

**TRATTORIA 2015****COMPTE RENDU DE LA TABLE RONDE****« INTEGRATION DES CODES DE TRANSFERT RADIATIF
DANS DES CHAINES OPERATIONNELLES »**

	Nom	et Affiliation
Rédigé par	Thomas August	EUMETSAT
Et	Adrien Deschamps	CNES

1. Description de la table ronde

Cette table ronde a pour objectif de rassembler des représentants de la communauté scientifique, de sociétés privées et d'institutions à vocations opérationnelles pour discuter des problèmes et solutions spécifiques à l'intégration de codes de transfert radiatif (CTR) dans des chaînes opérationnelles.

Thomas August (EUMETSAT) introduit le débat en rappelant les missions et applications opérationnelles nécessitant l'emploi de CTR, en rappelant les contraintes et enjeux propres au contexte opérationnel et en brochant une ébauche d'inventaire de codes utilisés dans des contextes opérationnels couvrant le domaine spectral depuis l'UV jusqu'aux micro-ondes. Les débats sont animés conjointement avec Adrien Deschamps (CNES). Les grandes lignes de cette présentation d'introduction sont résumées ci-après.

Les CTR sont typiquement employés pour l'assimilation des mesures (essentiellement spatiales) dans des modèles numériques ou pour résoudre le problème inverse et permettre la restitution de paramètres géophysiques dans des chaînes opérationnelles. L'emploi des CTR peut intervenir de différentes manières:

- directement dans la chaîne de traitement ;
- de façon sous-jacente, pour dériver une approximation rapide du modèle de TR: raies-par-raies vs modèles rapides, Look-Up Tables (LUT) ;
- en amont, pour entraîner des méthodes statistiques: réseaux neuronaux, régressions linéaires, tests de température de brillance ;
- hors-ligne, pour suivre l'évolution des caractéristiques instrumentales de la mesure pendant sa mission et également caractériser les erreurs d'observation pour l'assimilation/la restitution.

La vocation opérationnelle s'entend aussi dans le cadre de la préparation de missions futures et de l'intégration des CTR dans les prototypes des chaînes de traitement.

Quelques exemples de CTR utilisés à des fins opérationnelles.

- CRTM (US): NOAA, NCEP...
- RTTOV (Europe): ECMWF, UK M-O, M-F (assimilation), EUMETSAT (restitutions), etc.
- FORLI (B): ULB/LATMOS/EUMETSAT, dont les produits de composition atmosphérique sont assimilés dans le modèle numérique MACC
- 4A / 4AOP (FR): LMD (restitution des gaz à effet de serre, dont les produits sont assimilés par MACC), IASI TEC
- VLIDORT (US), SCIATRAN (D), Pstar (J): EUMETSAT...
- MoMo & Couleur de l'océan
- OSS (prévu pour MTG-IRS)
- ...

Un certain nombre d'aspects pratiques s'imposent lors de l'intégration dans des chaînes opérationnelles. Faisant l'hypothèse d'un CTR utilisé comme librairie externe, sont à prendre en compte:

- L'enjeu de disponibilité des produits (ex >99%) : le logiciel doit être fiable et robuste
- Portabilité: L'environnement matériel et logiciel/système est souvent imposé par le programme. Ils peuvent différer de l'environnement de développement du CTR
- Interfaçage: le contexte logiciel imposé par la mission/le programme, il varie d'une mission à l'autre. L'interfaçage doit être documenté et clair.
- La présentation par défaut du CTR des paramètres d'entrée peut être différente de la représentation dans la CTO, ex. grille de pression, échantillonnage des émissivités...Ce qui peut induire des interpolations et donc une augmentation du temps de calcul, voire un risque de perte de précision. Dans la pratique, l'application s'adapte souvent à la définition par défaut du CTR, mais il peut être avantageux de prévoir des modules d'entraînement/configuration pour permettre à l'utilisateur de configurer le CTR selon son besoin.
- La maintenance et l'évolution doivent pouvoir être assurées, par exemple pour mettre à jour de nouvelles caractéristiques instrumentales, prendre en compte une nouvelle science...
- Le contrôle de configuration du CTR est essentiel
- Modularité/Approche objet: L'instanciation dans différentes sous-fonction d'une chaîne de traitement est parfois limitée par la stratégie d'initialisation adoptée pour le CTR
- Optimisation des temps de calcul: c'est un point critique pour une production en temps réel, voire plus rapide que le temps réel dans le cas de re-traitement d'une mission complète à des fins climatologiques par exemple.

- Licence/Utilisation: le CTR peut-il être utilisé par des tiers, au moins le temps d'une étude externe pour faire évoluer les algorithmes de la chaîne de traitement ?

2. Participants

August	Thomas	EUMETSAT
Brajard	Julien	LOCEAN
Chami	Malik	LOV
Chaumat	Laure	Thalès Services
Deschamps	Adrien	CNES
Descloitres	Jacques	ICARE
Jaumouillé	Elodie	CNES
Labonnote	Laurent	LOA
Lafrance	Bruno	CSSI
Lenot	Xavier	CSSI
Lifermann	Anne	CNES
Meunier	Louis-François	Météo-France
Nobileau	Delphine	Capgemini
Pelon	Jacques	LATMOS
Pierangelo	Clémence	CNES
Riedi	Jérôme	LOA
Roquet	Pascale	Météo-France
Saulquin	Bertrand	ACRI
Sokolov	Anton	LPCA
Sourdeval	Odran	Université de Leipzig
Spéry	Laurent	Thalès
Steinmetz	François	Hygeos
Tournier	Bernard	Noveltis

3. Compte-rendu des discussions

Les codes utilisés dans des contextes opérationnels proviennent d'origines différentes: communautés scientifiques, institutions, équipes de recherche ou sociétés privées. Ceci implique des stratégies différentes en termes de validation, d'intégration, de maintenance, d'évolution pour les acteurs opérationnels. Certains codes sont dédiés à une application voire une mission, d'autres permettent de simuler des observations d'un ensemble de missions sur une grande plage spectrale. Une préférence se dégage chez les utilisateurs de CTR pour une concentration de modules couvrant des aspects différents du TR et différents instruments sous une même et unique interface.

Par ailleurs, la réécriture de codes « historiques » et reconnus présente des risques. Le problème de la validation des codes est un problème récurrent. Les inter-comparaisons sont nécessaires, mais le réalisme des données d'entrée des CTR est essentiel et difficile à évaluer. De manière générale, la « mise en opérationnel » de codes de recherches est coûteuse, longue et fastidieuse. D'où l'importance de se préoccuper du caractère « opérationnel » des codes dans les phases amont de développement.

Un certain nombre de participants regrette de n'avoir pas accès à suffisamment de codes et de bases de données. Il est constaté que les différentes communautés utilisatrices des CTR se parlent en général peu. L'intérêt d'ateliers francophones liés au transfert radiatif est exprimé. La nécessité d'avoir une plateforme regroupant les différents CTR « libres » également.

RTTOV est cité comme exemple de succès de CTR à vocation opérationnelle. Son approche multi-mission, la maintenance & évolution ainsi que la documentation assurée par une communauté dédiée, le support aux utilisateurs et l'animation de retour via workshops et revues sont cités comme des atouts clés dans la réussite de ce type de projets. L'absence de la prise en charge de la diffusion dans le visible est regrettée et a été discutée. Les calculs impliqués par un tel module sont coûteux en temps, et de fait font obstacle au caractère « rapide » de ce CTR.

Il est cependant exprimé qu'il serait illusoire de vouloir répondre à tous les besoins à travers un unique outil de transfert radiatif. L'importance, en revanche, d'uniformiser la description de l'atmosphère dans les différents CTR est soulignée.

Pour la diffusion notamment, l'approche par LUT atteint ses limites. Le calcul direct et complet du transfert radiatif s'impose (via des outils Monte-Carlo, ou l'Adding Doubling). Ceci provient notamment du fait que le nombre de paramètres pour décrire les atmosphères, notamment nuageuses, est trop important pour des LUTs. Une autre raison est la nécessité de disposer de Jacobiens pour effectuer de l'estimation optimale.

Des améliorations du temps de calcul et des efforts scientifiques pour la paramétrisation elle-même sont nécessaires. Pour le temps de calcul, il est fait référence à la table ronde dédiée. En ce qui concerne la paramétrisation, il est majoritairement admis que des efforts sont nécessaires pour homogénéiser autant que possible/besoin la description physique du vecteur d'état, ce qui s'applique spécifiquement à la diffusion mais plus généralement à tous les aspects du TR, surtout dans le contexte d'un code généraliste.

Les discussions font ressortir les exigences nouvelles et croissantes des utilisateurs sur les missions opérationnelles:

- Synergies multi-missions, ce qui implique des codes multi-spectraux ou généralistes
- Précisions accrues, ce qui requiert une description et une connaissance sans cesse améliorées de la physique du TR et de sa modélisation (cf. table ronde sur la spectroscopie).
- Estimation des erreurs des produits/assimilation, ce qui implique d'avoir accès de manière précise aux diverses composantes du budget d'erreur global, dont le CTR est un élément : composantes systématiques et aléatoires.

Il semble donc nécessaire d'agréger les banques de données d'entrées aux modèles qui sont dédiées isolément à différentes applications, voire de les homogénéiser.

De même, un effort de validation est nécessaire pour certaines des banques de données sous-jacentes au CTR, comme les réflectances/émissivités de surface ou les aérosols. L'intercomparaison de CTR ou des banques de données associées est une étape nécessaire, qui reste à poursuivre, mais pas forcément suffisante. Le problème est complexe et les moyens d'y parvenir restent à étudier.

L'enjeu est de caractériser les produits et exploiter les mesures au plus près du bruit de l'instrument.

4. Bilan et recommandations

Pour les scientifiques, la session a permis, selon, un rappel ou une prise de conscience des enjeux associés à l'opérationnalisation d'un code, du besoin d'intégrer une discipline logicielle très en amont, dès les premiers développements du code.

Pour les agences, il est important de considérer le volet logiciel et éventuellement associer labos de recherches et expertise logicielle extérieure (dans les sociétés privées essentiellement). Ceci pour répartir dans le temps, voire minimiser l'effort d'opérationnalisation (spécifications, performances, documentation...) et d'intégration (vérifications, qualification...) pour les codes concernés in fine.*

- ⇒ Recommandation 1 : Pour les agences, de considérer le volet logiciel dans les spécifications pour les développements futurs de CTR ou d'études scientifiques sur le TR, même amont.

Pour faciliter la circulation de l'information, la comparaison des codes (éventuellement leur réconciliation), leur documentation, leur évolution sous contrôle de configuration, leur intégration, il est proposé:

- ⇒ Recommandation 2 : D'étendre et de mettre à disposition via la plateforme Icare et/ou le futur pôle atmosphère les outils, codes, banques de données liés au transfert radiatif
- ⇒ Recommandation 3 : d'animer la communauté utilisatrice, l'utilisation de cette plateforme et organiser le support aux utilisateurs
- ⇒ Recommandation 4 : de considérer les opportunités d'intégration de nouvelles fonctions de TR en tant que nouveau module d'un code préexistant et reconnu, comme RTTOV ou 4A/OP .
- ⇒ Recommandation 5 : de maintenir un Trattoria « généraliste » à basse fréquence (tous les 5 ans) et organiser des ateliers ciblés (ex: sur un des sujets traités en tables rondes) plus fréquemment, sous forme de groupes de travail.