

Mise en œuvre de techniques d'apprentissage supervisé pour l'analyse automatique de marquages routiers

HOLLER Colin

Master 2 CSMI

Encadrants : Valérie Muzet, Christophe Heinkelé

25 Août, 2022

Introduction générale

Signalisation horizontale

- Fonction de guidage et d'alerte
- Règles de circulation



Introduction générale

Signalisation horizontale

- Fonction de guidage et d'alerte
- Règles de circulation

Marquage routier

- ★ Conforme à la réglementation
- ★ Entretenu

Introduction générale

Signalisation horizontale

- Fonction de guidage et d'alerte
- Règles de circulation

Marquage routier

- ★ Conforme à la réglementation
- ★ Entretenu

① Étude **quantitative** et **qualitative**

Introduction générale

Signalisation horizontale

- Fonction de guidage et d'alerte
- Règles de circulation

Marquage routier

- ★ Conforme à la réglementation
- ★ Entretenu

- ① Étude **quantitative** et **qualitative**
- ② Appareil d'évaluation : **Ecodyn**

Introduction générale

Signalisation horizontale

- Fonction de guidage et d'alerte
- Règles de circulation

Marquage routier

- ★ Conforme à la réglementation
- ★ Entretenu

- 1 Étude **quantitative** et **qualitative**
- 2 Appareil d'évaluation : **Ecodyn**
- 3 Traitement des données long et fastidieux

Plan de l'exposé

Mise en œuvre de techniques d'apprentissage supervisé pour l'analyse automatique de marquages routiers

- 1 Introduction
- 2 Contexte et objectifs
- 3 Segmentation des marquages routiers
- 4 Identification des marquages routiers
- 5 Analyse sémantique

Cerema

Centre d'**E**tudes et d'expertise sur les **R**isques, l'**E**nvironnement, la **M**obilité et l'**A**ménagement



★ 23 sites en France

Cerema

Centre d'**E**tudes et d'expertise sur les **R**isques, l'**E**nvironnement, la **M**obilité et l'**A**ménagement



- ★ 23 sites en France
- ★ Missions d'essai, de contrôles, de recherches et d'innovations

Cerema

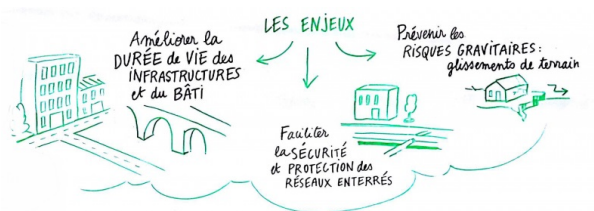
Centre d'**E**tudes et d'expertise sur les **R**isques, l'**E**nvironnement, la **M**obilité et l'**A**ménagement



- ★ 23 sites en France
- ★ Missions d'essai, de contrôles, de recherches et d'innovations
- ★ 5 groupes d'activités

ENDSUM

Évaluation Non Destructive des Structures et Matériaux
3 sites : Angers, Rouen, Strasbourg



Contexte

Contexte : La perception des marquages routiers

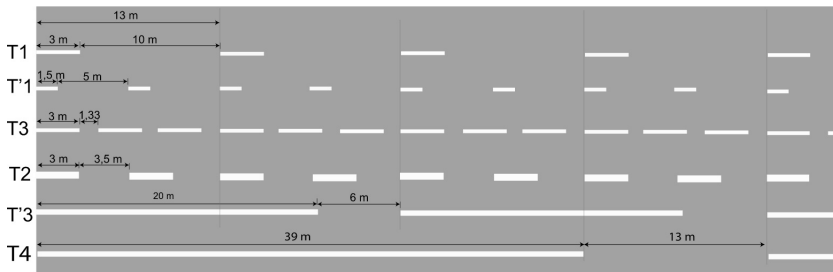
Éléments de **guidage** pour les **conducteurs** et les **véhicules automatisés**



Contexte

Contexte : La perception des marquages routiers

Caractérisé par leur géométrie (IISR), couleur et leur **performance**

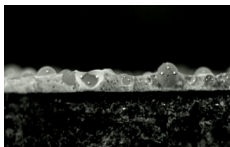


Contexte

Contexte : La perception des marquages routiers

Sa performance est définie dans une **norme** (EN1436)

- Visibilité de jour : Q_d en $mcd.m^{-2}.lx^{-1}$
- Visibilité de nuit : **rétroreflexion** R_L en $mcd.m^{-2}.lx^{-1}$



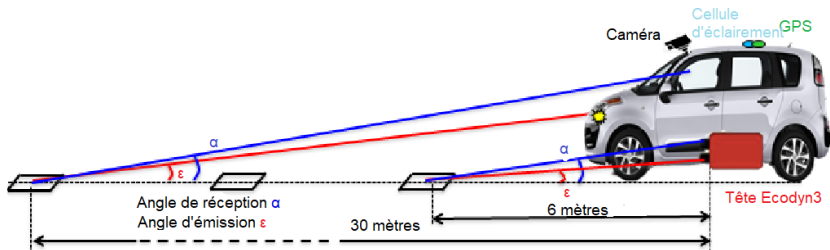
Appareil de mesure : Ecodyn

- **Réflexomètre** mobile à grand rendement



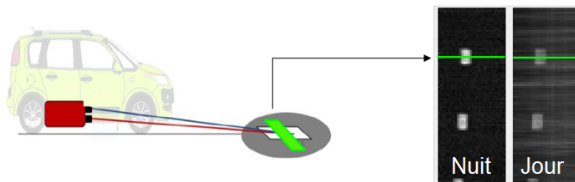
Appareil de mesure : Ecodyn

- **Réflectomètre** mobile à grand rendement
- Géométrie réduite d'un conducteur regardant un marquage éclairé

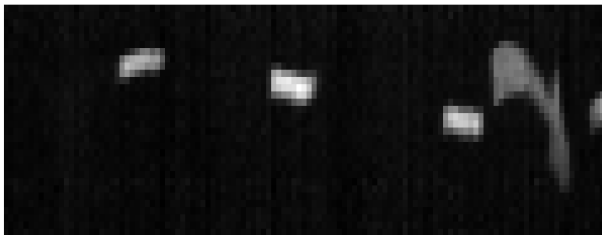


Appareil de mesure : Ecodyn

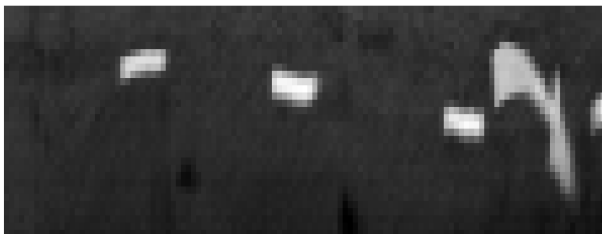
- **Réflexomètre** mobile à grand rendement
- Géométrie réduite d'un conducteur regardant un marquage éclairé
- Zone de mesure :
 - ★ **40cm** de long
 - ★ **90cm** de large



Signaux sous forme d'images



Rétro réflexion



Luminance

Contexte et objectifs

Objectifs du stage

- **Valider** et **industrialiser** les méthodes de **segmentation**

Contexte et objectifs

Objectifs du stage

- **Valider** et **industrialiser** les méthodes de **segmentation**
- **Identification** de la **typologie des marquages**

Contexte et objectifs

Objectifs du stage

- **Valider** et **industrialiser** les méthodes de **segmentation**
- **Identification** de la **typologie des marquages**
- **Analyse sémantique** des marquages routiers

Contexte et objectifs

Objectifs du stage

- **Valider** et **industrialiser** les méthodes de **segmentation**
- **Identification** de la **typologie des marquages**
- **Analyse sémantique** des marquages routiers

→ Développement **solution logicielle** :

- ★ Besoins des utilisateurs
- ★ Traitement automatisé des mesures

Outils et logiciels utilisés

- Programmation : Python sous un environnement Anaconda
- Bibliothèque Tensorflow et Keras pour l'implémentation des modèles de **deep learning**
- Expériences réalisées sur une station de travail avec deux processeurs graphiques (**GPU**) NVIDIA Quadro RTX 5000
- Logiciel d'annotation existant : **Vérité Terrain Ecodyn**

Vérité Terrain Ecodyn

Images de base

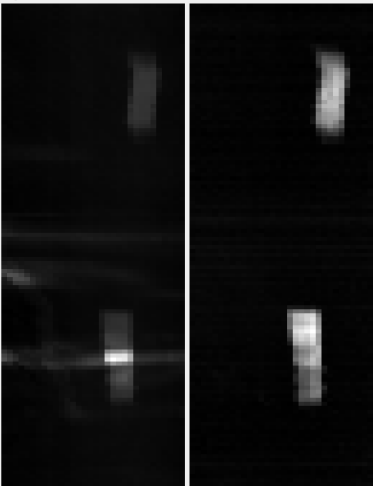


Image Segmentée et Outils

216.04 m

192.16 m



Pixel values

Pixel coords	Nuit	16.7
5 24	Jour	401.1
Distance	Type	BG
193.17		

Nom Session

choix troncon Valider

Mode



Labélisation

Zone

Axe

Rive

Inconnue

Type

BG

RM

T1

T2

T3

T4

ZERRA

FLECHE

UNKNOWN

Navigation

←

9/36

→

0401.36 m / 0.001 km

Export Json

Divers

Activer grille ☐

Vérité Terrain Ecodyn



Vérité Terrain Ecodyn



Vérité Terrain Ecodyn



Vérité Terrain Ecodyn



Vérité Terrain Ecodyn



Vérité Terrain Ecodyn



Vérité Terrain Ecodyn



Segmentation

Segmentation

→ étiqueter chaque pixel d'une image avec une classe correspondante à ce qui est représenté.

Travail réalisé

- Recherches bibliographiques

Segmentation

Segmentation

→ étiqueter chaque pixel d'une image avec une classe correspondante à ce qui est représenté.

Travail réalisé

- Recherches bibliographiques
- **Données :**
 - ★ Spécificité des données
 - ★ Spécificité du jeu d'apprentissage/test

Segmentation

Segmentation

→ étiqueter chaque pixel d'une image avec une classe correspondante à ce qui est représenté.

Travail réalisé

- Recherches bibliographiques
- **Données :**
 - ★ Spécificité des données
 - ★ Spécificité du jeu d'apprentissage/test
- **Apprentissage supervisé :**
 - ★ Mise en place d'un **UNet**
 - ★ Influence du nombre de paramètres du **UNet**
 - ★ Évaluation des réseaux

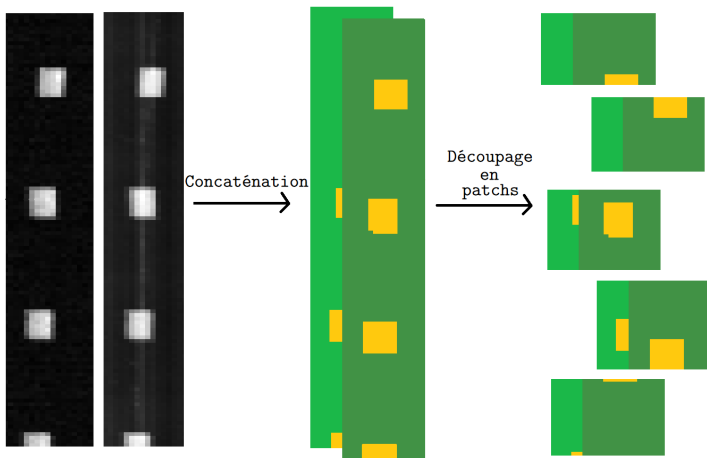
Jeu de données

- Concaténation des données de **rétroréflexion** et de **luminance**
↔ Images à 2 canaux

Jeu de données

- Concaténation des données de **rétroréflexion** et de **luminance**
↔ Images à 2 canaux
- Division des données en **patches**

Jeu de données



Jeu de données

- Concaténation des données de **rétroréflexion** et de **luminance**
↪ Images à 2 canaux
- Division des données en **patches**
- Valeurs de **luminance** hétérogènes entre 5 et $100\,000\text{cd.m}^{-2}$
↪ **Normalisation** des données

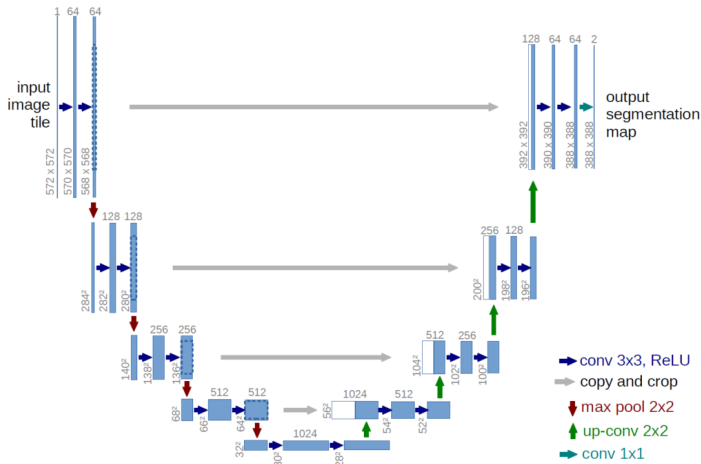
Jeu de données

- Concaténation des données de **rétroréflexion** et de **luminance**
↪ Images à 2 canaux
- Division des données en **patches**
- Valeurs de **luminance** hétérogènes entre 5 et $100\,000\text{cd.m}^{-2}$
↪ **Normalisation** des données

	Base d' entraînement	Base test
<i>Taille (km)</i>	218.37	48.71
<i>Nombre de patches</i>	15 173	5 001

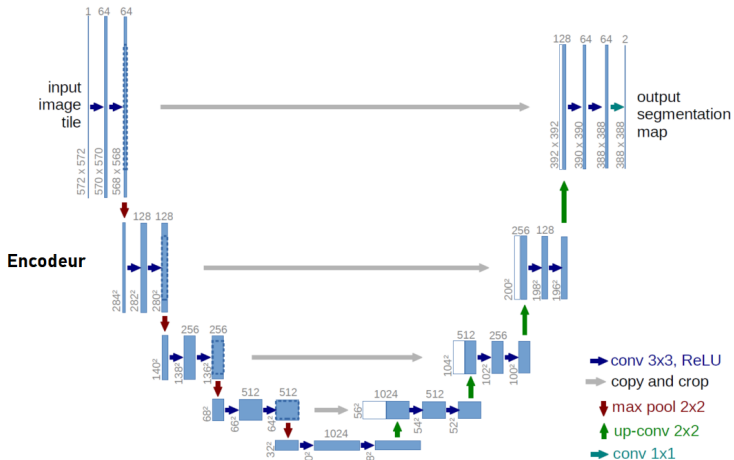
U-net

Olaf Ronneberger, Phillip Fischer, et Thomas Brox (2015)



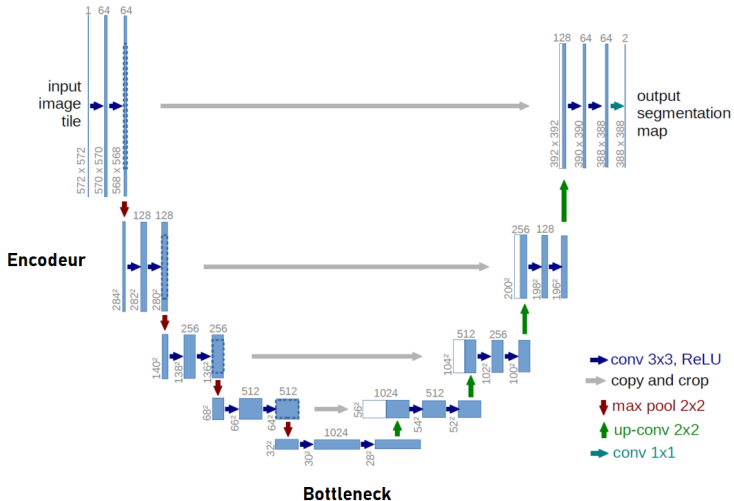
U-net

Olaf Ronneberger, Phillip Fischer, et Thomas Brox (2015)



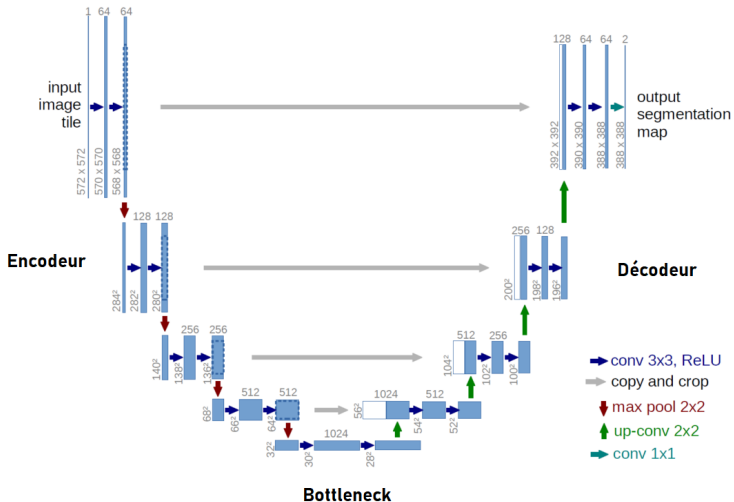
U-net

Olaf Ronneberger, Phillip Fischer, et Thomas Brox (2015)



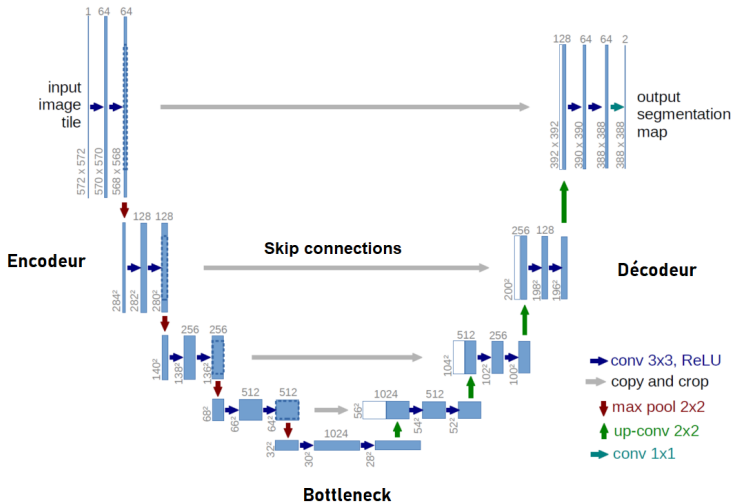
U-net

Olaf Ronneberger, Phillip Fischer, et Thomas Brox (2015)



U-net

Olaf Ronneberger, Phillip Fischer, et Thomas Brox (2015)



Simplification du UNet

- Plusieurs profondeurs du **UNet** testées

Profondeur	Nombre de paramètres	Temps d'entraînement pour 200 époques (s)
0	2 786	619
1	26 066	893
2	118 194	1 213
3	484 722	1 762
4	1 354 077	2 103

Évaluation des modèles

Métriques d'évaluation

- **Rappel** : Pourcentage de vrai positifs bien prédits

Évaluation des modèles

Métriques d'évaluation

- **Rappel** : Pourcentage de vrai positifs bien prédits
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels mal classifiés en classe *marquage*

Évaluation des modèles

Métriques d'évaluation

- **Rappel** : Pourcentage de vrai positifs bien prédits
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels mal classifiés en classe *marquage*
- **Précision** : Pourcentage de prédictions positives bien effectuées

Évaluation des modèles

Métriques d'évaluation

- **Rappel** : Pourcentage de vrai positifs bien prédits
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels mal classifiés en classe *marquage*
- **Précision** : Pourcentage de prédictions positives bien effectuées
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels qui n'ont pas été classifiés en classe *marquage*

Évaluation des modèles

Métriques d'évaluation

- **Rappel** : Pourcentage de vrai positifs bien prédits
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels mal classifiés en classe *marquage*
- **Précision** : Pourcentage de prédictions positives bien effectuées
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels qui n'ont pas été classifiés en classe *marquage*
- **Score F1** : Moyenne harmonique entre le **Rappel** et la **Précision**

Évaluation des modèles

Métriques d'évaluation

- **Rappel** : Pourcentage de vrai positifs bien prédits
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels mal classifiés en classe *marquage*
- **Précision** : Pourcentage de prédictions positives bien effectuées
↪ Ne dit rien sur le nombre de pixels qui n'ont pas été classifiés en classe *marquage*
- **Score F1** : Moyenne harmonique entre le **Rappel** et la **Précision**
↪ Compromis selon le problème

Évaluation du modèle

Performances sur base test

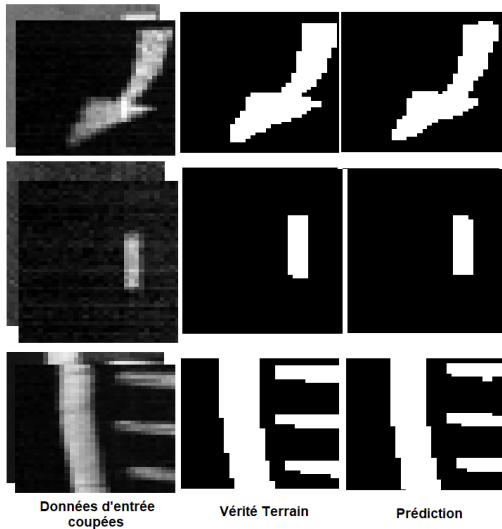
	Précision (%)	Rappel (%)	F1 (%)	Nombre de paramètres	Temps d'inférence (s)
0	90.91	88.76	90.91	2 786	0.0018
1	93.17	92.41	92.88	26 066	0.026
2	94.23	91.88	92.69	118 194	0.034
3	93.22	92.12	92,71	484 722	0.039
4	94.81	91.82	93.21	1 354 077	0.061

Évaluation du modèle

Performances sur base test

	Précision (%)	Rappel (%)	F1 (%)	Nombre de paramètres	Temps d'inférence (s)
0	90.91	88.76	90.91	2 786	0.0018
1	93.17	92.41	92.88	26 066	0.026
2	94.23	91.88	92.69	118 194	0.034
3	93.22	92.12	92,71	484 722	0.039
4	94.81	91.82	93.21	1 354 077	0.061

Évaluation du modèle



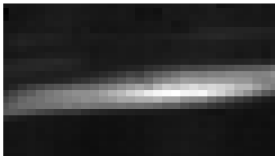
Données d'entrée
coupées

Vérité Terrain

Prédiction

Évaluation du modèle

Luminance



Rétroréflexion



Prédiction



Situation réelle

Identification

Identification

→ étiqueter chaque marquage selon son type suivant la norme (**IISR**)

Identification

Identification

→ étiqueter chaque marquage selon son type suivant la norme (**IISR**)

Travail réalisé

- Classification avec **UNet multi-classes** (?)

Identification

Identification

→ étiqueter chaque marquage selon son type suivant la norme (**IISR**)

Travail réalisé

- Classification avec **UNet multi-classes (?) NON**

Identification

Identification

→ étiqueter chaque marquage selon son type suivant la norme (**IISR**)

Travail réalisé

- Classification avec **UNet multi-classes (?) NON**
- Identification **géométrique** :
 - ★ Statistiques sur les marquages
 - ★ Création d'intervalles d'appartenances

Identification

Identification

→ étiqueter chaque marquage selon son type suivant la norme (**IISR**)

Travail réalisé

- Classification avec **UNet multi-classes (?) NON**
- Identification **géométrique** :
 - ★ Statistiques sur les marquages
 - ★ Création d'intervalles d'appartenances
- Évaluation de l'identification :
 - ★ Matrice de confusion

Identification

Identification

→ étiqueter chaque marquage selon son type suivant la norme (**IISR**)

Travail réalisé

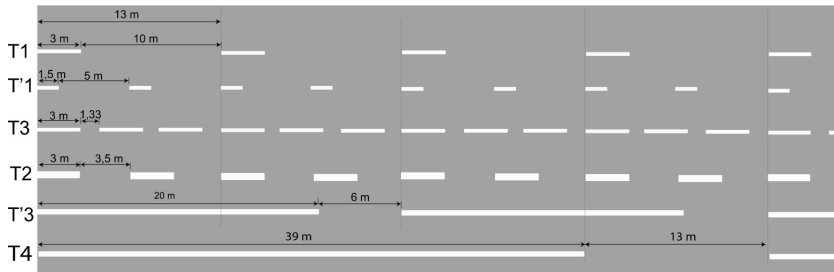
- Classification avec **UNet multi-classes (?) NON**
- Identification **géométrique** :
 - ★ Statistiques sur les marquages
 - ★ Création d'intervalles d'appartenances
- Évaluation de l'identification :
 - ★ Matrice de confusion
- Limites

Construction d'intervalles d'appartenance

Identification géométrique sans apprentissage

Marquage rectangulaire caractérisé par

- Longueur
- Inter-distance



Construction d'intervalles d'appartenance

Intervalles d'appartenance

- Marquages rares et non rectangulaires classés en type inconnu (UNK)
- Plusieurs intervalles testés

Construction d'intervalles d'appartenance

Intervalles d'appartenance

- Marquages rares et non rectangulaires classés en type inconnu (UNK)
- **Méthode retenue :**
 - ★ Lister les valeurs théoriques de chaque *type* de façon croissante et calculer la **moyenne arithmétique** deux par deux

Construction d'intervalles d'appartenance

Intervalles d'appartenance

- Marquages rares et non rectangulaires classés en type inconnu (UNK)
- **Méthode retenue :**
 - ★ Lister les valeurs théoriques de chaque *type* de façon croissante et calculer la **moyenne arithmétique** deux par deux
 - ↪ Plus grande étendue pour chaque intervalle

Construction d'intervalles d'appartenance

Intervalles d'appartenance

- Marquages rares et non rectangulaires classés en type inconnu (UNK)
- **Méthode retenue :**
 - ★ Lister les valeurs théoriques de chaque *type* de façon croissante et calculer la **moyenne arithmétique** deux par deux
 - ↪ Plus grande étendue pour chaque intervalle
 - ↪ **Meilleurs résultats**

Évaluation de l'identification

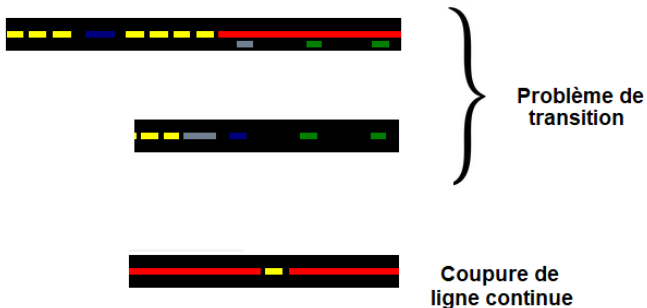
- Mise en place d'une **matrice de confusion**

Prédiction

Vérité Terrain

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T' ₃	LC	UNK
T ₁	6 695	19	57	0	0	4	321
T ₂	13	4 514	46	0	3	1	8
T ₃	39	81	4 837	0	0	0	64
T ₄	0	0	0	499	2	3	121
T' ₃	1	1	1	0	74	0	40
LC	2	15	51	0	3	70	76
UNK	16	150	229	1	0	8	108

Limites de l'identification



Limites de l'identification



Analyse sémantique

↔ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

Analyse sémantique

→ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

→ **Problème** : Un marquage dépend des marquages qui l'entourent

Analyse sémantique

↪ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

↪ **Problème** : Un marquage dépend des marquages qui l'entourent ↪

Solution : Méthodes du **traitement de langage naturel**

Analyse sémantique

→ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

Travail réalisé

- Mise en place d'un lien entre la sémantique des marquages et le traitement naturel du langage

Analyse sémantique

Analyse sémantique

→ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

Travail réalisé

- Mise en place d'un lien entre la sémantique des marquages et le traitement naturel du langage :
 - ★ Mise en place d'un alphabet représentant la route

Analyse sémantique

Analyse sémantique

→ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

Travail réalisé

- Mise en place d'un lien entre la sémantique des marquages et le traitement naturel du langage :
 - ★ Mise en place d'un alphabet représentant la route
- Recherches bibliographiques et mise en place de modèles pour le traitement naturel du langage

Analyse sémantique

Analyse sémantique

→ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

Travail réalisé

- Mise en place d'un lien entre la sémantique des marquages et le traitement naturel du langage :
 - ★ Mise en place d'un alphabet représentant la route
- Recherches bibliographiques et mise en place de modèles pour le traitement naturel du langage :
 - ★ Réseaux de neurones récurrents (**RNN**, **LSTM**)

Analyse sémantique

Analyse sémantique

→ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

Travail réalisé

- Mise en place d'un lien entre la sémantique des marquages et le traitement naturel du langage :
 - ★ Mise en place d'un alphabet représentant la route
- Recherches bibliographiques et mise en place de modèles pour le traitement naturel du langage :
 - ★ Réseaux de neurones récurrents (**RNN**, **LSTM**)
 - ★ Mécanisme d'attention des **Transformers**

Analyse sémantique

Analyse sémantique

→ détecter des erreurs issues de la **segmentation**, de l'**identification** ou bien liées à la route

Travail réalisé

- Mise en place d'un lien entre la sémantique des marquages et le traitement naturel du langage :
 - ★ Mise en place d'un alphabet représentant la route
- Recherches bibliographiques et mise en place de modèles pour le traitement naturel du langage :
 - ★ Réseaux de neurones récurrents (**RNN**, **LSTM**)
 - ★ Mécanisme d'attention des **Transformers**
- Évaluation des modèles

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
↳ couche **Dense** possédant une mémoire

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
 - ↪ couche **Dense** possédant une mémoire
 - ↪ **MAIS** à court terme

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
 - ↪ couche **Dense** possédant une mémoire
 - ↪ **MAIS** à court terme
- Réseaux de neurones récurrents **LSTM**

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
 - ↳ couche **Dense** possédant une mémoire
 - ↳ **MAIS** à court terme
- Réseaux de neurones récurrents **LSTM**
 - ↳ mémoire à court terme **ET** à long terme

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
 - ↪ couche **Dense** possédant une mémoire
 - ↪ **MAIS** à court terme
- Réseaux de neurones récurrents **LSTM**
 - ↪ mémoire à court terme **ET** à long terme
 - ↪ notion d'oubli de l'information

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
 - ↪ couche **Dense** possédant une mémoire
 - ↪ **MAIS** à court terme
- Réseaux de neurones récurrents **LSTM**
 - ↪ mémoire à court terme **ET** à long terme
 - ↪ notion d'oubli de l'information

Mécanisme d'attention

- Mécanisme d'attention des **Transformers**

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
 - ↪ couche **Dense** possédant une mémoire
 - ↪ **MAIS** à court terme
- Réseaux de neurones récurrents **LSTM**
 - ↪ mémoire à court terme **ET** à long terme
 - ↪ notion d'oubli de l'information

Mécanisme d'attention

- Mécanisme d'attention des **Transformers**
 - ↪ Basé sur la similitude de deux vecteurs euclidiens à travers le produit scalaire

Modèles du traitement de langage naturel

Réseaux récurrents

- Réseaux de neurones récurrents simples (**RNN**)
 - ↪ couche **Dense** possédant une mémoire
 - ↪ **MAIS** à court terme
- Réseaux de neurones récurrents **LSTM**
 - ↪ mémoire à court terme **ET** à long terme
 - ↪ notion d'oubli de l'information

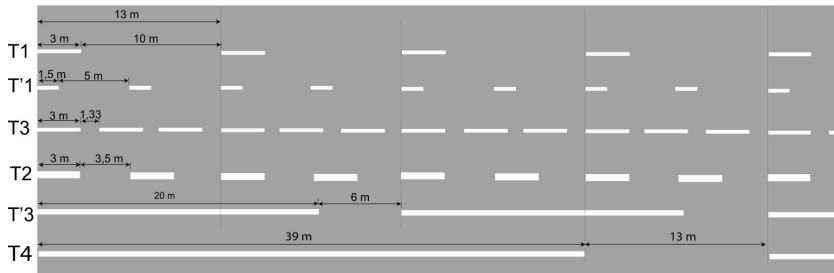
Mécanisme d'attention

- Mécanisme d'attention des **Transformers**
 - ↪ Basé sur la similitude de deux vecteurs euclidiens à travers le produit scalaire
 - ↪ Notion de **tête** ~ se focaliser sur plusieurs **caractéristiques** et **parallélisme**

Préparation des données

Association des **marquages** à des **lettres**

$$A_{\text{marquage}} = \begin{cases} M_1 & \longrightarrow \{\text{marquages de 3 mètres}\} \equiv \{T_1, T_2, T_3\} \\ M_2 & \longrightarrow \{\text{marquage de 20 mètres}\} \equiv \{T'_3\} \\ M_3 & \longrightarrow \{\text{marquage de 39 mètres}\} \equiv \{T_4\} \\ LC & \longrightarrow \{\text{ligne continu}\} \equiv \{LC\} \\ UNK & \longrightarrow \mathcal{E}_{UNK} \end{cases}$$

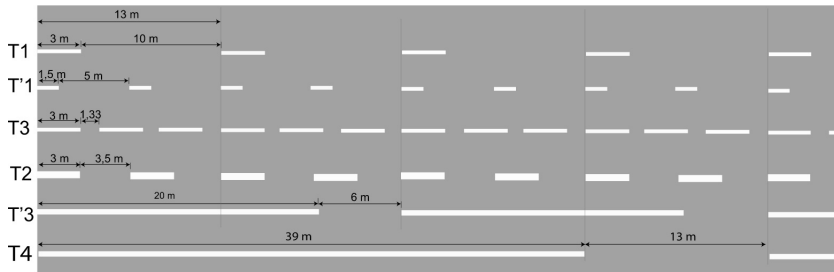


Préparation des données

Association des **inter-marquages** à des **lettres**

$$\mathcal{E}_{\text{type}} = \{T_1, T_2, T_3, T_4, T'_1, LC, \text{UNK}\}$$

$$\mathcal{A}_{\text{inter-marquage}} = \{\text{BG_}x \mid x \in \mathcal{E}_{\text{type}}\} \cup \{\text{BG_}x_y \mid x, y \in \mathcal{E}_{\text{type}}, x \neq y\}$$



Préparation des données

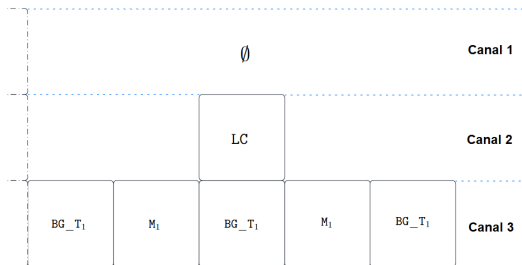
Association des **inter-marquages** à des **lettres**

$$\mathcal{E}_{\text{type}} = \{T_1, T_2, T_3, T_4, T'_3, LC, UNK\}$$

$$\mathcal{A}_{\text{inter-marquage}} = \{BG_x \mid x \in \mathcal{E}_{\text{type}}\} \cup \{BG_x_y \mid x, y \in \mathcal{E}_{\text{type}}, x \neq y\}$$

$$\mathcal{A} = \mathcal{A}_{\text{marquage}} \cup \mathcal{A}_{\text{inter-marquage}}$$

Préparation des données



Préparation des données

Base Axe		
	Train	Test
<i>Taille (km)</i>	100.88	43.04
<i>Nombre de séquences</i>	8124	8368

Base Rive		
	Train	Test
<i>Taille (km)</i>	29.47	15.9
<i>Nombre de séquences</i>	1736	1873

Base mélangée		
	Train	Test
<i>Taille (km)</i>	146.54	75.39
<i>Nombre de séquences</i>	9819	16621

Évaluation

Base Axe

	Précision (%)	Rappel (%)	F1 (%)	Nombre de paramètres	Temps (s)
RNN	99.57	99.87	99.72	6 593	0.033
LSTM	99.59	100.0	99.81	15 905	0.011
Trans ₂	99.84	99.74	99.79	43 486	0.025
Trans ₁	99.72	99.87	99.79	26 910	0.019

Évaluation

Base Rive

	Précision (%)	Rappel (%)	F1 (%)	Nombre de paramètres	Temps (s)
RNN	94.66	89.06	91.76	6 593	0.027
LSTM	93.68	90.86	92.25	15 905	0.012
Trans ₂	95.42	90.53	92.91	43 486	0.015
Trans ₁	94.23	91.09	92.63	26 910	0.017

Évaluation

Base mélangée

	Précision (%)	Rappel (%)	F1 (%)	Nombre de paramètres	Temps (s)
RNN	99.12	94.46	96.73	6593	0.028
LSTM	99.05	94.76	96.87	15 905	0.016
Trans ₂	99.30	94.21	96.09	43486	0.071
Trans ₁	99.31	94.23	96,71	26 910	0.031

Modification du logiciel Vérité Terrain Ecodyn

Images de base

Nuit

Jour

216.04 m

Axe

Pixel values

Coordonnées	
62.29	
Distance	192.16
Nuit	4.8
Jour	925.6
Type	BG

Mode

Navigation

Décalage images :

192.16 m

Labelisation

Zone

Axe

Rive

Inconnue

Type

BG

RM

T1

T2

UNKNOWN

PETON

FLECHE

21000089_Test1_+_PR0_PR10_Axe_new

Choix du tronçon :

Notes

Segmentation

Schema linéaire

1000 800 600 400 200 0 200 400 600 800 1000

Conclusion et Perspectives

Travail réalisé

- Mise en œuvre d'une segmentation **UNet**
- Identification géométrique
- Analyse sémantique satisfaisante

Travail réalisé

- Incorporation des algorithmes dans le logiciel
- Perfectionnement des modèles
 - ↪ Apprentissage incrémentiel, architecture
- Outil d'analyse automatique d'un itinéraire complet

Bibliographie I



M. Soilán, B. Riveiro, J. Martínez-Sánchez, and P. Arias, “Segmentation and classification of road markings using MLS data,” *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 123, pp. 94–103, Jan. 2017. [Online]. Available: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924271616303173>








C. Chun, T. Lee, S. Kwon, and S.-K. Ryu, “Classification and Segmentation of Longitudinal Road Marking Using Convolutional Neural Networks for Dynamic Retroreflection Estimation,” *Sensors*, vol. 20, no. 19, p. 5560, Jan. 2020, number: 19 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/19/5560>



J. S. Sepp Hochreiter, “Long shot-term memory.”

Bibliographie II

-  “Attention Is All You Need.” [Online]. Available: <https://arxiv.org/html/1706.03762>
-  “[1505.04597] U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation.” [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1505.04597>
-  “Overfitting - Wikipedia.” [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Overfitting>
-  “Incremental learning,” Apr. 2022, page Version ID: 1080634548. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Incremental_learning&oldid=1080634548
-  “Instruction interministérielle sur la signalisation routière,” Oct. 1963.

Bibliographie III



“ENDSUM : Évaluation Non Destructive des StrUctures et des Matériaux.” [Online]. Available: <http://www.cerema.fr/fr/innovation-recherche/recherche/equipes/endsum-evaluation-non-destructive-structures-materiaux>



K. Team, “Keras documentation: Text classification with Transformer.” [Online]. Available: https://keras.io/examples/nlp/text_classification_with_transformer/



“TensorFlow.” [Online]. Available: <https://www.tensorflow.org/?hl=fr>