

D^2CTS : un simulateur de terminal à conteneurs

S. Balev, F. Guinand et G. Lesauvage



Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Techniques

Laboratoire d'Informatique et du Traitement de l'Information et des Systèmes



2-4 mars 2011

Plan

- 1 Présentation et objectifs
- 2 Modélisation
 - Structure
 - Système de localisation laser
 - Mobilité
 - Temporalité
 - Évenements
- 3 Collecte et structure des données
- 4 Les problèmes simulés
 - Architecture du terminal
 - Positionnement des conteneurs dangereux
 - Ordonnancement de missions
 - Routage des véhicules
- 5 Démonstration

Plan

1 Présentation et objectifs

2 Modélisation

- Structure
- Système de localisation laser
- Mobilité
- Temporalité
- Évenements

3 Collecte et structure des données

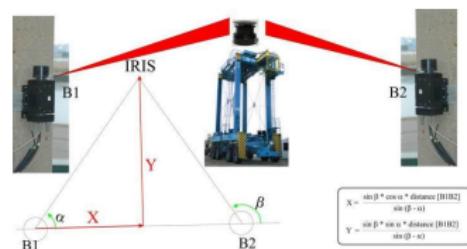
4 Les problèmes simulés

- Architecture du terminal
- Positionnement des conteneurs dangereux
- Ordonnancement de missions
- Routage des véhicules

5 Démonstration

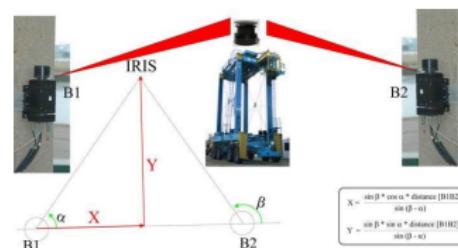
Le projet CALAS

- Système de mesure laser
- Entreprises :
 - LDTT
 - EADS/Astrium
- Laboratoires :
 - LMAH
 - LITIS



Le projet CALAS

- Système de mesure laser
- Entreprises :
 - LDTT
 - EADS/Astrium
- Laboratoires :
 - LMAH
 - LITIS



Objectifs du projet CALAS :

Connaître l'état du terminal en temps réel, c'est-à-dire à la fois la position des conteneurs et celle des engins de manutention.

D²CTS

Dynamic and Distributed Container Terminal Simulator : simulateur dynamique et distribué de terminal à conteneurs

Objectif :

Simuler un terminal à conteneurs à la fois dans sa structure et dans sa dynamique

But final :

Mettre à l'épreuve différents algorithmes d'optimisation du terminal dans des conditions réalistes

Plan

1 Présentation et objectifs

2 Modélisation

- Structure
- Système de localisation laser
- Mobilité
- Temporalité
- Évenements

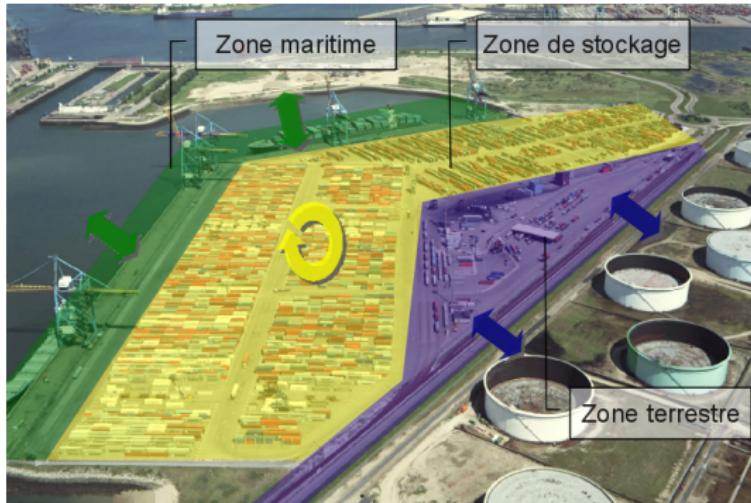
3 Collecte et structure des données

4 Les problèmes simulés

- Architecture du terminal
- Positionnement des conteneurs dangereux
- Ordonnancement de missions
- Routage des véhicules

5 Démonstration

Exemple de terminal : le Terminal de Normandie (PAH)

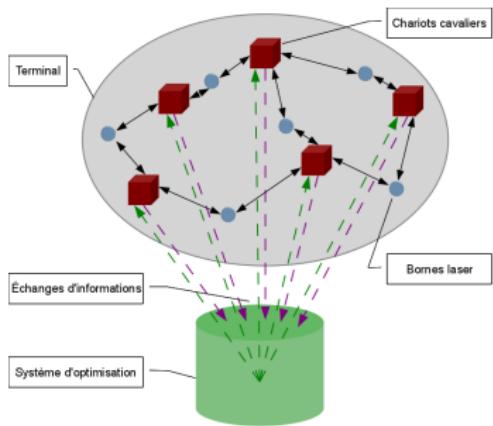


Graphe routier

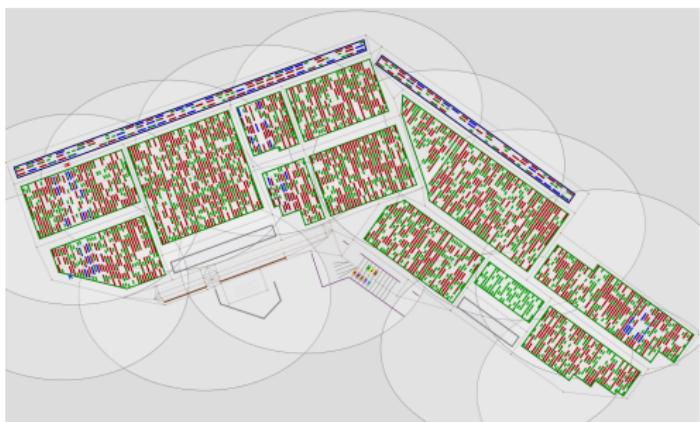
- Carefours
- Routes
- Points de route
- Travées
- Points de travées



Système de localisation laser



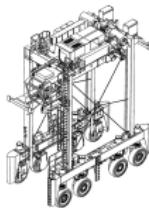
Communications entre les chariots cavaliers et le système d'optimisation



Modélisation du système de localisation laser sur le Terminal de Normandie (PAH)

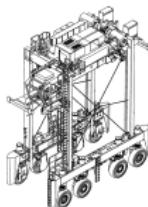
Mobilité

La mobilité dans le simulateur ne concerne que les chariots cavaliers pour le moment



Mobilité

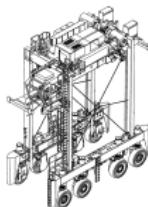
La mobilité dans le simulateur ne concerne que les chariots cavaliers pour le moment



- sur les routes : les chariots peuvent se croiser et se doubler

Mobilité

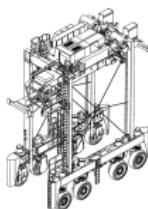
La mobilité dans le simulateur ne concerne que les chariots cavaliers pour le moment



- sur les routes : les chariots peuvent se croiser et se doubler
- sur les travées : les chariots ne peuvent ni se croiser ni se doubler

Mobilité

La mobilité dans le simulateur ne concerne que les chariots cavaliers pour le moment



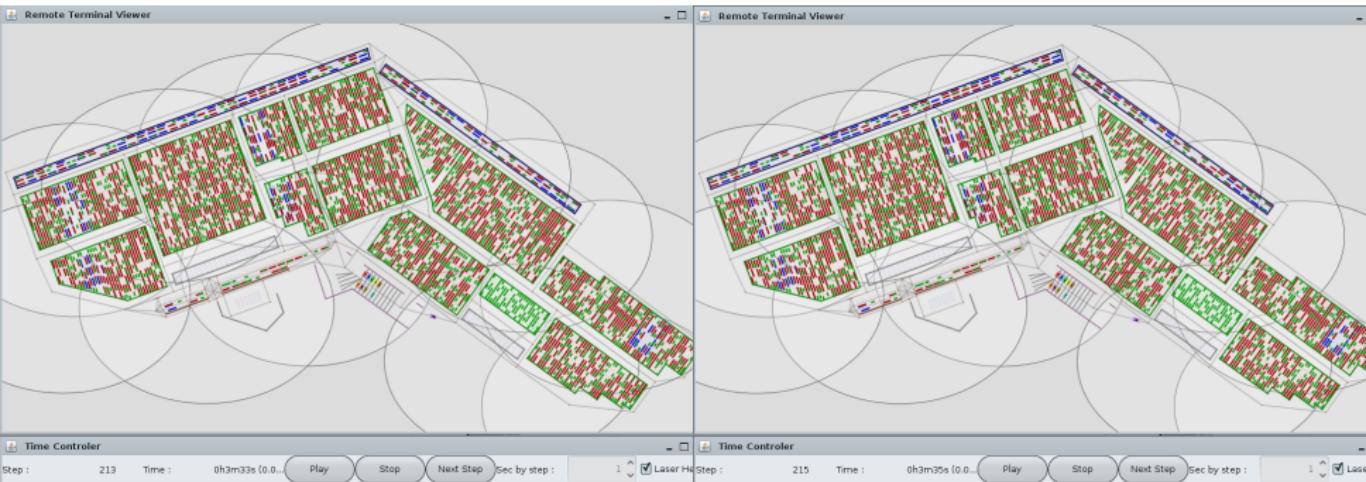
- sur les routes : les chariots peuvent se croiser et se doubler
- sur les travées : les chariots ne peuvent ni se croiser ni se doubler

⇒ Les travées sont modélisés par des arcs FIFO

Temporalité

- Le temps a été discréteisé
- La durée d'un pas de temps est définie avant le lancement de la simulation

Exemple : terminal après 2 itérations (1 itération = 1s)



Les événements

- Arrivée de mission

Les événements

- Arrivée de mission
- Arrivée/départ de véhicule

Les événements

- Arrivée de mission
- Arrivée/départ de véhicule
- Panne (ou réparation) de chariot cavalier

Les événements

- Arrivée de mission
- Arrivée/départ de véhicule
- Panne (ou réparation) de chariot cavalier
- Non respect d'affectation de mission d'un chariot cavalier

Les événements

- Arrivée de mission
- Arrivée/départ de véhicule
- Panne (ou réparation) de chariot cavalier
- Non respect d'affectation de mission d'un chariot cavalier
- Non respect d'itinéraire d'un chariot cavalier

Les événements

- Arrivée de mission
- Arrivée/départ de véhicule
- Panne (ou réparation) de chariot cavalier
- Non respect d'affectation de mission d'un chariot cavalier
- Non respect d'itinéraire d'un chariot cavalier
- Perte de conteneur

Les événements

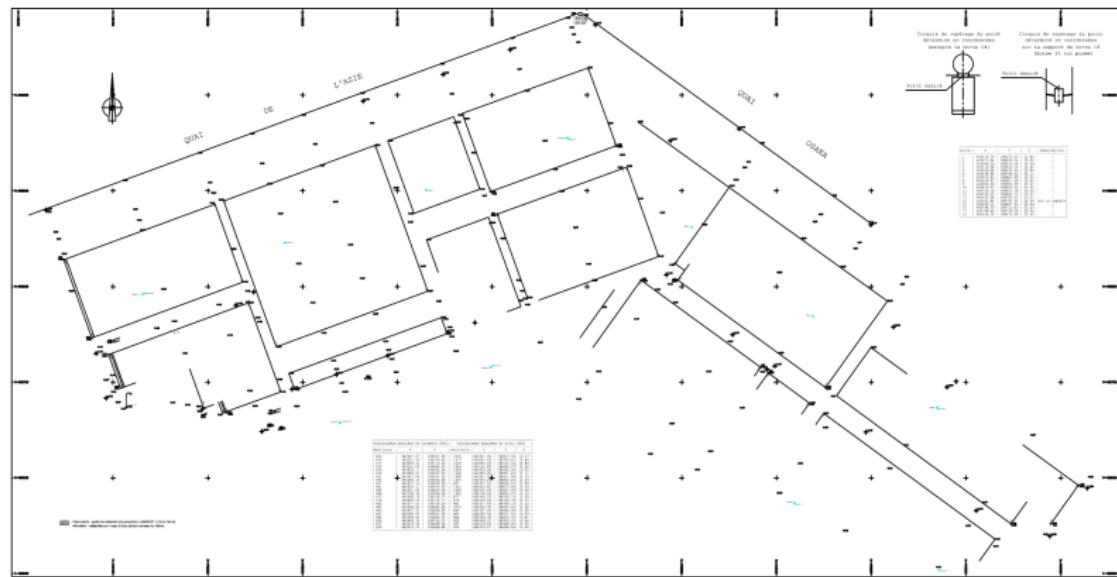
- Arrivée de mission
- Arrivée/départ de véhicule
- Panne (ou réparation) de chariot cavalier
- Non respect d'affectation de mission d'un chariot cavalier
- Non respect d'itinéraire d'un chariot cavalier
- Perte de conteneur
- Panne de borne laser (complete ou perte de portée)

Plan

- 1 Présentation et objectifs
- 2 Modélisation
 - Structure
 - Système de localisation laser
 - Mobilité
 - Temporalité
 - Évenements
- 3 Collecte et structure des données
- 4 Les problèmes simulés
 - Architecture du terminal
 - Positionnement des conteneurs dangereux
 - Ordonnancement de missions
 - Routage des véhicules
- 5 Démonstration

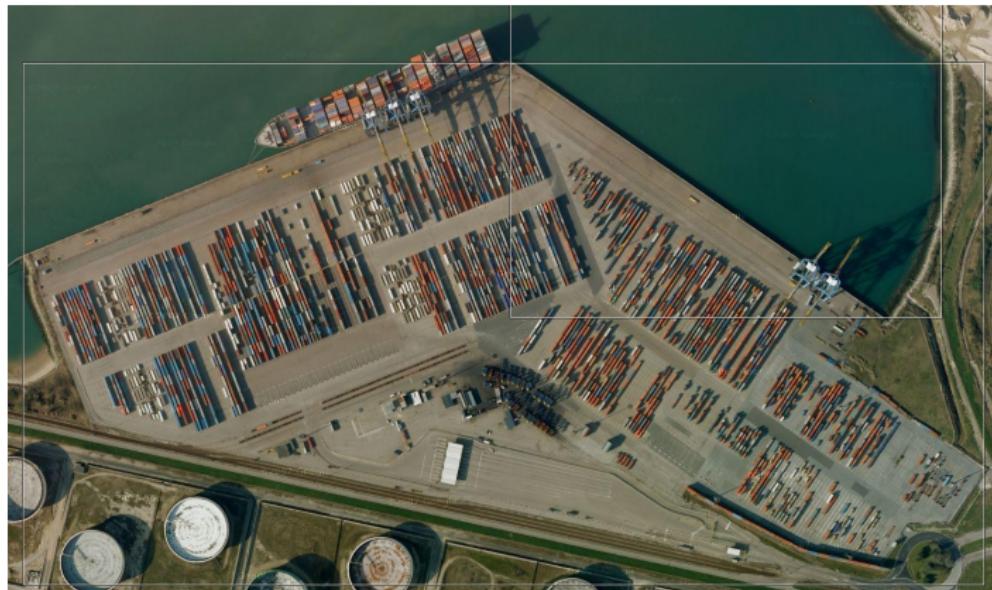
Collecte des données

Plan fourni par nos partenaires



Collecte des données (2)

Collecte de données à partir d'images satellites (www.wikimapia.org)



Structuration des données

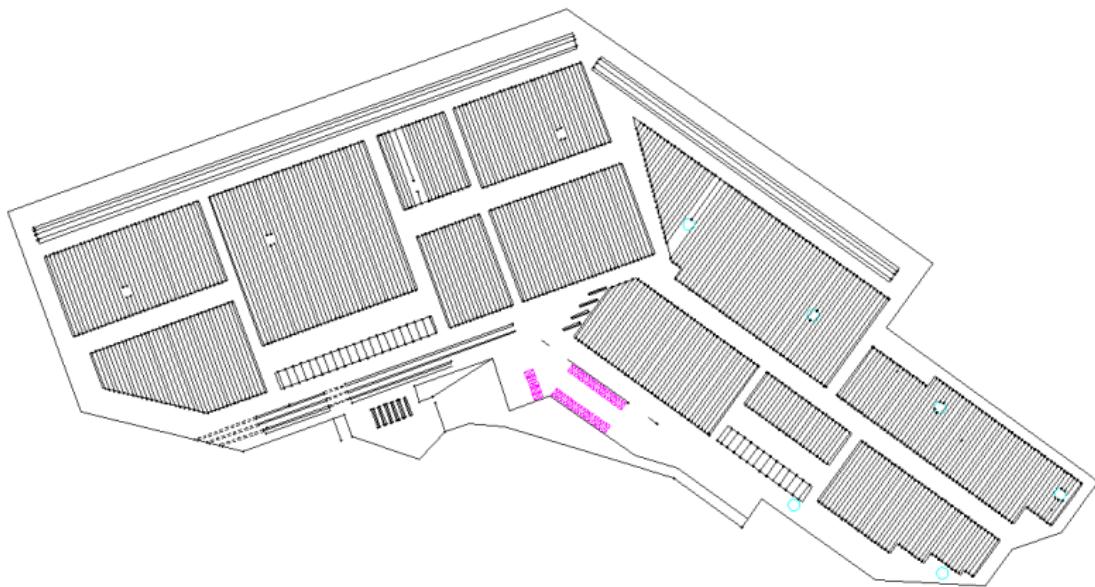
Structure XML

- Clarté des données
- Personnalisation
- Navigation facilité

```
<event time="0:20:0" type="vehicleIn" lanes="train1_1/4,train1_4/4">
  <container id="SZWU 075947 3" teu="2.0">
    <containerLocation pave="train" lane="train1_1/4" slot="train1_1/4-0" level="0" align="origin"/>
  </container>
  <container id="GPMU 632388 2" teu="1.0">
    <containerLocation pave="train" lane="train1_4/4" slot="train1_4/4-1" level="0" align="center"/>
  </container>
</event>
```

Résultat de la collecte et de la structuration des données

Création d'un plan détaillé



Plan

- 1 Présentation et objectifs
- 2 Modélisation
 - Structure
 - Système de localisation laser
 - Mobilité
 - Temporalité
 - Évenements
- 3 Collecte et structure des données
- 4 Les problèmes simulés
 - Architecture du terminal
 - Positionnement des conteneurs dangereux
 - Ordonnancement de missions
 - Routage des véhicules
- 5 Démonstration

Configuration d'un terminal

Objectif :

Tester la structure d'un terminal

Configuration d'un terminal

Objectif :

Tester la structure d'un terminal

Mesurer l'impact de l'architecture du terminal sur :

Configuration d'un terminal

Objectif :

Tester la structure d'un terminal

Mesurer l'impact de l'architecture du terminal sur :

- Les coûts d'exploitation

Configuration d'un terminal

Objectif :

Tester la structure d'un terminal

Mesurer l'impact de l'architecture du terminal sur :

- Les coûts d'exploitation
- La qualité de service

Positionnement des conteneurs dangereux

Objectif :

Déterminer l'emplacement de stockage d'un conteneur dangereux

Positionnement des conteneurs dangereux

Objectif :

Déterminer l'emplacement de stockage d'un conteneur dangereux

Le problème consiste à choisir un emplacement permettant de réduire les distances de manutention du conteneur tout en assurant le respect des normes de sécurités

Ordonnancement dynamique

- Pour un chariot cavalier, une mission consiste à déplacer un conteneur.

Ordonnancement dynamique

- Pour un chariot cavalier, une mission consiste à déplacer un conteneur.
- 3 types de mission :
 - Chargement de navire, train, ou camion
 - Déchargement de navire, train, ou camion
 - Optimisation de la zone de stockage

Ordonnancement dynamique

- Pour un chariot cavalier, une mission consiste à déplacer un conteneur.
- 3 types de mission :
 - Chargement de navire, train, ou camion
 - Déchargement de navire, train, ou camion
 - Optimisation de la zone de stockage
- 2 phases : collecte et livraison

Ordonnancement dynamique

- Pour un chariot cavalier, une mission consiste à déplacer un conteneur.
- 3 types de mission :
 - Chargement de navire, train, ou camion
 - Déchargement de navire, train, ou camion
 - Optimisation de la zone de stockage
- 2 phases : collecte et livraison
- 2 fenêtres de temps

Ordonnancement dynamique

- Pour un chariot cavalier, une mission consiste à déplacer un conteneur.
- 3 types de mission :
 - Chargement de navire, train, ou camion
 - Déchargement de navire, train, ou camion
 - Optimisation de la zone de stockage
- 2 phases : collecte et livraison
- 2 fenêtres de temps
- m chariots cavaliers
- n missions

Ordonnancement dynamique

- Pour un chariot cavalier, une mission consiste à déplacer un conteneur.
- 3 types de mission :
 - Chargement de navire, train, ou camion
 - Déchargement de navire, train, ou camion
 - Optimisation de la zone de stockage
- 2 phases : collecte et livraison
- 2 fenêtres de temps
- m chariots cavaliers
- n missions

Problème modélisé :

Version dynamique d'un problème d'ordonnancement et d'affectation de missions

Problème de routage

Problème classique :

Minimiser la distance parcourue par les chariots cavaliers pour réduire les coûts d'exploitation

Problème de routage

Problème classique :

Minimiser la distance parcourue par les chariots cavaliers pour réduire les coûts d'exploitation

Problème de routage sur un terminal :

- Routes : arcs non FIFO
- Travées : arcs FIFO à capacité unitaire
- La vitesse d'un chariot cavalier dépend de sa position

Problème de routage

Problème classique :

Minimiser la distance parcourue par les chariots cavaliers pour réduire les coûts d'exploitation

Problème de routage sur un terminal :

- Routes : arcs non FIFO
- Travées : arcs FIFO à capacité unitaire
- La vitesse d'un chariot cavalier dépend de sa position

⇒ Minimiser les temps de parcours pour réduire les coûts et maintenir une qualité de service suffisante

Plan

- 1 Présentation et objectifs
- 2 Modélisation
 - Structure
 - Système de localisation laser
 - Mobilité
 - Temporalité
 - Évenements
- 3 Collecte et structure des données
- 4 Les problèmes simulés
 - Architecture du terminal
 - Positionnement des conteneurs dangereux
 - Ordonnancement de missions
 - Routage des véhicules
- 5 Démonstration

Démonstration

Données de la simulation :

- Terminal de Normandie (Port Autonome du Havre)
- 1h simulée
- 52 missions
- 10 chariots cavaliers
- Ordonnancement aléatoire

Conclusion

- Le simulateur est presque achevé

Conclusion

- Le simulateur est presque achevé
- Collaboration avec EADS/Astrium pour intégrer un module de visualisation 3D

Conclusion

- Le simulateur est presque achevé
- Collaboration avec EADS/Astrium pour intégrer un module de visualisation 3D
- Recherche de partenaires pour :
 - collecter des données (structures de terminaux, jeux de tests)
 - tester des algorithmes (ordonnancement de missions, routage des chariots)

Conclusion

- Le simulateur est presque achevé
- Collaboration avec EADS/Astrium pour intégrer un module de visualisation 3D
- Recherche de partenaires pour :
 - collecter des données (structures de terminaux, jeux de tests)
 - tester des algorithmes (ordonnancement de missions, routage des chariots)

contact : gaetan.lesauvage@litislab.eu