

Projet Bonaventure

Livrable 1 : modèle des buts fonctionnels

Table des matières

I- Description de la méthodologie	2
II- Modélisation des buts fonctionnels	2
1- Cas du système de plus haut niveau	3
a) Identification des buts fonctionnels	3
b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du système	4
c) Illustration du diagramme des buts	5
2- Cas du module de régulation de trafic en fonctionnement normal (NormalModeTrafficRegulator)	6
a) Identification des buts fonctionnels	6
b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du module	7
c) Illustration du diagramme des buts	8
3- Cas du module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé I (Degraded1TrafficRegulator)	9
a) Identification des buts fonctionnels	9
b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du module	9
c) Illustration du diagramme des buts	11
4- Cas du module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé II (Degraded2TrafficRegulator)	12
a) Identification des buts fonctionnels	12
b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du module	12
c) Illustration du diagramme des buts	14
Références	15

I- Description de la méthodologie

SysML/KAOS est une méthode formelle d'ingénierie des exigences développée dans le cadre du projet FORMOSE (ANR-14-CE28-0009). Elle définit [1] :

- Un langage permettant de capturer les exigences fonctionnelles (ce qui doit être réalisé) et non fonctionnelles (contraintes de réalisation : sécurité, efficience, temporalité, etc.) d'un système sous forme de hiérarchies de buts.
- Un langage permettant de capturer les entités et les propriétés du domaine d'application du système.
- Des règles permettant de générer une spécification formelle à partir des modèles de buts et de domaine.
- Des règles permettant de propager les résultats/observations issus des activités de vérification et de validation formelle vers les modèles SysML/KAOS correspondants.

II- Modélisation des buts fonctionnels

Un but fonctionnel décrit un comportement attendu du système, à l'occurrence d'une condition précise. Parmi les opérateurs intervenant dans la hiérarchisation des buts fonctionnels, on distingue principalement l'opérateur AND (ET) et l'opérateur OR (OU). L'opérateur AND apparaît lorsque la condition nécessaire et suffisante, pour la réalisation d'un but, est la réalisation de chacun de ses sous-buts. Lorsque la condition nécessaire et suffisante pour la réalisation d'un but se limite à la réalisation de l'un de ses sous-buts, alors c'est l'opérateur OR qui est utilisé.

Dans l'approche SysML/KAOS, le "premier" diagramme de buts fonctionnels construit est celui du système principal. La décomposition en sous-buts prend fin lorsqu'il est possible d'affecter chaque but de plus bas niveau, dit but élémentaire, à un composant du système (ou sous-système). Chaque sous-système est sous la responsabilité d'un agent. Les agents sont représentés au sein du diagramme de buts et l'affectation d'un but élémentaire à un sous-système passe par l'assignation de la responsabilité de la réalisation du but à l'agent responsable du sous-système. Par la suite, au besoin, des diagrammes de buts peuvent être définis pour les différents sous-systèmes. Ceux-ci peuvent comporter des buts propres, en plus de ceux provenant du système de niveau supérieur.

1- Cas du système de plus haut niveau

a) Identification des buts fonctionnels

<i>Niveau de raffinement</i>	Identification du but	Description
0 (niveau racine)	BringOutEachVehiclePresentInTunnel	Permettre à chaque véhicule présent sur la sortie du tunnel Ville-Marie qui se connecte à la rue Nazareth de sortir du tunnel [2].
1	MoveVehicle	Faire avancer le véhicule conformément à la signalisation routière [2].
	ManageCongestion	Gérer la congestion [3].
2	DetermineTrafficLevel	Déterminer l'état du trafic à la sortie du tunnel [4].
	RegulateTraffic	Réguler le trafic à la sortie du tunnel [3].
3	DetermineTrafficLevelFromVdMSensors	Déterminer l'état du trafic à la sortie du tunnel en utilisant les capteurs positionnés par la VdM (Ville de Montréal) [5].
	DetermineTrafficLevelFromAID	Déterminer l'état du trafic à la sortie du tunnel en utilisant le système de détection d'incidents (AID) positionné par le CIGC [4].
	RegulateTrafficLevelinNormalMode	Réguler le trafic à la sortie du tunnel lorsque le mode de fonctionnement du système est le mode normal : chaque centre de gestion (CGMU/CGIC) reçoit des données de trafic de ses capteurs et effectue des synchronisations régulières avec l'autre centre [5].
	RegulateTrafficLevelinDegradedMode1	Réguler le trafic à la sortie du tunnel lorsque le mode de fonctionnement du système est le mode dégradé I : la communication entre le CIGC et le CGMU étant non fiable, le CGMU se replie sur les détections de ses capteurs pour déterminer et entreprendre des actions de régulation de trafic [5].
	RegulateTrafficLevelinDegradedMode2	Réguler le trafic à la sortie du tunnel lorsque le mode de fonctionnement du système est le mode dégradé II : les communications capteurs → CGMU et CIGC → CGMU étant non

		fiables, la régulation du trafic passe sous la responsabilité d'un automate mécatronique positionné dans le réseau artériel [5].
4	DetermineTrafficLevelFromTrafficRadar	Déterminer l'état du trafic à la sortie du tunnel en utilisant des radars de trafic [2].
	DetermineTrafficLevelInsideTunnel	Déterminer l'état du trafic à l'intérieur du tunnel [5].
5	DetermineTrafficLevelFromGroundSensors	Déterminer l'état du trafic à l'intérieur du tunnel en utilisant des capteurs au sol [2].
	DetermineTrafficLevelFromThermalCamera	Déterminer l'état du trafic à l'intérieur du tunnel en utilisant une caméra thermique [2].

b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du système

Composant	Buts élémentaires
VehicleDriver (conducteur)	MoveVehicle
ThermalCamera (caméra thermique)	DetermineTrafficLevelFromThermalCamera
GroundSensor (capteur souterrain)	DetermineTrafficLevelFromGroundSensors
Radar	DetermineTrafficLevelFromRadars
AID (Automatic Incident Detector)	DetermineTrafficLevelFromAID
NormalModeTrafficRegulator (Module de régulation de trafic en fonctionnement normal)	RegulateTrafficLevelinNormalMode
Degraded1TrafficRegulator (Module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé I)	RegulateTrafficLevelinDegradedMode1
Degraded2TrafficRegulator (Module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé II)	RegulateTrafficLevelinDegradedMode2

c) Illustration du diagramme des buts

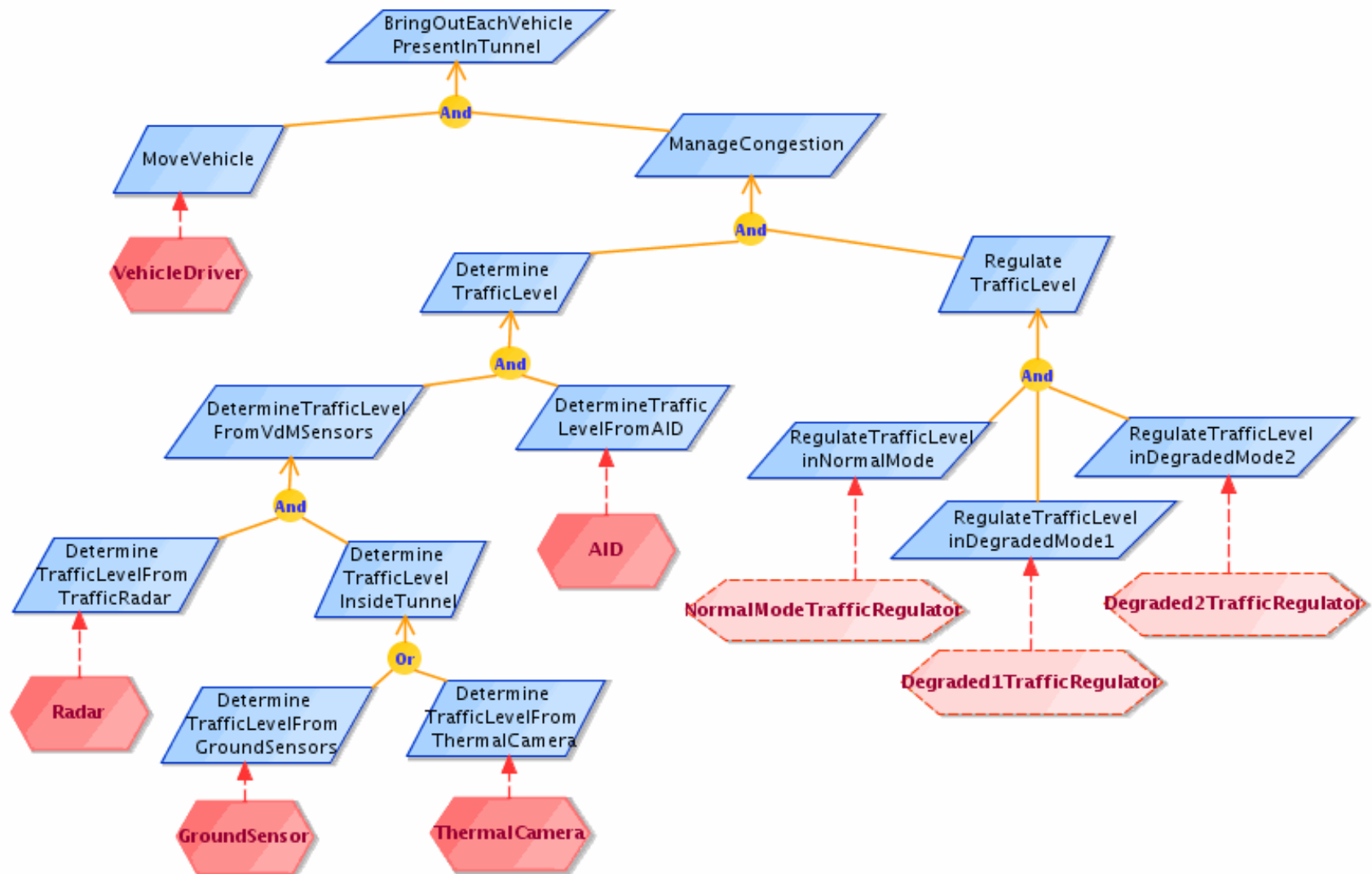


Figure 1: Diagramme des buts fonctionnels du système principal

2- Cas du module de régulation de trafic en fonctionnement normal (NormalModeTrafficRegulator)

a) Identification des buts fonctionnels

Niveau de raffinement	Identification du but	Description
0 (niveau racine)	RegulateTrafficLevelinNormalMode	Réguler le trafic à la sortie du tunnel lorsque le mode de fonctionnement du système est le mode normal [5].
1	CommunicateTrafficLevel	Notifier les systèmes du CGMU et du CIGC sur l'état du trafic afin qu'ils puissent prendre les mesures appropriées [3].
	PerformTrafficRegulation	Mettre en œuvre les actions de régulation les plus appropriées au regard de l'état courant du trafic [3].
2	CommunicateTrafficLeveltoCIGC	Transmettre les détections de l'AID au CIGC [4] [5].
	CommunicateTrafficLeveltoCGMU	Transmettre les détections des capteurs positionnés par la VdM au CGMU [5].
	SynchroniseTrafficData	S'assurer que les détections obtenues par les systèmes du CGMU et du CIGC sont en cohérence et, en cas d'incohérence, se rabattre sur les données du CIGC [5].
	EnsureAppropriatenessofTrafficSignalProgram	S'assurer que le plan de feux sélectionné pour la signalisation routière correspond bien à l'état du trafic [6].
	EnsureAppropriatenessofUserNotifications	S'assurer que les notifications adressées aux usagers correspondent bien au niveau courant de la congestion et à l'état de la circulation [5].
3	CommunicateRadarTraffic	Transmettre les détections du radar de trafic au CGMU [5].
	CommunicateThermalCameraTraffic	Transmettre les détections de la caméra thermique de la VdM au CGMU [5].
	ConfirmTrafficLevelwithCIGC	S'assurer que les détections obtenues par les systèmes du CGMU sont en cohérence avec celles reçues par les systèmes du CIGC en utilisant la liaison CGMU-CIGC [3].
	ConfirmTrafficLevelwithCGMU	S'assurer que les détections obtenues par les systèmes du CIGC sont en cohérence avec celles reçues par les systèmes du CGMU en utilisant la liaison CIGC-CGMU [3].

	EnsureAppropriatenessofCGMUNotifications	S'assurer que les notifications adressées par le CGMU aux usagers correspondent bien au niveau courant de la congestion et à l'état de la circulation [5].
	EnsureAppropriatenessofCIGCNotifications	S'assurer que les notifications adressées par le CIGC aux usagers correspondent bien au niveau courant de la congestion et à l'état de la circulation [5].

b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du module

Composant	Buts élémentaires
ThermalCamera (caméra thermique)	CommunicateThermalCameraTraffic
Radar	CommunicateRadarTraffic
AID (Automatic Incident Detector)	CommunicateTrafficLeveltoCIGC
CGMU (Centre de Gestion de la Mobilité Urbaine de la ville de Montréal)	ConfirmTrafficLevelwithCIGC
	EnsureAppropriatenessofTrafficSignalProgram
	EnsureAppropriatenessofCGMUNotifications
CIGC (Centre Intégré de Gestion de la Circulation du ministère des transports du Québec)	ConfirmTrafficLevelwithCGMU
	EnsureAppropriatenessofCIGCNotifications

c) Illustration du diagramme des buts

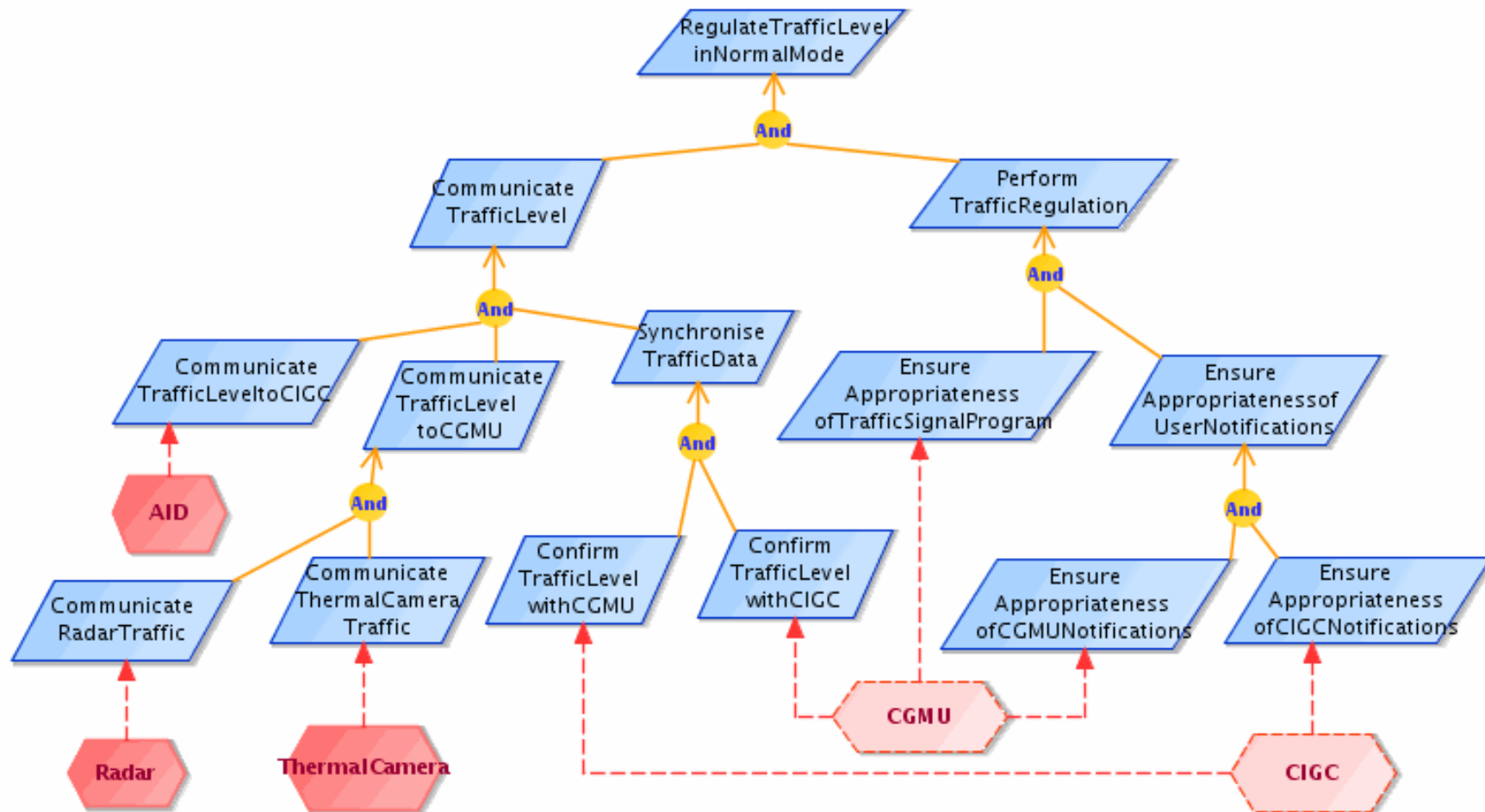


Figure 2 : Diagramme des buts fonctionnels du module de régulation de trafic en fonctionnement normal

3- Cas du module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé I (Degraded1TrafficRegulator)

a) Identification des buts fonctionnels

Niveau de raffinement	Identification du but	Description
<i>0 (niveau racine)</i>	RegulateTrafficLevelinDegradedMode1	Réguler le trafic à la sortie du tunnel lorsque le mode de fonctionnement du système est le mode dégradé I [5].
<i>1</i>	CommunicateTrafficLeveltoCGMUInDG1	Notifier les systèmes du CGMU sur l'état du trafic, en ne prenant en compte que les capteurs positionnés par la VdM à la sortie du tunnel, afin qu'ils puissent prendre les mesures appropriées [5].
	PerformTrafficRegulationInDG1	Mettre en œuvre les actions de régulation les plus appropriées au regard de l'état courant du trafic estimé en ne prenant en compte que les capteurs de la VdM [3].
<i>2</i>	EnsureAppropriatenessofTrafficSignalProgramInDG1	S'assurer que le plan de feux sélectionné pour la signalisation routière correspond bien à l'état du trafic [6].
	EnsureAppropriatenessofUserNotificationsInDG1	S'assurer que les notifications adressées aux usagers correspondent bien au niveau courant de la congestion et à l'état de la circulation [5].
	CommunicateRadarTrafficInDG1	Transmettre les détections du radar de trafic au CGMU [5].
	CommunicateThermalCameraTrafficInDG1	Transmettre les détections de la caméra thermique de la VdM au CGMU [5].

b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du module

Composant	Buts élémentaires
ThermalCamera (caméra thermique)	CommunicateThermalCameraTrafficInDG1
Radar	CommunicateRadarTrafficInDG1
CGMU (Centre de Gestion de la Mobilité Urbaine de la ville de Montréal)	EnsureAppropriatenessofTrafficSignalProgramInDG1

c) Illustration du diagramme des buts

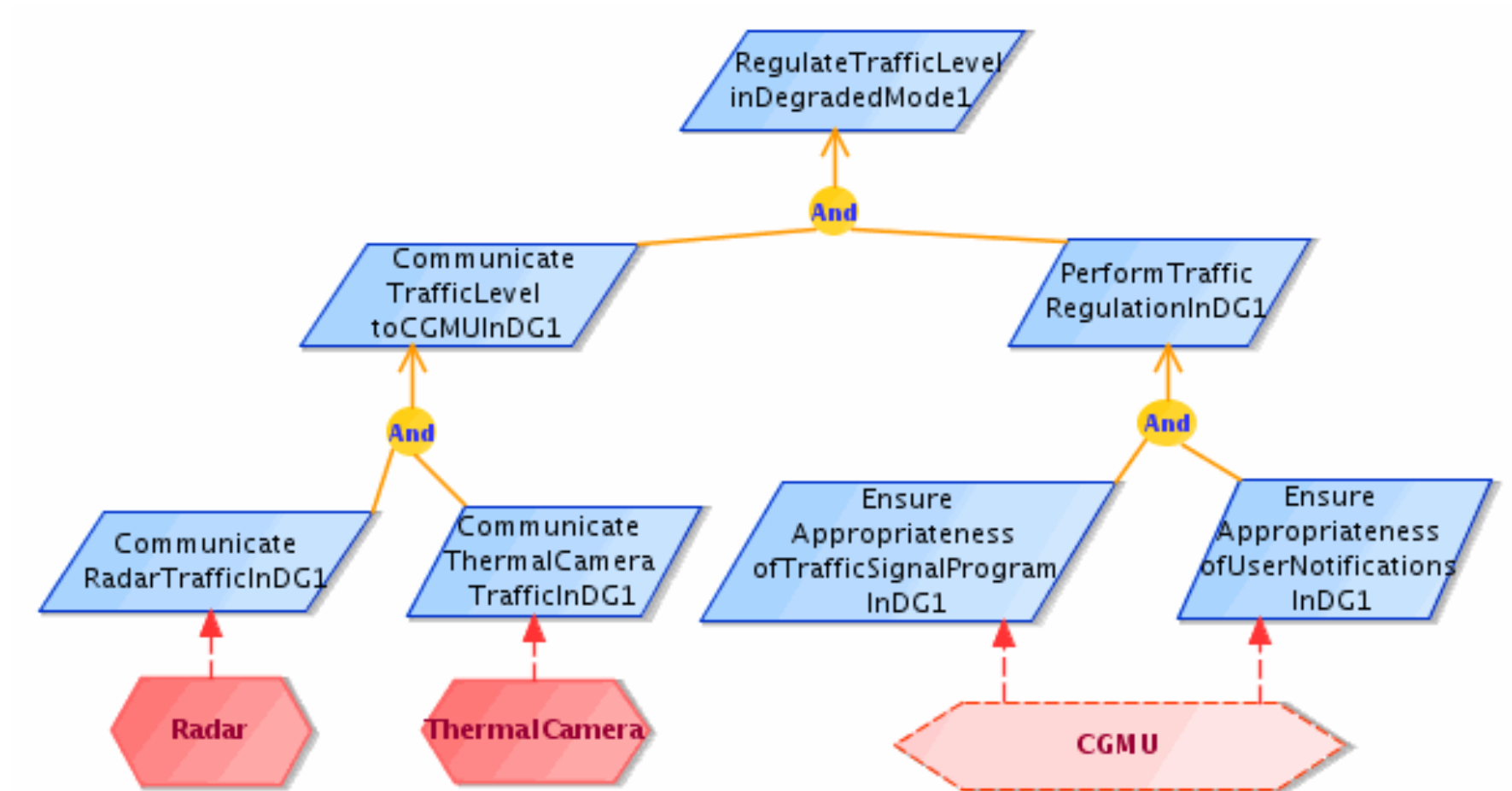


Figure 3 : Diagramme des buts fonctionnels du module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé I

4- Cas du module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé II (Degraded2TrafficRegulator)

a) Identification des buts fonctionnels

Niveau de raffinement	Identification du but	Description
<i>0 (niveau racine)</i>	RegulateTrafficLevelinDegradedMode2	Réguler le trafic à la sortie du tunnel lorsque le mode de fonctionnement du système est le mode dégradé II [5].
<i>1</i>	CommunicateTrafficLeveltoTrafficSignalController	Notifier l'automate de contrôle de trafic positionné au niveau du réseau artériel quant à l'état du trafic, en se basant sur les détections des capteurs positionnés par la VdM, afin qu'il puisse sélectionner le plan de feux le plus approprié [5].
	ApplyAppropriateTrafficSignalProgram	Déterminer et appliquer le plan de feux le plus approprié au regard de l'état courant du trafic estimé en se basant sur les détections des capteurs positionnés par la VdM [5].
<i>2</i>	CommunicateRadarTrafficToTrafficSignalController	Transmettre les détections du radar de trafic à l'automate de contrôle de trafic [5].
	CommunicateThermalCameraTrafficToTrafficSignalController	Transmettre les détections de la caméra thermique de la VdM à l'automate de contrôle de trafic [5].

b) Affectation des buts élémentaires aux Agents/Composants du module

Composant	Buts élémentaires
ThermalCamera (caméra thermique)	CommunicateThermalCameraTrafficToTrafficSignalController
Radar	CommunicateRadarTrafficToTrafficSignalController
TrafficSignalController (automate de contrôle de trafic positionné au niveau du réseau artériel)	ApplyAppropriateTrafficSignalProgram

c) Illustration du diagramme des buts

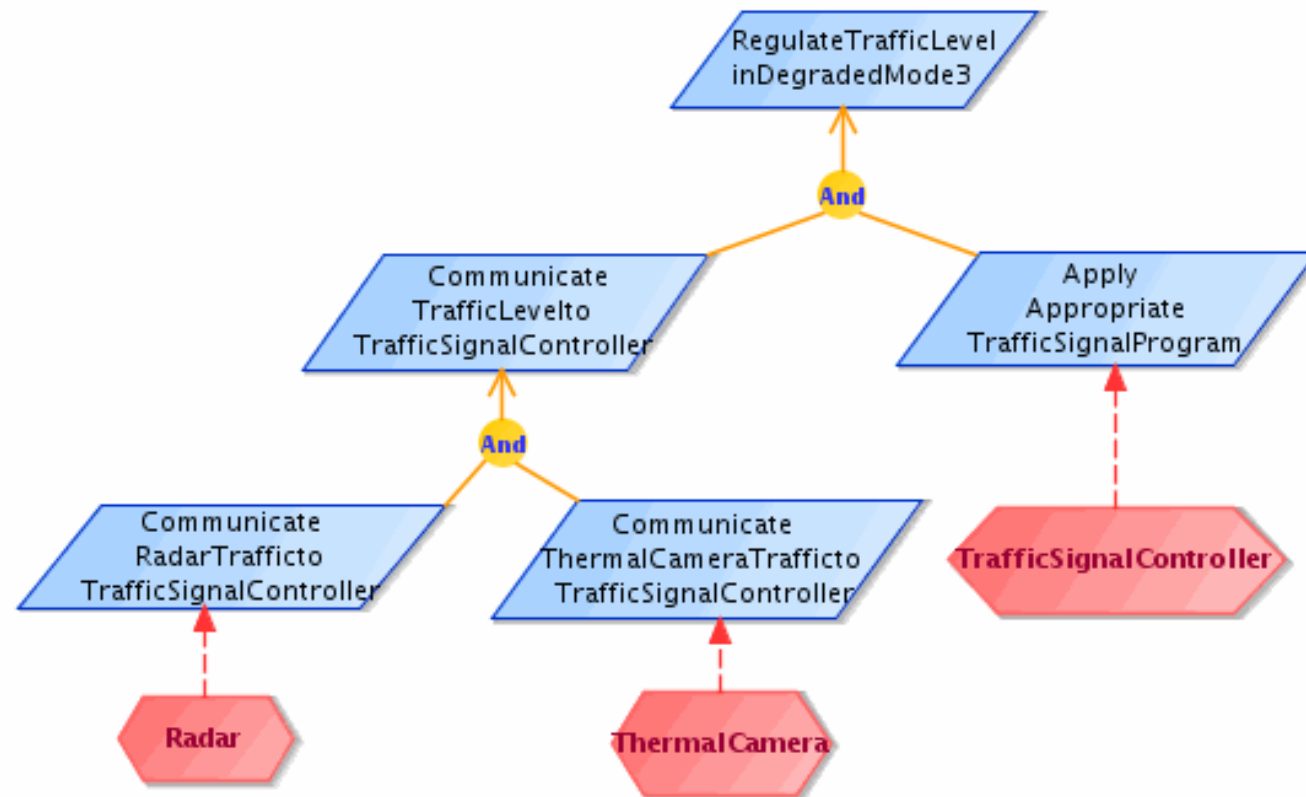


Figure 4 : Diagramme des buts fonctionnels du module de régulation de trafic en fonctionnement dégradé II

Références

- [1] S. J. Tueno Fotso, M. Frappier, R. Laleau et A. Mammar, «Modeling the hybrid ERTMS/ETCS level 3 standard using a formal requirements engineering approach,» *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10817, n° 1 Abstract State Machines, Alloy, B, TLA, VDM, and Z - 6th International Conference, pp. 262-276, 2018.
- [2] S. J. T. FOTSO, «Compte rendu réunion de kick-off du projet Bonaventure,» Sherbrooke, 2018.
- [3] SMi, LES CONSULTANTS S.M. INC., «Raccordement des rues Duke et de Nazareth à l'autoroute Ville-Marie Avant-projet définitif,» Montréal, 2014.
- [4] Télécommunications GRIMARD, Entrepreneur spécialisé, «Système de détection d'évènement automatisé (DAI),» Laval, 2018.
- [5] S. J. Tueno Fotso, «Compte rendu de la Séance de travail relative au projet Bonaventure du 26/09/2018,» Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 2018.
- [6] SMi, LES CONSULTANTS S.M. INC., «Annexe 4 -(Rapport APD) – Raccordement des rues Duke et de Nazareth à l'autoroute Ville-Marie,» Montréal, 2015.