est une référence de l'accident potentiel dérivé de chaque catégorie (typologie),*
- L'accident potentiel : *est une description spécifique de chacun des accidents de chaque typologie,*
- Autres éléments à considérer lors de l'analyse de risques : *sont les causes possibles ou pertes de protections existantes augmentant la gravité,*
- Commentaires.

| Typologie                        | Ref | Accidents potentiels : VP&STPA  | Autres éléments à considérer  | Commentaires  |
|----------------------------------|-----|---|---|---|
| 1. Collision<br><i>Collision</i> | 1.1 | Collision with VRU (cyclist, pedestrians, etc.)<br><i>Collision avec un usager vulnérable de la voirie (cycliste, piéton, etc.)</i>   | 1.7) Pedestrian cannot be protected at collision (loss of pedestrian protection's in case of crash)<br><i>Les piétons ne sont plus protégés lors de la collision (perte des éléments véhicule de protection des piétons en cas de crash)</i>  | Sous phase spécifique à prendre en compte :<br>Téléopération  |
|                                  | 1.2 | Collision (side/frontal/rear) with an obstacle* (container, large animals, trees, etc.)<br><i>Collision (latérale/frontale/arrière) avec** un obstacle* (containers, animaux, chute d'arbres, etc.)</i> | 1.5) Loss of passenger protections at collisions (seat belt, etc.)<br><i>Perte des éléments de sécurité passive pour les passagers (ceintures, airbag,..)</i><br><br>4 types of collision can be distinguished :<br><i>4 types de collision entre véhicules doivent être distingués :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>rattrapage (avec véhicule précédent) – catch-up</i></li> <li>• <i>par un véhicule venant de l'arrière – rear</i></li> <li>• <i>face à face (avec un véhicule à contre sens) – fronto-frontal</i></li> <li>• <i>latérale – side</i></li> </ul> | Sous phase spécifique à prendre en compte :<br>Téléopération<br><br>**"Obstacle" veut dire ayant un impact sur la sécurité des personnes.<br><br><b>** avec = contre et par</b> |
|                                  | 1.3 | Collision (side/frontal/rear) with a vehicle<br><i>Collision (latérale/frontale/arrière) avec ** un autre véhicule (par un autre véhicule ou d'un autre véhicule)</i>                                   |   | Sous phase spécifique à prendre en compte :<br>Téléopération<br><br>La "Collision avec des véhicules d'intérêt général prioritaires" est traitée au 8.1.                        |

|   |     |  |  |  |
|---|-----|--|--|--|
|   | 1.4 | Collision with a guided transport system vehicle (tramways, etc) or railway<br><i>Collision avec le véhicule d'un système de transport guidé (tramways, etc.) ou ferré (ferroviaire lourd)</i>   |  | Sous phase spécifique à prendre en compte :<br>Téléopération |
| <b>2. Fall of people</b><br><i>Chute de personnes</i>                           | 2.1 | Fall of people inside the vehicle<br><i>Chute de personne à l'intérieur du véhicule</i>  | Freinage/décélération intempestive, accélération latérale excessive, sol/marches glissants, perte/manque de moyens de maintien des passagers debout, etc.  | –  |
|   | 2.2 | Fall of people from the vehicle during vehicle moving (stop in station, stop in line, vehicle moving)<br><i>Chute de personne à l'extérieur du véhicule pendant le mouvement du véhicule (arrêt station, arrêt dans la voie, véhicule en mouvement)</i>                              | Ouverture porte intempestive   | –  |
|   | 2.3 | Fall from the platform during passengers transfert<br><i>Chute de personne du quai pendant le transfert</i>  | Entrée/sortie navette, sol/marches glissants, etc.   | –  |
| <b>3. Reversal/Lane departure</b><br><i>Reversement/sortie de route</i>         | 3.1 | Vehicle reversal<br><i>Renversement véhicule</i>   | –  | –  |
| <b>4. Electrification/Electrocution</b><br><i>Electrification/Électrocution</i> | 4.1 | Electrification/Electrocution<br><i>Electrification/Électrocution</i>  | –  | –  |
| <b>5. Fire/Explosion</b><br><i>Feu/explosion</i>                                | 5.1 | Vehicle fire or explosion<br><i>Feu véhicule ou explosion</i>  | –  | –  |
|   | 6.1 | Passengers cannot exit from the vehicle<br><i>Impossibilité de sortie du véhicule</i>  | Ex. locked doors, exit impossible from the vehicle in narrow way, no stop of the vehicle, etc.<br><i>ex. portes bloquées, sortie impossible du véhicule dans un espace réduit, pas d'arrêt du véhicule, etc.</i> | –  |
|   | 6.2 | People stucked by openings (windows, doors, etc.)<br><i>Passagers coincés/pincés par les ouvrants (fenêtres, portes, etc.)</i>   | –  | –  |
|   | 6.3 | Catch of people by a vehicle (in particular catch of people when exiting station or clothes pinched by the doors)<br><i>Entraînement de personne par le véhicule (en particulier entraînement de personnes lors de la sortie de la station ou suite à un coincement de vêtement)</i> |  | –  |

|  |      |  |                                       |  |
|--|------|--|---------------------------------------|--|
| <b>6. Other passenger accidents</b><br><br><i>Autres accidents des passagers</i> | 6.4  | <p>Hurt of people by a vehicle<br/>(at standstill or when running: retractable step, proheminant part of the vehicle, etc.)</p> <p><i>Blessure de personne par un véhicule<br/>(à l'arrêt ou en roulage : marche rétractable, partie proéminente du véhicule, etc.)</i></p>  | –                                     | –  |
|  | 6.5  | <p>Passengers hit by a vehicle projected object<br/>(loss of vehicle part/component, unwanted safety equipment deployment, etc.)</p> <p><i>Passagers heurtés par un pièce/objet projeté par le véhicule<br/>(perte d'une pièce/objet du véhicule, déclenchement intempestif d'un équipement de sécurité: airbag,...)</i></p>   | –                                     | –  |
|  | 6.6  | <p>Passengers hit by a transported object (ex. Luggages, etc.)</p> <p><i>Passagers heurtés par un objet transporté (ex. bagages, colis, etc.)</i></p>  | Ex. because of unwanted braking, etc. | –  |
|  | 6.7  | <p>Passengers in contact with hazardous (sharp, aggressive,...) vehicle object</p> <p><i>Passagers en contact avec des objets agressifs du véhicule (coupants, pointus, etc.)</i></p>  | –                                     | Non spécifique au développement d'un véhicule AD |
|  | 6.8  | <p>Passengers touched high temperature vehicle portion</p> <p><i>Passagers en contact avec une source de chaleur importante</i></p>  | –                                     | –  |
|  | 6.9  | <p>Passenger in contact with hazardous vehicle liquid</p> <p><i>Passagers en contact avec un liquide agressif</i></p>  | –                                     | –  |
|  | 6.10 | <p>Passengers/Driver/Operator will cause accidents because they are not aware of malfunction of safety related functions (Incorrect HMI information lead to passenger/driver/operator's unsafe).</p> <p><i>Passagers/Conducteur/Téléopérateur vont causer des accidents par ignorance d'un dysfonctionnement des fonctions liées à la sécurité (information IHM incorrecte pouvant conduire à une action non sûre réalisée par les passagers, le conducteur ou le Téléopérateur)</i></p> | –                                     | –  |
|  | 6.11 | <p>Passenger inhales exhaust/hazardous gas</p> <p><i>Les passagers inhalent les gaz d'échappement/gaz dangereux</i></p>  | –                                     | –  |
|  | 6.12 | <p>Passenger cannot alert in case of critical event<br/>(no Ecall, no access to teleoperator, loss of management of passengers, etc.)</p> <p><i>Les passagers ne peuvent pas alerter en cas de situation critique</i></p>  | –                                     | –  |

|  |     |   |   |                          |
|--|-----|---|---|--------------------------|
|  |     | <i>(pas de Ecall, pas d'accès avec le téléopérateur, perte de la gestion des passagers, etc.)</i>   |   |                          |
| <b>7. Loss of object</b><br><i>Perte des objets</i>  | 7.1 | Heavy item falls off the vehicle and hit a following vehicle<br><i>Objet lourd tombe du véhicule et heurte le véhicule suivant</i>  | – | –                        |
|  | 7.2 | Heavy item falls off the vehicle and collide against pedestrians/VRU<br><i>Objet lourd tombe du véhicule et heurte un usager vulnérable</i>   | – | –                        |
| <b>8. Other accidents</b><br><i>Autres accidents</i> | 8.1 | Incorrect interaction with emergency/priority vehicles (collision, stucked safety recue teams or emergency/priority vehicles)<br><i>Mauvaise interaction avec des véhicules d'intérêt général prioritaires (collision, blocages équipes de secours ou véhicules prioritaires, etc.)</i>                             | – | –                        |
|  | 8.2 | Passengers cannot be saved after collision<br>(ex. no possible exit from inside, no possible to open from outside, no Ecall, etc.)<br><i>Possibilité d'évacuation insuffisante des passagers après une collision (ex. impossibilité de sortir, impossibilité de pénétrer dans le véhicule, perte d'Ecall, etc.)</i> | – | Accident en mode dégradé |
|  | 8.3 | Stop of the vehicle in a hazardous area (railway crossing, tunnel, intersection, bridge, etc.)<br><i>Arrêt du véhicule dans une zone à risque (passage à niveau, tunnel, carrefour, viaduc,..)</i>  | – |                          |



## Conclusion

Cette liste standard des accidents potentiels, va être utilisée pour classifier les scénarios potentiellement dangereux identifiés dans la tâche 2.2 « méthodologie de déclinaison des objectifs de sécurité quantitatifs sur une architecture fonctionnelle générique ».

Cette liste va également être utilisée lors de l'analyse préliminaire de dangers (APD) pour définir les référentiels à appliquer (pour couvrir/réduire les risques liés à chaque accident) parmi les différents référentiels existants comme l'indiquait déjà la figure de l'introduction.

Cette liste est un état des lieux de l'existant, issu d'un consensus entre les partenaires du projet SAM, les membres de groupe de travail GAME piloté par l'administration française (DGITM, STRMTG, UTAC, UGE, SystemX, filière STPA, filière VP), qui ne prétend pas à être exhaustive et pourra être complétée en cas de besoin par les futures analyses de risques des systèmes automatisés.