



Environment  
Canada

Environnement  
Canada

Canada

# Le Système d'Analyse Régionale Déterministe de Précipitations (CaPA-ARDP)

**Guy Roy - LCMM**

**Service météorologique du Canada**

**Vincent Fortin - RPN-E**

**Division de la recherche en  
météorologie**

**CRAAQ – CGAP**

**Drummondville, Québec**

**26 février, 2013**

# Plan

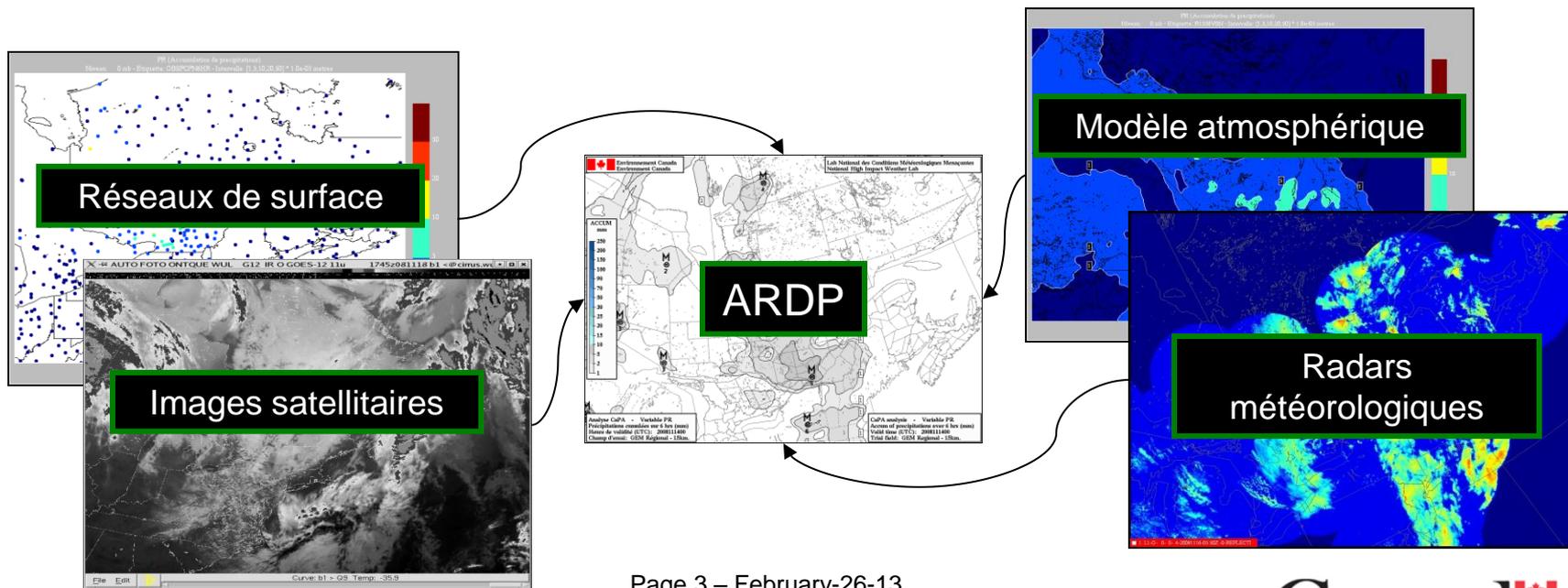
---

- Objectif de CaPA-ARDP
- Bref historique du projet
- Méthodologie et stratégie
- Sources d'information
- Exemples de sortie
- Contrôle de qualité
- Habilité de CaPA-ARDP
- Assimilation des QPEs radars
- Exemples d'applications
- Travaux en cours et à venir
- Où trouvez les analyses
- Documentation
- Portail DAI



# Objectif de CaPA-ARDP (1 de 2)

- Produire en temps réel des estimés numérisés (sur grille) de cumuls de précipitations (QPE) en s'appuyant sur l'interpolation optimale pour combiner différentes sources d'information sur la précipitation



# Objectif du CaPA (2 de 2)

---

- Deux raisons **principales** pour sa conception:
  - Contribuer à l'initialisation des systèmes de prévisions numériques par le biais de CaLDAS
  - Fournir l'information sur la précipitation requise par les applications de prévision et de monitoring environnementaux: (hydrologie, météorologie, climatologie, etc)
- CaLDAS en une phrase:
  - Système canadien d'assimilation des données de surface responsable de fournir l'information requise sur l'humidité du sol, la température du sol et l'enneigement, par les systèmes de prévisions numériques du temps.



# Bref historique du projet (1)

---

- 2003:
  - *Reconnaissance chez EC du manque d'information sur la distribution spatiale et temporelle de la précipitation au Canada;*
- 2004:
  - *Planification du projet CaPA;*
- 2005-2006:
  - *Réalisation et validation de « l'expérience CaPA »;*
- 2007:
  - *Mahfouf, J-F. et al. publient les résultats dans Atmosphère-Océan;*
- 2008-2009:
  - *Modification du prototype pour en faire un système complet d'analyse de précipitations;*



# Bref historique du projet (2)

---

- 2010:
  - *Implantation et validation d'une passe EXPERIMENTALE;*
- 2011 (avril):
  - *Implantation OPERATIONNELLE de CaPA-ARDP-v2.2:*
    - *Résolution de 15km*
    - *Cumuls de 6 (prelim et final) et 24h*
    - *Combine obs de sfc et prév à court terme (6h-12h) du SRPD*
    - *Procédures de CQ automatisées*
- 2012 (octobre):
  - *Implantation de CaPA-ARDP-v2.3:*
    - *Résolution horizontale de 10km*
    - *Ajout d'un module de CQ temporel*



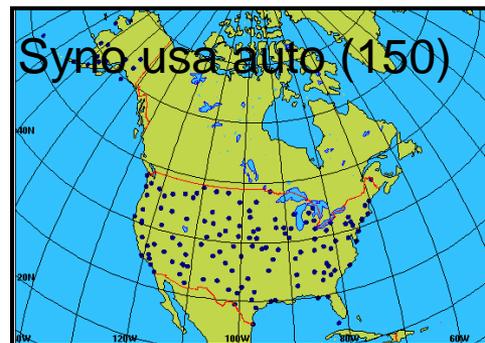
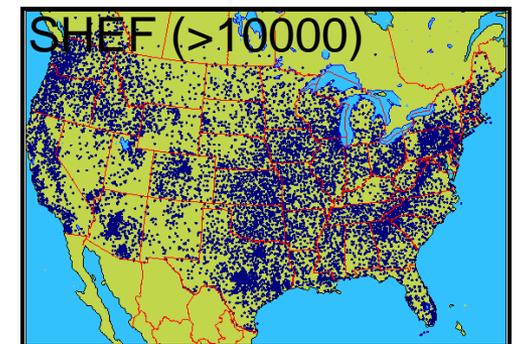
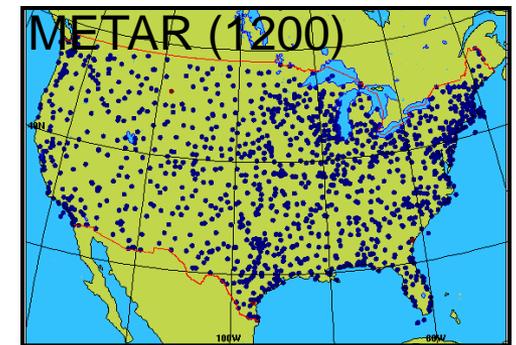
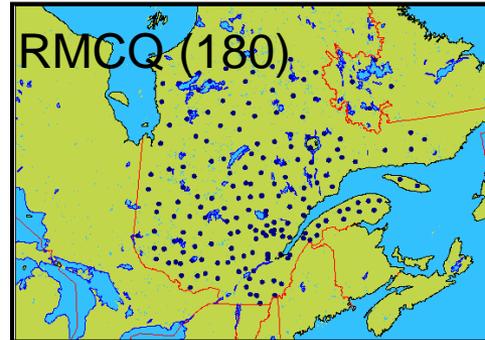
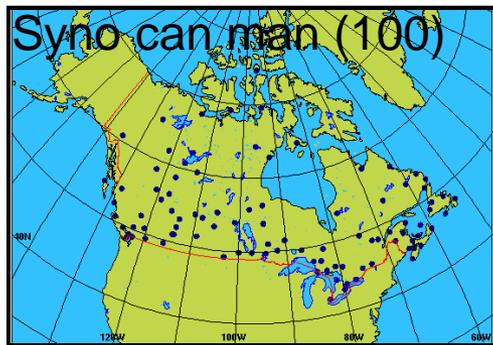
# Méthodologie et stratégie

---

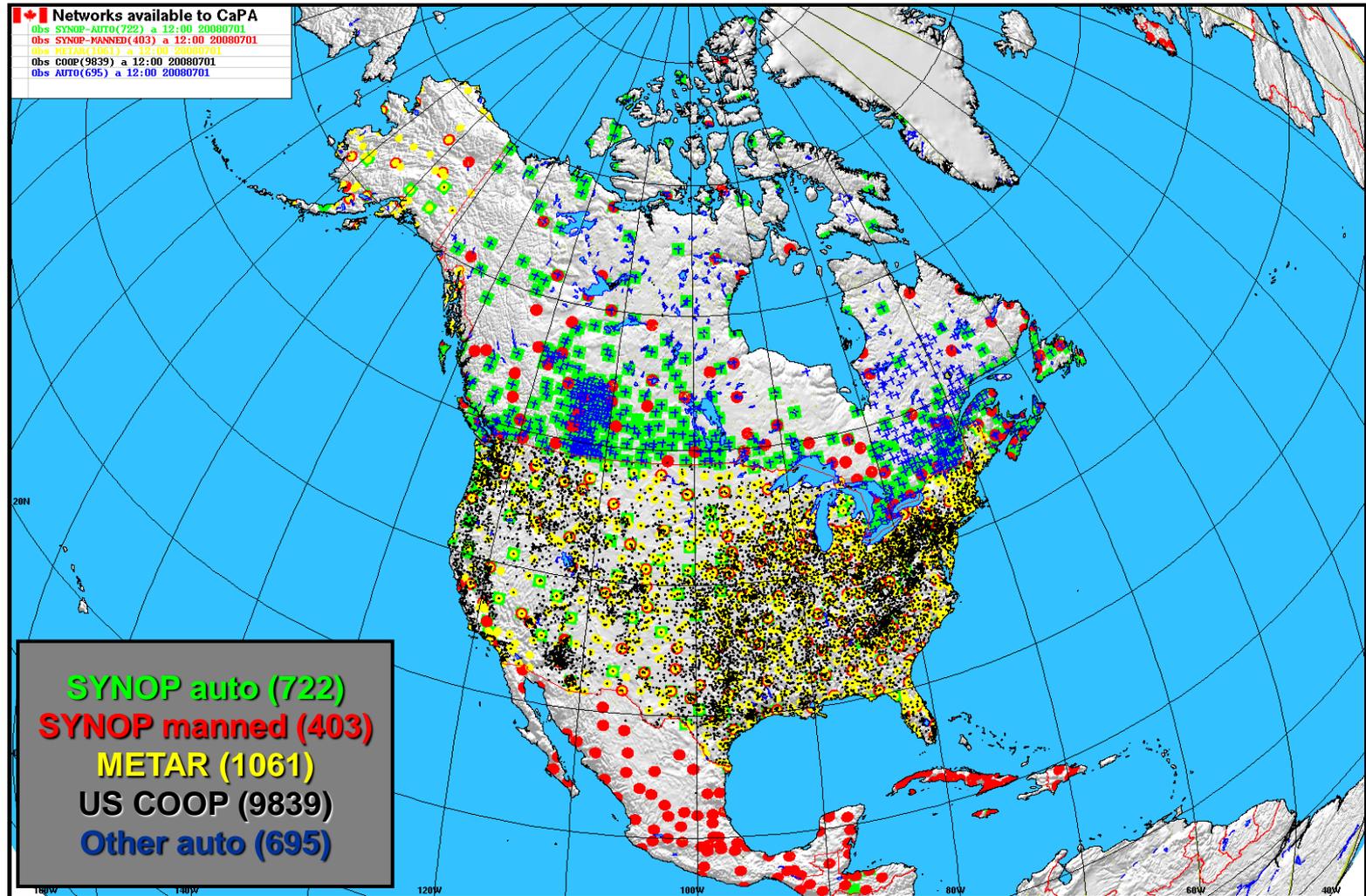
- S'appuie sur l'interpolation optimale (alias krigeage résiduel)
- Statistiques d'erreurs continuellement mises à jour par analyse variographique:
  - Permettent de déterminer la pondération relative des observations et du champ d'essai lors du processus d'analyse
- Considère l'erreur et le biais de chaque sources de données
- Génère un indice de confiance numérisé qui correspond au poids attribués aux observations dans l'analyse finale.
  - 1 signifie que l'analyse est une moyenne pondérée d'obs voisines seulement;
  - 0 signifie que l'analyse est égale au champ d'essai et donc que l'habileté de l'analyse est identique à celle du champ d'essai;
- Produit un fichier diagnostic ascii en sortie pour suivre la performance de l'analyse.



# Sources d'information (1 de 3): Réseaux de sfc

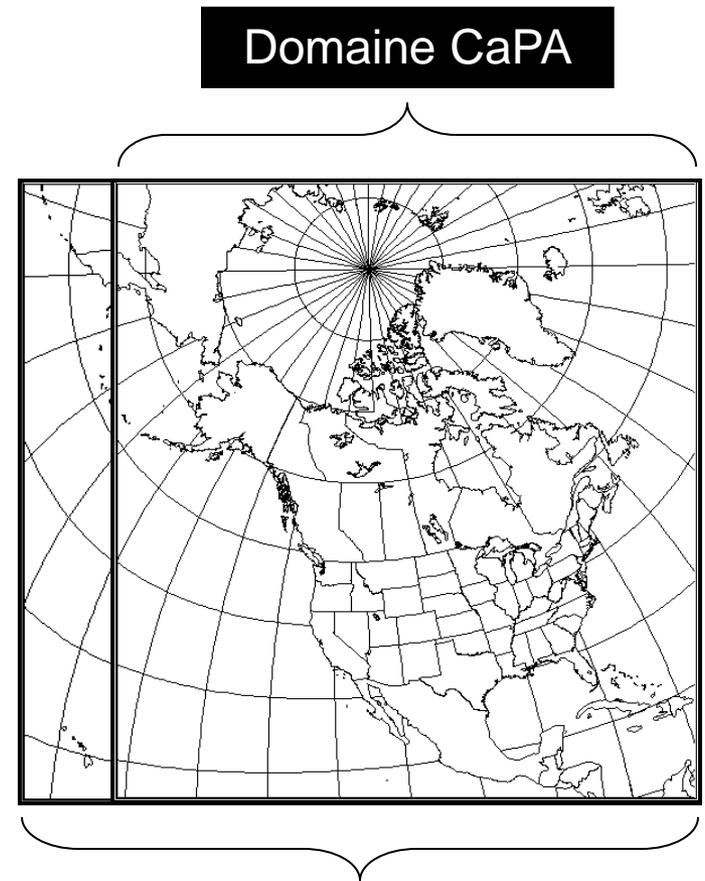


# Sources d'information (2 de 3): Obs assimilées par CaPA en juillet 2008



# Sources d'information (3 de 3): Le champ d'essai

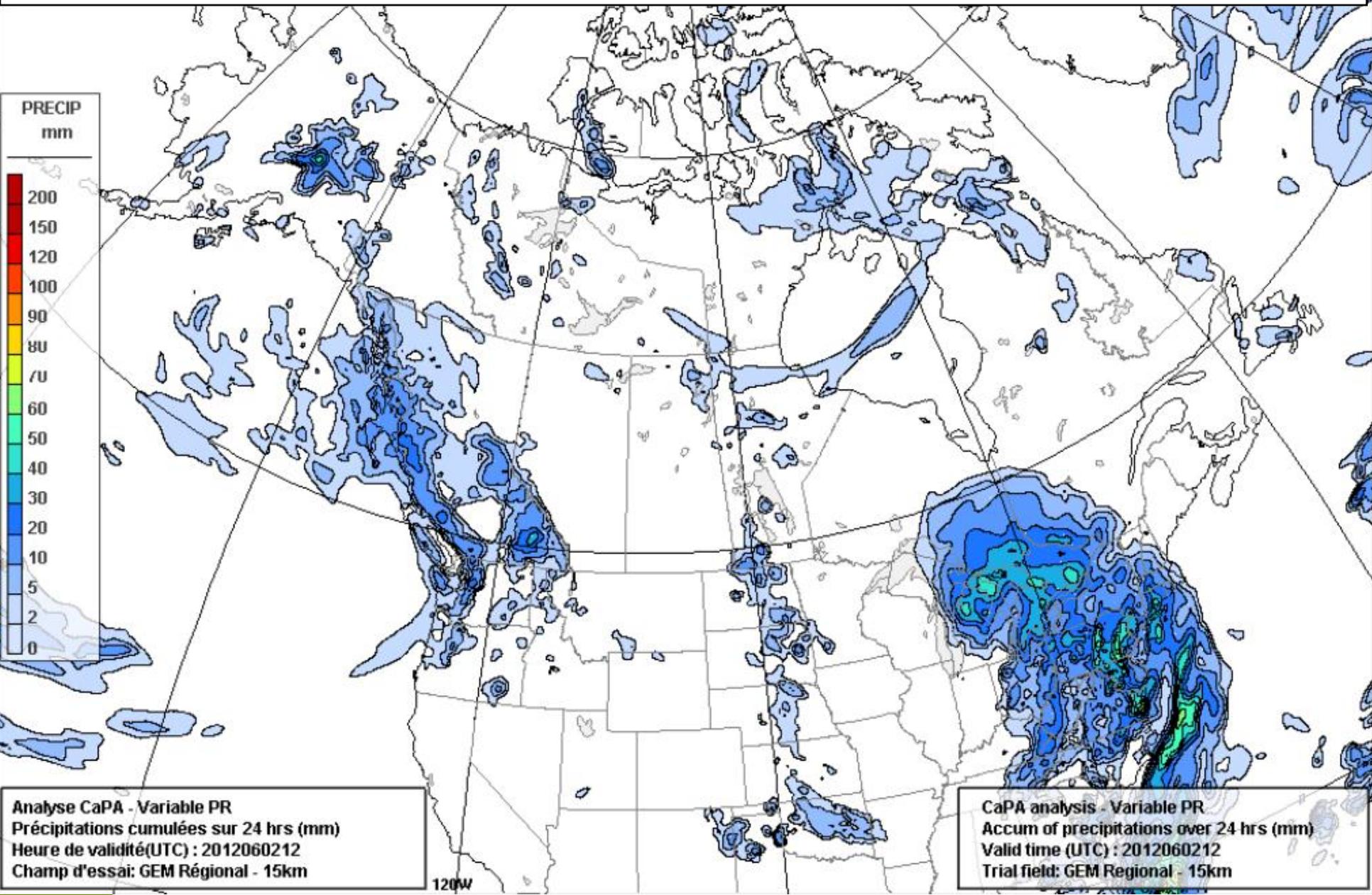
- **Prévision à court terme du modèle atmosphérique:**
  - SRPD-3.0.0 à 10km;
  - Champ PR (Qté de précipitation cumulative) des sorties vieilles de 12 heures;
  - Différences entre les échéances T+12h et T+6h pour les cumuls sur 6 heures;
  - Sommation de 4 de ces différences pour produire des cumuls sur 24 heures.



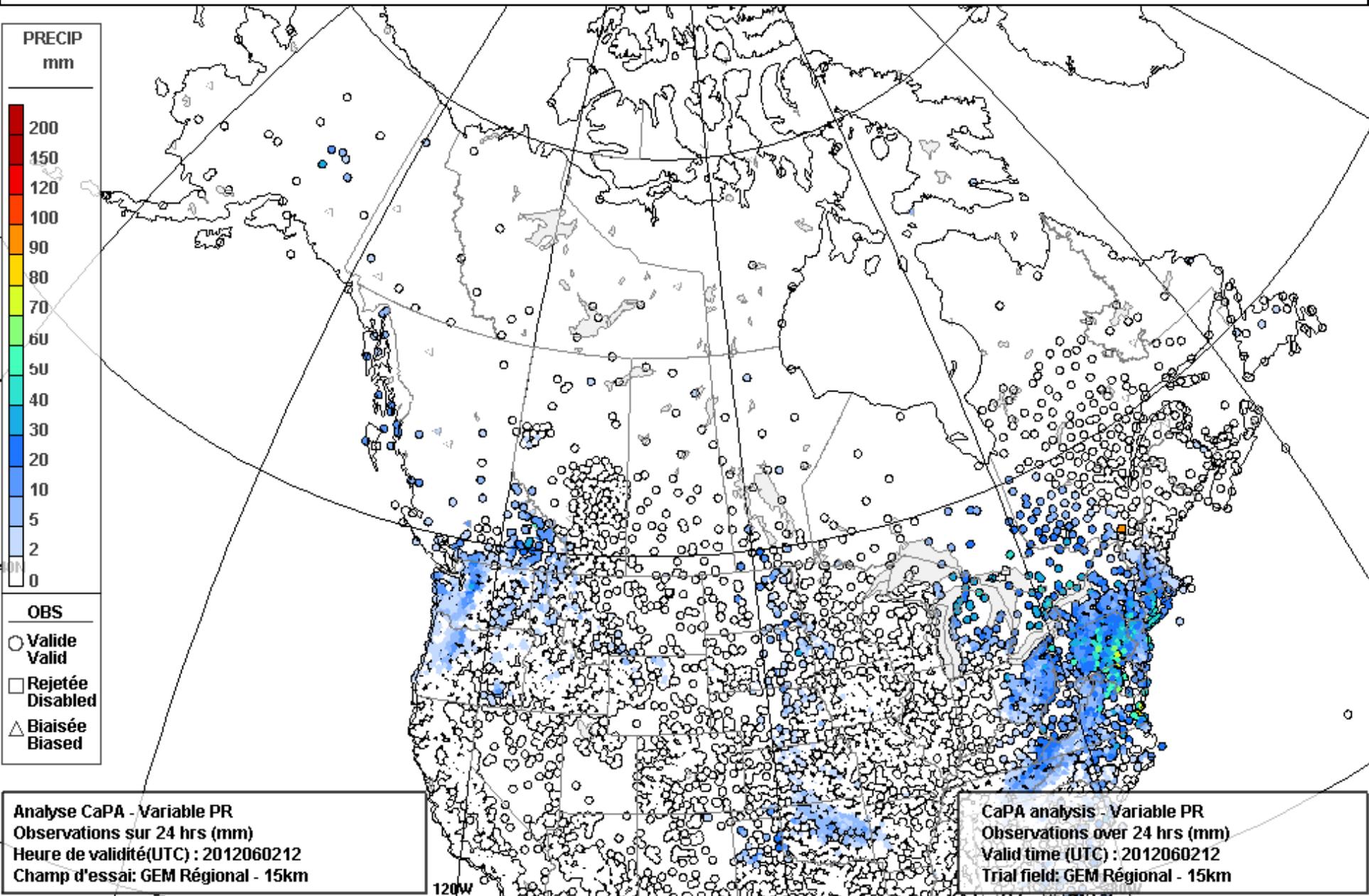
SRPD-3.0.0



# Exemples de sortie (1 de 3): Analyse 24h

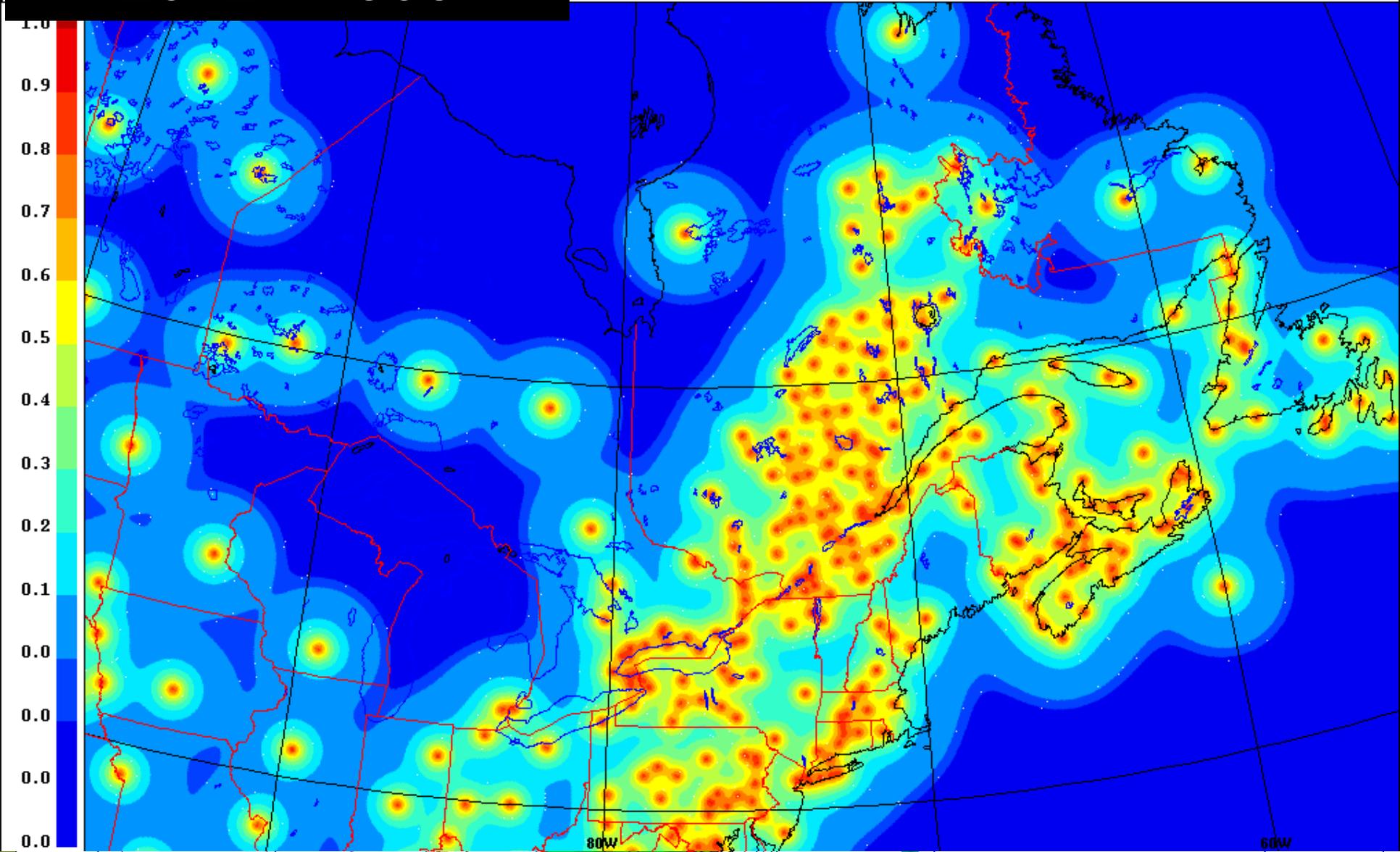


# Exemples de sortie (2 de 3): Obs de cumuls 24h



# Exemples de sortie (3 de 3): Indice de confiance

2012111306



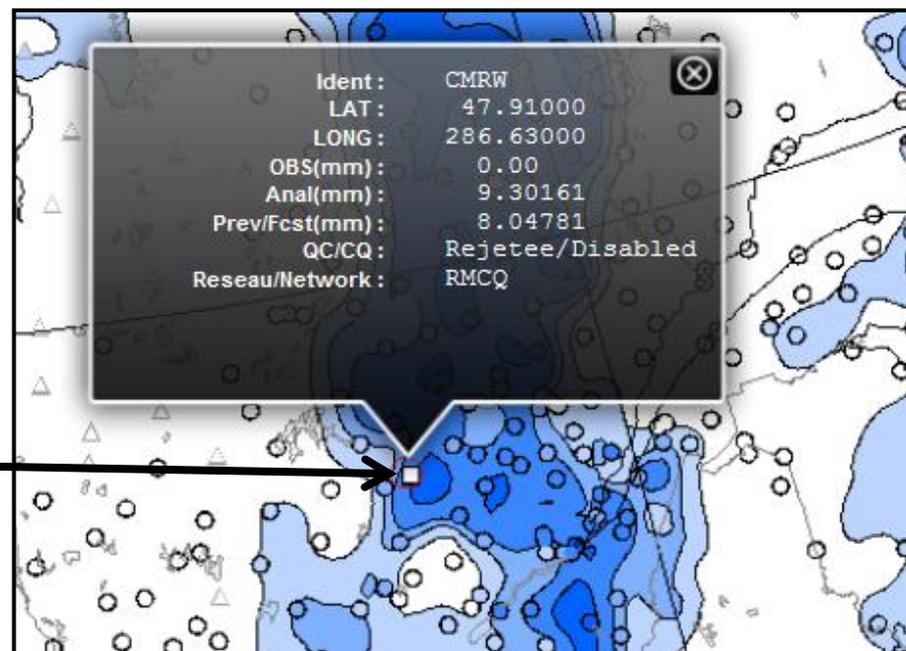
# Contrôle de qualité: (1 de 3)

## Spatial

- Chaque observation soumise au système est comparée avec ses voisines selon une méthode appelée « loo analysis QC ». Dans le cas où l'inégalité ci-dessous est vrai, l'observation est rejetée par le système;

$$|x_a^{(o)} - x_o| > T \sqrt{\text{var}(x_a^{(o)}) + \sigma_o^2}$$

Exemple d'obs qui a été rejetée parce que trop différente de ses voisines



# Contrôle de qualité: (2 de 3)

## Temporel

- Permet de détecter les erreurs systématiques dont les faux zéros:
- Jumelé à la possibilité de fournir des directives au système pour forcer le rejet ou l'inclusion d'une station

2012091912	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.81538	0	2012101212	71460	146	45.97	278.52	0.00000	8.71391	6
2012092012	71460	146	45.97	278.52	0.00000	13.93376	0	2012101312	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.35217	6
2012092112	71460	146	45.97	278.52	0.00000	1.90472	0	2012101412	71460	146	45.97	278.52	0.00000	16.39426	0
2012092212	71460	146	45.97	278.52	0.00000	6.97386	7	2012101512	71460	146	45.97	278.52	0.00000	44.83158	1
2012092312	71460	146	45.97	278.52	0.00000	5.88753	7	2012101612	71460	146	45.97	278.52	0.00000	6.57796	6
2012092412	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.68875	7	<u>2012101712</u>	<u>71460</u>	<u>146</u>	<u>45.97</u>	<u>278.52</u>	<u>0.00000</u>	<u>0.38898</u>	<u>7</u>
2012092512	71460	146	45.97	278.52	0.00000	2.82862	7	2012101812	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.02529	7
2012092612	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.48354	7	2012101912	71460	146	45.97	278.52	0.00000	2.07766	7
2012092712	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	7	2012102012	71460	146	45.97	278.52	0.00000	3.01922	7
2012092812	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	7	2012102212	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	7
2012092912	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	7	2012102312	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	7
2012093012	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.12652	7	2012102412	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	7
2012100112	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.01687	7	2012102512	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.30715	7
2012100212	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	0	2012102612	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.57972	7
2012100312	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00127	7	2012102712	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00042	7
2012100412	71460	146	45.97	278.52	0.00000	2.76145	0	2012102812	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	7
2012100612	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.15291	0	2012102912	71460	146	45.97	278.52	0.00000	1.75144	7
2012100712	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.72383	6	2012103012	71460	146	45.97	278.52	0.00000	6.94810	7
2012100812	71460	146	45.97	278.52	0.00000	4.75510	0	2012103112	71460	146	45.97	278.52	0.00000	3.48965	7
2012100912	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00000	0	2012110112	71460	146	45.97	278.52	0.00000	5.41643	7
2012101012	71460	146	45.97	278.52	0.00000	12.05992	0	2012110212	71460	146	45.97	278.52	0.00000	3.92992	7
2012101112	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.20259	0	2012110312	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.11787	7
								2012110412	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.00251	7
								2012110512	71460	146	45.97	278.52	0.00000	0.04208	7

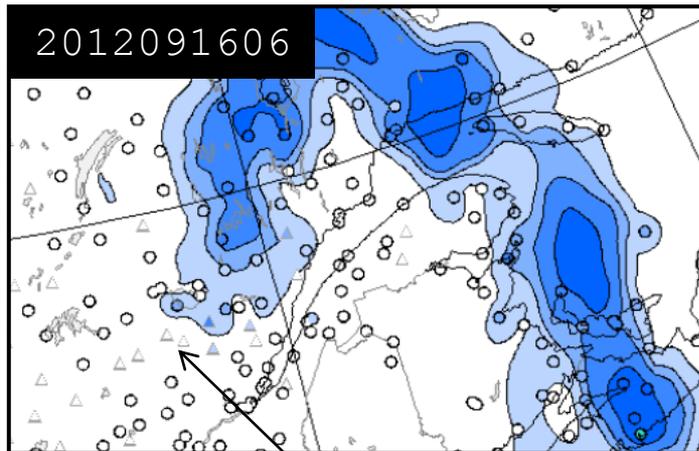
Directive ajoutée le  
2012101712 pour  
forcer le rejet de la  
station 71460



# Contrôle de qualité: (3 de 3)

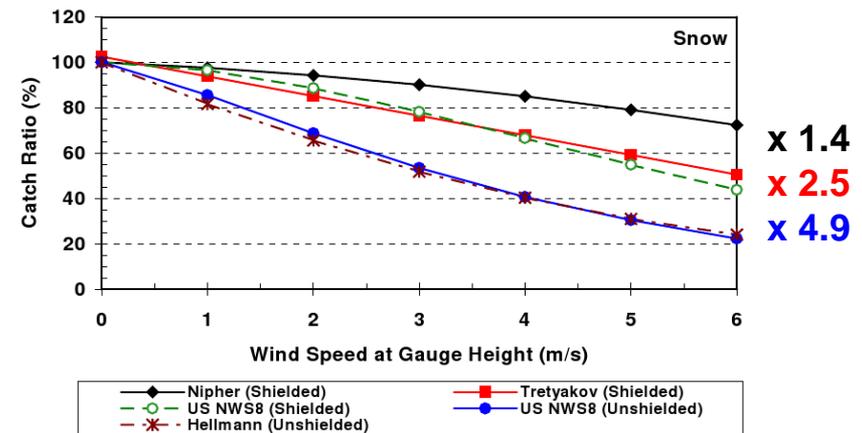
## Obs biaisée

- En hiver, l'analyse se dégrade lorsqu'on intègre toutes les stations;
- S'explique principalement par l'existence d'un problème de sous-captage de la précipitation par temps froid et venteux;
- Un algorithme de CQ a été développé pour identifier et retirer du jeu de données les observations biaisées négativement.



Les obs biaisées sont rejetées

Figure 2 Plot of Catch Ratios versus Wind based on best fit regression equations shown in Table 3 for snow; the Tretyakov curve was plotted for  $T_{max} = -2.0^{\circ}\text{C}$ .





# Habilité de CaPA: Analyse 6h, Été 2012

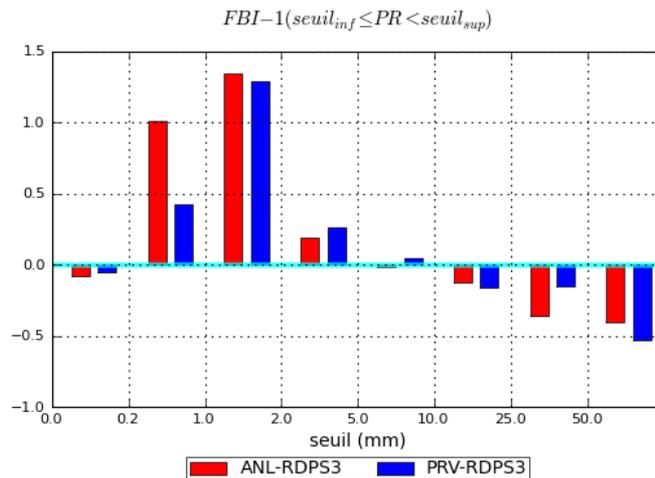
## Biais catégoriel

$$FBI = \frac{H + F}{H + M}$$

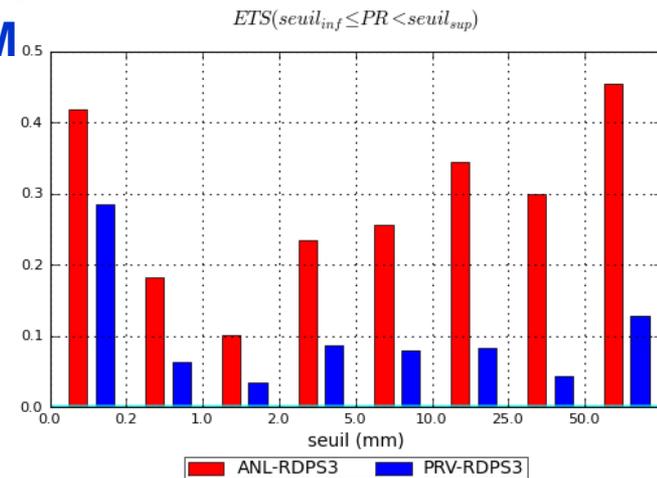
## Indice de menace équitable

$$ETS = \frac{H - H_c}{H + M + F - H_c}$$

20120619-20120831 6h v23rc3 Anal-rdps3 vs Prev-rdps3 Syn man can usa ref

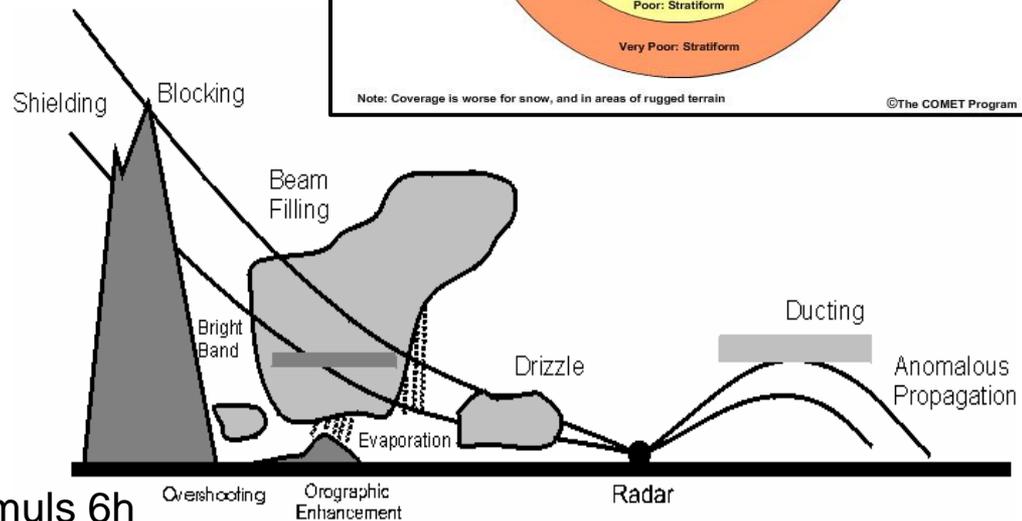
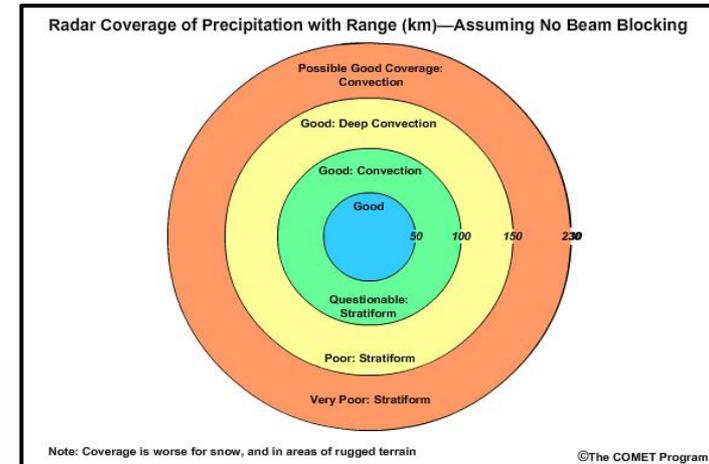


**CaPA**  
**GEM**



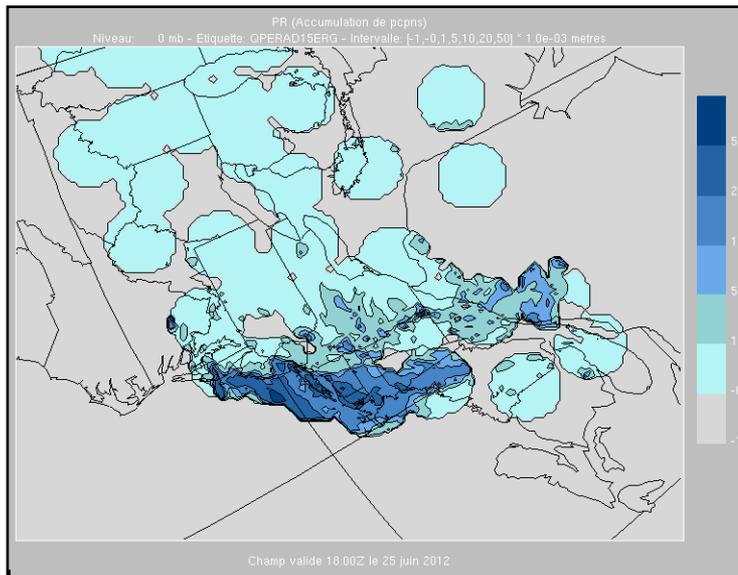
# Assimilation des QPEs radars (1 de 3)

- Produit de base:
  - PARN\_1H et PASN\_1H basé sur PRECIPET du système URP
- Post-traitement:
  - Homogénéisation:
    - Portée limitée à 120km
    - Conversion en EE
    - Décontamination
    - Bande brillante et grêle
  - Sommation:
    - Accum 6h et 24h
  - Normalisation:
    - Correction du biais spatial moyen sur les cumuls 6h
  - Composite:
    - Carte composite d'accums 6 et 24h de tous les radars sur une grille à 10km

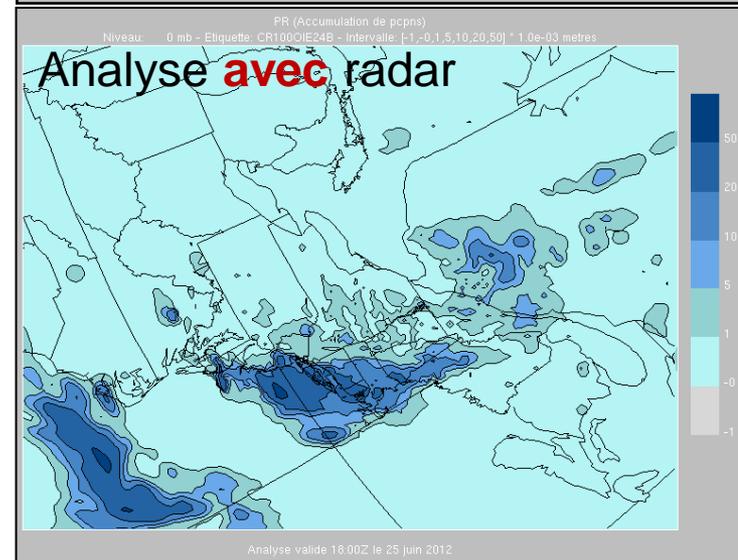
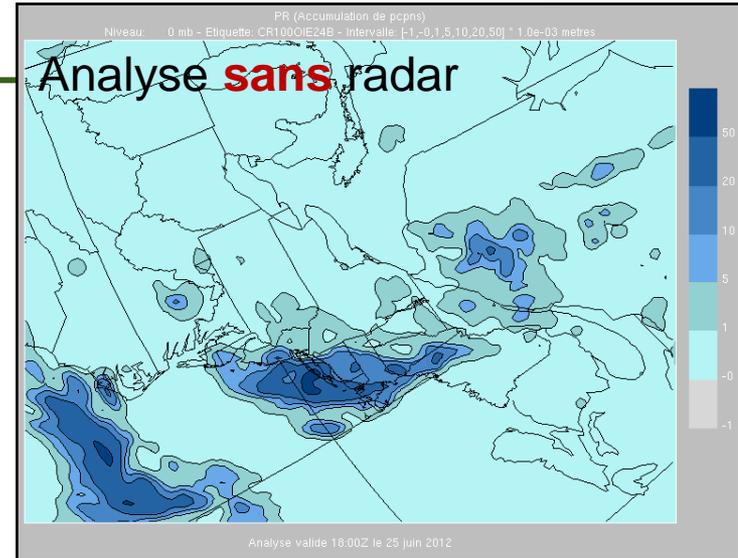


# Assimilation des QPEs radars (2 de 3)

**Cumuls 6h  
Composite radar  
2012-06-25 18 UTC**



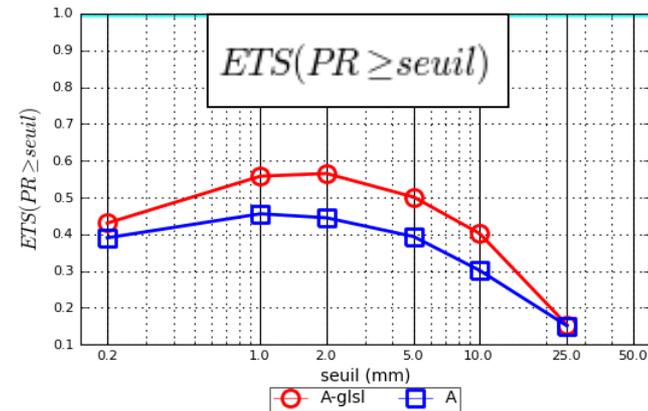
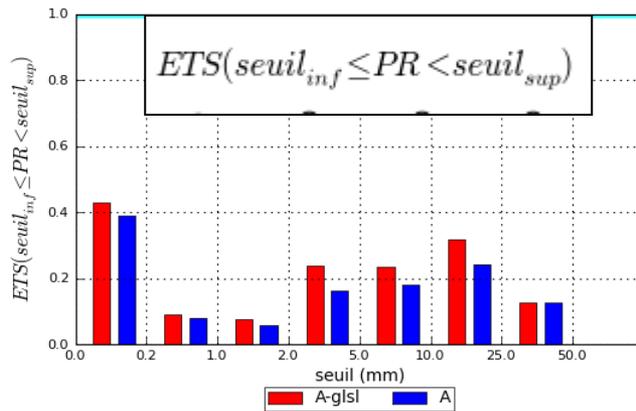
47 radars



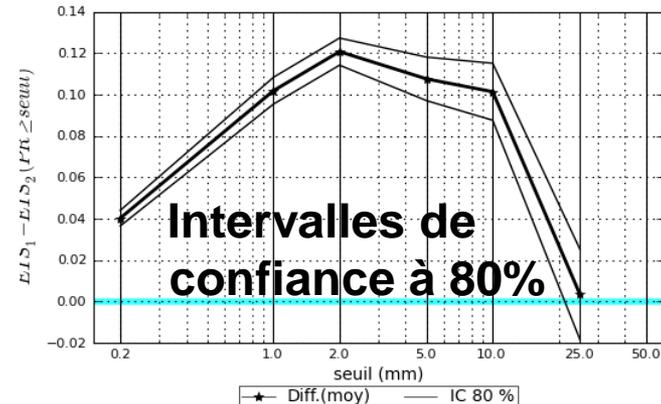
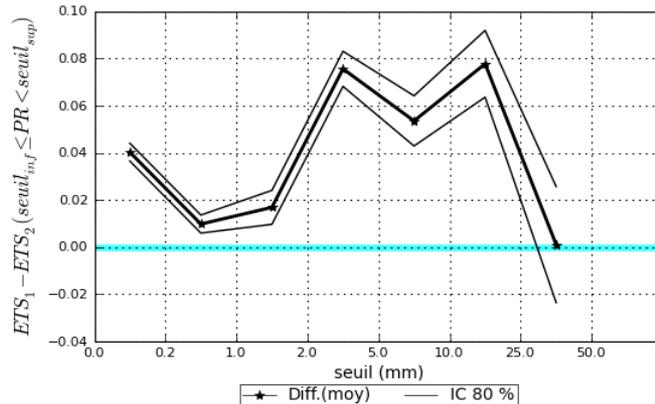
# Assimilation des QPEs radars (3 de 3)

## Analyse 6h, été 2012, avec et sans QPE radar

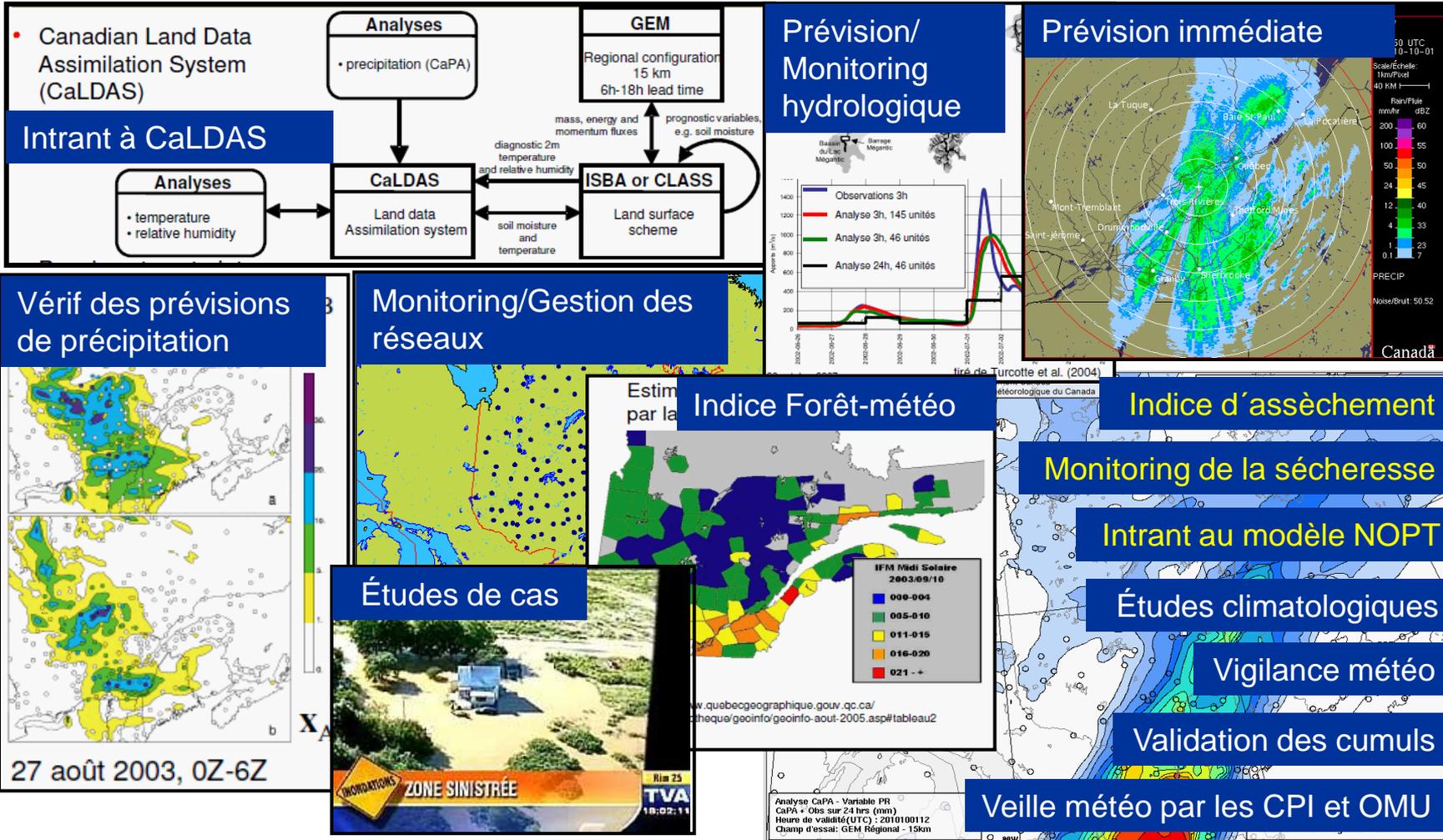
20120601\_20120831 6h v24b4rgRad Anal VS v24b4rg Anal syncanusaglsl



### CaPA AVEC (47) radars VS CaPA SANS radar



# Exemples d'application



# Travaux en cours et à venir

---

- Assimiler les QPEs radars (CaPA version 3.0.0) pour l'été 2013;
- Assimiler des observations additionnelles des réseaux provinciaux et coopératifs;
- Assimiler des obs de précip solide avec biais corrigé de telle sorte que l'habileté de l'analyse se trouve améliorée lorsque évaluée aux stations du réseau de référence (stations synoptiques manuelles);
- Utiliser les QPEs dérivés des satellites et évaluer d'autres produits satellitaires (eg. CMORPH );
- Produire une analyse 24h « climatologique » et cumuler sur un mois;
- Augmenter la résolution de l'analyse (10 à 2.5 km);
- Considérer le biais du champ d'essai (GEM) et de la transformation de données;
- Améliorer les procédures de contrôle de qualité;
- Explorer la possibilité de produire une analyse 6h sur une base horaire;
- Notes techniques et publications scientifiques;



# Où trouver les analyses CaPA

---

Produits numérisés en format GRIB:

- [http://www.weatheroffice.gc.ca/grib/grib2\\_RDPA\\_ps15km\\_f.html](http://www.weatheroffice.gc.ca/grib/grib2_RDPA_ps15km_f.html)
- <http://dd.weatheroffice.gc.ca>

Images sur le site du SMC:

- [http://www.weatheroffice.gc.ca/analysis/index\\_f.html](http://www.weatheroffice.gc.ca/analysis/index_f.html)

Site internet spécialisés (Portail DAI):

- <http://loki.qc.ec.gc.ca/DAI/CaPA>

Site geomet (google earth ou meteo4u):

- <http://wms.weatheroffice.gc.ca/geomet>

Réanalyses disponibles sur demande:



# Documentation

---

## Note d'information générale (GENOT):

- [http://dd.weatheroffice.ec.gc.ca/doc/genots/2012/10/02/NOCN03\\_CWAO\\_022155\\_00170](http://dd.weatheroffice.ec.gc.ca/doc/genots/2012/10/02/NOCN03_CWAO_022155_00170)

## Feuillelet d'information sur CaPA:

- [http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/cmc/CMOI/product\\_guide/docs/lib/op\\_systems/doc\\_opchanges/CaPA\\_feuillelet\\_information\\_20120514\\_f.pdf](http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/cmc/CMOI/product_guide/docs/lib/op_systems/doc_opchanges/CaPA_feuillelet_information_20120514_f.pdf)

## Note technique:

- [http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/cmc/CMOI/product\\_guide/docs/lib/op\\_systems/doc\\_opchanges/technote\\_rdp\\_a\\_20121018\\_f.pdf](http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/cmc/CMOI/product_guide/docs/lib/op_systems/doc_opchanges/technote_rdp_a_20121018_f.pdf)

## Publication scientifique (Mahfouf et al. 2007):

- [http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/cmc/CMOI/product\\_guide/docs/lib/op\\_systems/doc\\_opchanges/mahfouf\\_brasnett\\_gagnon-cap\\_a-atmosphere-ocean-2007.pdf](http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/cmc/CMOI/product_guide/docs/lib/op_systems/doc_opchanges/mahfouf_brasnett_gagnon-cap_a-atmosphere-ocean-2007.pdf)



# Portail DAI (1 de 7)

DAI - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils Aide

DAI

loki.qc.ec.gc.ca/DAI/DAI-f.html

Google

Données  
Accès  
Intégration

ACCUEIL NOUVELLES ENGLISH COMMENTAIRES

Ouvrir une Session  
Enregistrement

• = Acceptation de copyrights  
• = Enregistrement nécessaire  
• = Restreint aux partenaires

Observations →  
Réanalyses →  
Modèles Régionaux du Climat →  
Modèles Globaux du Climat →  
Prédicteurs →  
Outils de Mise à l'Échelle Stat →  
Analyses CAPA →  
Intégration →  
Données Satellites →  
Atlas DAI  
Liens utiles

A propos du Portail DAI Les données L'équipe DAI

## A propos du Portail DAI

Le Portail DAI est un outil de distribution de données environnementales et climatiques. Il est le fruit de la collaboration entre:

- Le **Centre de recherche sur les changements climatiques et l'environnement global (GEC3)** est un centre de recherche interdisciplinaire et multiuniversitaire qui rassemble plus de 40 chercheurs de cinq universités québécoises (McGill, Montréal, Québec à Montréal, Sherbrooke et Laval) pour l'étude des processus, des modèles et des répercussions de la transformation de l'environnement et du climat.  

- Le **Réseau canadiens des scénarios de changement climatique (RCSCC)** qui relève de la Division de la recherche sur l'adaptation et les répercussions (DRAR), est le nouveau moyen de distribution pour la recherche sur les scénarios de changement climatique et sur l'adaptation d'Environnement Canada. Ce service offre à la fois des perspectives nationales et régionales sur les impacts et l'adaptation. Le RCSCC comprend des noeuds dans toutes les régions du Canada. La section Sciences atmosphériques et enjeux environnementaux d'Environnement Canada - Région du Québec est également impliquée, notamment dans l'administration du portail DAI et la gestion informatique du système.  

- Le Réseau de recherche sur la sécheresse ou **Drought Research Initiative (DRI)** regroupe plusieurs universités et chercheurs du gouvernement fédéral et provincial afin de mieux comprendre les caractéristiques et les procédés influençant les sécheresses dans les Prairies Canadiennes, et de contribuer à une meilleure prévision, en étudiant les récentes sécheresses de 1999 et 2004-2005.  

- Au sein de ce partenariat, le **Consortium Ouranos** sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques a fourni l'accès aux données du Modèle Régional Canadien du Climat.



# Portail DAI (2 de 7)

DAI - Mozilla Firefox

loki.qc.ec.gc.ca/DAI/capa-f.html

Données Accès Intégration

ACCUEIL NOUVELLES ENGLISH COMMENTAIRES

Ouvrir une Session  
Enregistrement

- = Acceptation de copyrights
- = Enregistrement nécessaire
- = Restreint aux partenaires

Observations →  
Réanalyses →  
Modèles Régionaux du Climat →  
Modèles Globaux du Climat →  
Prédicteurs →  
Outils de Mise à l'Échelle Stat →  
Analyses CAPA →  
Intégration →  
Données Satellites →  
Atlas DAI  
Liens utiles

## Analyse Canadienne de Précipitations (CaPA)

Le système de production d'analyses de précipitations (CaPA) d'Environnement Canada vise à attribuer aux points de grille d'un domaine géographique le meilleur estimé possible d'un cumul de précipitations. La technique statistique utilisée permet de combiner différentes sources d'information sur les précipitations afin de produire l'estimé. La configuration du système CaPA au Centre Météorologique Canadien (CMC) combine un champ d'essai provenant du modèle atmosphérique REG-LAM3D à 15 kilomètres de résolution avec les observations de cumuls de précipitations contenues dans la base de données opérationnelles du CMC pour produire l'analyse régionale déterministe de précipitations (ARDP).

Le champ d'essai est fabriqué à partir d'une prévision à court terme des accumulations de précipitations sur 6 heures du modèle REG-LAM3D. Pour les accumulations de 24 heures, on somme 4 cumuls de 6 heures consécutifs.

Les observations de précipitations proviennent des stations manuelles et automatiques des réseaux synoptiques, aéronautiques et coopératifs. Le réseau RMCQ est le Réseau Météorologique Coopératif du Québec tandis que le réseau SHEF est un réseau météorologique coopératif américain.

Des informations additionnelles sont disponibles dans le [feuillelet d'information du système CaPA](#).

L'article de [Mahfouf et al \(2007\)](#) décrit plus en détails la méthodologie utilisée pour produire les analyses de précipitations.

[Consulter les analyses de précipitations disponibles](#)

### Remerciements et références

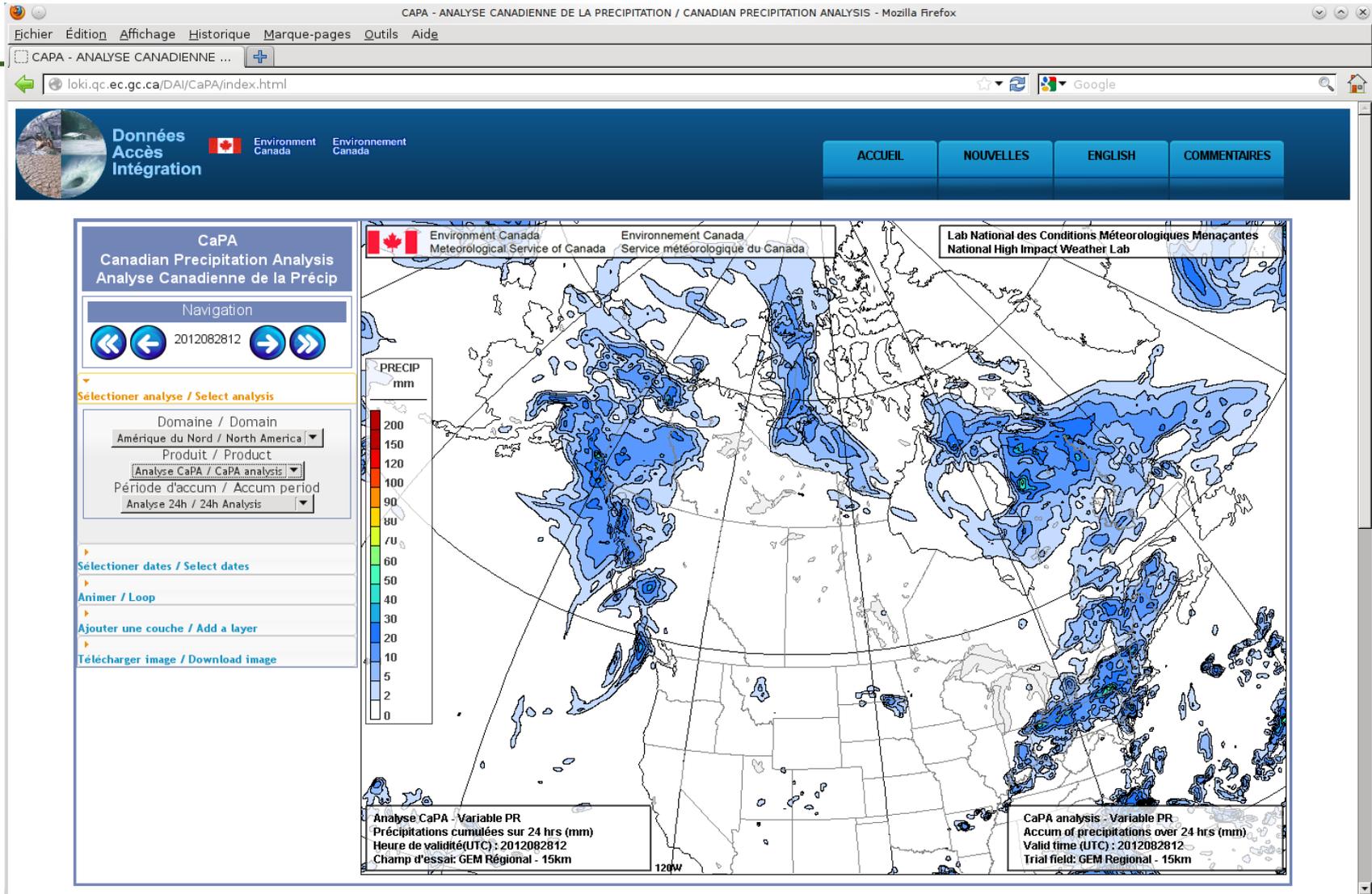
Les partenaires du RMCQ sont :

- Hydro-Québec (HQ)
- Ministère Du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)
- Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRN)
- Rio Tinto Alcan
- Société de Protection des Forêts contre le FEU (SOPFEU)
- Service Météorologique du Canada (SMC)

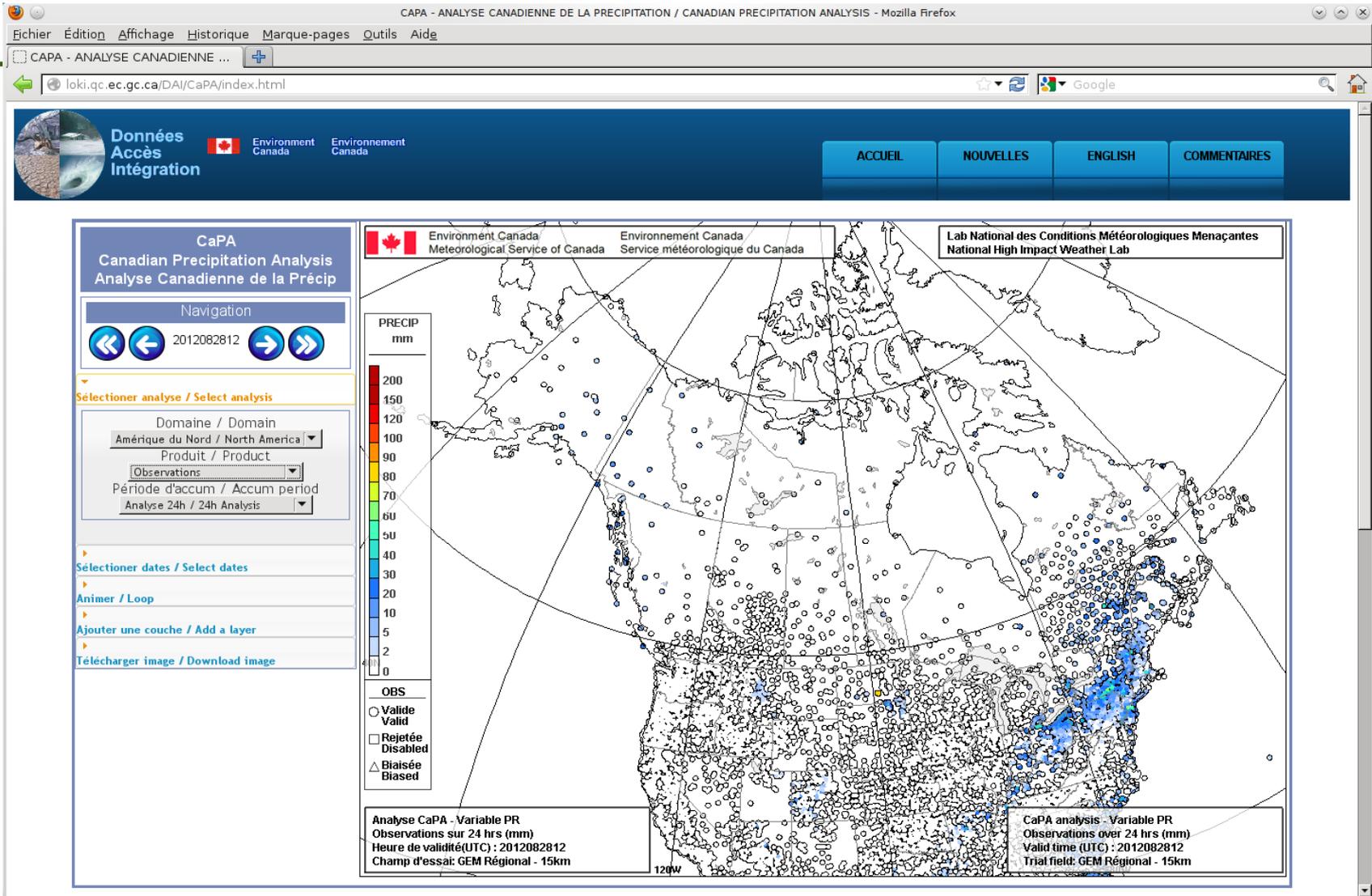
[Cliquez ici pour plus d'informations sur les droits de propriétés, les remerciements et les références.](#)



# Portail DAI (3 de 7)



# Portail DAI (4 de 7)



# Portail DAI (5 de 7)

CAPA - ANALYSE CANADIENNE DE LA PRÉCIPITATION / CANADIAN PRECIPITATION ANALYSIS - Mozilla Firefox

loki.qc.ec.gc.ca/DAI/CaPA/index.html

Données Accès Intégration

Environnement Canada

ACCUEIL NOUVELLES ENGLISH COMMENTAIRES

**CaPA**  
Canadian Precipitation Analysis  
Analyse Canadienne de la Précip

Navigation  
2012082812

Selectionner analyse / Select analysis

Domaine / Domain  
Amérique du Nord / North America

Produit / Product  
Observations

Période d'accum / Accum period  
Analyse 24h / 24h Analysis

Selectionner dates / Select dates

Animer / Loop

Ajouter une couche / Add a layer

Télécharger image / Download image

PRECIP mm

200  
150  
120  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
5  
2  
0

OBS  
 Valide  
 Rejetée  
 Biaisée

Ident: SRENS  
 LAT: 46.73000  
 LONG: 260.51000  
 OBS(mm): 83.10  
 Anal(mm): 1.77452  
 Prev/Fcst(mm): 3.12673  
 QC/CQ: Rejetée/Disabled  
 Réseau/Network: SHEP

ALYN8 SRENS MONN8

Analyse CaPA - Variable PR  
 Observations sur 24 hrs (mm)  
 Heure de validité(UTC) : 2012082812  
 Champ d'essai: GEM Régional - 15km

CaPA analysis - Variable PR  
 Observations over 24 hrs (mm)  
 Valid time (UTC) : 2012082812  
 Trial field: GEM Régional - 15km



# Portail DAI (6 de 7)

CAPA - ANALYSE CANADIENNE DE LA PRECIPITATION / CANADIAN PRECIPITATION ANALYSIS - Mozilla Firefox

loli.qc.ec.gc.ca/DAI/CaPA/index.html

Données Accès Intégration

Environnement Canada

ACCUEIL NOUVELLES ENGLISH COMMENTAIRES

**CaPA**  
Canadian Precipitation Analysis  
Analyse Canadienne de la Précip

Navigation  
2012082812

Selectionner analyse / Select analysis

Domaine / Domain  
Amérique du Nord / North America

Produit / Product  
Observations

Période d'accum / Accum period  
Analyse 24h / 24h Analysis

Selectionner dates / Select dates

Animer / Loop

Ajouter une couche / Add a layer

Télécharger image / Download image

Environnement Canada / Meteorological Service of Canada

Lab National des Conditions Météorologiques Menaçantes / National High Impact Weather Lab

**PRECIP mm**

200  
150  
120  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
5  
2  
0

**OBS**

Valide / Valid

Rejetée / Disabled

Biaisée / Biased

Analyse CaPA - Variable PR  
Observations sur 24 hrs (mm)  
Heure de validité(UTC) : 2012082812  
Champ d'essai: GEM Régional - 15km

CaPA analysis - Variable PR  
Observations over 24 hrs (mm)  
Valid time (UTC) : 2012082812  
Trial field: GEM Régional - 15km

Ident : 71610  
LAT : 45.43000  
LONG : 288.32000  
OBS(mm) : 6.00  
Anal(mm) : 6.37899  
Prev/Fcst(mm) : 16.74110  
QC/CQ : Valide/Valid  
Reseau/Network : SYNOP-AUTO

71610 71611 71494



# Portail DAI (7 de 7)

