

PREDIT GROUPE 10

PROJET

SAS VH PHASE 1

**Système d'Accès Sécurisé aux véhicules ferroviaires
pour Voyageurs Handicapés**

Rapport final



AVRIL 2006 – MAI 2007

SOMMAIRE

SAS VH PHASE 1	1
SOMMAIRE	2
Résumé du projet	3
Partenaires :	4
Résultats de la phase 1	5
Rappel	5
Les enjeux du projet	5
État de l'art	6
recherches sociales et comportementales :	7
Recherches techniques	13
Maquettage de l'intégration sur la voiture VB2N	15
Conclusion générale de la phase 1	18

Résumé du projet

Le problème de la différence de niveau et d'intervalle entre les quais de gare et les planchers des voitures ferroviaires est difficile à résoudre et il représente la plupart du temps un obstacle infranchissable pour les personnes à mobilité réduite. Le projet « SAS-VH » a pour but de s'affranchir de cette difficulté en développant un dispositif sécurisé de franchissement de cette lacune.

La diversité des situations auxquelles il faut faire face conduit à s'orienter vers des systèmes mécatroniques, embarqués à bord du matériel roulant, basés sur des capteurs intelligents (caméras intelligentes miniaturisées et logiciels de reconnaissance de forme associés) qui permettront successivement :

- de détecter automatiquement le quai, ou la partie du quai dédiée aux personnes à mobilité réduite.
- d'actionner automatiquement le système électromécanique permettant l'accès à bord,
- de s'assurer que les personnes à mobilité réduite ont bien embarqué en toute sécurité dans la voiture avant de déclencher le retour de la palette, la fermeture automatique des portes et le départ du train.

La réalisation de ce projet est coûteuse, en raison de la complexité des problèmes à résoudre, des besoins de fiabilité des systèmes et l'exigence de rigueur des dispositifs de sécurité,

Ce projet est divisé en deux phases. La première est la phase de faisabilité dite phase 1 qui a été validée au 31 mai 2007. Elle a permis de valider le concept et d'étudier les aspects sociaux. La seconde est une phase de recherche et développement du système embarqué et de réalisation de prototypes de démonstration.

Partenaires :

- **SNCF** (Responsable du projet : M. Didier DEVENS),
- **ALSTOM TRANSPORT** (M. Claude PUJOL),
- **BEV** (M. Pascal SCHULZ)
- **CEA LIST** (M. Laurent LETELLIER)
- **UP7 - EMC** (M. Eric Gallais) (Ethnologie des Mondes Contemporains)
- **INRETS** - (M. Claude Marin-Lamellet).
(Laboratoire Ergonomie Sciences cognitives pour les transports)

Résultats de la phase 1

Rappel

Un investissement réel de la SNCF existe (250 gares déjà équipées), composé de dispositifs élévateurs au sol conçus depuis une dizaine d'années ainsi que de rampes portatives et de palettes mobiles sur les trains récents :

Poids et manœuvre difficile des chariots élévateurs et des rampes mobiles

Voyageurs handicapés peu rassurés

Insécurité des élévateurs et du portage à bras

Ne correspond pas à la recherche d'autonomie des PMR

Les enjeux du projet

Le contexte de l'accessibilité : Il existe dans la grande majorité des cas, entre le quai et la voiture, une lacune verticale et horizontale qui crée un véritable obstacle à [l'accès aux voitures](#) . Le projet a pour objectif de les supprimer.

Le contexte des contraintes fonctionnelles : Des trains Grandes Lignes - Régionaux / Transilien avec des temps d'arrêt différents, la conduite à agent seul, des modes de transport différents : la solution doit répondre aux besoins d'exploitation et des voyageurs.

Le contexte de la sécurisation : les impératifs de sécurisation sont très forts ; il faut rendre la technique « transparente » pour que le client ne redoute plus la phase d'accès au train et obtenir un fonctionnement sécurisé du système d'accès : le client doit se sentir pleinement sécurisé lors de l'accès / ou de la descente, mais sans toutefois réduire l'impact de la technique sur la fiabilité.

Le contexte de l'autonomie : Une demande très forte d'autonomie de la part des PMR : être assimilé à tout client du transporteur quelque soit le handicap durable ou momentané : les PMR doivent être intégrés dans le flux standard des voyageurs.

Le contexte légal et réglementaire : La STI PMR préconise la réduction des lacunes ainsi que la loi française sur l'égalité des chances 12 février 2005 : d'ici 2015, la mise en conformité de l'interface quai – train doit être réalisée.

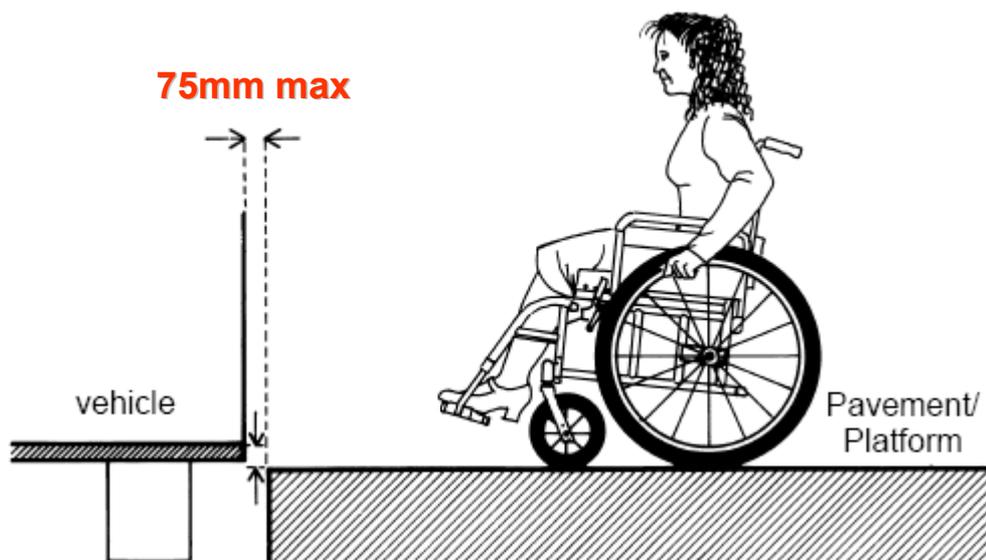
État de l'art

Une [étude](#) de l'existant a été réalisée par la SNCF ainsi qu'une recherche à travers le monde des systèmes installés : aujourd'hui, aucun système automatique embarqué et sécurisé ne fonctionne. De plus, parmi les systèmes mis en œuvre aucun ne correspond aux spécificités de l'exploitation faite par la SNCF. (Document consultable).

Contraintes réglementaires

Une étude détaillée des contraintes éditées par la STI a été faite par la SNCF et [ALSTOM](#)

Cette STI, par exemple, stipule les contraintes maximales des lacunes :



recherches sociales et comportementales :

INRETS :

Les travaux de [l'INRETS](#), au cours de la phase 1, ont eu pour objectifs d'établir des recommandations fonctionnelles, du point de vu des utilisateurs mais également à partir de l'existant. Ces recommandations ont pour point central l'interface utilisateur-système. Elles permettent de fournir un support pour la rédaction du cahier des charges fonctionnel en vue de la conception du système afin de répondre à la demande réelle des utilisateurs PMR.

Plusieurs axes de recherches ont été explorés :

Identification des populations ciblées par l'étude :

La détermination des publics concernés par ce système est le résultat de l'analyse de la tâche, des capacités fonctionnelles nécessaires à sa bonne réalisation et de l'écart entre ces 2 paramètres et les capacités fonctionnelles réelles des utilisateurs à mobilité réduite. Quatre groupes de populations ciblées ont été identifiés :

- Les personnes Utilisatrices de Fauteuil Roulant (UFR)
- Les personnes limitées par des atteintes motrices, non UFR
- Les personnes atteintes de déficience visuelle
- Les personnes encombrées : femmes enceintes avec des bagages, parents avec des enfants en bas âge avec bagages/poussettes...

La constitution de ces groupes est basée sur les difficultés fonctionnelles liées à la tâche d'embarquement/descente, incluant chacun des populations dont les origines des limitations sont différentes.

L'objectif du système à concevoir est d'aménager l'environnement pour supprimer les difficultés inhérentes à la réalisation de cette tâche par tous les utilisateurs. Mais le système visé par la conception ne doit pas gêner ou défavoriser les autres passagers.

Analyse du contexte et des solutions existantes d'un point de vu fonctionnel et utilisateur

Les besoins des usagers à mobilité réduite doivent être analysés et pensés dans le contexte de l'exploitation ferroviaire afin de prendre en compte les contraintes et les points forts existants. Le diagnostic réalisé visait dans un premier temps l'étude du contexte ferroviaire français, les organisations mises en place pour améliorer l'accessibilité et les aménagements existants pour diminuer la difficulté que représente la lacune à l'interface quai-train. Ce diagnostic a porté sur l'analyse des solutions existantes,

développées ou testées en vue de rendre l'accès aux trains possible pour toute personne, à mobilité réduite ou non.

Dans un deuxième temps, à partir du rapport du centre de veille technologique de la SNCF (ayant réalisé une monographie des différents systèmes d'accès sécurisés aux trains pour les PMR dans le monde), des solutions étrangères ont été évaluées (le train alpha pendular de la ligne Porto-Lisbonne au Portugal et les trains régionaux du bassin de Stuttgart en Allemagne).

Identification des difficultés et des besoins des personnes ciblées par recueil

Les entretiens individuels, focus groups et enquêtes de terrain réalisés ont permis définir les difficultés principales et les besoins des PMR sur la tâche d'embarquement et descente du train en fonction de leur capacités fonctionnelles, de leur expérience et du contexte/environnement (type de train, but du déplacement...).

Ces difficultés et besoins sont liés à la tâche elle-même et aux aménagements de l'environnement (la lacune horizontale et verticale, les marches, les situations d'impossibilité de descente des trains...) mais également au ressenti et à la perception de la situation (le portage à bras revêtant un problème d'image et d'insécurité, la génération de stress liée à la non fiabilité de l'organisation mise en place pour l'accès au train...) et à des attentes non satisfaites plus globales (telles que le manque global d'autonomie, la mauvaise connaissance des informations voyageurs à mobilité réduite ou la problématique de l'hétérogénéité des matériels et infrastructures).

Ces recueils et analyses des besoins réalisés ont permis de définir les fonctions du système d'aide à l'embarquement et à la descente du train attendues par les utilisateurs à mobilité réduite ainsi que les sous-fonctions sous-jacentes. Les fonctions attendues principales dégagées sont :

- La possibilité de monter et descendre du train, quels que soient le matériel roulant et les infrastructures
- Une manipulation facile, accompagné d'un fonctionnement fiable (impliquant une gestion de la maintenance, de l'organisation, de la gestion de l'environnement tel que les conditions climatiques ou le flux de voyageurs...), dans des conditions sécurisées pour les voyageurs à mobilité réduite mais également les autres usagers et les salariés en charge de l'exploitation
- La fonction d'estime prise en compte pour l'utilisateur à mobilité réduite, les autres usagers et les salariés de l'exploitation ferroviaire
- Une soumission du système à la législation française et européenne en vigueur, tant sur le plan technologique, technique que sur le plan humain

Ces fonctions ont été associées à des solutions envisageables ainsi que des préconisations en vue de la conception de prototypes.

Le croisement du recueil des difficultés et besoins avec le contexte actuel et les solutions existantes a montré que la plupart des organisations et systèmes ne répondent pas aux attentes des PMR pour réaliser la tâche d'embarquement et de descente du train dans les conditions souhaitées.

Le livrable pour cette phase 1 du projet est un rapport contenant les résultats des études réalisées accompagnés de recommandations.

Université Denis Diderot - Paris 7

L'équipe Ethnologie des Mondes Contemporains (EMC) :

Le [rapport \(SAS-VH1\)](#) est un compte-rendu d'un travail d'observations de terrain sur la question :

- comment accède-t-on au train lorsqu'on se trouve dans une situation de handicap ?

Ce handicap n'est pas seulement défini comme un handicap repéré et catégorisé mais peut également être une difficulté momentanée dans un contexte particulier, de toute personne en situation de voyage et, puisque tel est l'objectif du programme SAS-VH, en situation d'accès aux voitures de chemin de fer.

Ce travail d'observation a permis donc de faire un tour d'horizon aussi large que possible des réponses apportées, dans la pratique, par un large éventail de personnes éprouvant ces difficultés à un titre ou à un autre.

Ce tour d'horizon se concrétise sous deux formes complémentaires : un document écrit (le présent rapport) et des séquences vidéo qui donnent souvent, au-delà des dires des uns et des autres, des aperçus précieux sur les « façons de faire ».

Ces façons de faire (conscientes ou inconscientes), que montrent les images, constituent un matériau riche que ce soit pour la confrontation des réalités observées et des discours ou même pour donner à voir concrètement toutes les difficultés, voire les embûches qui jalonnent les parcours d'un certain nombre de voyageurs.

Ce document intègre notre propre analyse des données issues de l'observation (voir chapitre ANALYSE du document), cependant, nous avons tenu à faire figurer de larges extraits des interviews et des observations in situ les plus significatives afin que les différents acteurs du projet puisse eux-mêmes leur propre analyse à partir d'une lecture personnelle.

Une présentation de préconisations à prendre en compte pour la conception de nouveaux systèmes, pour le moment en phase d'ébauche, clôture ce document écrit.

En annexe, on pourra consulter le compte-rendu du travail d'enquête et d'observation réalisé sur un dispositif expérimental en service au Portugal depuis plusieurs années ainsi des dossiers d'observation relatifs aux personnes à mobilité réduite suivantes : cannes et béquilles, malvoyants et non voyants, personnes âgées, personnes en fauteuil, personnes encombrées

Dans chacun des cas l'analyse des besoins est faite à partir de séquences vidéo et d'entretiens :

- Diversité et complexité des situations
- Analyse des résultats
- Préconisations et recommandations

Objectif global

En conclusion, on peut dire que l'intégration des personnes « handicapées » au voyage ferroviaire se doit de répondre à deux grands impératifs.

Premièrement, elle ne peut se faire qu'au prix de la mise en place de dispositifs et services particuliers, répondant à la variabilité des différences de mobilité des personnes « handicapées » et permettant que ces différences ne soient pas pénalisantes.

Deuxièmement, ces personnes, dans leur très grande majorité, ne souhaitent, légitimement, pas être distinguées des autres usagers. Elles souhaitent pouvoir voyager au même titre, avec le même statut et dans les mêmes conditions globales qu'eux.

Concilier ces deux impératifs, répondre aux problèmes posés par des différences de mobilité sans créer, d'une manière ou d'une autre, de la discrimination doit être donc l'objectif global à viser dans la recherche et la mise en place de solutions.

Celles-ci ne peuvent être envisagées sous un angle uniquement fonctionnel et être uniquement pensées en termes négatifs de « handicap » et de difficultés à résoudre. Elles doivent être également envisagées en relation aux significations symboliques du voyage et s'adresser aux personnes plutôt qu'aux « handicaps ».

Préconisations d'ordre général

Des entretiens et observations réalisés, on peut tirer, tout d'abord, un certain nombre de recommandations d'ordre général, la liste qui suit n'étant pas exhaustive.

On doit veiller à ne pas corriger les conséquences du « handicap » en créant par ailleurs de la dépendance qui diminue les capacités d'autonomie personnelle.

On peut souhaiter, dans le même sens, une relative discrétion des aménagements, dispositifs, signalisations mis en place au bénéfice des personnes « handicapées »

Il faut tenir compte que les « handicaps » sont extrêmement variables, dans leur nature et leur manifestation. Que les besoins des uns ne sont pas ceux des autres. Que des solutions adaptées aux uns peuvent s'avérer gênantes pour les autres.

Il faut tenir compte encore que toutes les personnes « handicapées » n'ont pas le même statut socioculturel et veiller à ne pas mettre des dispositifs en place qui ne seraient accessibles qu'à certaines.

Il est important de tenir compte de la globalité complexe du voyage. Il est vain d'apporter des améliorations en un point, si elles subsistent en d'autres lieux ou d'autres moments. Les difficultés qui continueront d'être rencontrées seront plus cruellement ressenties ou continueront d'avoir un effet dissuasif. Il est important que, sur ce plan, la SNCF agisse de conserve avec toutes les institutions concernées : RFF collectivités locales etc.

Il est importante également de tenir compte de la diversité du réseau ferroviaire et de ses usages. Les mêmes solutions ne pourront être mises en place partout, ne seront pas fonctionnelles partout. L'intégration des personnes « handicapées » au voyage ferroviaire suppose qu'on ne leur interdise pas de fait des possibilités, des correspondances, des destinations. Il convient donc, là où des dispositifs innovants ou des modifications de l'équipement ne pourront être réalisés, de penser à des solutions alternatives.

L'existence de solutions alternatives à l'ensemble des dispositifs mis en place est également souhaitable. Il faut pouvoir pallier une défaillance éventuelle. Mais il s'agit aussi de garantir, autant que possible, une possibilité de choix aux personnes « handicapées » dans l'organisation de leur voyage et la programmation de leur temps.

Même si cela ne regarde pas seulement la SNCF et le monde ferroviaire, un travail doit être fait concernant les représentations du handicap, de sorte à réduire toutes les sources d'incompréhension et les difficultés relationnelles qui peuvent en résulter.

Complémentairement à cela, un travail de formation est à entreprendre ou développer auprès du personnel amené à entrer en relation avec les voyageurs à mobilité différente.

Pour autant que services, aménagements et dispositifs se doivent, comme on l'a dit, d'être relativement souples et discrets, de sorte à ne pas distinguer les personnes « handicapées » des autres voyageurs, il faut aussi penser que cela pourrait ne pas résoudre tous les cas de figure. On ne peut sans doute faire l'économie de dispositifs spécifiques et particuliers, notamment au bénéfice des « handicaps » les plus lourds.

Préconisations spécifiques

On l'a dit, des situations « handicapantes », embarrassantes ou simplement irritantes, sont susceptibles de se présenter sous des jours très différents, à tous les moments du voyage.

Elles appellent alors des propositions d'aménagements ponctuels, pas forcément spectaculaires, mais propres, à côté de mesures plus importantes, à faciliter grandement le voyage des personnes « handicapées » sur l'ensemble du réseau.

Nous en avons recueilli un grand nombre, dont la liste détaillée est fournie dans le rapport final.

Recherches techniques

ALSTOM

[ALSTOM](#) a réalisé une analyse fonctionnelle globale du dispositif d'aide à l'embarquement

Cette analyse fonctionnelle prépare le développement d'un système d'accès embarqué à bord du matériel voyageur existant, renforcé par une sécurisation innovante.

Ce système d'accès doit permettre aux personnes à mobilité réduite d'embarquer ou de débarquer d'un train en toute sécurité dans un temps raisonnable, en comblant la lacune sans toutefois nécessairement supprimer tout emmarchement.

BEV

[BEV](#) a réalisé l'étude technique du système de sécurisation de l'accès en collaboration avec le CEA-LIST.

Le système mis en place permet de détecter la partie du quai spécialement aménagée, d'estimer la position du train par rapport à ce quai, ainsi que la position de la palette une fois celle-ci déployée.

- Les précisions des mesures sont les suivantes :
- La position de la porte par rapport au quai : <1cm,
- Le calcul de la vitesse du train : 0,1 km/h,
- Le calcul de la distance quai/train : <1cm.

Il est également possible de détecter l'arrêt complet du train. Le système traite 15 images par seconde et les précisions obtenues sont suffisantes pour l'application visée.

De plus, le système vidéo a un certain nombre de fonctionnalités allant au-delà des objectifs demandés, mais dont l'exploitation nous semble intéressante dans le cadre de l'application visée.

Premièrement, les différents éléments (palette, quai et train) sont positionnés dans l'espace et il est possible d'en sortir toute mesure que l'on jugera utile (angle de la palette et du quai, distances minimales, distances maximales, distances moyennes...). Ce positionnement, calculé pour chaque image, nous permet également d'estimer la vitesse du train à l'approche du quai.

En outre, les occultations des cibles sur la palette permettent de détecter la présence des passagers sur celle-ci. Le système apporte ainsi une information sur la possibilité de rentrer la palette et de refermer les portes.

Enfin, la non-détection prolongée d'une cible peut indiquer que celle-ci est endommagée. Le système peut ainsi s'auto-diagnostiquer et donner les informations nécessaires à sa maintenance.

Le système étudié est issu d'adaptations d'algorithmes et d'équipements déjà disponible au laboratoire. Dans le cadre de l'exploitation industrielle, certaines optimisations restent encore à étudier en phase deux du projet. Citons notamment :

La qualité du capteur final : nombre de pixels nécessaires, capteur CCD ou CMOS, qualité de l'objectif, champ à couvrir en fonction de la taille des cibles...

La définition de l'éclairage : l'utilisation d'un éclairage pulsée, plus compact, permettrait une meilleure embarquabilité du système. Un filtre passe-bande parfaitement adapté à la longueur d'onde de l'éclairage apporterait encore de la robustesse au système.

La réalisation des cibles : l'implantation des cibles sur les quais et les palettes ne va pas sans contrainte. Il sera nécessaire de trouver un compromis entre, la facilité de réalisation et d'implantation sur site des cibles, et leur détection robuste dans l'image dans des conditions permettant une bonne précision de mesure.

L'embarquabilité : si la complexité de l'algorithme utilisé rend envisageable son portage sur un ordinateur embarqué de petite dimension, une étude complète reste à mener sur la définition de ce calculateur ainsi que sur le portage de l'algorithme.

Le document référencé « REF. : [DTSI/SARC/2006-357](#) » contient le rapport d'étude du CEA LIST pour la phase 1 du projet SAS-VH.

Maquettage de l'intégration sur la voiture VB2N

Positionnement de la caméra et du projecteur Infra Rouge au dessus de la porte en tenant compte des impératifs du train :

Caméra et projecteur infra rouge
Fixés au dessus de la porte de la
voiture VB2N



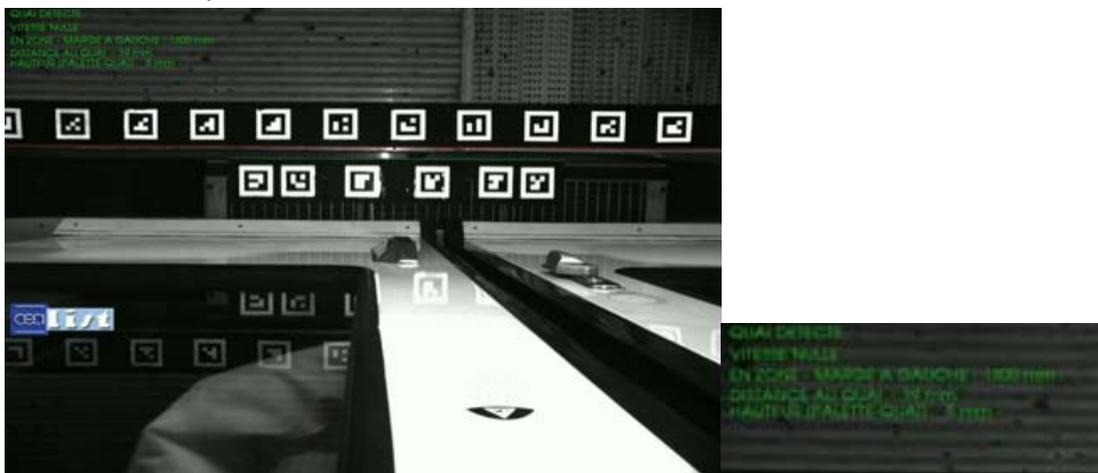
Cibles
positionnées sur
le quai et la
comble lacune

Ci-dessous les différentes phases d'approche du train vues par le système embarqué :

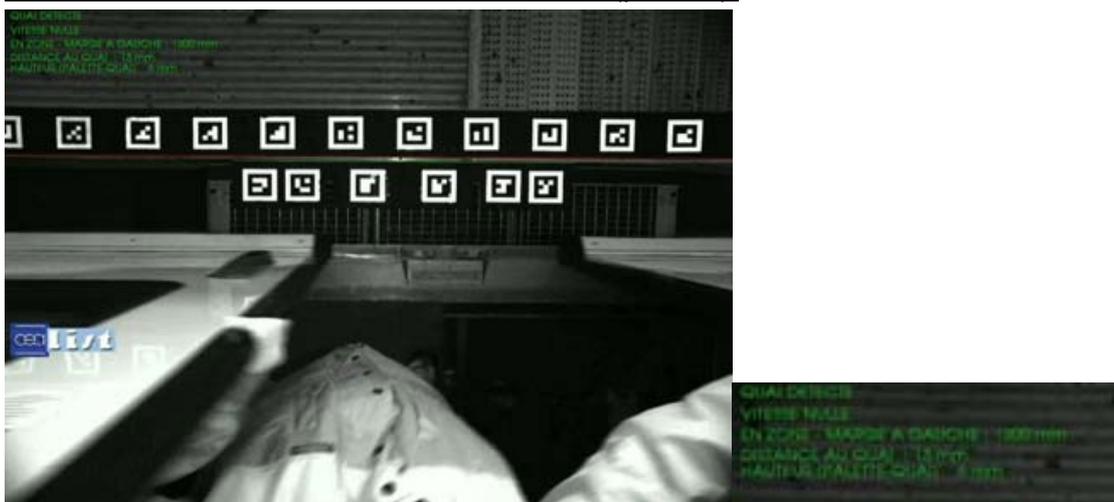
Détection du quai, la vitesse du train est non nulle



Détection du quai, vitesse nulle



Détection de la sortie de la comble lacune (palette).



Palette en position : ouverture de porte.

Interprétation de la démonstration

Un système embarqué de capteurs intelligents détermine, à partir d'un schéma qu'il garde en mémoire (l'interface quai/train), une corrélation avec ce qu'il détecte en temps réel lorsqu'il aborde le quai.

A partir d'une analyse de scène dans une image vidéo (15 images/s) il reconnaît le quai et détermine la vitesse d'approche du train jusqu'à l'arrêt.

Le système embarqué connaissant sa position détermine la distance de la porte par rapport au début du quai identifié ; valeur x , et à l'arrêt mesure la distance du quai au train ; valeur y , ainsi que la hauteur du quai; valeur z .



Le capteur peut décider alors de déployer la palette si les conditions de sécurité sont remplies et d'ouvrir la porte.

Conclusions des recherches techniques:

Pour les nouveaux matériels, une analyse fonctionnelle a été fournie par ALSTOM celle-ci présente les axes de développement pour les phases suivantes du projet.

Cette étude tient compte des observations, des analyses et des résultats des deux laboratoires d'études sociales ainsi que du maquetage réalisé.

Les études techniques systèmes ont été réalisées ainsi qu'une analyse globale du point de vue sécurité de ce système embarqué.

La maquette a été présentée sur un train VB2N le 19 décembre 2006 à l'EIMM de Rennes. Cette démonstration en situation a permis de valider le concept retenu de l'équipement de commande et de sécurisation.

Conclusion générale de la phase 1

La phase 1 nous enseigne la nécessité de concilier deux grands impératifs : la mise en place des dispositifs et services particuliers, répondant à la variabilité de mobilité des personnes « handicapées » et permettant que ces différences ne soient pas pénalisantes.

Le marché du matériel ferroviaire est en plein développement et il utilise les dernières technologies. C'est un important marché international et fortement concurrentiel.

Le besoin de « Systèmes d'Accès Sécurisé aux véhicules ferroviaires pour Voyageurs Handicapés » existe à travers le monde et aucune solution globale n'a vraiment été développée à ce jour.

C'est une phase prometteuse :

- la faisabilité technique a été prouvée par une maquette en grandeur réelle montée sur un matériel Transilien, le VB2N.

Cette démonstration présentée dans les établissements du matériel de la SNCF à Rennes a pleinement démontré la fonctionnalité d'un tel système.