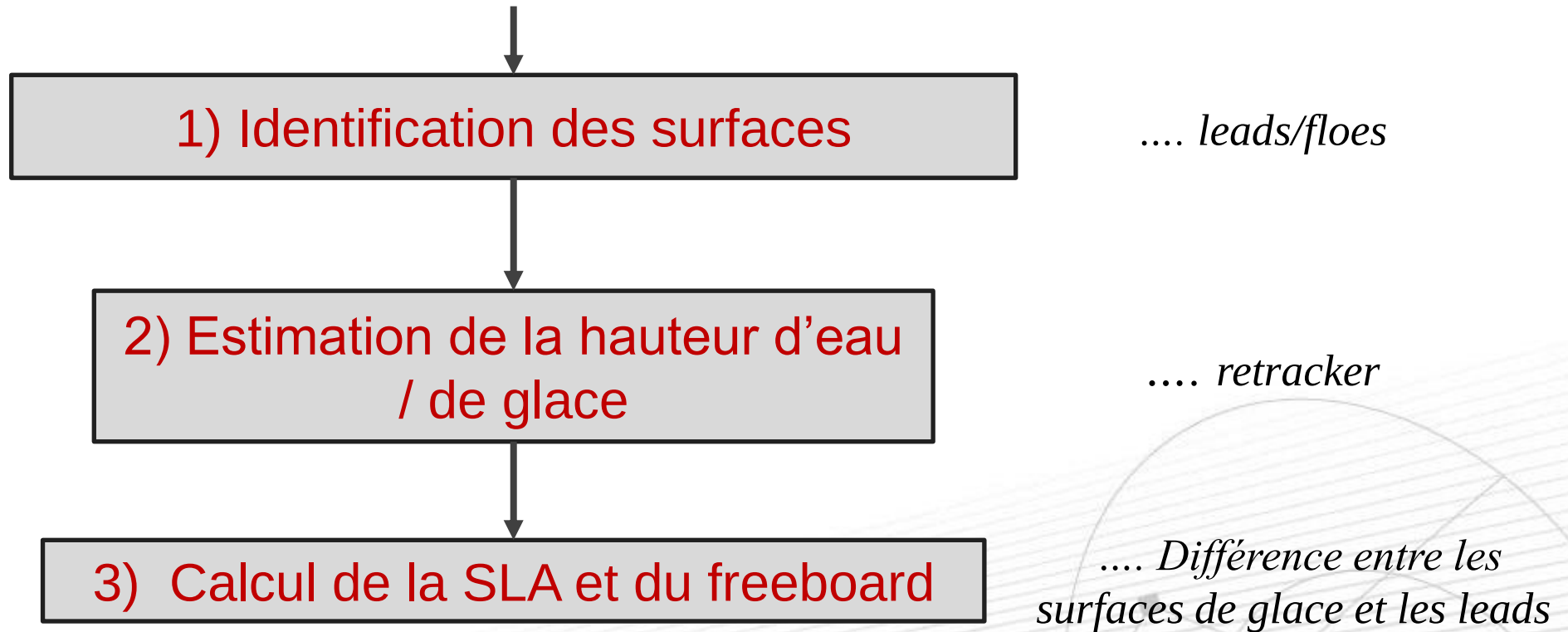


Traitement des échos SAR/Doppler Sentinel-3A sur glace de mer

JC. Poisson, D. Hoang, P. Thibaut, F. Piras (CLS)
A. Guillot, N. Picot (CNES)

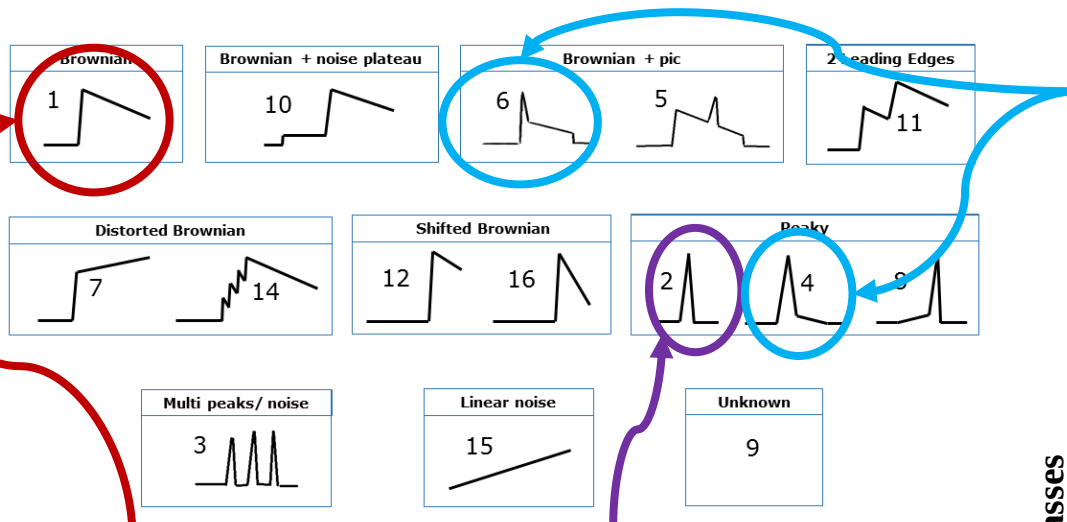
- ❖ Le schéma général des traitements sur glace de mer est le même pour toutes les missions altimétriques SAR et LRM



- ❖ Cependant, la technique de mesure étant différente, les traitements sont à adapter.
- ❖ Nous cherchons ici à appliquer une approche **physique, cohérente entre missions/modes, cohérente entre surfaces**

Traitement LRM : identification des surfaces

❖ En mode LRM, nous avons développé une classification des formes d'onde utilisant un réseau de neurones pour affecter une classe à un écho en fonction de paramètres géométriques et géophysiques.



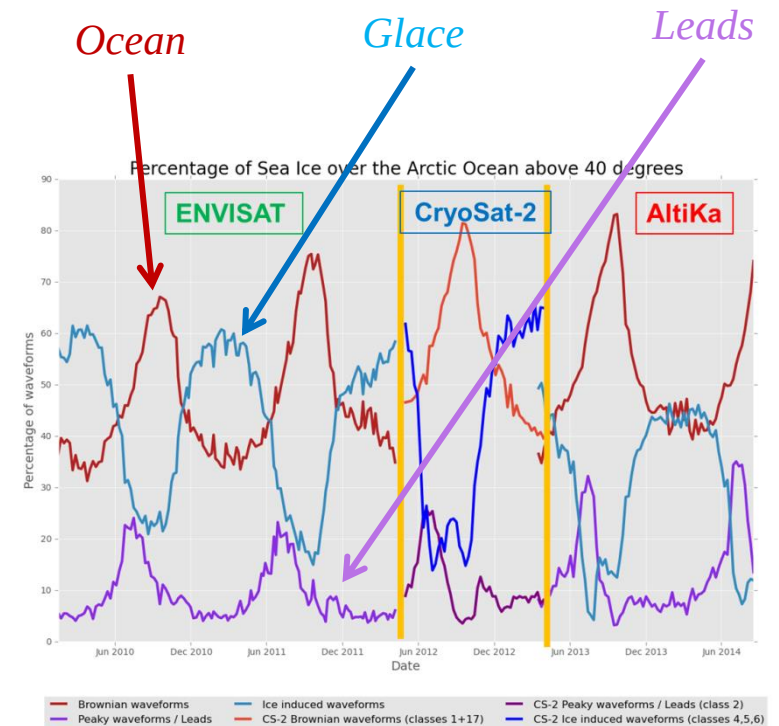
Classe océanique

Classe pics (leads / polynyas)

➤ L'évolution de ces populations au cours du temps montre une bonne continuité dans le temps, notamment durant la débâcle avec une forte augmentation de la population de leads.

% of waveform classes

Classes de glace de mer



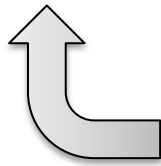
❖ Un seul retracking **physique** permettant d'ajuster un modèle intégrant la **mean square slope** aussi bien à des échos océaniques, de glace de mer ou de leads (pics)

$$S(t) = FSSR(t) * PTR(t) * PDF(t) \text{ avec}$$

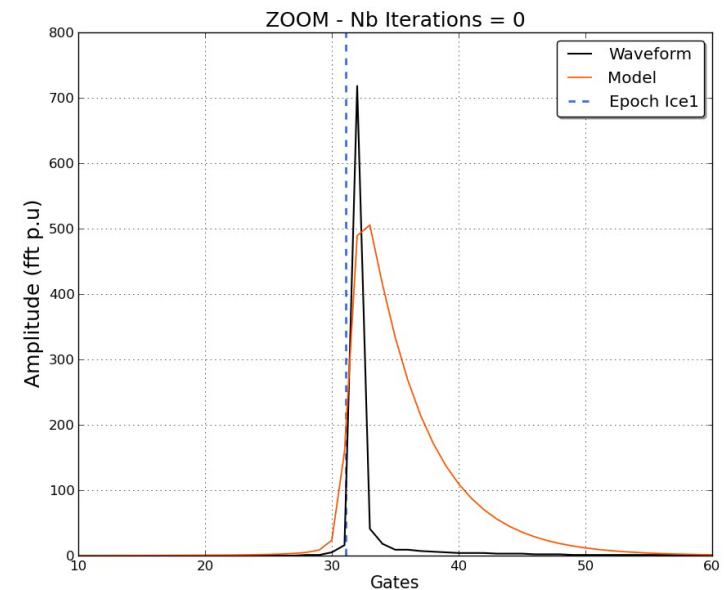
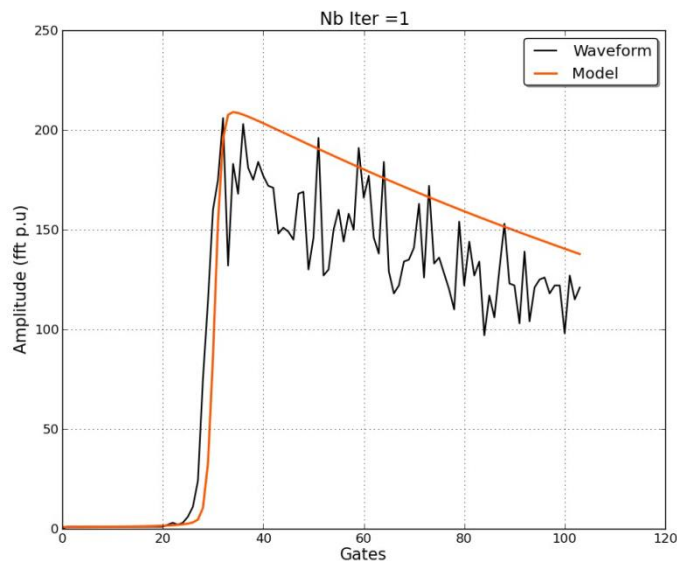
FSSR : Flat Sea Surface Response

PTR : Point Target Response

PDF : Probability Density Function of heights



Un paramètre lié à la **mean square slope** est pris en compte dans la FSSR, ce qui permet de décorréler la pente du second plateau et le sigma0 (Jackson 1992; Amarouche 2007)



Méthode de calcul du freeboard altimétrique

- ❖ Dans cette méthode, seul le calcul du freeboard est commun, les autres traitements doivent être adaptés à la mesure SAR

1) Identification des surfaces

➤ Classification dédiée aux échos SAR

2) Estimation de la hauteur d'eau / de glace

➤ Retracking dédié aux échos SAR

3) Calcul du freeboard

- ❖ Les méthodes mises en œuvre pour traiter les mesures SAR sont développées de manière **cohérente** et **physique** afin de pouvoir **inter-comparer** et **combiner** LRM et SAR

La liste des classes en SAR

- ❖ En mode SAR, l'écho n'a pas la même forme qu'en LRM. Il a donc fallu redéfinir les classes mais en gardant la même approche.
- ❖ Classification réalisée sur les données Sentinel-3A (traitées au CNES avec le processeur S3PP, avec ou sans pondération de Hamming, pas de zéro padding)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16	17
Trash waveforms								
18	19	20	➤ 3 nouvelles classes ont été ajoutées: • Classe 18 : pente décroissante • Classe 19 : « marche » au début du front de montée					

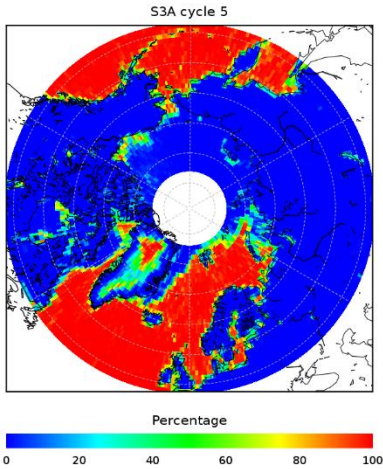
➤ 3 nouvelles classes ont été ajoutées:

- Classe 18 : pente décroissante
- Classe 19 : « marche » au début du front de montée
- Classe 20 : fort pic avant le front de montée

Les résultats de classification S3A en Arctique

❖ 5 classes sont majoritaires sur l'Arctique :

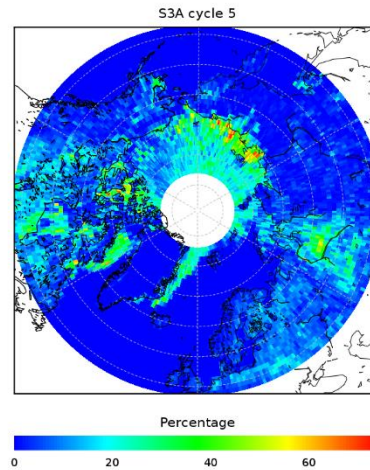
Percentage of class 1 waveforms



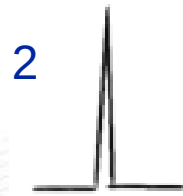
Océan: Classe 1



Percentage of class 2 waveforms

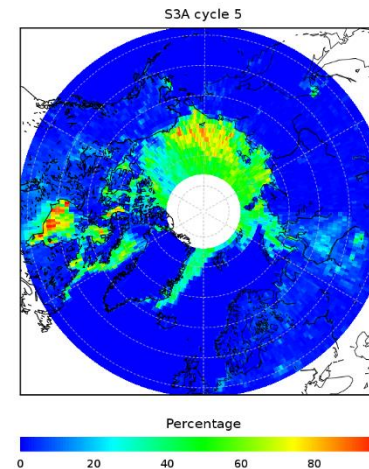


Leads: Classe 2



4

Percentage of class 4 waveforms

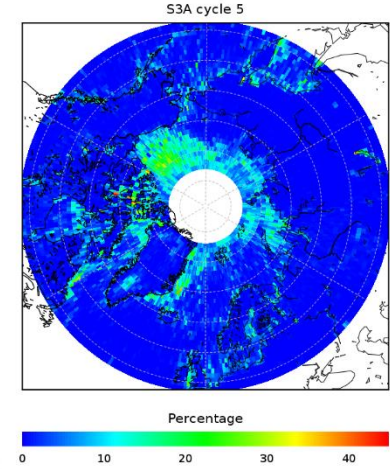


Glace de mer:
Classes 4, 6 et 19

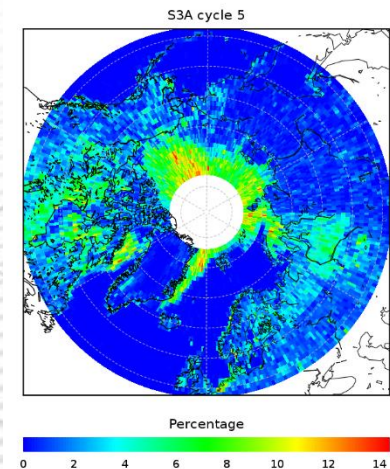
19

6

Percentage of class 6 waveforms



Percentage of class 19 waveforms

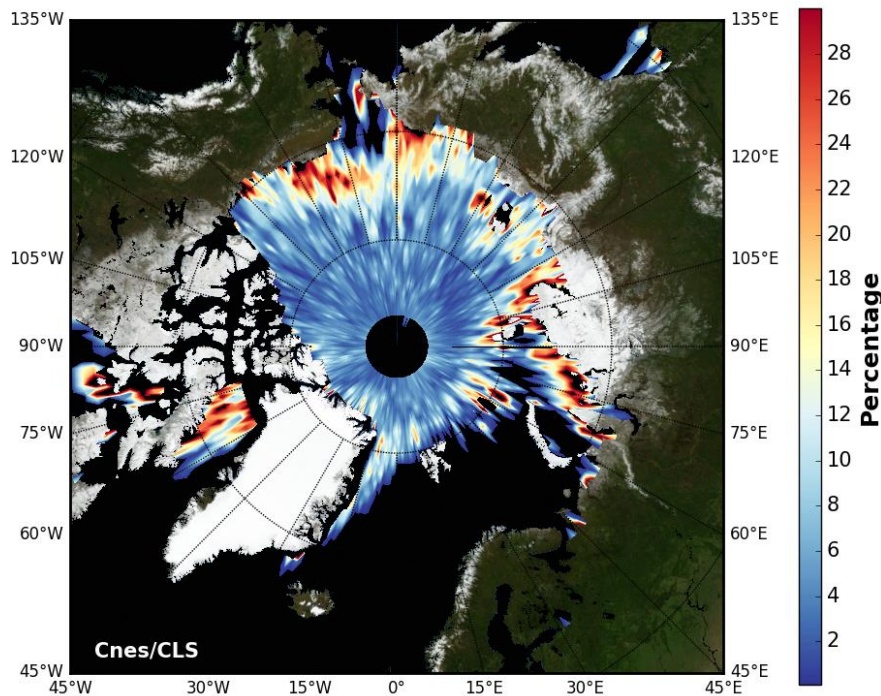


❖ Mise à part la classe 19, toutes les autres classes sont retrouvées sur l'Arctique en LRM (AltiKa)

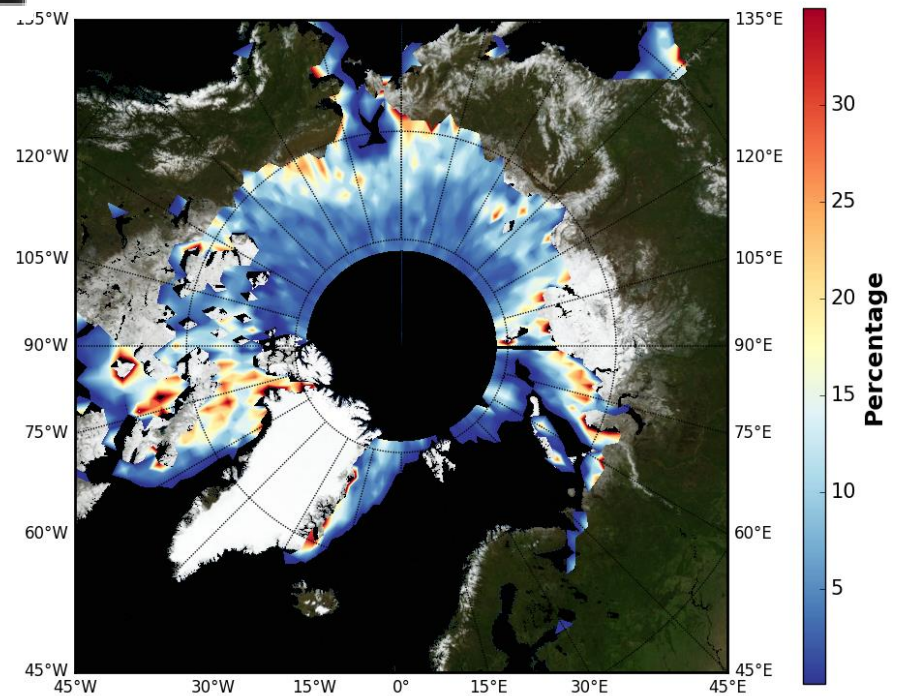
❖ Adaptation de la classification SAR S3A aux données CS-2 (ESA baseline C) : étude réalisée dans le cadre CRYOSeaNice ESA

2

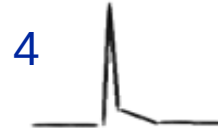
Proportion of class 2 detected with **Cryosat-2**
From 2016/11/13 to 2016/12/13



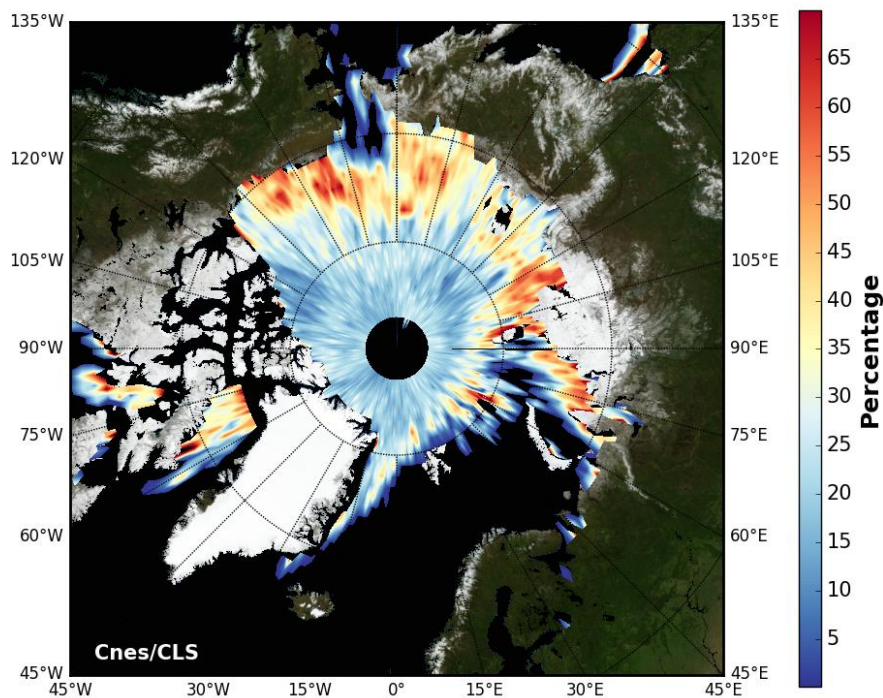
Proportion of class 2 detected with **Sentinel-3A**
From 2016/11/13 to 2016/12/13



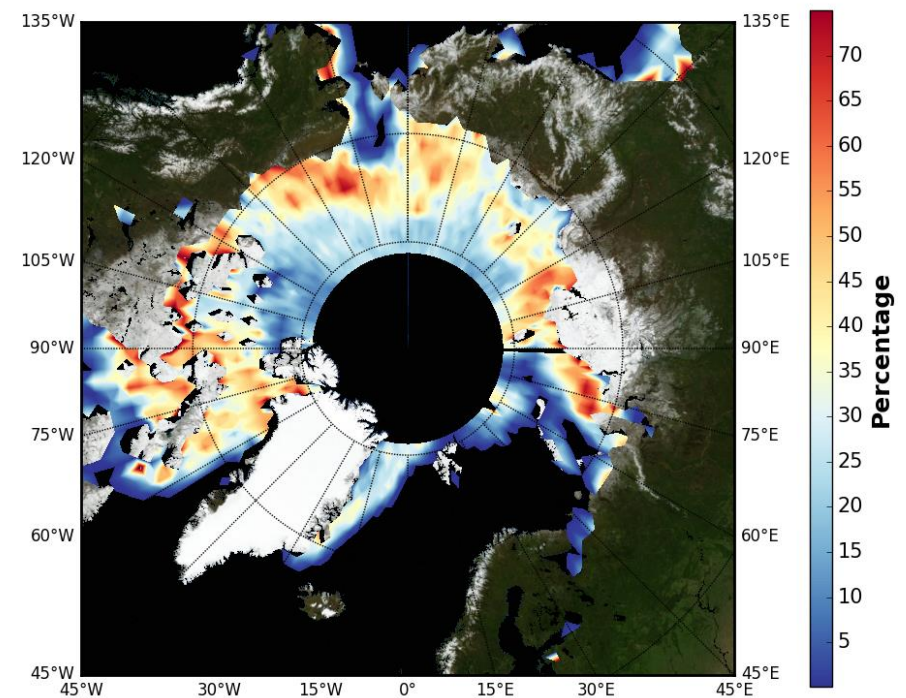
❖ Adaptation de la classification SAR S3A aux données CS-2 (ESA baseline C) : étude réalisée dans le cadre CRYOSeaNice ESA



Proportion of class 4 detected with **Cryosat-2**
From 2016/11/13 to 2016/12/13



Proportion of class 4 detected with **Sentinel-3A**
From 2016/11/13 to 2016/12/13

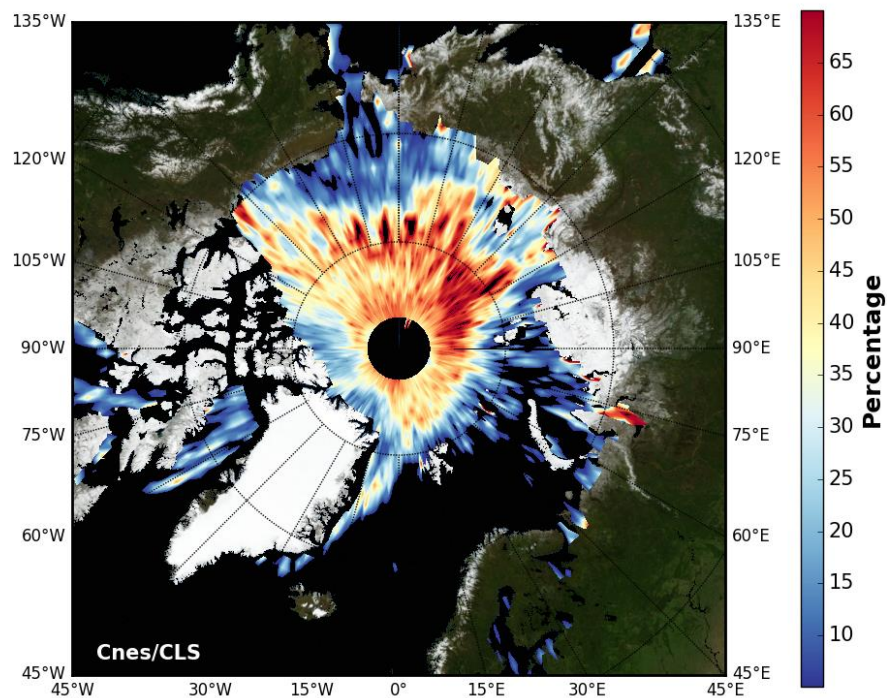


Comparaison des classifications SAR (S3A/CS-2)

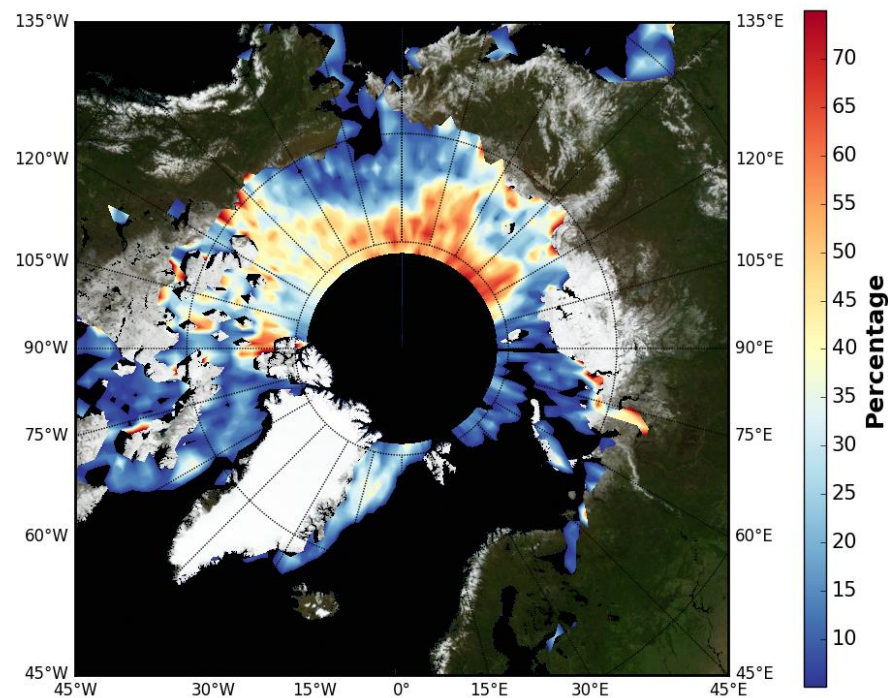
❖ Adaptation de la classification SAR S3A aux données CS-2 (ESA baseline C) : étude réalisée dans le cadre CRYOSeaNice ESA

6

Proportion of class 6 detected with **Cryosat-2**
From 2016/11/13 to 2016/12/13

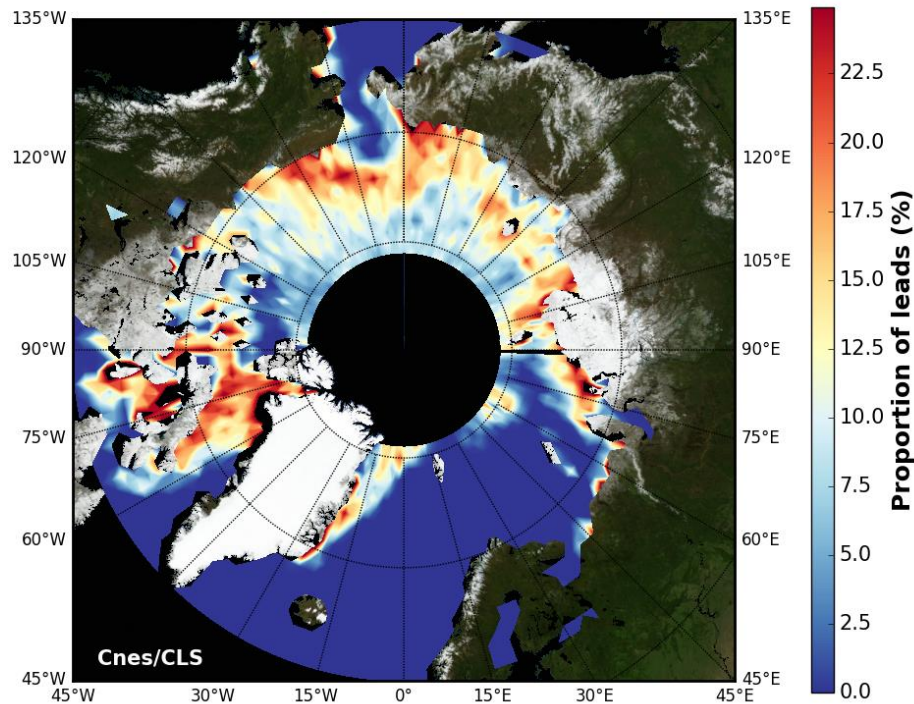


Proportion of class 6 detected with **Sentinel-3A**
From 2016/11/13 to 2016/12/13

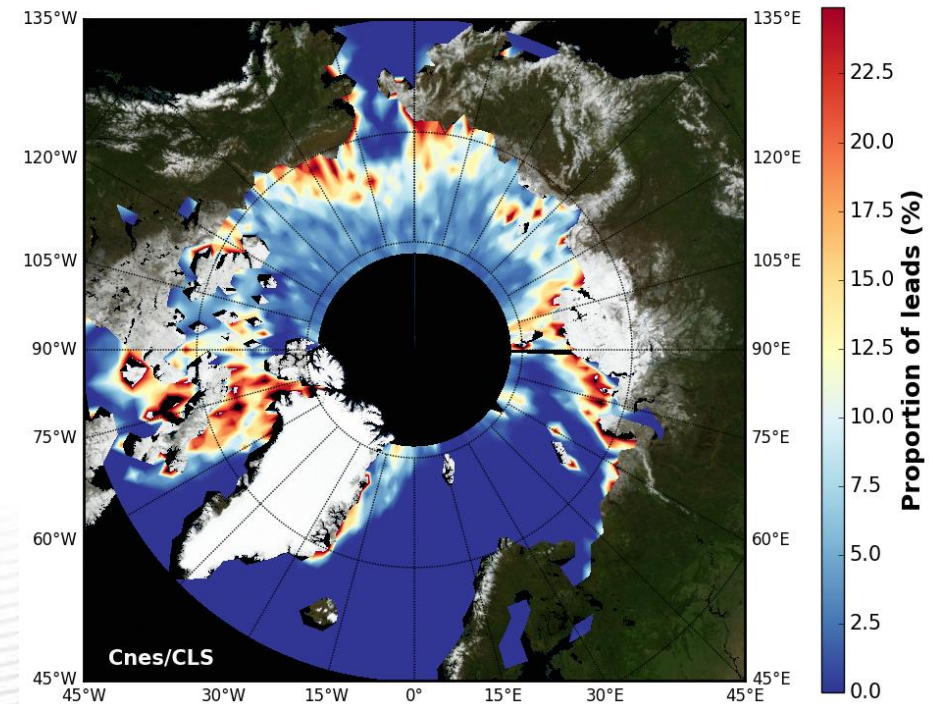


❖ Détection cohérente des leads entre LRM et SAR sur la même période

Proportion of leads detected with **AltiKa**
From 2016/11/13 to 2016/12/13



Proportion of leads detected with **Sentinel-3A**
From 2016/11/13 to 2016/12/13

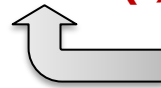


❖ En SAR plusieurs solutions de retracking physique existent sur océan:

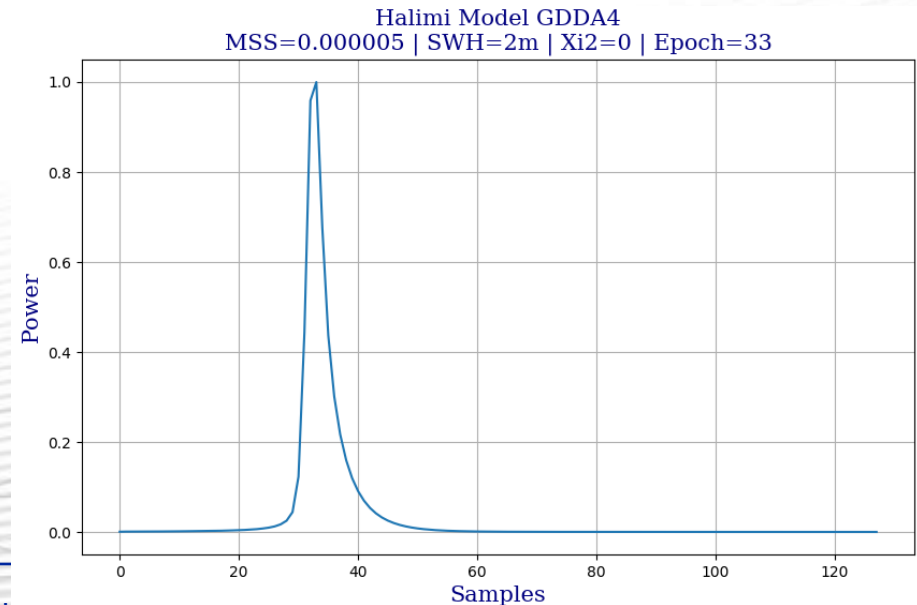
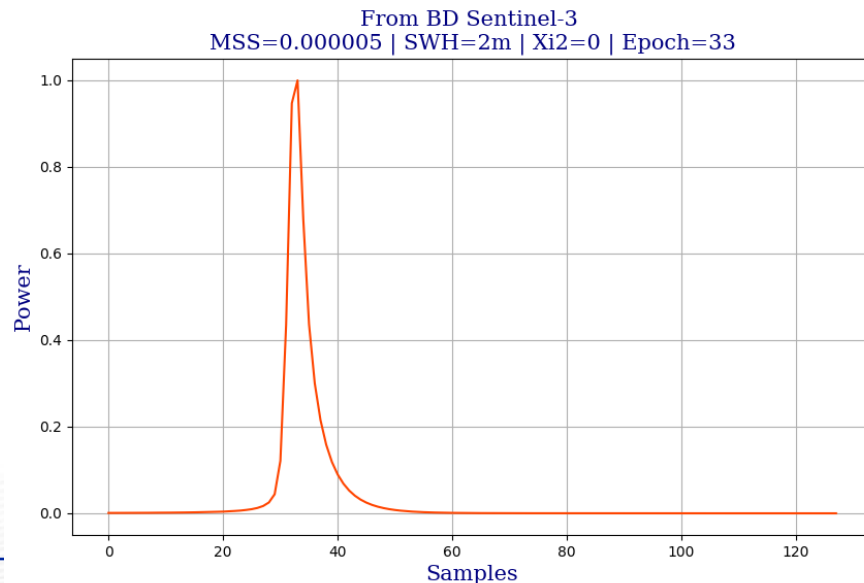
- Le retracking numérique CNES CPP/S3PP → base d'échos générés avec un simulateur réaliste d'échos
- Le retracking semi analytique basé sur le modèle Halimi (Halimi, 2015)
- Le retracking SAMOSA utilisé dans le segment sol S3A et CS-2 (+GPOD)

➔ Développement en cours d'un retracking Adaptatif sur échos SAR intégrant la mss dans les modèles SAR CNES et Halimi (idem LRM)

$$S(t,f) = FSSR(t,f) * PTR(t,f) * PDF(t)$$



Avec paramètre lié à la mean square slope

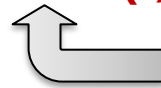


❖ En SAR plusieurs solutions de retracking physique existent sur océan:

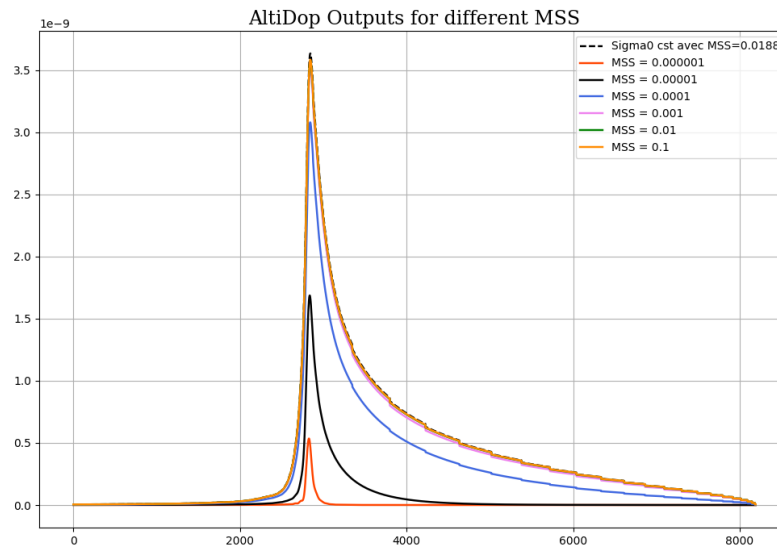
- Le retracking numérique CNES CPP/S3PP → base d'échos générés avec un simulateur réaliste d'échos
- Le retracking semi analytique basé sur le modèle Halimi (Halimi, 2015)
- Le retracking SAMOSA utilisé dans le segment sol S3A et CS-2 (+GPOD)

➔ Développement en cours d'un retracking Adaptatif sur échos SAR intégrant la mss dans les modèles SAR CNES et Halimi (idem LRM)

$$S(t,f) = FSSR(t,f) * PTR(t,f) * PDF(t)$$



Avec paramètre lié à la mean square slope



- ❖ Un traitement des échos en glace de mer a été développé avec succès en LRM basé sur **une classification des formes d'onde par réseaux de neurones** et un **retracking basé sur un modèle physique d'échos, s'adaptant** aux échos océaniques, venant des leads et de la glace de mer
- ❖ Une méthode cohérente est actuellement développée pour les mesures SAR sur Sentinel-3A basée sur la même approche physique:
 - Classification par réseau de neurones des échos SAR
 - Comparaison intermissions SAR → résultats cohérents
 - Comparaison inter-techniques (SAR/LRM, Ku/Ka) → résultats cohérents
 - Retracking SAR Adaptatif basé sur un modèle physique intégrant un paramètre lié à la mean square slope → amélioration attendue de l'estimation des hauteurs de leads (SLA) et de glace de mer donc de freeboard. Analyses des résultats en cours
- ❖ L'approche physique est cruciale pour pouvoir inter-comparer et/ou combiner les mesures des différents altimètres dans de futurs produits multi-missions
- ❖ Adaptation de ces traitements aux mesures CS-2 dans le cadre d'une étude ESA CRYOSeaNice → comparaison aux mesures CryoVex (Ku/Ka)

Merci de votre attention.