

# Étude de faisabilité d'une identification d'émetteurs AIS en environnement contrôlé par analyse de signaux



BOISRIVEAU Emma, SZKOLNIK Jean-Jacques, DARÉ-EMZIVAT Delphine, COLLIN Steven, AVERTY Tristan  
[boisriveau.eleve, jj.szkolnik, delphine.dare, steven.collin, tristan.averty]@ecole-navale.fr

IRENav, École Navale / Arts & Métiers ParisTech, BCRM Brest, CC 600 – Lanvéoc, 29240 Brest, France.

## Résumé

Nous présentons une **nouvelle approche de l'identification d'émetteurs AIS** en s'appuyant sur les **caractéristiques des signaux reçus en bande de base**. En effet, afin de contrer les usurpations d'identité de ces émetteurs, il est impératif de les différencier de manière robuste. Dans ce travail, nous proposons d'appliquer une **technique de classification** en exploitant notamment des **attributs extraits de la fréquence instantanée du signal reçu**. Une **campagne de mesures expérimentales** incluant l'utilisation de **radios logicielles** a permis de bénéficier d'un ensemble complet de données pour mener à bien ce travail. Les premiers résultats sont prometteurs et ont confirmé la pertinence de cette approche. Une séparation efficace des différentes sources de signaux a été obtenue avec des valeurs de précision extrêmement satisfaisantes, prouvant la faisabilité d'une telle méthode. Ainsi, ces résultats, obtenus sur des **signaux réels en environnement contrôlé**, offrent une perspective intéressante pour l'amélioration de la sécurité maritime grâce à une **identification plus fiable d'émetteurs AIS**.

### AIS (Automatic Identification System)

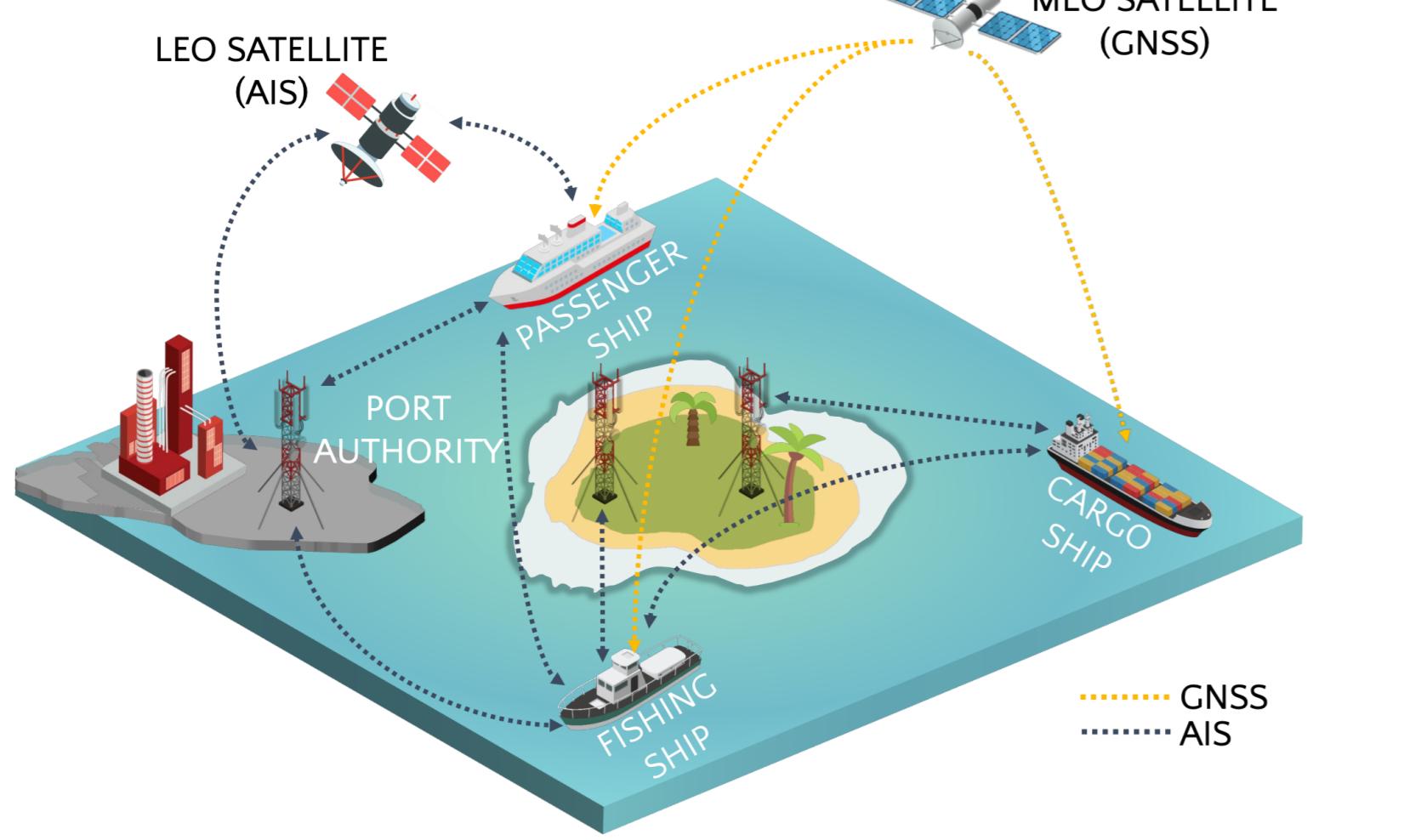


Figure 1 – Communications AIS

Temps de montée	8 bits
Séquence de conditionnement	24 bits
Fanion de début	8 bits
Données	168 bits
CRC	16 bits
Fanion de fin	8 bits
Tampon	24 bits

Table 1 – Constitution d'une trame AIS de 256 bits (~ 26.7 ms)

**Signal AIS, ramené en bande de base :**

$$s(t) = I(t) + jQ(t) \quad (1)$$

### Identification d'émetteurs AIS

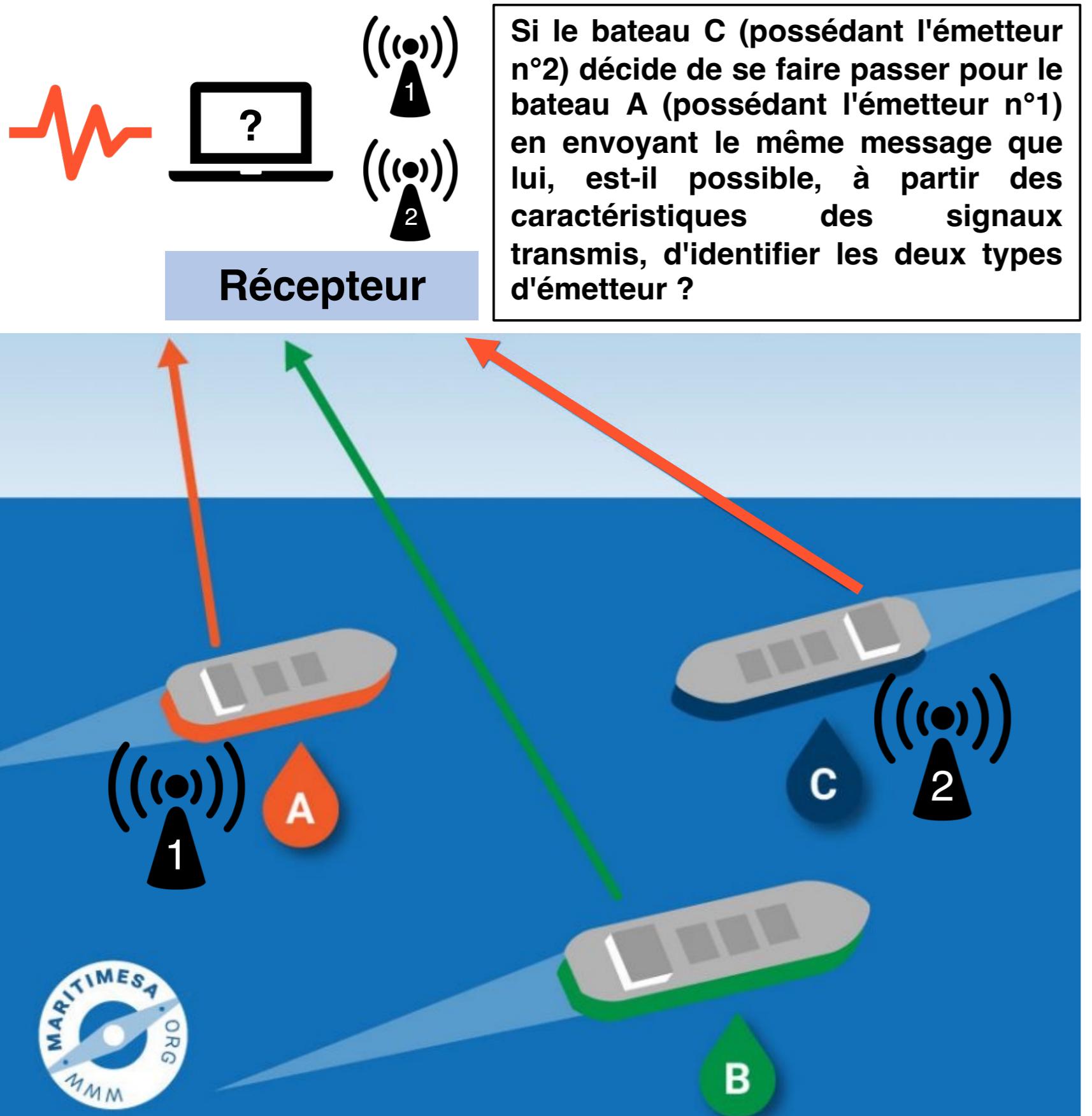


Figure 2 – Principe de l'identification d'émetteurs AIS

### Résultats avec une forêt aléatoire

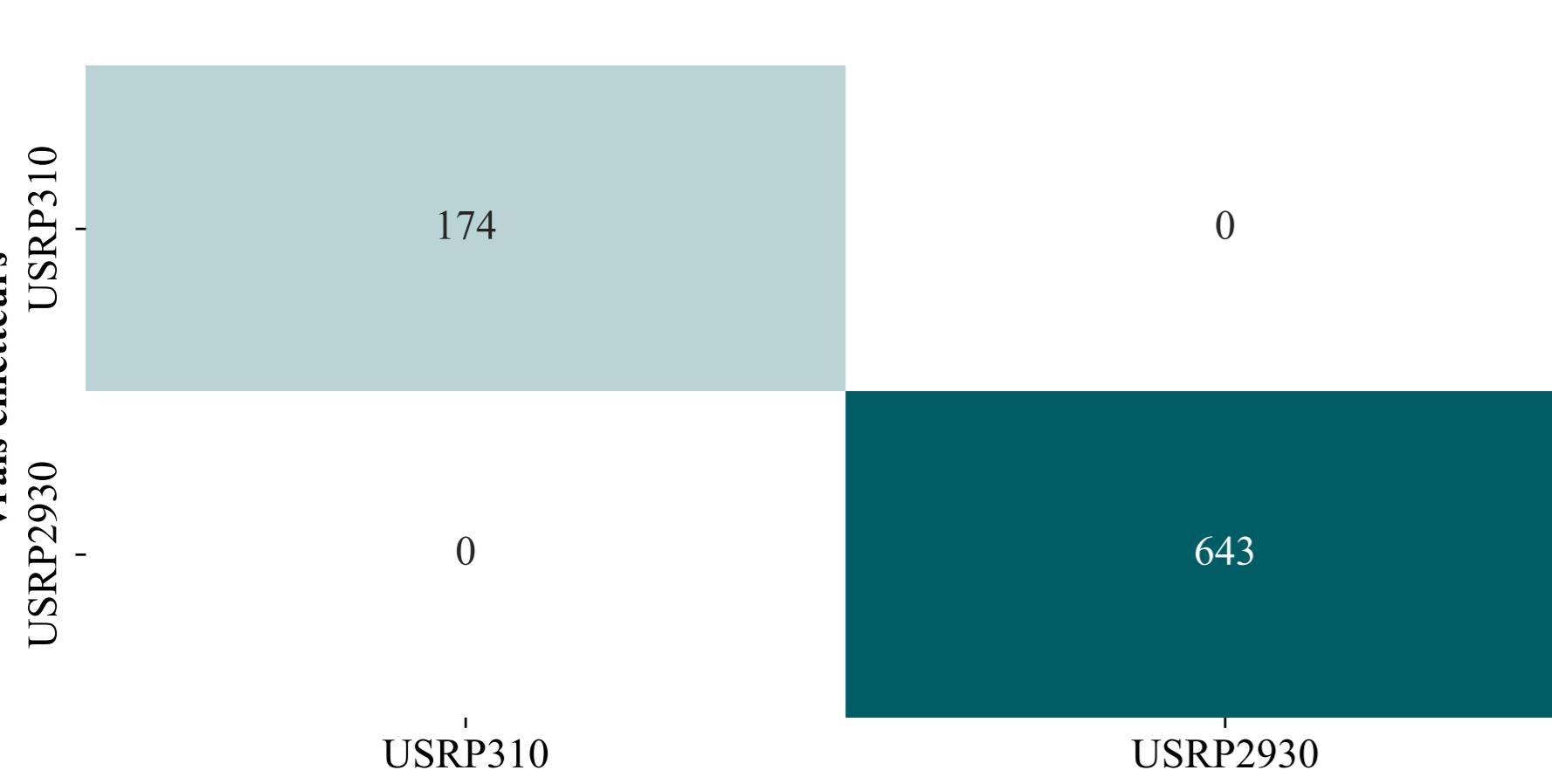


Figure 9 – Matrice de confusion pour la tâche n°1

	USRP310	USRP2930
Vrais émetteurs	174	0
USRP310	0	643
USRP2930		

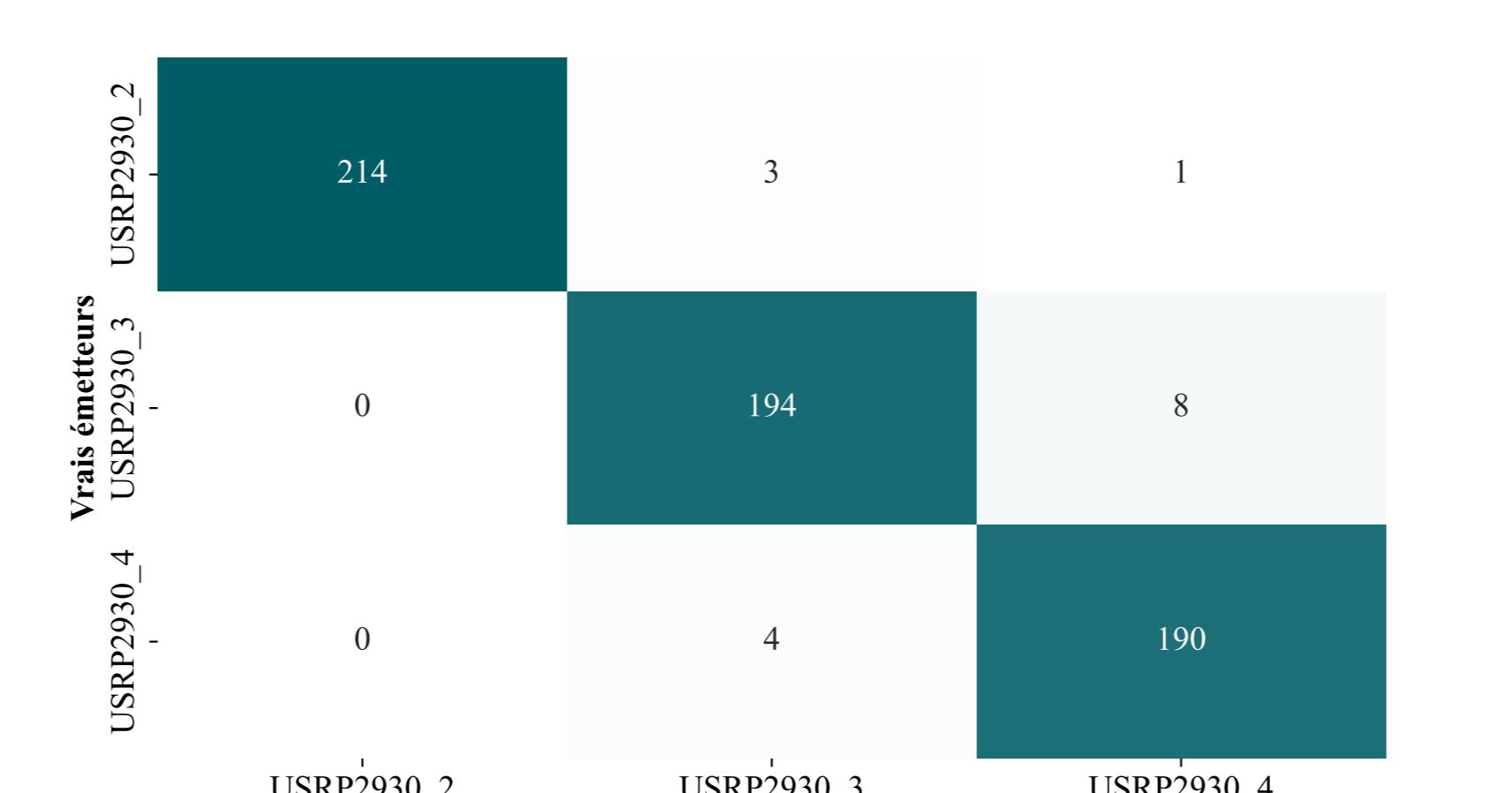


Figure 10 – Matrice de confusion pour la tâche n°2

	USRP2930_2	USRP2930_3	USRP2930_4
Vrais émetteurs	214	3	1
USRP2930_2	0	194	8
USRP2930_3	4		
USRP2930_4	190		

### Dispositif expérimental et tâches

#### Matériel

- 4 radios-logicielles de types différents :
  - 3 USRP2930
  - 1 USRPE310
- 1 récepteur : Rohde&Schwarz EM200



Figure 3 – Radio USRP2930

#### Deux tâches de classification

- Tâche n° 1 :** Déterminer le type de radio-logicielle (USRPE310 vs USRP2930)
- Tâche n° 2 :** Identifier la radio-logicielle spécifique au sein d'un même type (USR2930\_2 vs USRP2930\_3 vs USRP2930\_4)

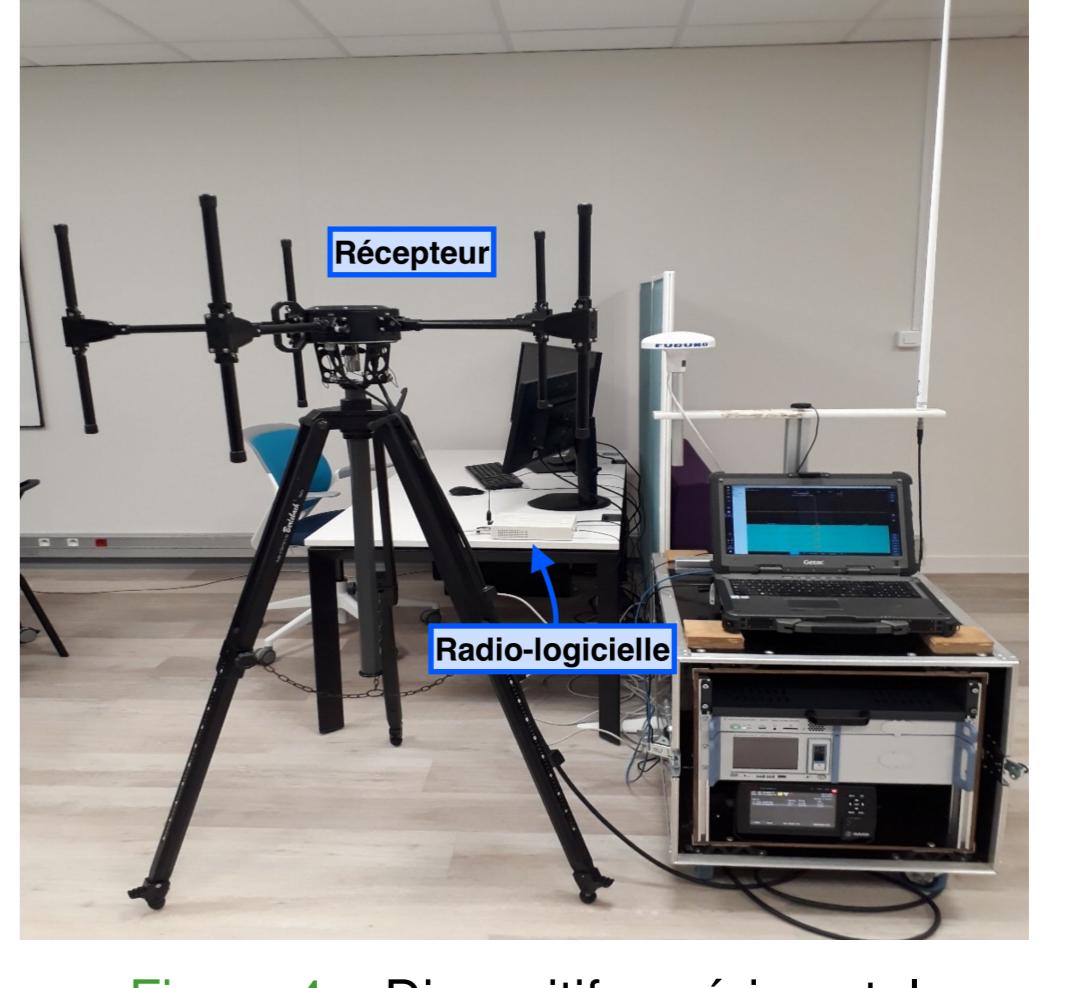


Figure 4 – Dispositif expérimental

### Pré-traitements et attributs extraits

① Choix d'un motif pour extraction des signaux utiles (~ 21 bits) :

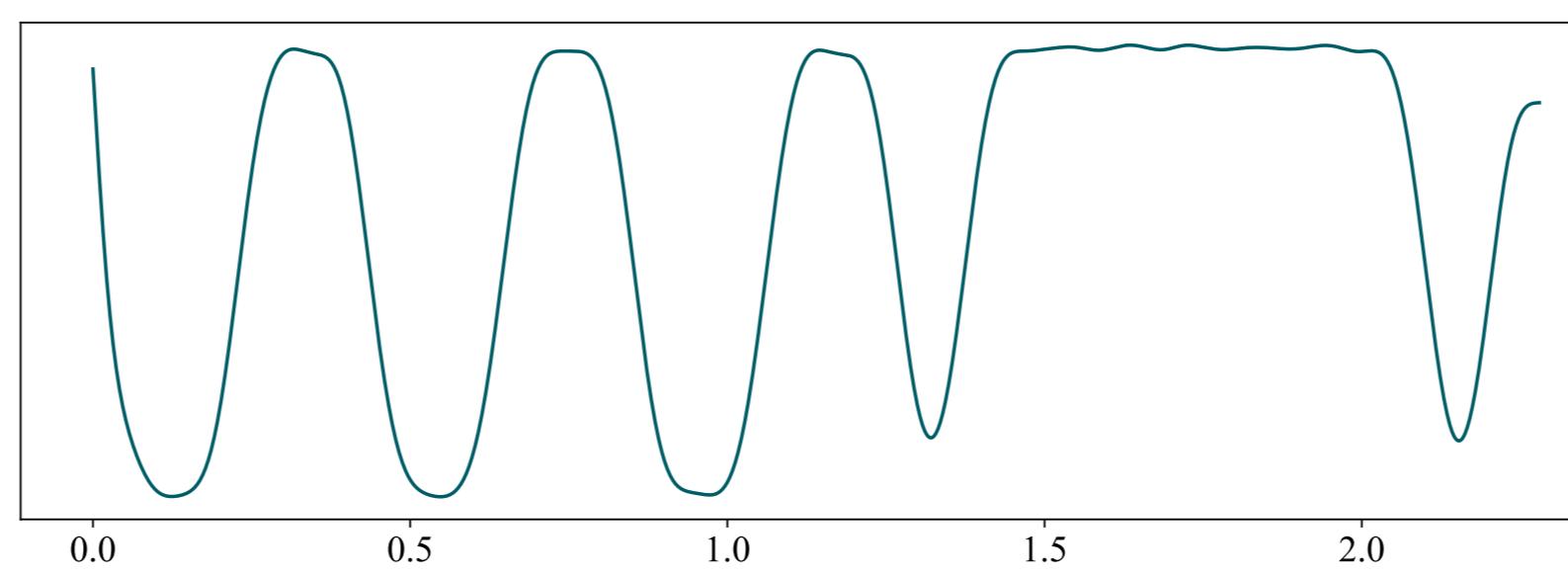


Figure 5 – Motif de corrélation servant à l'extraction des signaux utiles

② Extraction de la **fréquence instantanée** du signal utile dans chaque trame AIS :  $f_{inst}(t) = \frac{1}{2\pi d t} \arg(s(t))$

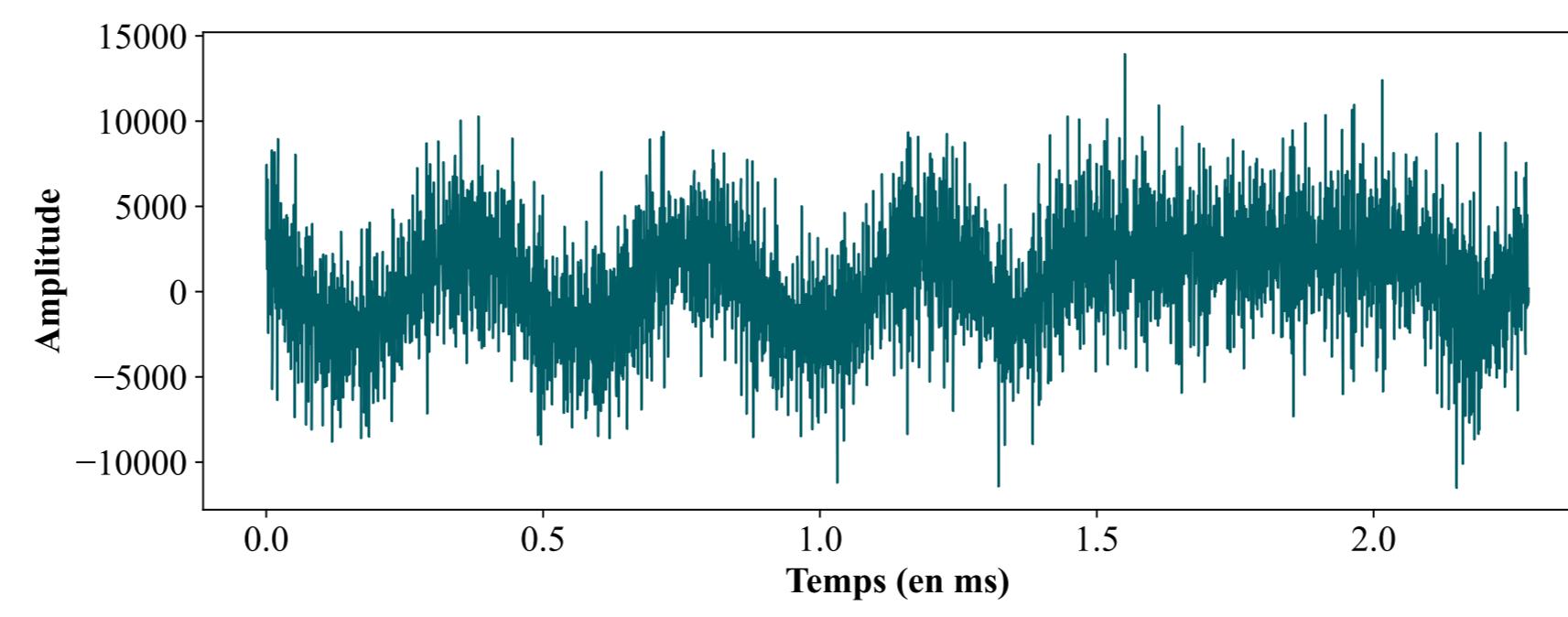


Figure 6 – Fréquence instantanée d'un signal utile

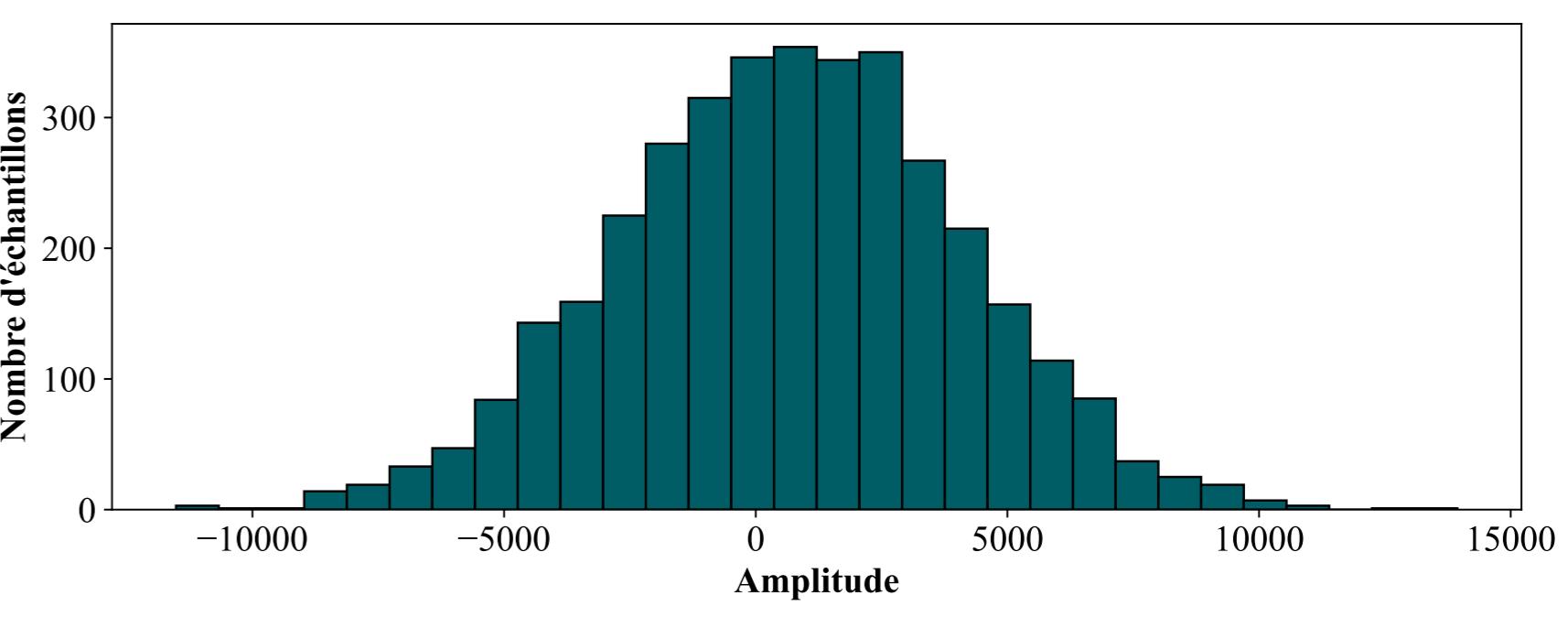


Figure 7 – Distribution des amplitudes de la fréquence instantanée

③ Extraction de 13 attributs de ces signaux utiles :

- Moyenne** ( $\mu$ ) de la fréquence instantanée
- Écart-type** ( $\sigma$ ) de la fréquence instantanée
- Puissance moyenne** ( $P$ ) de la fréquence instantanée
- Skewness** ( $\gamma_1$ ) de la fréquence instantanée
- Kurtosis** ( $\gamma_2$ ) de la fréquence instantanée
- 6 premiers pics spectraux** de la fréquence instantanée
- Centre de spectral**  $\mu_F$  de la fréquence instantanée
- Dispersion** dans le diagramme de constellation ►

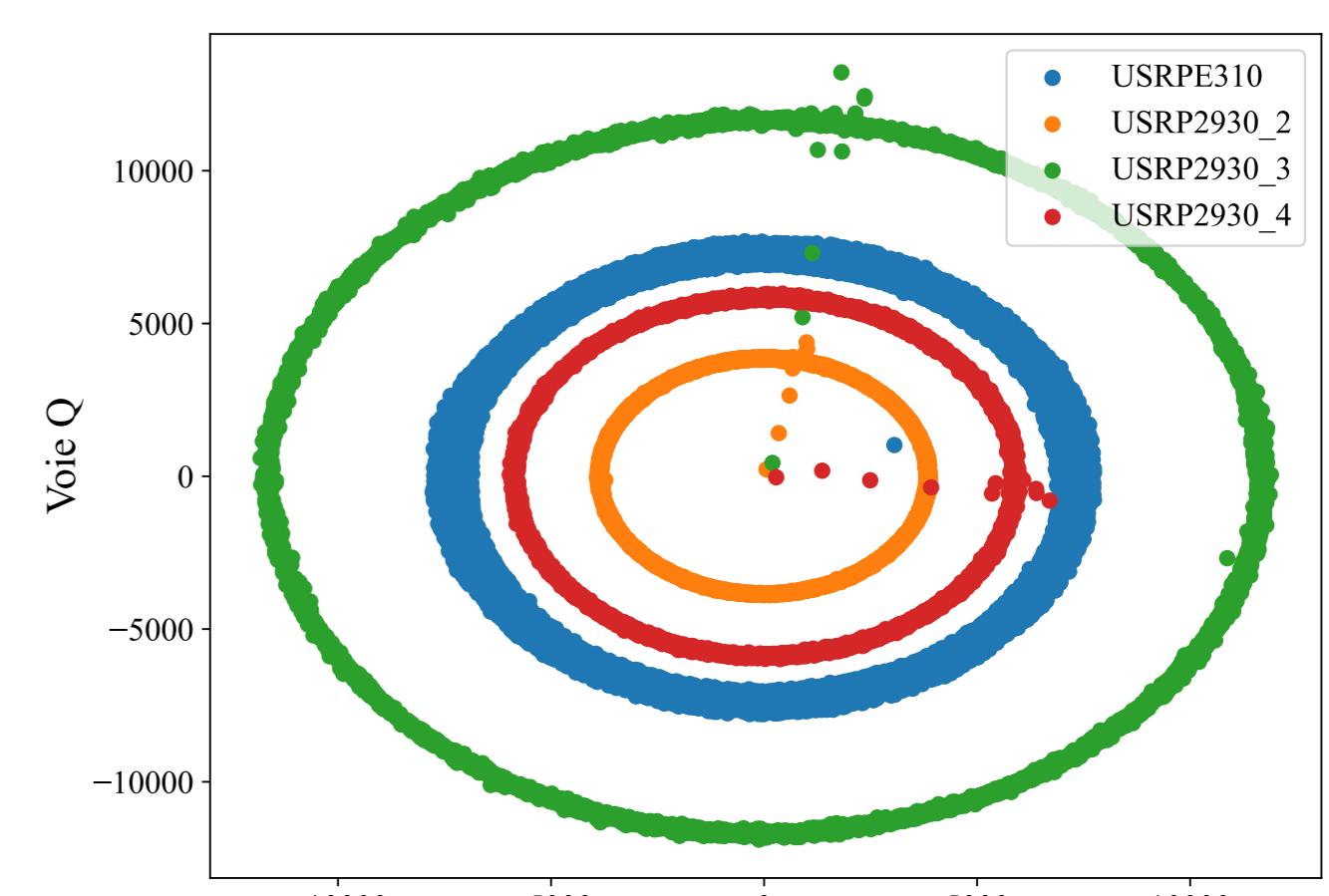


Figure 8 – Diagramme de constellation

### Conclusion & Perspectives

	Tâche n° 1	Tâche n° 2
Forêt aléatoire	100 %	97.39 %
SVM	100 %	92.18 %
Réseaux de neurones	100 %	95.44 %

Table 3 – Taux de décisions correctes de différents algorithmes

- Signaux réels issus d'une expérimentation
- Taux d'identifications correctes supérieur à 97%
- Tests à effectuer en milieu ouvert
- Recherche de nouveaux attributs pertinents
- Capter et traiter des vrais signaux AIS

XXX<sup>e</sup> Colloque GRETSI | Strasbourg, 25 – 29 Août 2025