

# Surveillance des réseaux embarqués des véhicules autonomes

---

ABDEL KARIM ABDEL KARIM

(CO)-DIRECTRICE : DEGARDIN VIRGINIE

(CO)-DIRECTEUR : COCQUEMPOT VINCENT

Le projet ELSAT2020 est cofinancé par l'Union Européenne avec le Fonds européen de développement régional, par l'Etat et la Région Hauts de France

# Plan

---

Contexte et objectifs

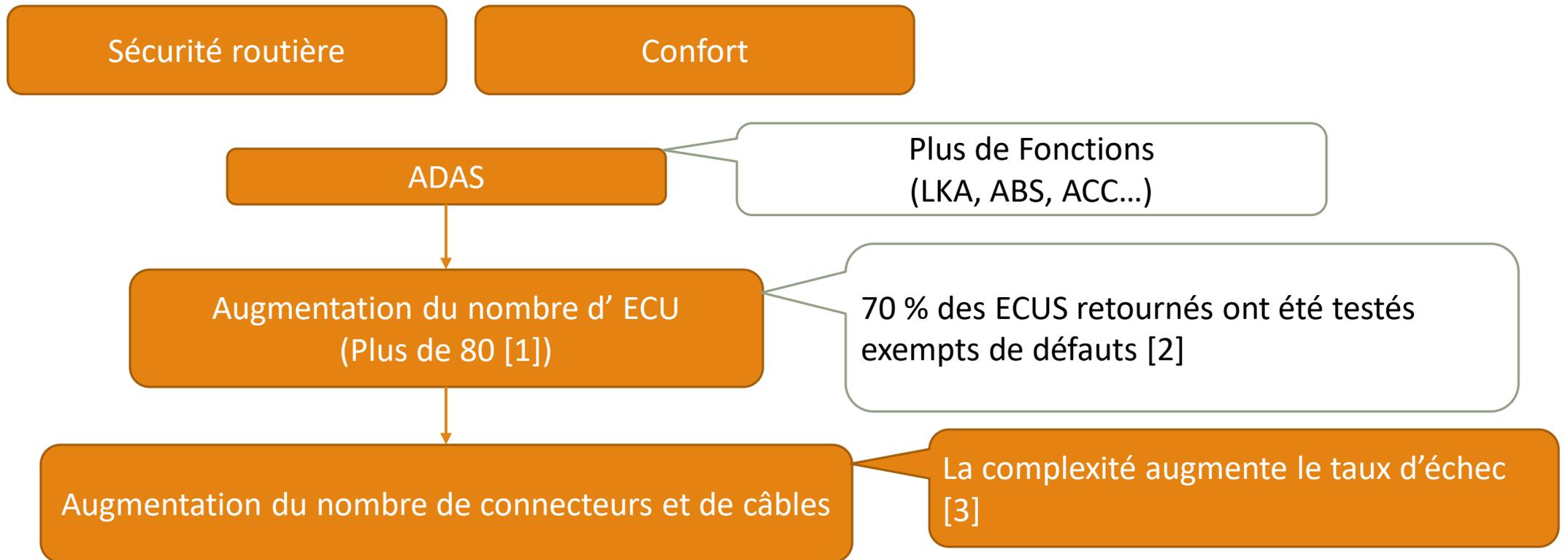
Méthodes de diagnostic filaire

Validation et application

Conclusions et perspectives

# Contexte et objectifs

# Contexte



[1] LEE, Y. S., KIM, J. H., JANG, S. J., & JEON, J. W. (2016). AUTOMOTIVE ECU SOFTWARE REPROGRAMMING METHOD BASED ON ETHERNET BACKBONE NETWORK TO SAVE TIME. *ACM IMCOM 2016: PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS INFORMATION MANAGEMENT AND COMMUNICATION*, 1–8. [HTTPS://DOI.ORG/10.1145/2857546.2857586](https://doi.org/10.1145/2857546.2857586)

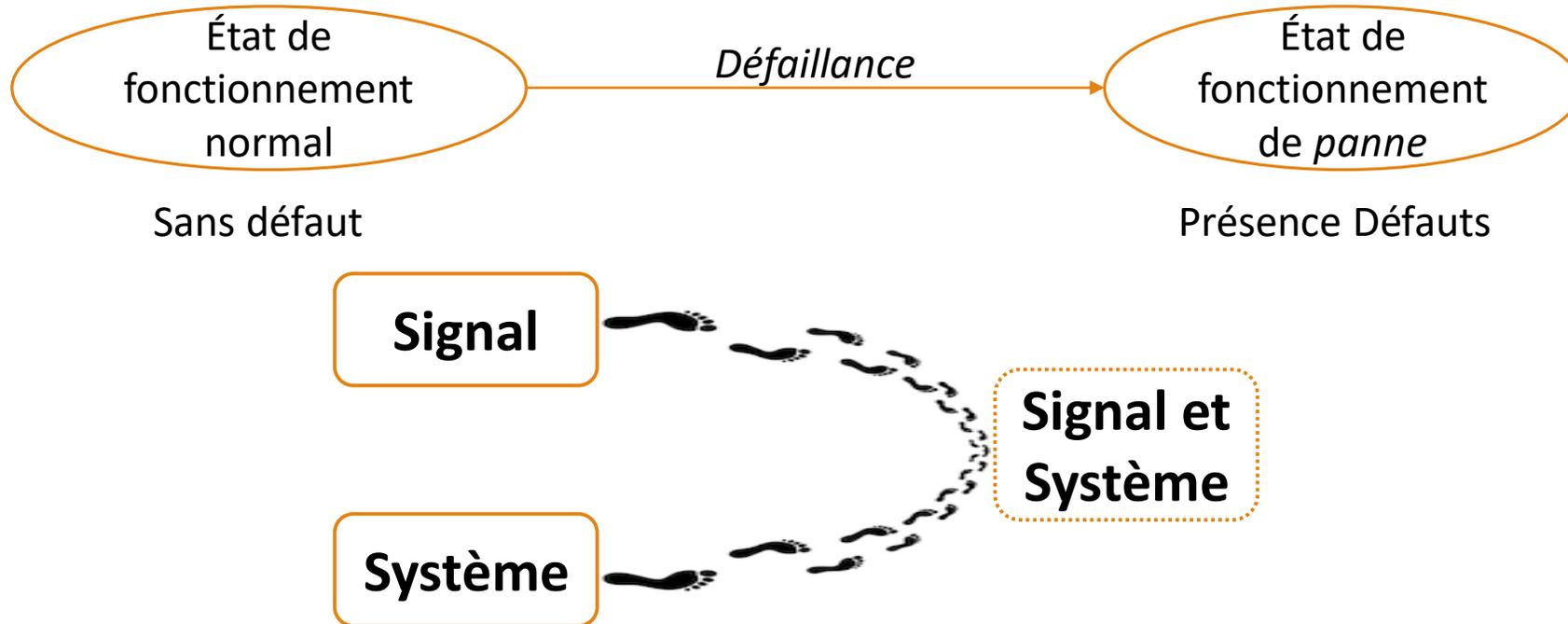
[2] AUZANNEAU, F. (2013). PROGRESS IN ELECTROMAGNETICS RESEARCH B, VOL. 49, 253–279, 2013. *PROGRESS IN ELECTROMAGNETICS RESEARCH*, 49(FEBRUARY), 253–279. [HTTPS://DOI.ORG/10.2528/PIERB13020115](https://doi.org/10.2528/PIERB13020115)

[3] MANESH, H. M. (2016). *ETUDE DE DÉFAUTS NON FRANCS SUR DES CÂBLES EN VUE DU DIAGNOSTIC*. UNIVERSITE PARIS-EST.

# Objectifs

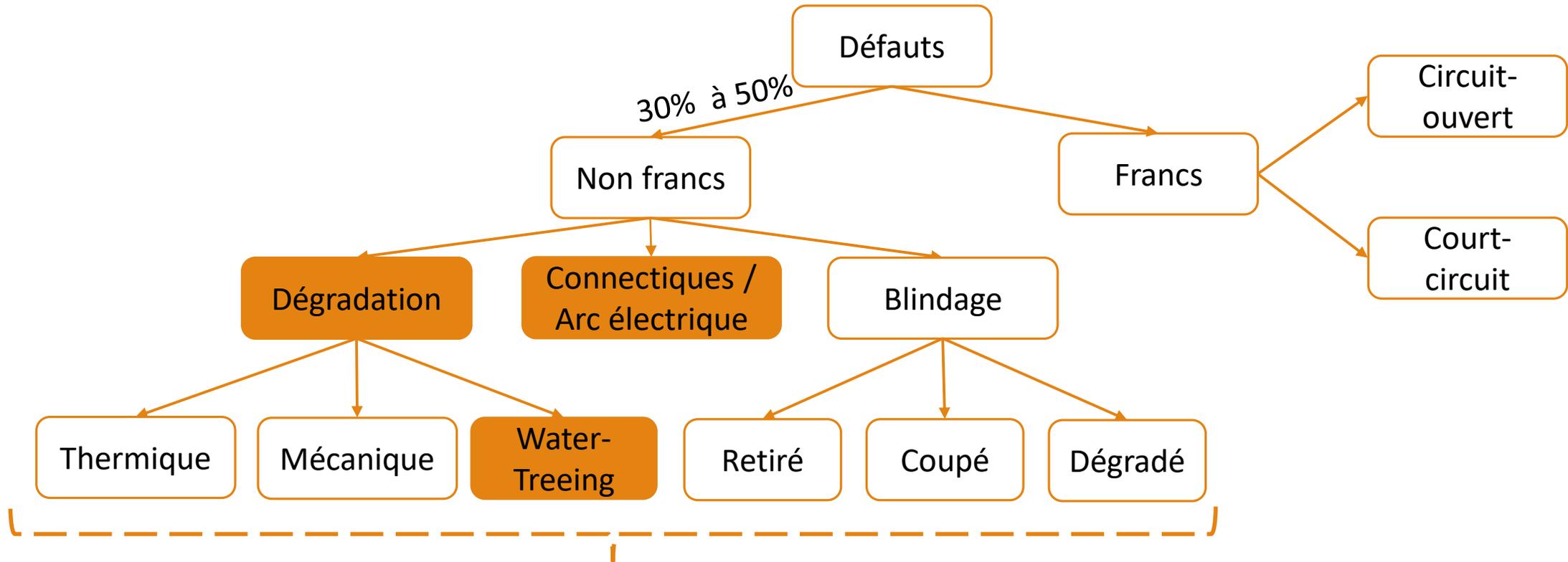
---

Concevoir un système de *surveillance* capable de détecter les défauts non francs dans les lignes de transmission d'énergie et/ou d'information



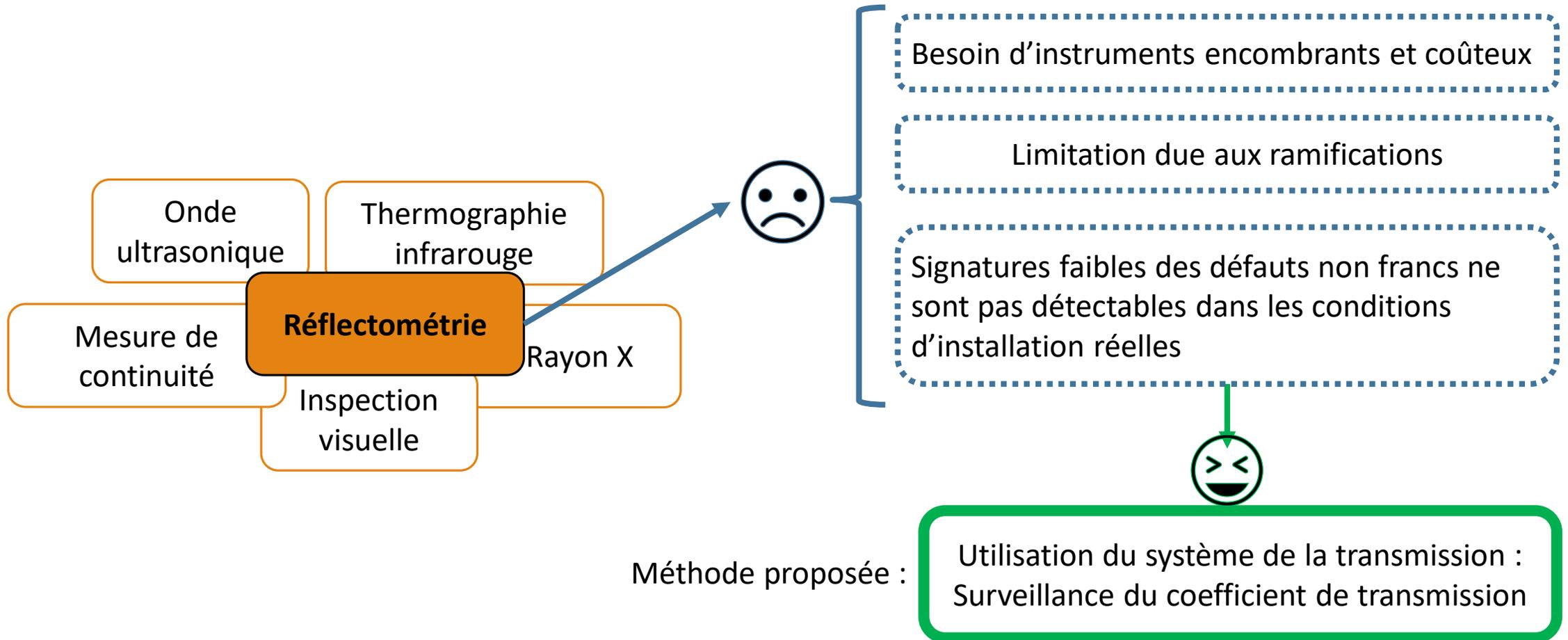
# Méthodes de diagnostic filaire

# Types des défauts

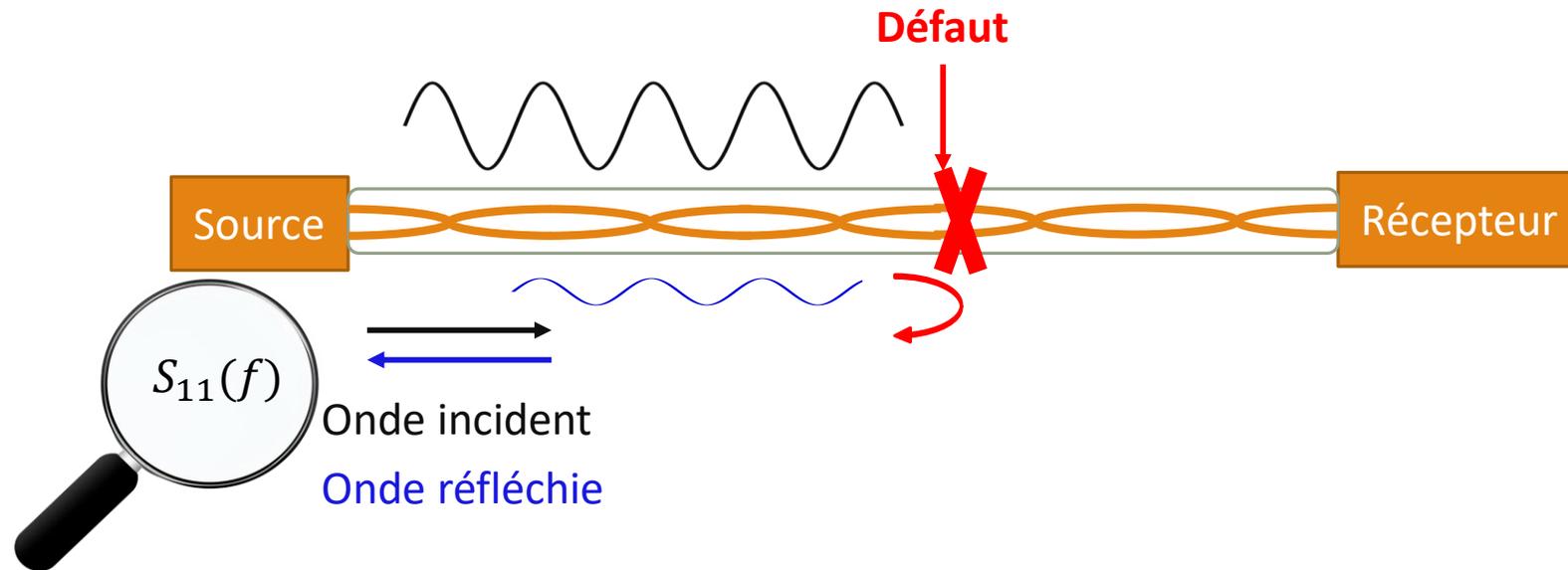


**Signatures faibles difficiles à détecter**

# Méthodes de diagnostic



# Méthodes de diagnostic



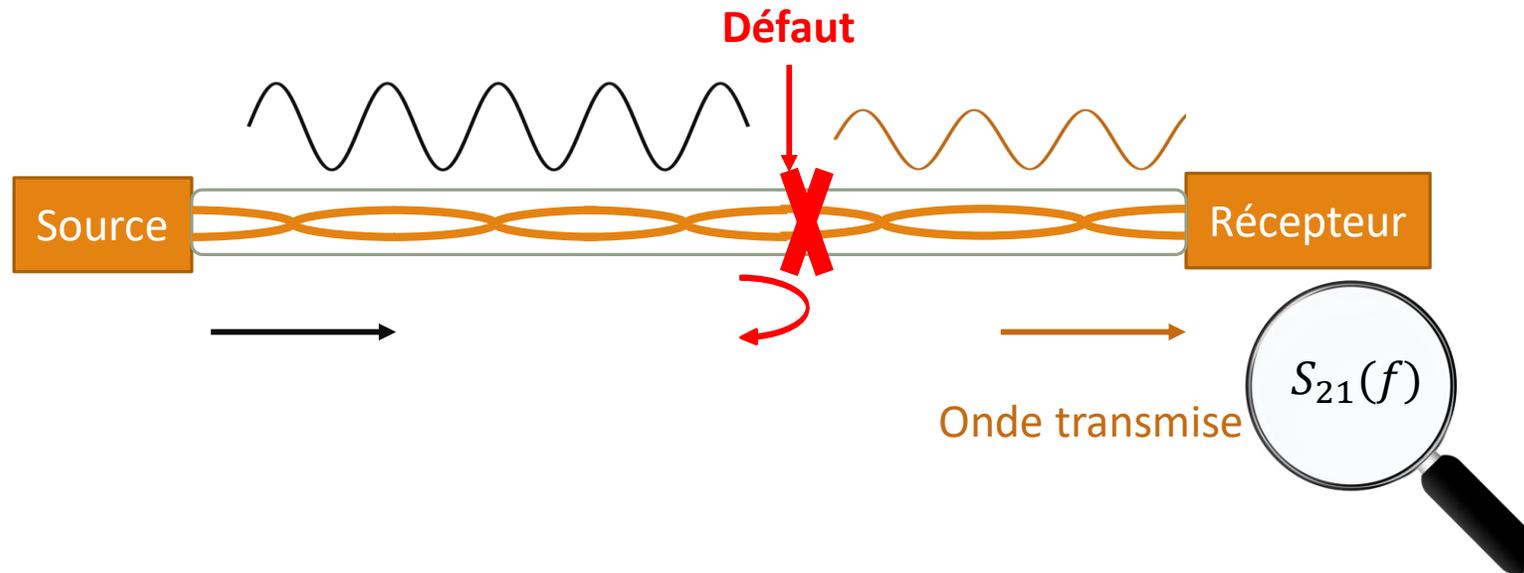
## Réfectométrie :

Surveillance du coefficient de réflexion

$$S_{11}(f)$$

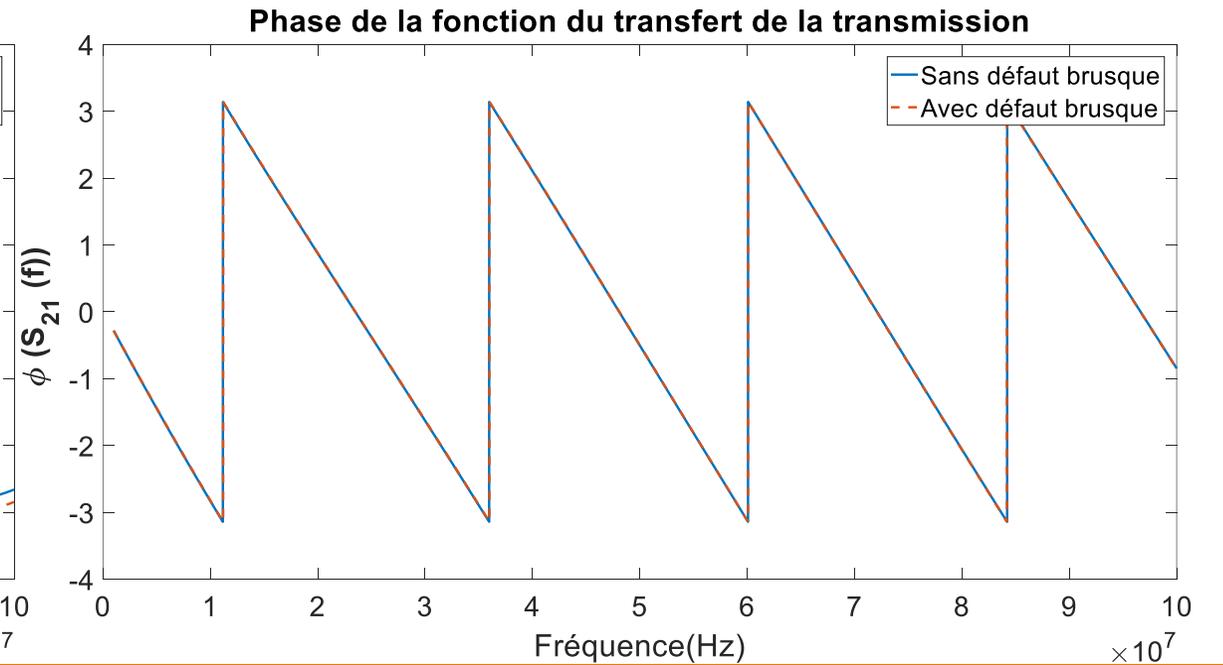
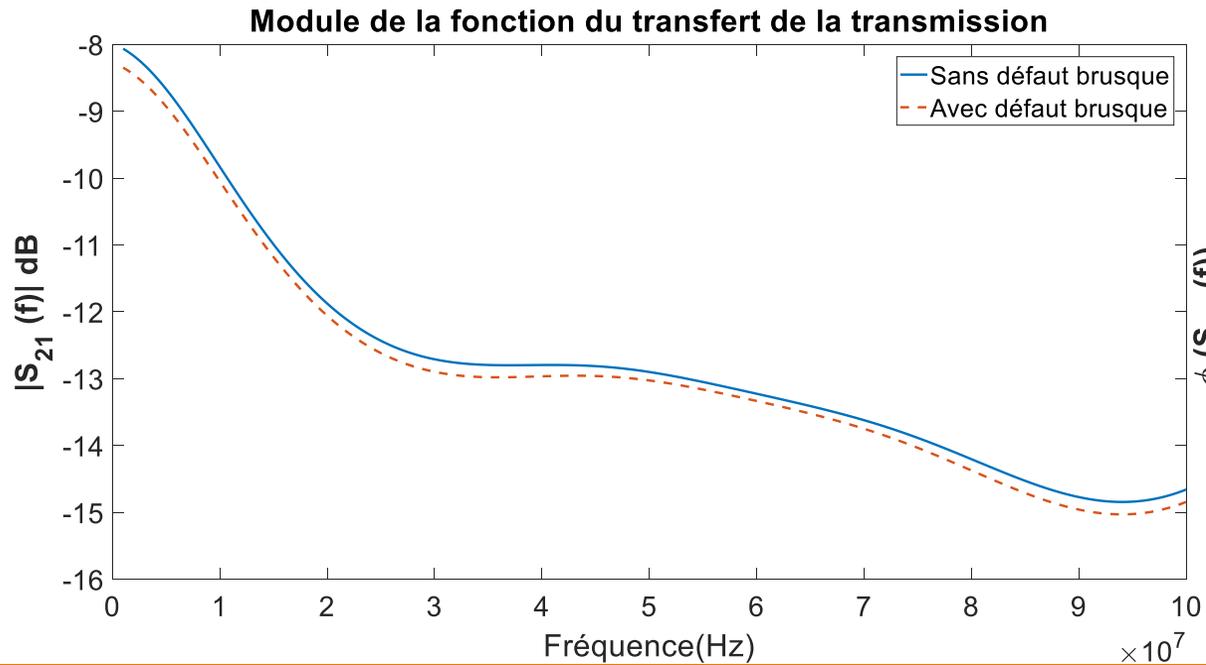
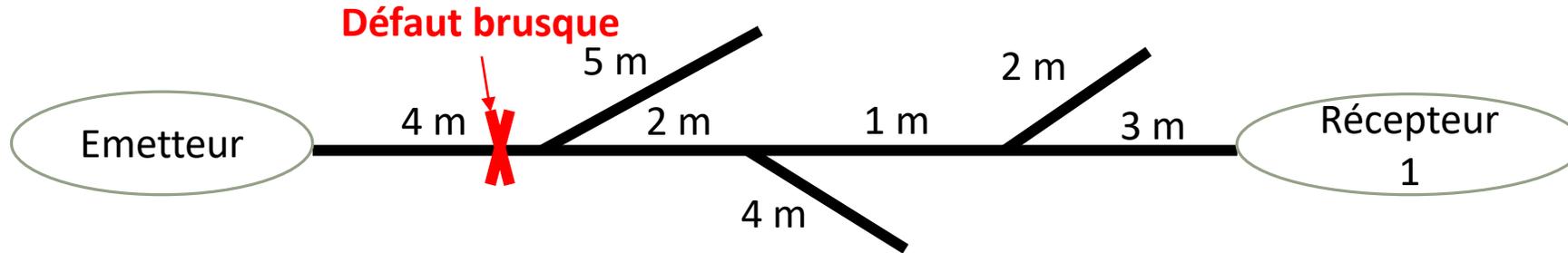
# Méthodes de diagnostic

---



**Transmission :**  
Surveillance du coefficient de transmission  
 $S_{21}(f)$

# Diagramme de Bode du $S_{21}(f)$



# Indice de détection $I_d$

La première mesure de  $S_{21}(f)$  supposé sain

$$\rho = \frac{|\sum_f S_{21}(f)^{\text{Référént}} \cdot S_{21}^*(f)^{\text{Testé}}|}{\sum_f |S_{21}(f)^{\text{Référént}}|^2}$$

Les mesures du  $S_{21}(f)$  à tester

$S_{21}^*$  : conjugué du  $S_{21}$

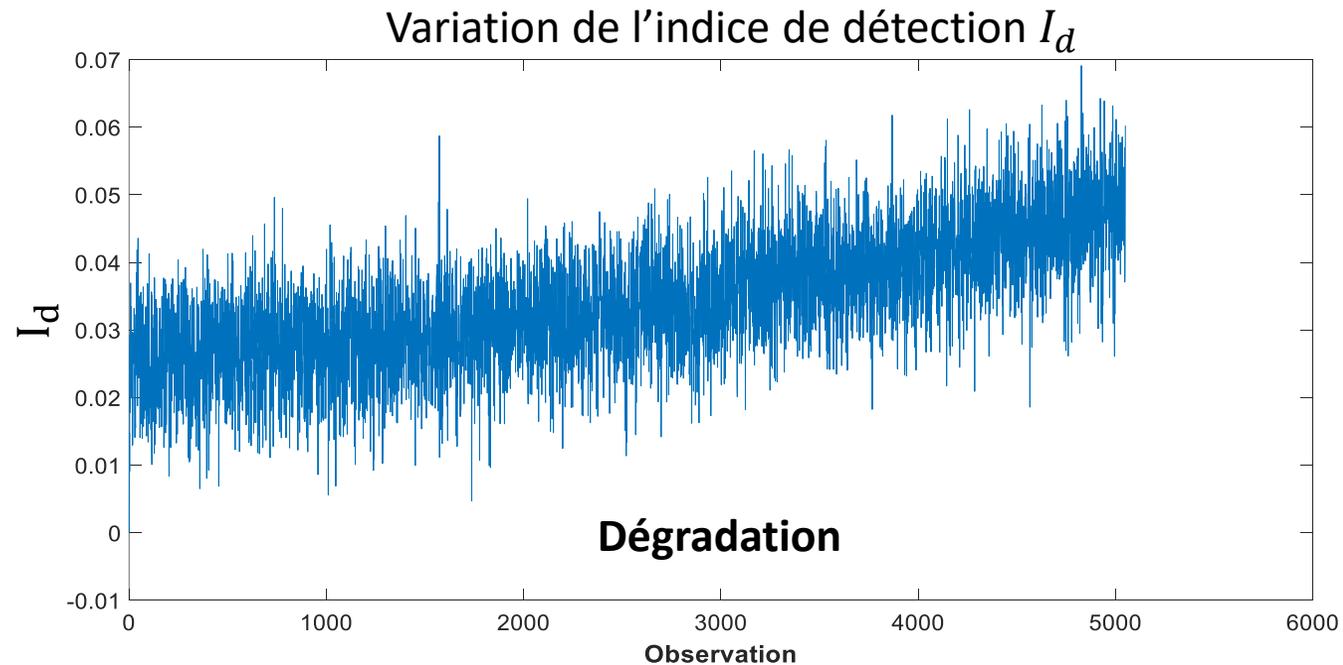
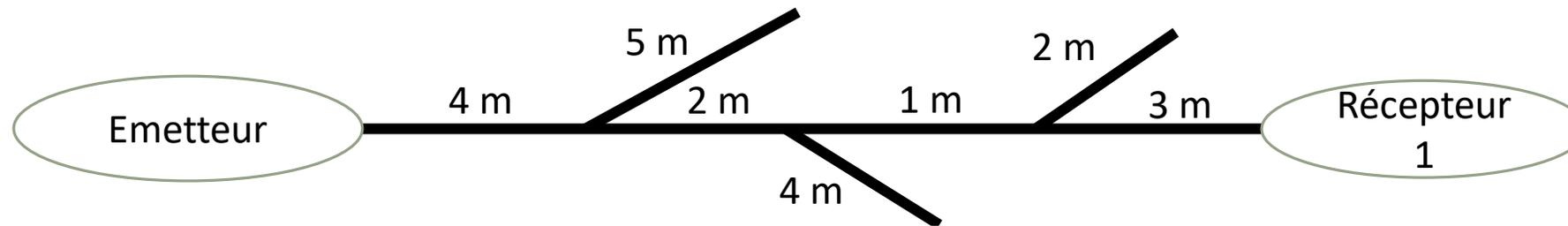
$$0 \leq |1 - \rho| < 1$$

Corrélation parfaite

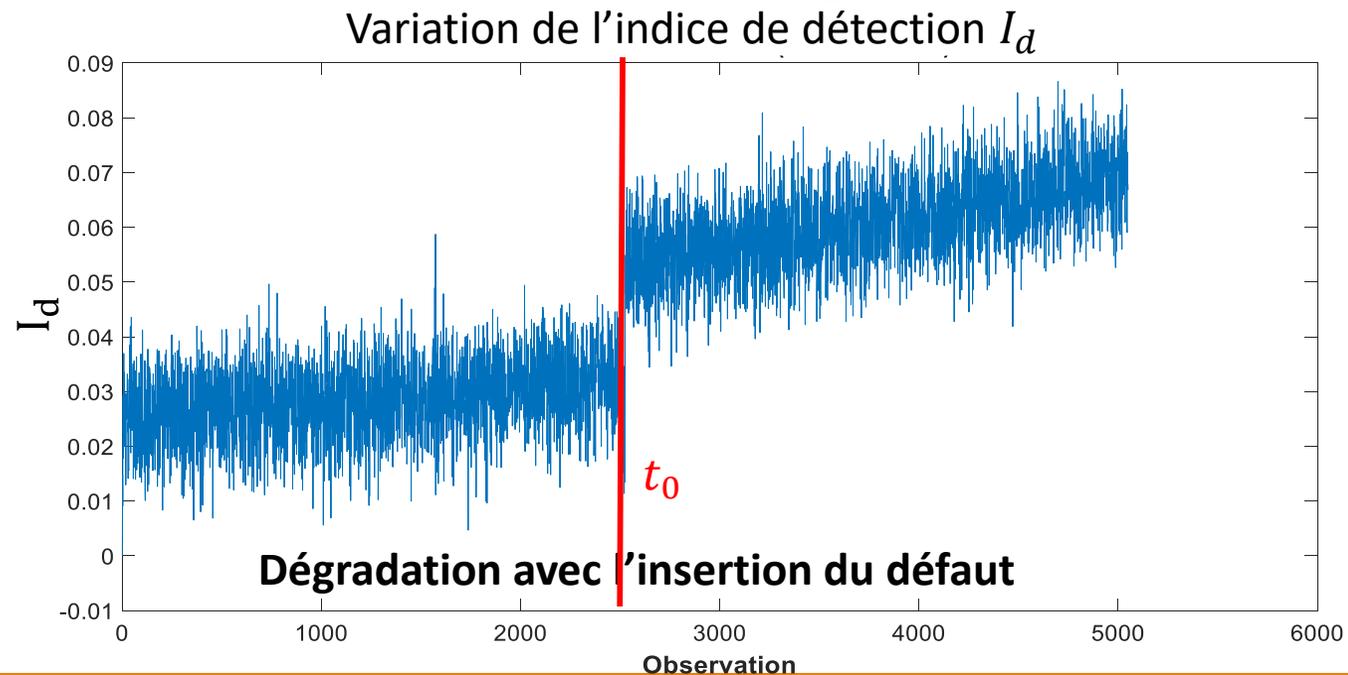
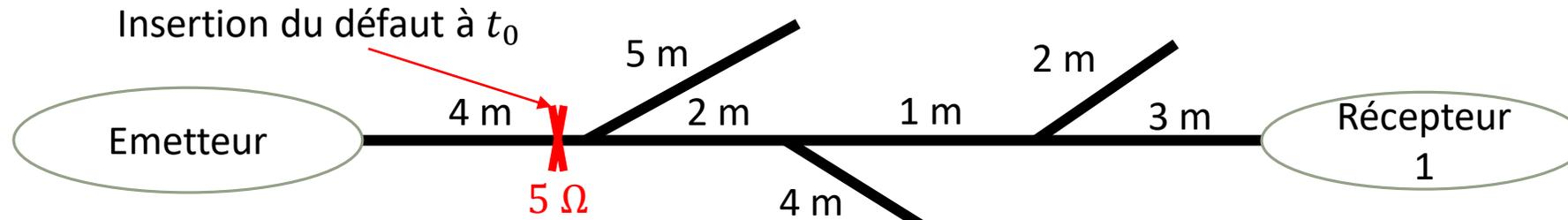
Pas de corrélation

$$I_d = |1 - \rho|$$

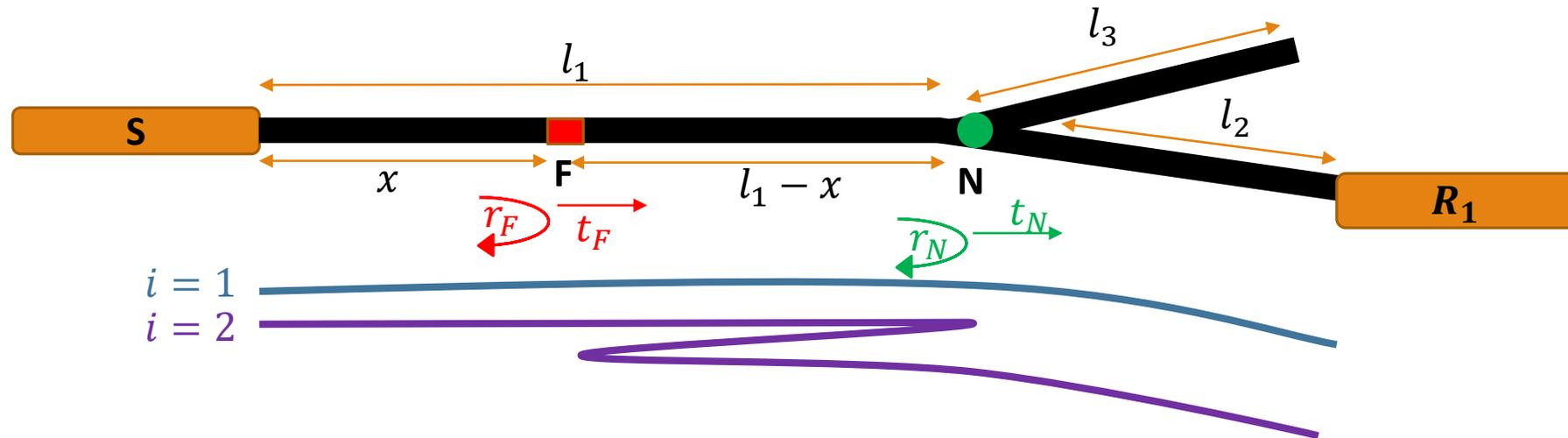
# Détection de défauts ( $I_d$ )



# Détection de défauts ( $I_d$ )



# Indice de localisation $I_L$



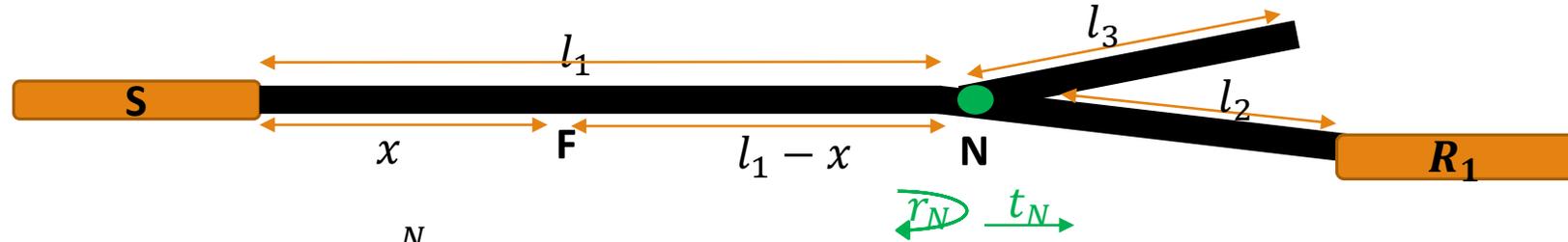
**F** : Défaut  
**N** : Noeud  
**S** : Source  
**R** : Récepteur

Fonction de transfert  
 du point de vue  $R_1$

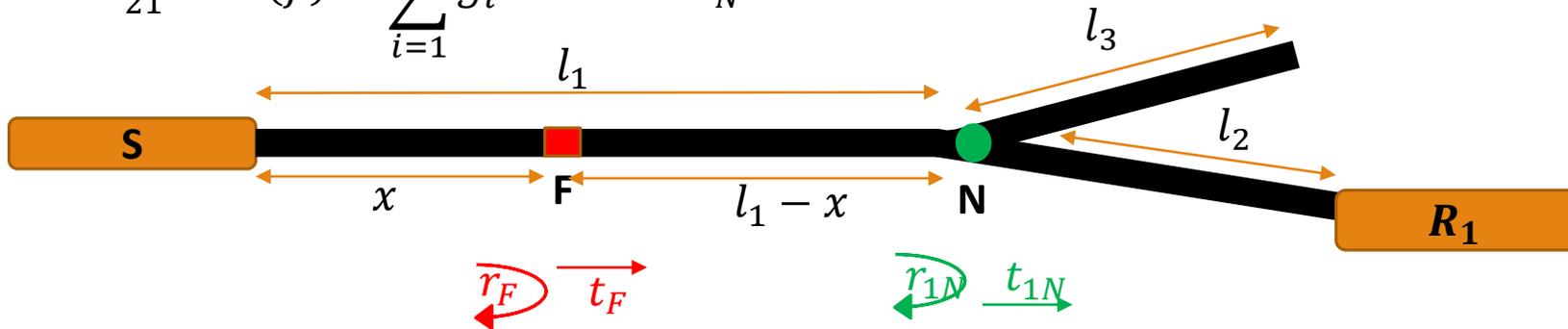
$$S_{21}(f) = \sum_{i=1}^N g_i \cdot e^{-\gamma d_i}$$

$i$	Trajet	Poids ( $g_i$ )	Distance ( $d_i$ )
1	<b>S - F - N - R<sub>1</sub></b>	$t_F \cdot t_N$	$l_1 + l_2$
2	<b>S - F - N - F - N - R<sub>1</sub></b>	$t_F \cdot r_N \cdot r_F \cdot t_N$	$l_1 + l_2 + 2 \cdot (l_1 - x)$
⋮	⋮	⋮	⋮
$N$	<b>S - F - N - (F - N)<sup>N-1</sup> - R<sub>1</sub></b>	$t_F \cdot (r_N \cdot r_F)^{N-1} \cdot t_N$	$l_1 + l_2 + (N - 1) \cdot 2 \cdot (l_1 - x)$

# Indice de localisation $I_L$



$$S_{21}^{Healthy}(f) = \sum_{i=1}^N g_i \cdot e^{-\gamma d_i} = t_N \cdot e^{-\gamma(l_1+l_2)}$$



$$S_{21}^{Faulty}(f) = \sum_{i=1}^N g_i \cdot e^{-\gamma d_i} = t_f \cdot (1 + r_{1N} \cdot r_f \cdot e^{-\gamma 2(l_1-x)}) \cdot t_{1N} \cdot e^{-\gamma(l_1+l_2)}$$

$$I_L = \frac{S_{21}^{Faulty}(f)}{S_{21}^{Healthy}(f)}$$

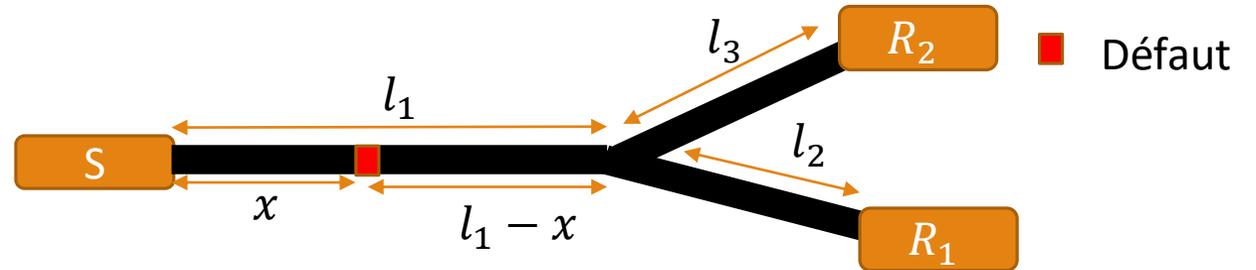
**F: Défaut**  
**N : Noeud**  
**S : Source**  
**R : Récepteur**

# Indice de localisation $I_L$

## Cas 1 :

Défaut dans le trajet commun

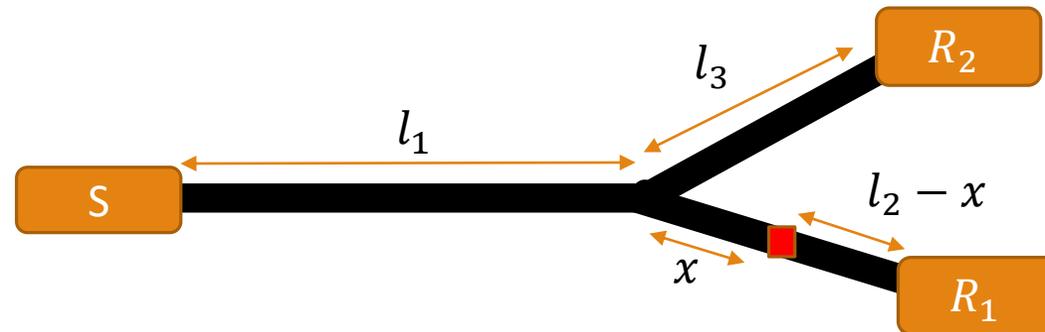
$$I_{L_i} = I_{L_j} \forall i, j$$



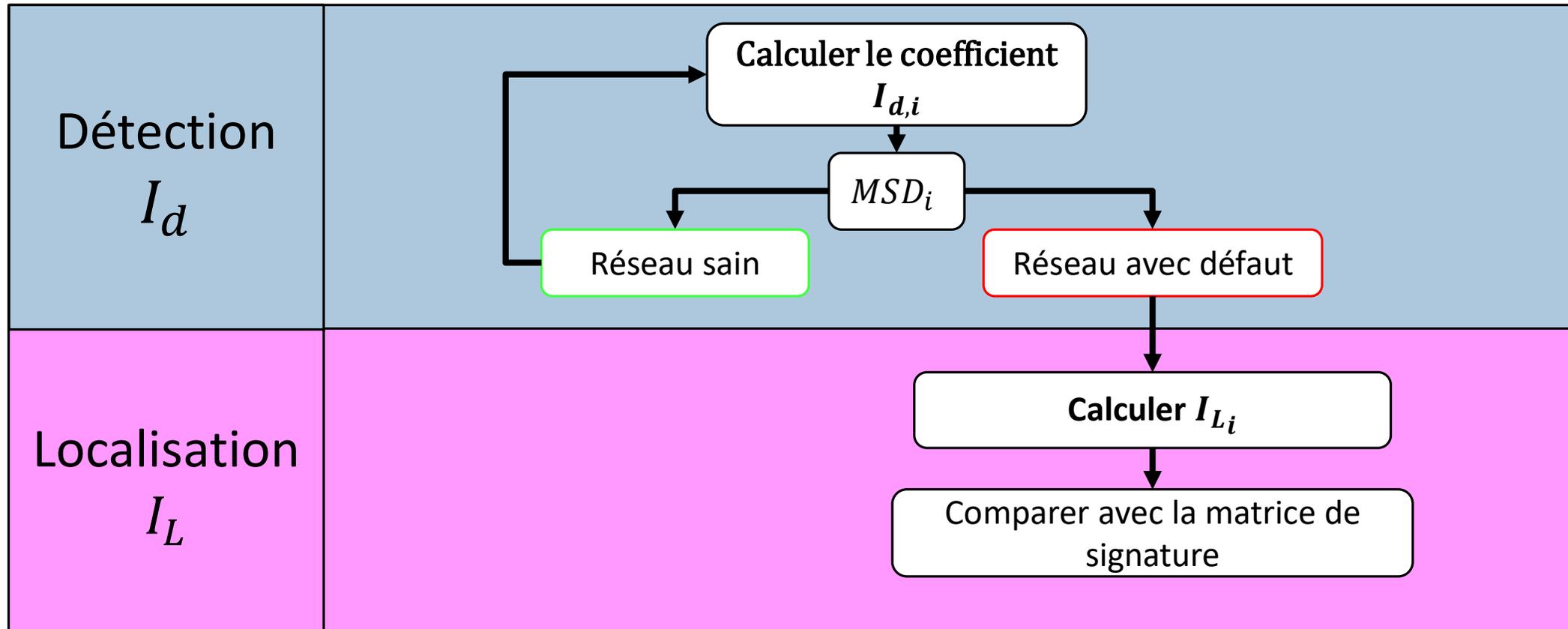
## Cas 2 :

Défaut dans le trajet non commun

$$I_{L_i} \neq I_{L_j}$$



# Algorithme proposé

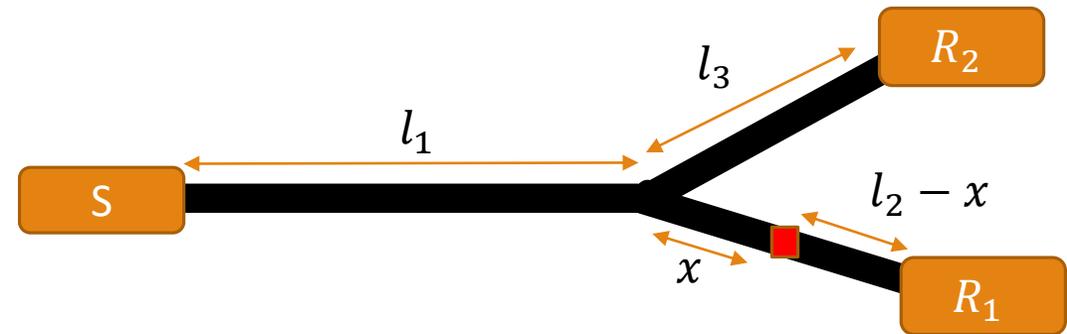


# Validation

# Application pratique

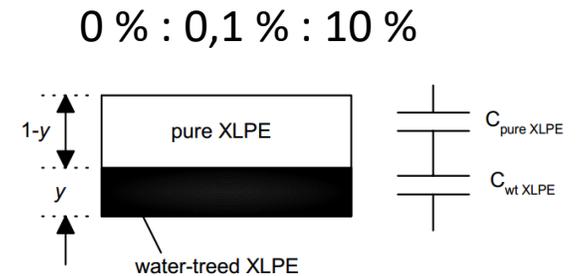
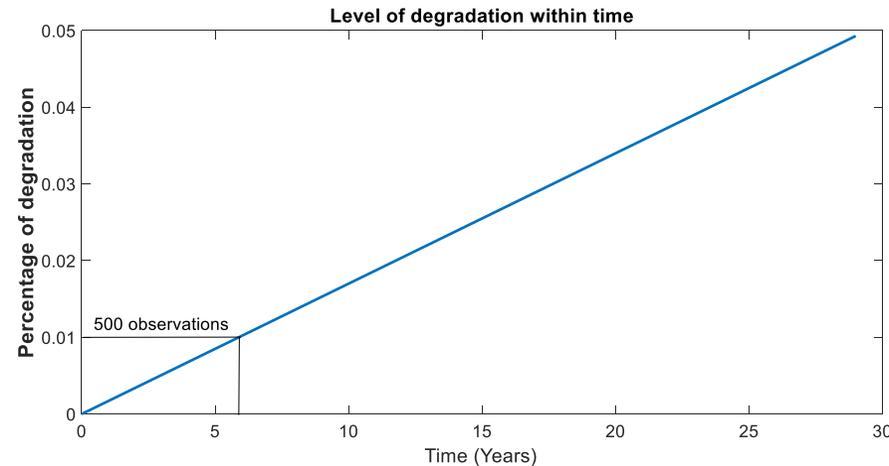
Mesures Pratiques

Banc d'essai en construction



Simulations

Test accéléré :



KONATE, C., MACHMOUM, M., & DIOURIS, J. F. (2007). MULTI PATH MODEL FOR POWER LINE COMMUNICATION CHANNEL IN THE FREQUENCY RANGE OF 1 MHZ- 30 MHZ. 984-989.

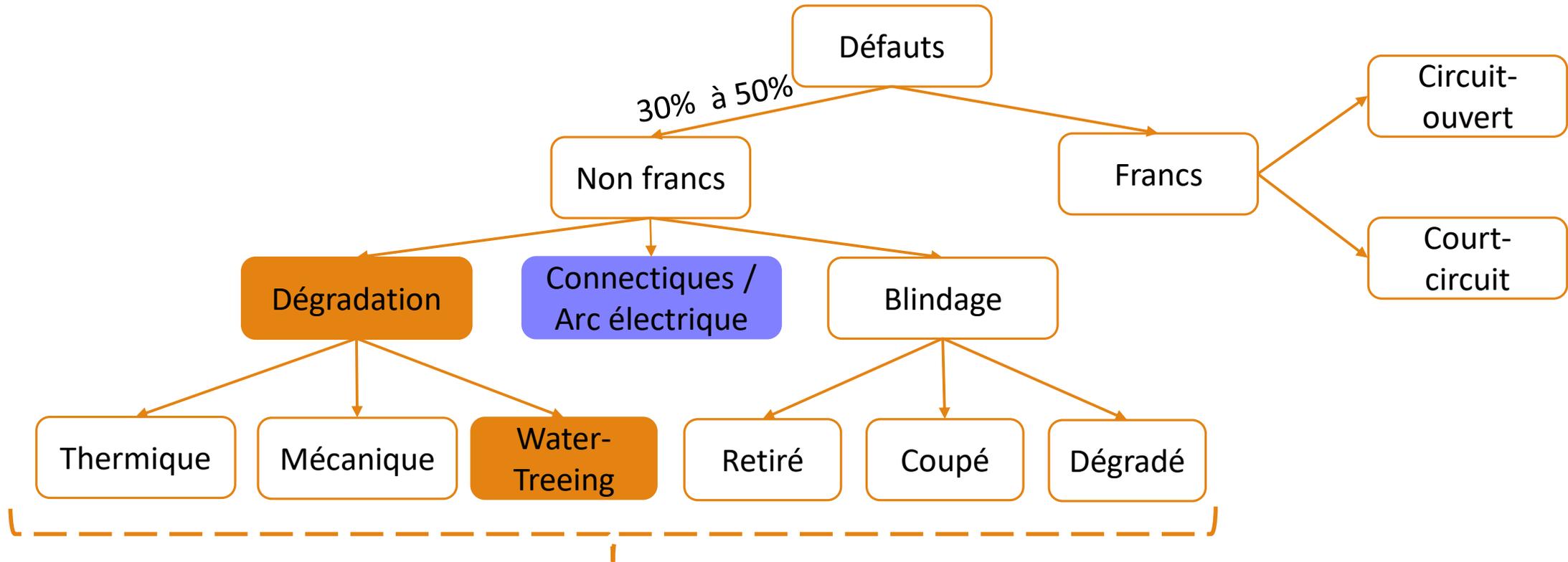
[1] . P. L. PERES, C. R. DE SOUZA, AND I. S. BONATTI, "ABCD MATRIX: A UNIQUE TOOL FOR LIN-EAR TWO-WIRE TRANSMISSION LINE MODELLING,"INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING EDUCATION, VOL. 40, PP. [2]. 220-229, JUL L. E. SAHMARANY, L. E. S.

M, AND L. E. SAHMARANY, "M'ETHODES D'AM'ELIORATION POUR LEDIAGNOSTIC DE C'ABLE PAR R'EFLECTOM'ETRIE,

[3]. M. M. AL-ASADI, A. P. DUFFY, K. G. HODGE, AND A. J. WILLIS, "TWISTED PAIR CABLE DESIGN ANALYSIS AND SIMULATION,"PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL WIRE AND CABLE SYMPOSIUM, NO. MAY,PP. 111-120, 20

GUEZGOUZ, D. (2010). CONTRIBUTION À LA MODÉLISATION DU RÉSEAU ELECTRIQUE DOMESTIQUE EN VUE DE LA CARACTÉRISATION DU CANAL DE PROPAGATION CPL.

# Types des défauts



**Signatures faibles difficiles à détecter**

# Simulation des réseaux défailants

Intégration d'un défaut brusque dans la simulation

Défaut dans une connectique ou suite à un arc électrique

Insertion d'une résistance en série ou en parallèle

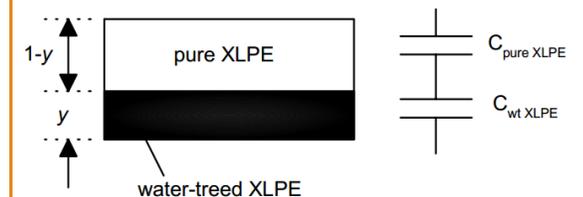
Intégration d'une dégradation dans la simulation

Dégradation de type :  
Water-Treeing (WT)

Variation de la permittivité diélectrique  $\epsilon_{PE}^{th}$  :

$$\epsilon_{total} = \frac{\epsilon_{PE}^{th} \cdot \epsilon_{WT}}{y \cdot \epsilon_{PE}^{th} + (1 - y) \cdot \epsilon_{WT}}$$

$$\epsilon_{WT} = \epsilon_{PE}^{th} \cdot \left(1 + \frac{q_w(\epsilon_w - \epsilon_{PE}^{th})}{D(1 - q_w)(\epsilon_w - \epsilon_{PE}^{th})}\right)$$



# Application

---

# Cas d'études

## Étape 1

Dégradation de type Water-Treeing accélérée  
Taux de dégradation = 0 % : 0,1 : 10 %



## Étape 2

Dégradation de type Water-Treeing  
✗ Insertion soudaine de défaut non franc (Résistance)



## Objectif

Détection et localisation de la  
branche défectueuse

# Outils de test statistique sur $I_d$

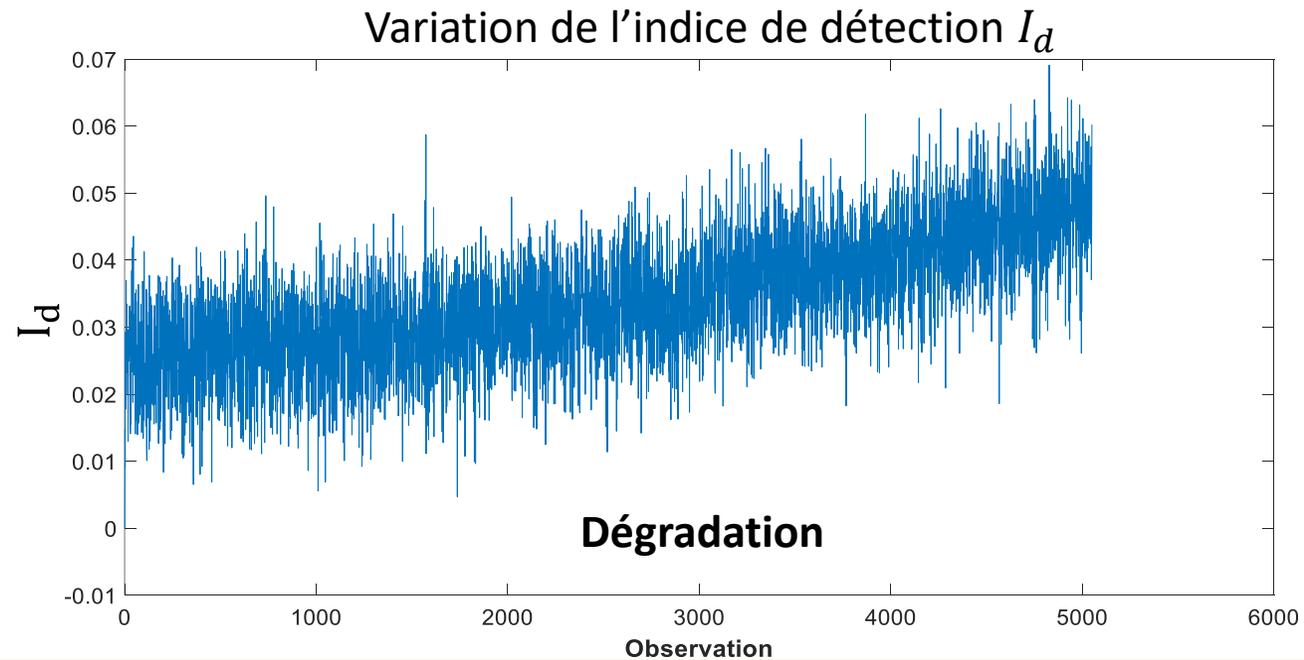
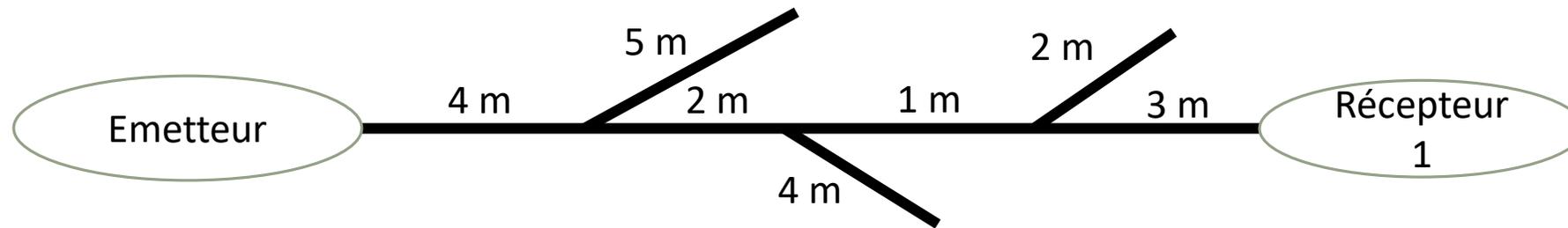
---

**CUSUM**

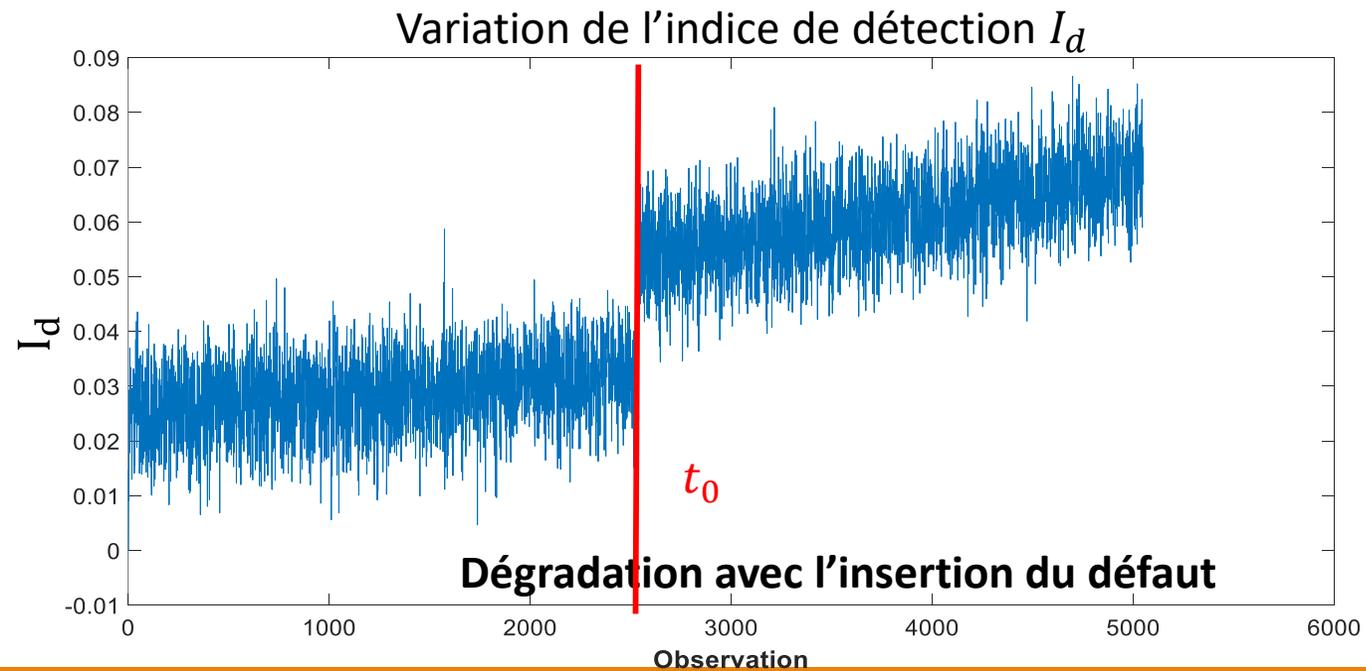
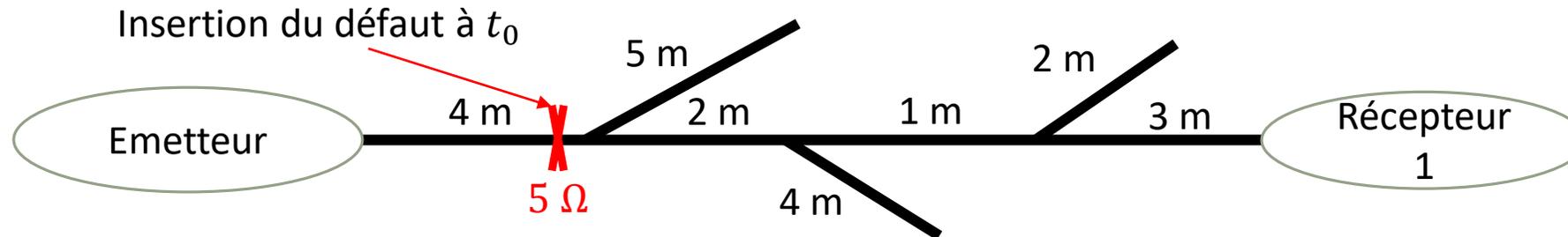
**MSD**

Moving Standard Deviation :  
La variation de l'écart type sur une  
fenêtre glissante

# Détection de défauts ( $I_d$ )

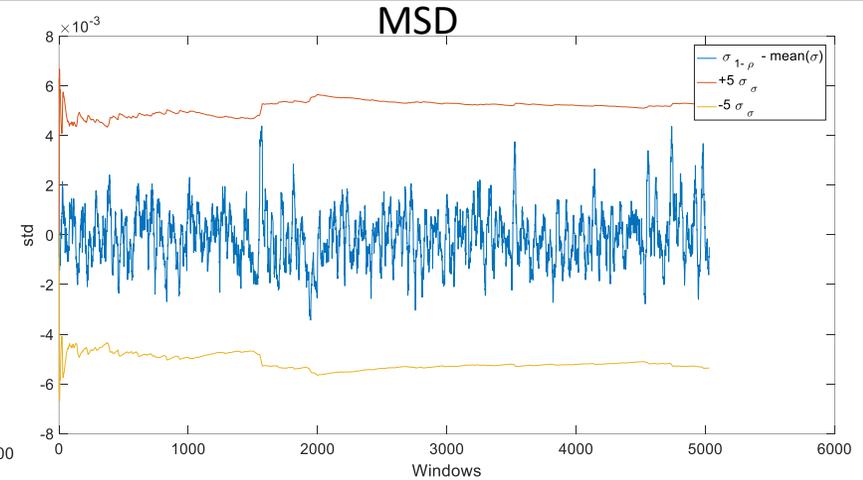
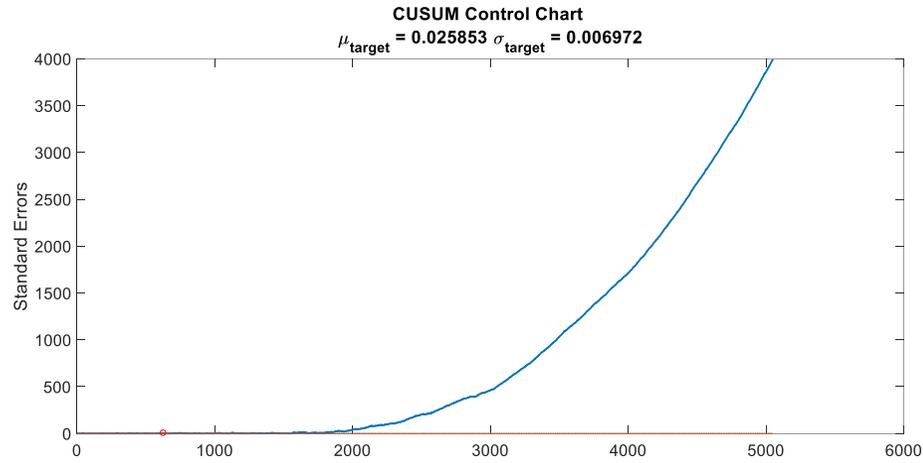


# Détection de défauts ( $I_d$ )

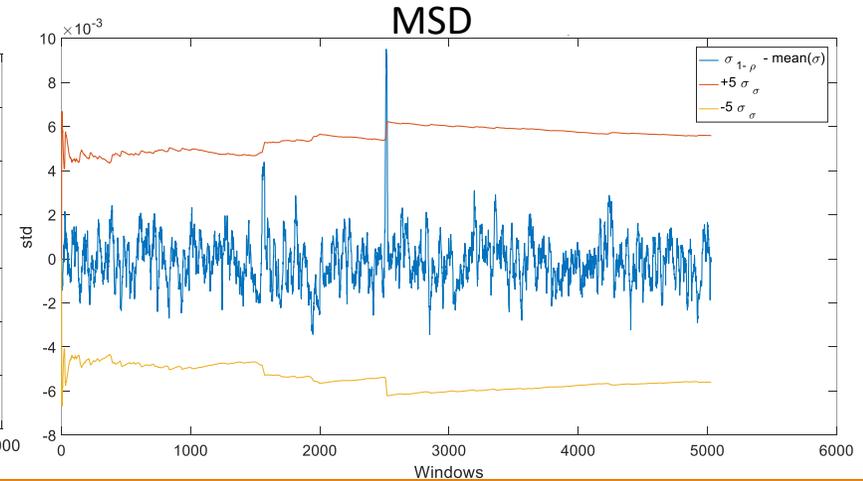
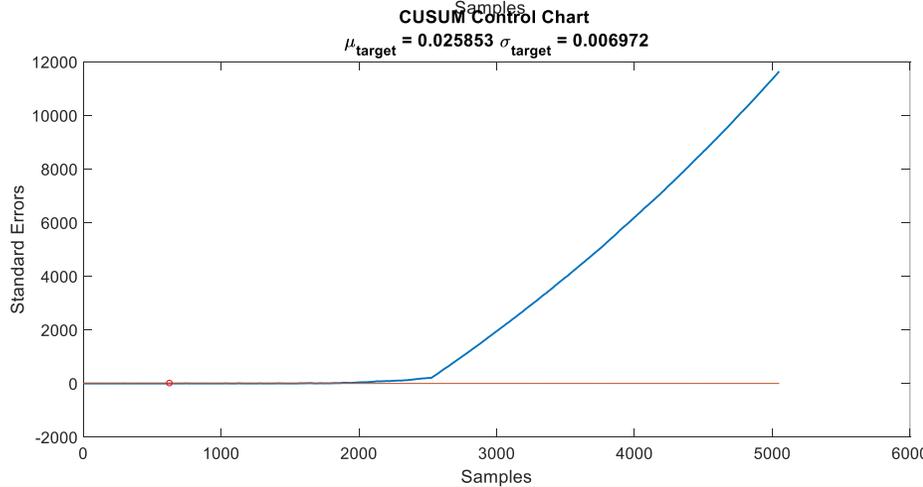


# Détection de défauts

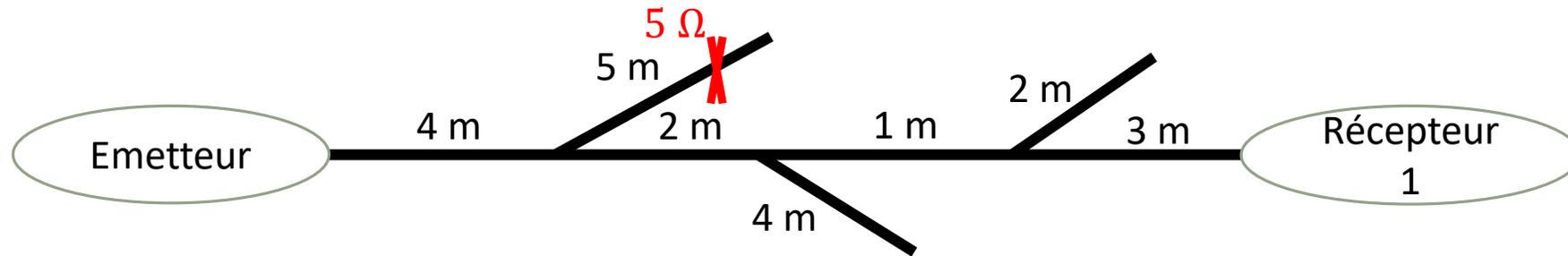
**Étape 1 :**  
Cas dégradé sans défaut brusque



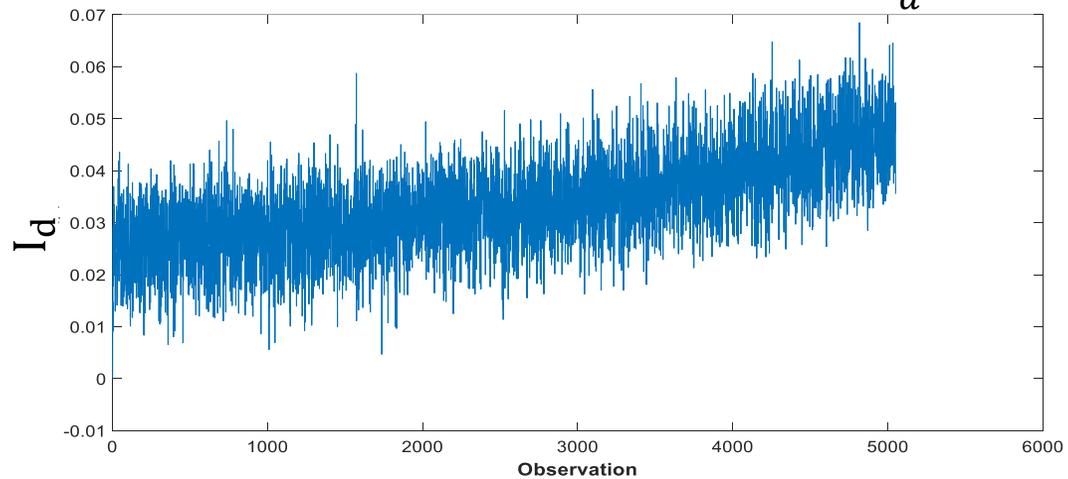
**Étape 2 :**  
Cas dégradé avec défaut brusque



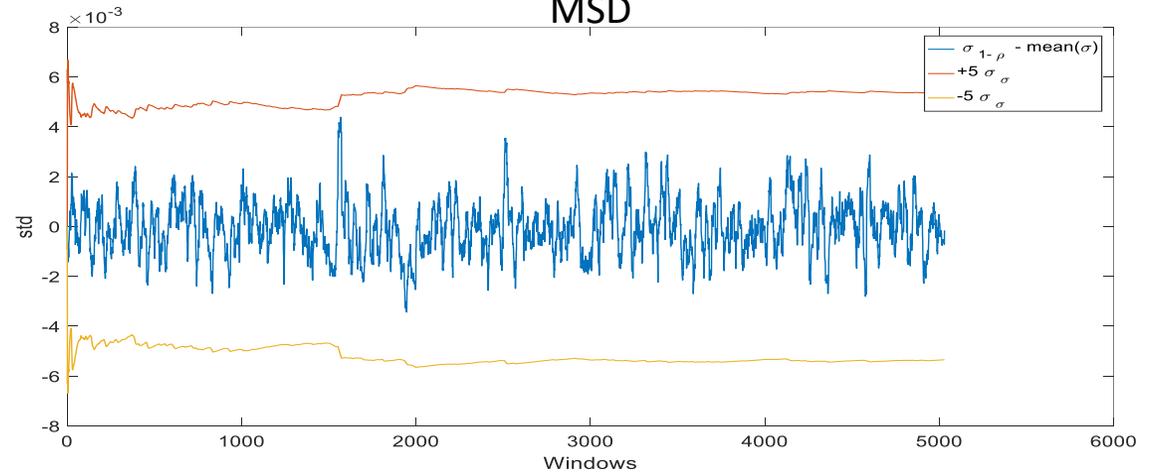
# Détection de défauts



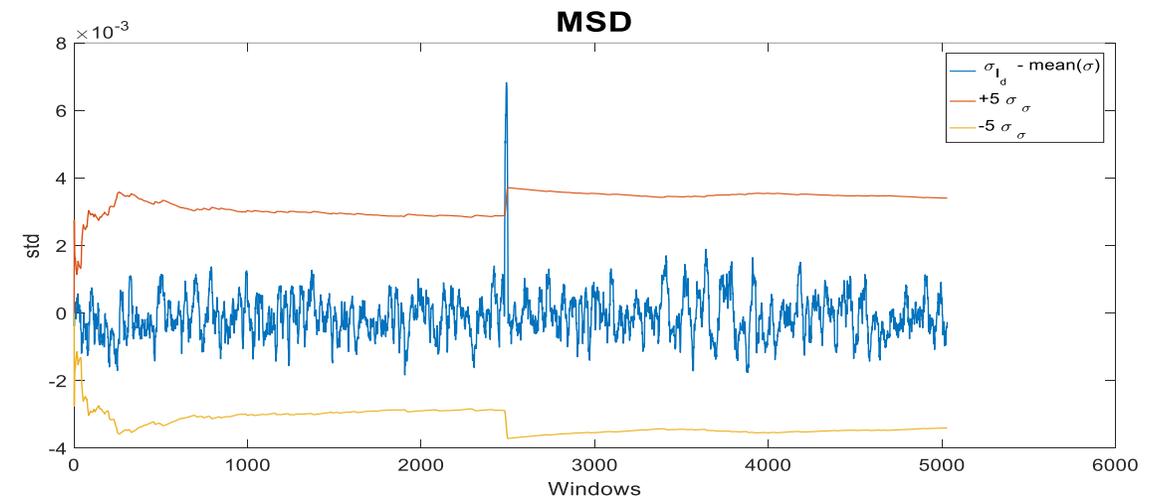
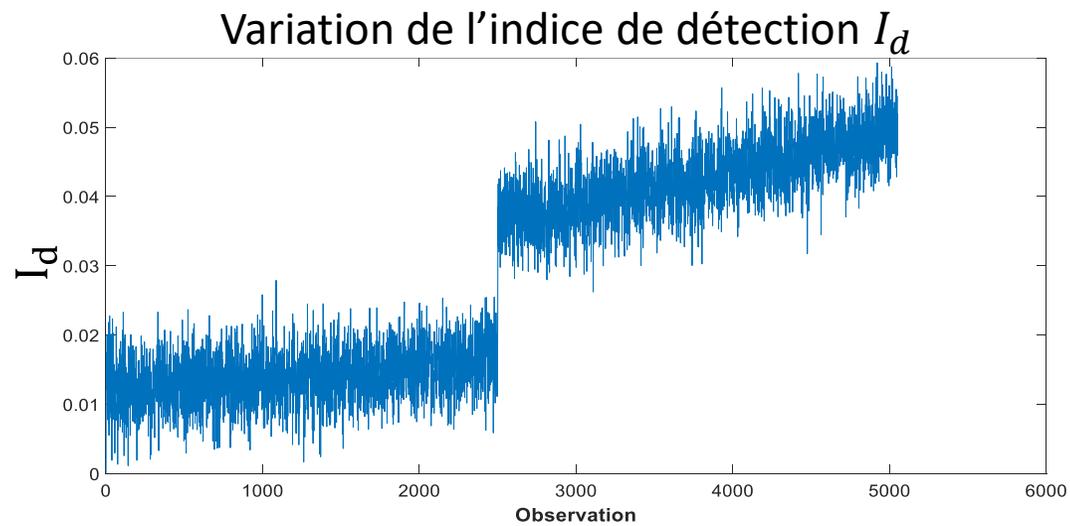
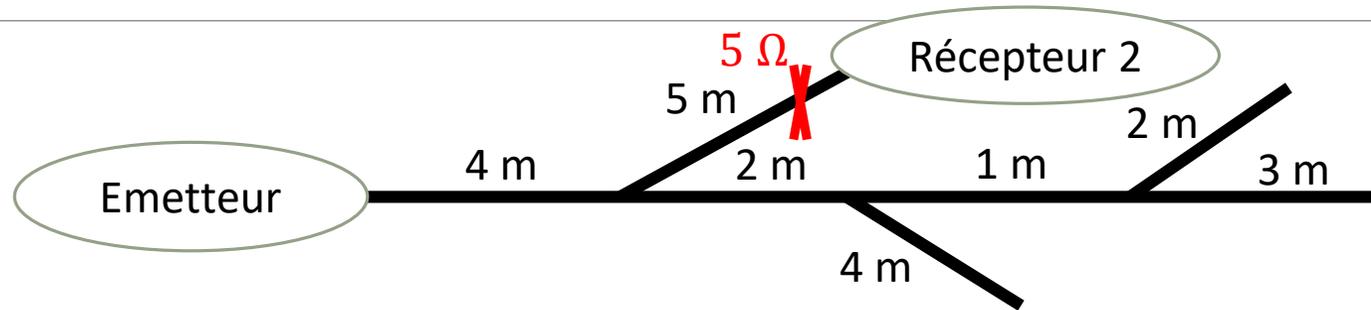
Variation de l'indice de détection  $I_d$



MSD

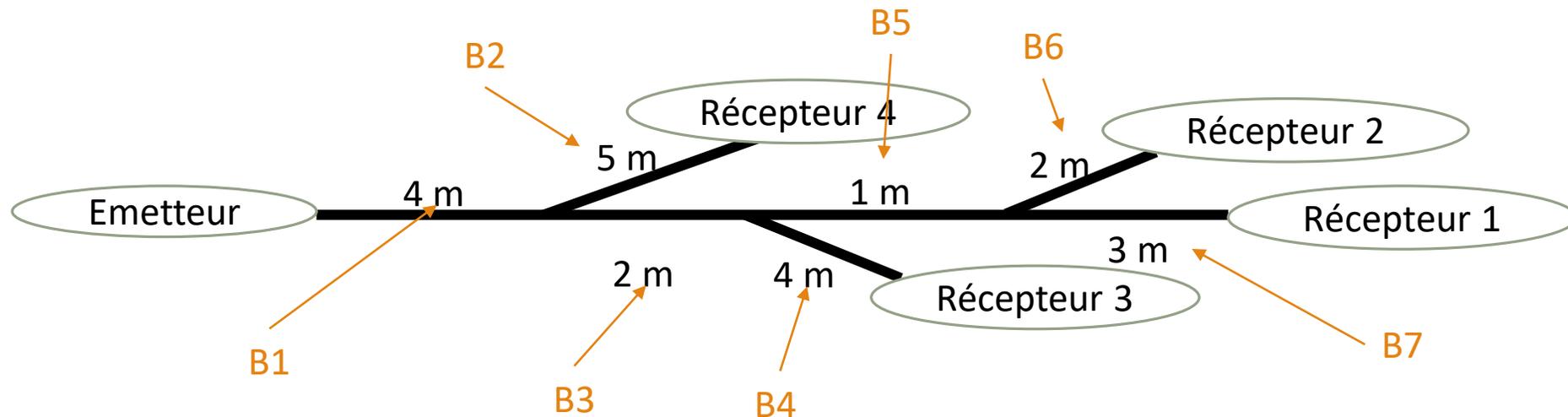


# Détection de défauts



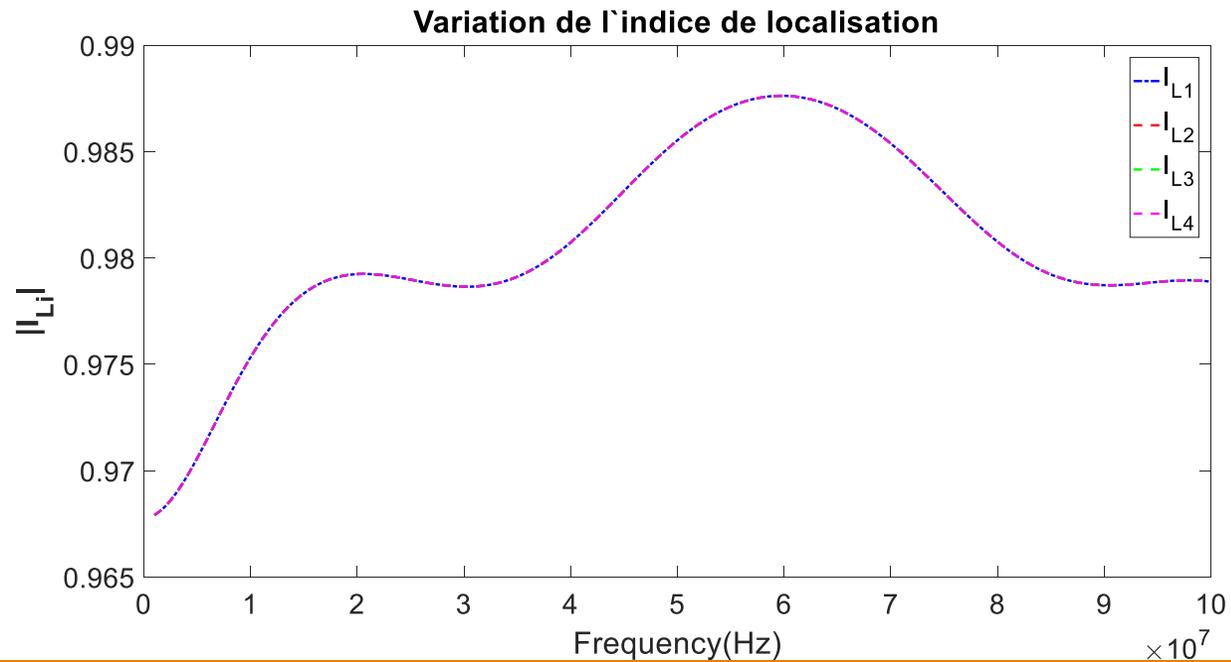
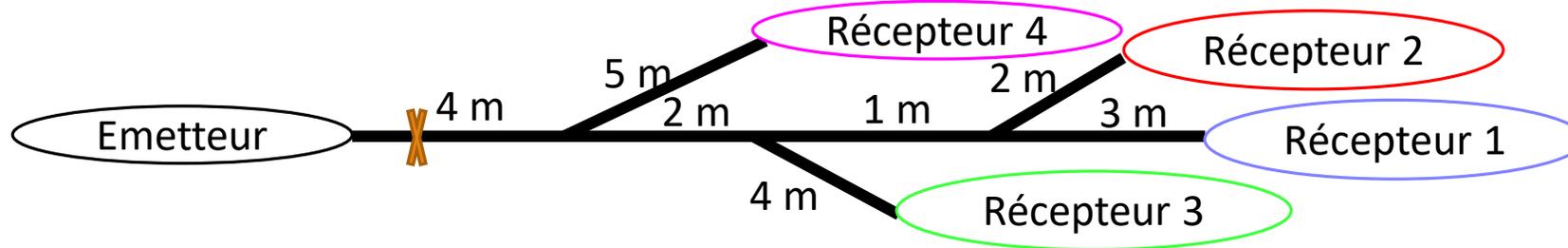
# Détection et localisation de défaut par surveillance distribuée

---

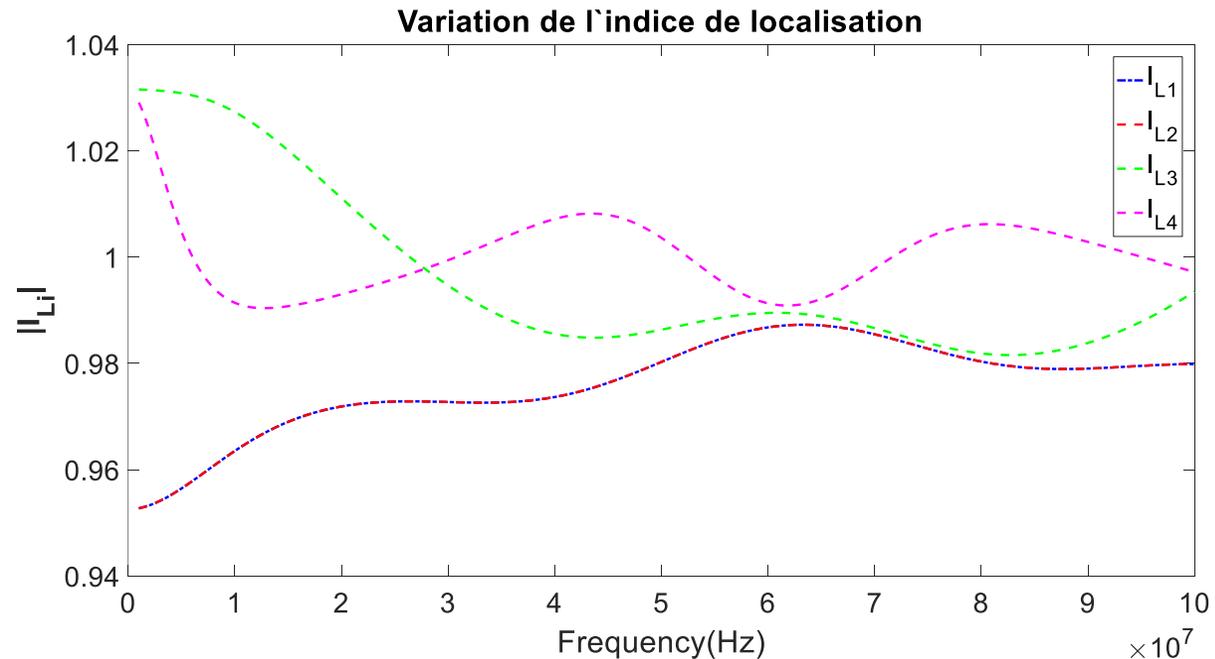
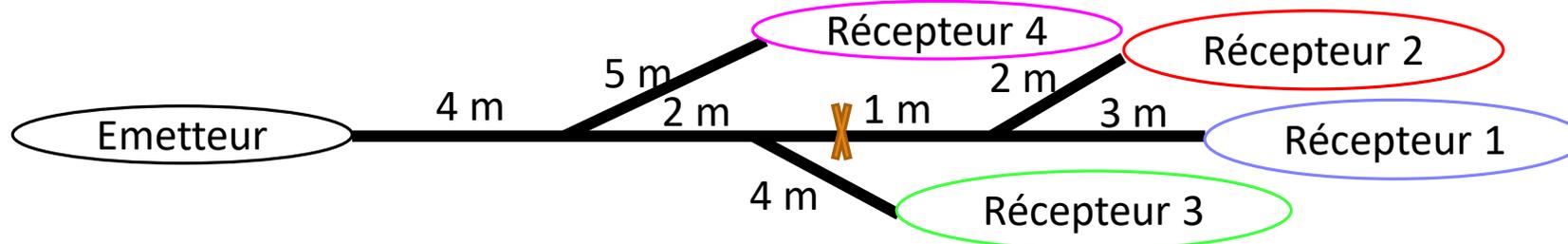


N.B : Le travail est sous l'hypothèse que les récepteurs fonctionnent sans défaut toujours

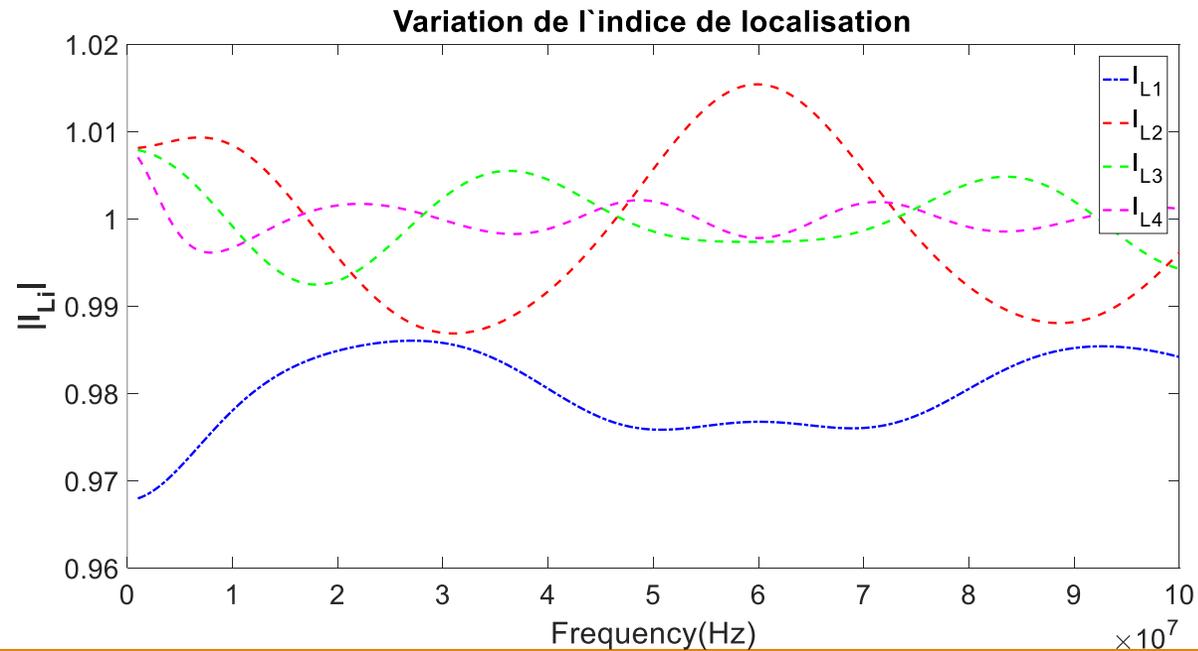
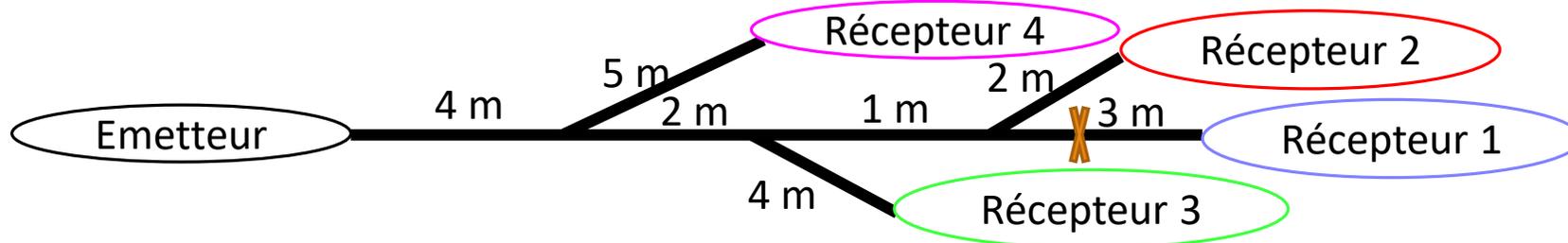
# Localisation de défaut (cas : défaut dans $B_1$ )



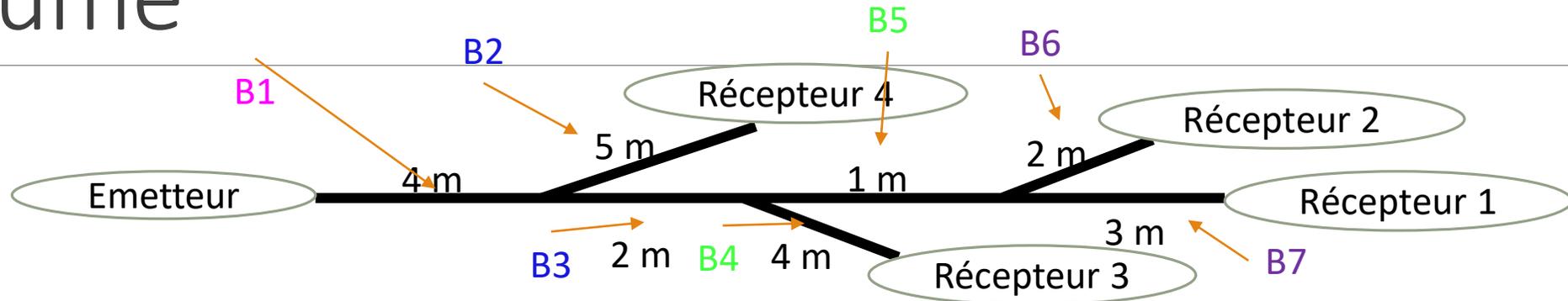
# Localisation de défaut (cas : défaut dans $B_5$ )



# Localisation de défaut (cas : défaut dans B<sub>7</sub>)



# Résumé

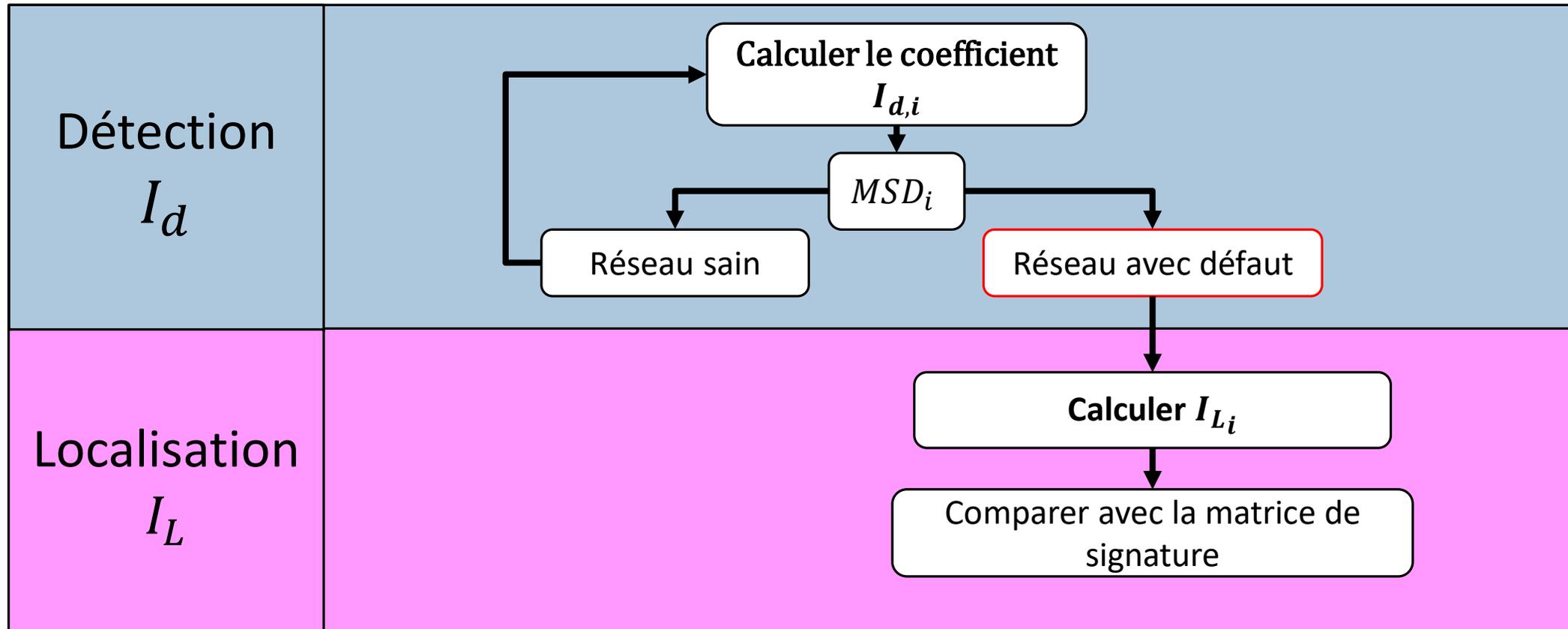


Matrice de signature :

$B_i \setminus I_{L_j}$	$I_{L_1}$	$I_{L_2}$	$I_{L_3}$	$I_{L_4}$	$\min(I_{L_j})$
$B_1$	1	1	1	1	—
$B_2$	1	1	1	0	$I_{L_4}$
$B_3$	1	1	1	0	$I_{L_1} \cap I_{L_2} \cap I_{L_3}$
$B_4$	1	1	0	0	$I_{L_3}$
$B_5$	1	1	0	0	$I_{L_1} \cap I_{L_2}$
$B_6$	0	0	0	0	$I_{L_2}$
$B_7$	0	0	0	0	$I_{L_1}$

# Conclusions et perspectives

# Algorithme proposé



# Conclusions

---

- Proposition d'une méthode du diagnostic basée sur deux indices  $I_d$  et  $I_L$
- Détection d'une dégradation de type WT en utilisant CUSUM sur l'indice  $I_d$
- Détection d'un défaut non franc de  $5 \Omega$  dans un réseau dégradé en utilisant MSD sur l'indice  $I_d$
- Localisation d'une branche présentant un défaut en faisant une méthode de surveillance distribuée  $I_L$

# Perspectives

---

- Etude de la robustesse des deux indices suite à l'insertion du bruit
- Mesure de l'impact de la dégradation sur le système
  - Analyse d'un seuil pour l'outil CUSUM (ex : Taux d'erreur binaires dans la transmission)
- Etude du diagnostic actif (Adapter la bande passante/ signal de transmission)
- Etude de l'impact des défauts non francs non traités dans la littérature (ex : dégradation mécanique/ thermique, vibration et déplacement du câble, écrasement du câble)
  - La mise en place d'un banc de test