

# Analyse comparative des modèles bio-optiques d'absorption de la matière organique dissoute colorée (CDOM) dans les eaux tropicales en utilisant les données Landsat 5 TM : cas du réservoir du Funil (Brésil)

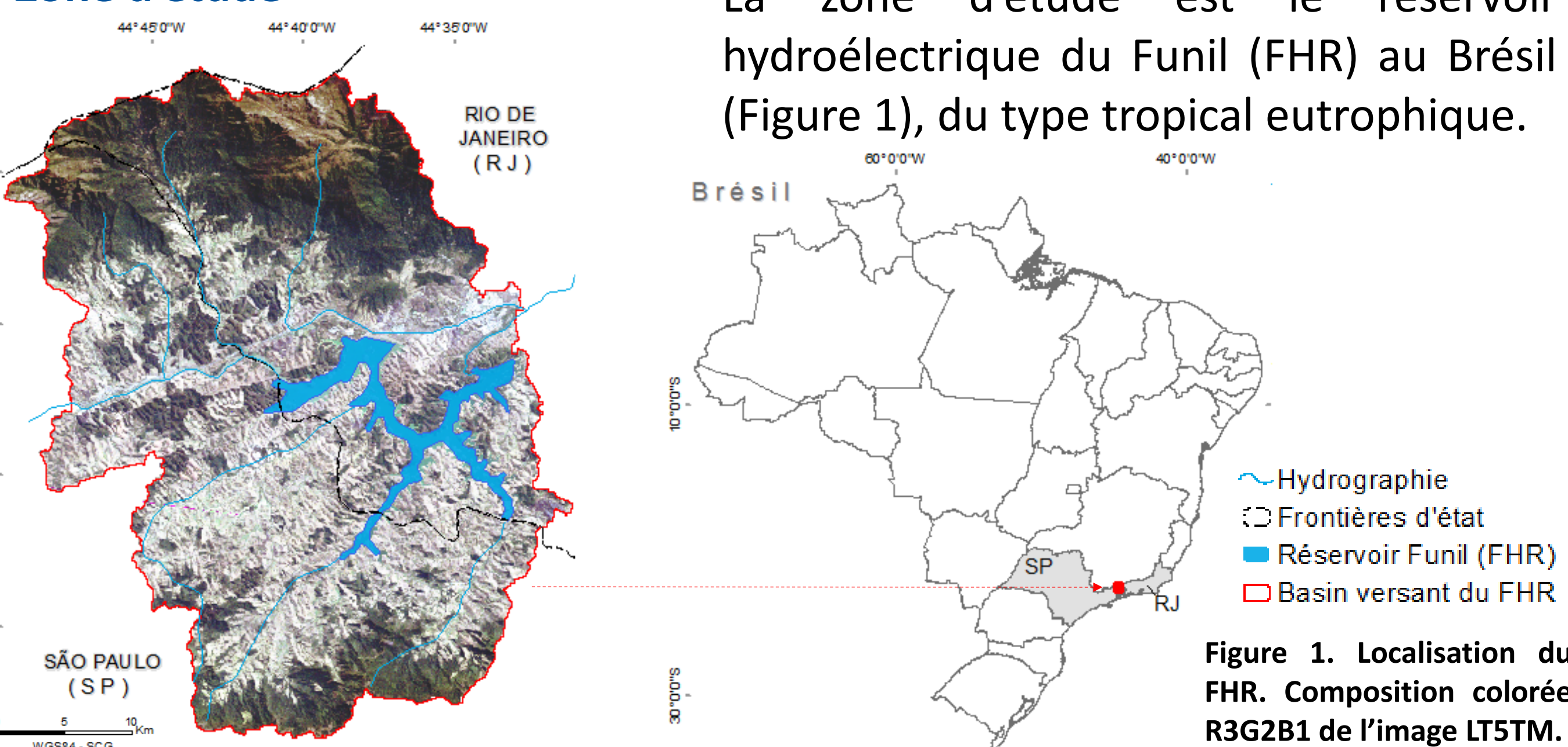
Sarah MARTINS<sup>1</sup>, Karem CHOKMANI<sup>1</sup>, Enner ALCÂNTARA<sup>2</sup>, Igor OGASHAWARA<sup>3</sup>, Anas EL ALEM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre Eau Terre Environnement (INRS); <sup>2</sup>Département d'Ingénierie de l'Environnement (UNESP); <sup>3</sup>Département des Sciences de la Terre (IUPUI)

## Contexte et objectifs

- **Contexte:** La CDOM joue un rôle important dans la photochimie des écosystèmes aquatiques et peut être utilisée comme un indicateur de la qualité de l'eau.
- **Objectif global:** L'évaluation de plusieurs modèles bio-optiques pour estimer l'absorption historique de la CDOM ( $a_{CDOM}(\lambda)$ ) à l'aide des données satellitaires du Landsat 5 TM (LT5TM) obtenues pendant 15 années (1995-2010).
- **Objectifs spécifiques:**
  1. L'étude et la détermination d'un modèle bio-optique pour estimer  $a_{CDOM}$  pour un réservoir tropical eutrophique.
  2. Détermination de la distribution spatio-temporelle historique de la CDOM par imagerie satellitaire du LT5TM.

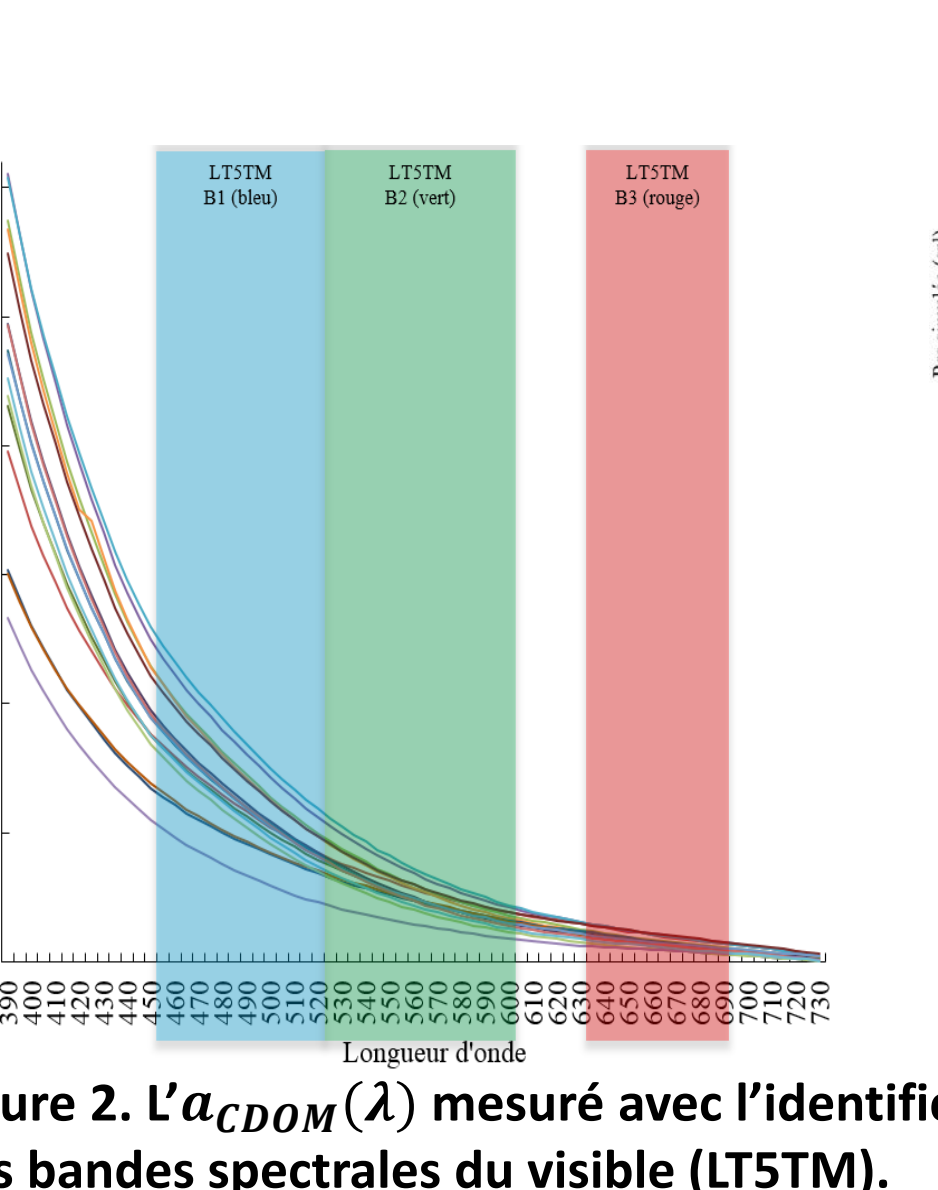
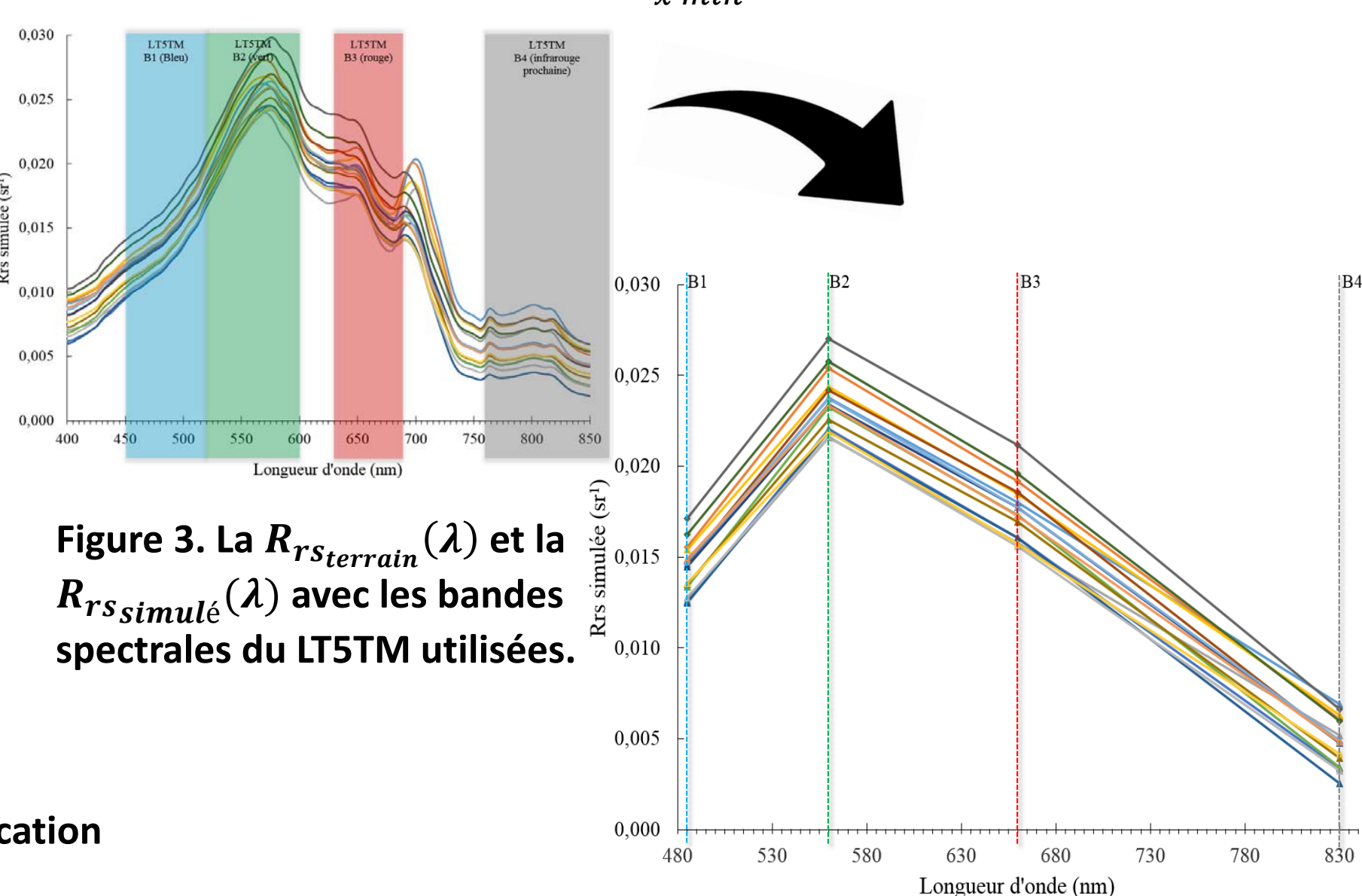
## Zone d'étude



## Méthodologie

- **Données d'  $a_{CDOM}(\lambda)$  :** mesure d'absorption en laboratoire (spectrophotomètre) entre 390 et 730 nm (Figure 2).
- **Données de réflectance:**
  1. Mesures *in situ*: spectroradiomètre sur la surface de l'eau (l'éclairement:  $E_s(\lambda, \theta, \phi)$  et luminance totale:  $L_t(\lambda, \theta, \phi)$ ). Après, ces données ont été converties en réflectance de terrain ( $R_{rsterrain}(0+)$ ) selon Kirk (2011 – Eq. 1).
  2. Simulation des données ( $R_{rsimulé}$ ): intégration des données  $R_{rsterrain}$  hyperspectrales selon la fonction de réponse ( $Fr$ ) et largeur ( $dx$ ) de chaque bande spectrale du capteur TM (Eq. 2, Figure 3), afin d'utiliser les modèles bio-optiques en l'imagerie satellitaire du LT5TM.

$$R_{rsterrain}(0+) = \frac{L_t(\lambda, \theta, \phi)}{E_s(\lambda, \theta, \phi)} \quad (\text{Eq. 1}) \quad R_{rsimulé} = \frac{\int_{x_{min}}^{x_{max}} R_{rsterrain} \cdot Fr \cdot dx}{\int_{x_{min}}^{x_{max}} Fr \cdot dx} \quad (\text{Eq. 2})$$



## Résultats

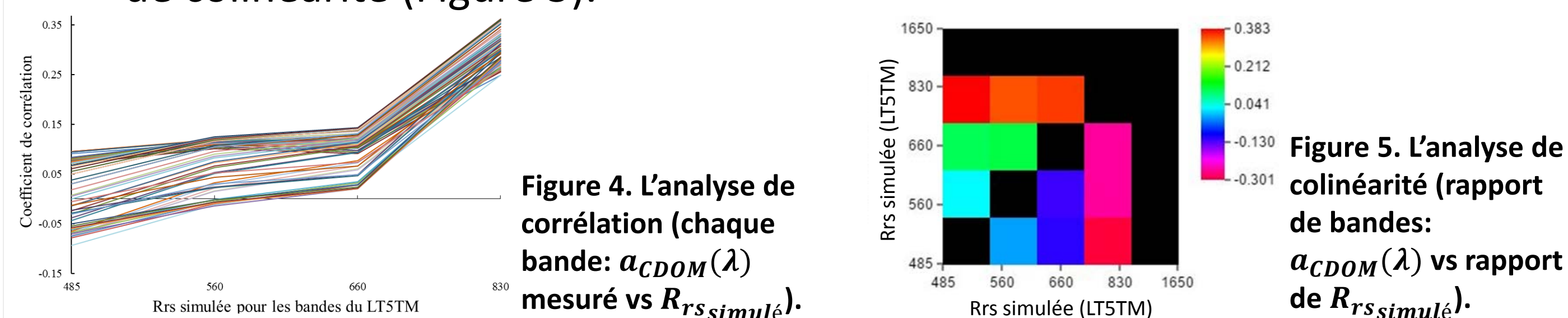
- I. **L'analyse des modèles bio-optiques:** 6 ME (eaux complexes) et 4 QAA-BBHR (eaux tropicales eutrophiques) ont été analysés (Table 1).

Table 1. Les modèles bio-optiques utilisés.

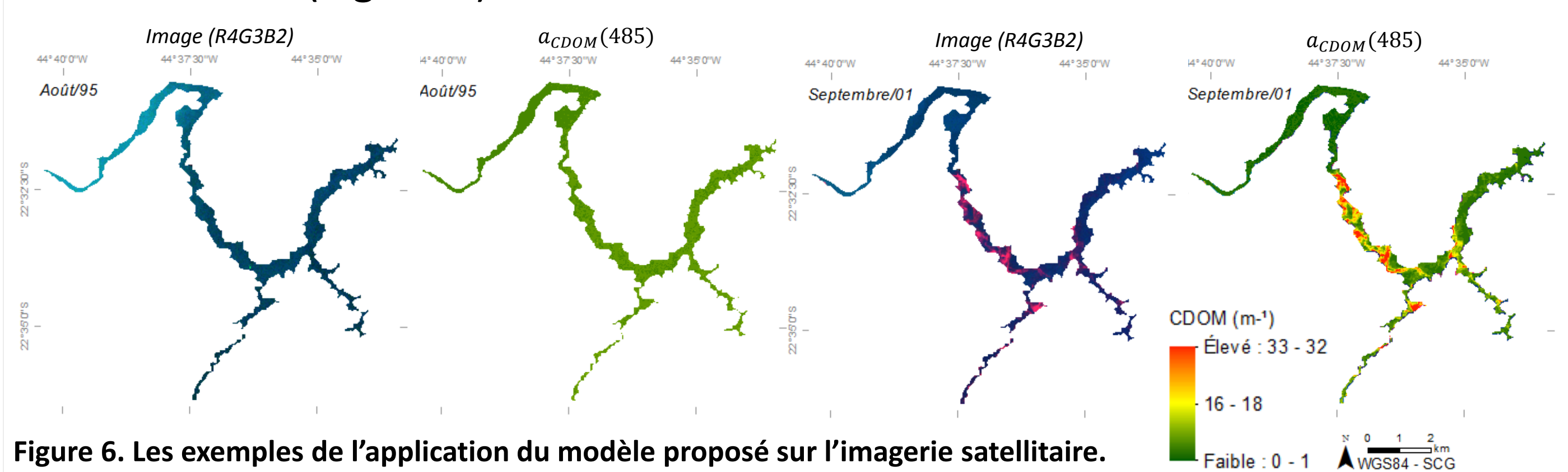
Modèle	Type	Input $R_{rs}$	Output	Reference
Griffin	EM	B1, B2, B3	$a_{CDOM}(400)$	Zhu et al., 2014
D'sa	EM	B1, B2	$a_{CDOM}(412)$	Zhu et al., 2014
Castilo	EM	B2, B3	$a_{CDOM}(412)$	Zhu et al., 2014
Kutser	EM	B2, B3	$a_{CDOM}(420)$	Zhu et al., 2014
Ficek	EM	B2, B3	$a_{CDOM}(440)$	Zhu et al., 2014
Mannino	EM	B1, B2	$a_{CDOM}(443)$	Zhu et al., 2014
QAA-BBHR(B3)	SA	B1, B2, B3, B4	$a_{dg}(485)$	Watanabe et al., 2016
QAA-BBHR(B4)	SA	B1, B2, B3, B4	$a_{dg}(485)$	Watanabe et al., 2016
QAA-BBHR+CDOM(B3)	SA	B1, B2, B3, B4	$a_{CDOM}(485)$	Watanabe et al., 2016; Zhu and Yu, 2013
QAA-BBHR+CDOM(B4)	SA	B1, B2, B3, B4	$a_{CDOM}(485)$	Watanabe et al., 2016; Zhu and Yu, 2013

<sup>a</sup>  $R_{rs}$  simulé / ME: Modèle Empirique. / SA: Modèle Semi-Analytique.

- **L'analyse d'ajustement:**  $R^2$  et valeur p : l'index du modèle (ME) ou les valeurs estimées (SA) vs  $a_{CDOM}(\lambda)$  mesuré.
  - **L'analyse des erreurs:** NRMSE, %RMSE, Nash et Bias : la valeur mesurée vs la valeur estimée.
  - **Résultat:** On a trouvé une mauvaise performance des modèles bio-optiques essayés (ME:  $R^2 < 0.01$  et valeur  $p > 0.78$  / QAAs:  $R^2 < 0.14$ , valeur  $p > 0.14$ , NRMSE  $> 0.50$ , %RMSE  $> 41$ , Bias  $< -0.46$ , Nash  $< -2.91$ ).
- II. **L'étude d'un nouveau modèle:** Le modèle  $a_{CDOM}(485)$  linéaire basé sur le ratio B4/B1 a été proposé après les analyses de corrélation (Figure 4) et de colinéarité (Figure 5).



- **Résultat:**  $R^2 = 0.91$ , valeur  $p < 0.05$ , NRMSE = 0.09, %RMSE = 7.27, Bias = 0.0008, Nash = 0.91. Le nouveau modèle a été capable d'identifier des petits changements en  $a_{CDOM}(485)$  car sa grande sensibilité aux valeurs de réflectance (Figure 6).



## Conclusions

- Les modèles étudiés n'ont pas réussi à bien estimer  $a_{CDOM}(\lambda)$  sur le FHR.
- Un nouveau modèle a été développé basé sur le 485 nm.
- Le modèle proposé a été plus adaptée pour estimer  $a_{CDOM}$  en utilisant les données orbitales du LT5TM.
- Le modèle proposé a montré une grande sensibilité à la  $R_{rsimulé}$ .

## Remerciements

Merci à l'UNESP et à l'INRS pour l'infrastructure de recherche, à l'INPE pour donner les données utilisées, et aux CNPq et PFLA pour le soutien financier.