

---

# **IMPACT DE LA DIRECTION DE COMPRESSION RÉGIONALE SUR LES MODÈLES DE PALÉOPRESSIONS EN ABITIBI**

**IMPLICATIONS SUR LA CARTOGRAPHIE DES HAUTS POTENTIELS AURIFÈRES**

---

**PROJET 2008-01 (Phase II)**

Par : Silvain Rafini  
Janvier 2010



**CONSOREM**

Consortium de recherche  
en exploration minérale

---

## AVERTISSEMENT

---

Ce document présente certains résultats des travaux de recherche du CONSOREM (Consortium de Recherche en Exploration minérale) rendus publics pour le bénéfice de l'ensemble de la communauté géologique, ceci après la période de confidentialité prévue aux règlements généraux du CONSOREM.

Bien que ce document ait subi un processus d'évaluation interne, des erreurs ou omissions peuvent s'y retrouver et seul CONSOREM en assume la responsabilité.

Le contenu du document demeure la propriété de son auteur et du CONSOREM et peut être reproduit en totalité ou en partie à des fins non-commerciales en citant la référence suivante :

*Rafini, S., 2010. Impact de la direction de compression régionale sur les modèles de paléopressions en Abitibi : Implications sur la cartographie des hauts potentiels aurifères. Rapport, Projet CONSOREM 2008-01, 63 p.*

Toutefois, la reproduction multiple de ce document, en tout ou en partie, pour diffusion à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de CONSOREM.

## CONSOREM

Université du Québec à Chicoutimi  
555, boulevard de l'Université  
Chicoutimi, QC, G7H 2B1

Tél. : (418) 545-5011 poste 5634

Courriel : [consorem@uqac.ca](mailto:consorem@uqac.ca)

Site Web: [www.consorem.ca](http://www.consorem.ca)

---

## RÉSUMÉ

---

Les déformations régionales synchrones de la mise en place des minéralisations aurifères orogéniques en Abitibi ont été numériquement reproduites en deux dimensions à l'aide du code de modélisation géomécanique *UDEC*. Les modèles réalisés fournissent une cartographie des états de contraintes sur l'ensemble de la province, résultants d'une combinaison des déformations élastiques internes aux blocs et élasto-plastiques sur le réseau de failles. En raison de la grande complexité structurale de l'Abitibi, la ou les direction(s) de raccourcissement, au moment des minéralisations, constitue un paramètre particulièrement difficile à établir et une source d'incertitude majeure de l'approche. L'impact de ce paramètre sur la déformation régionale et sur la distribution des cibles aurifères potentielles a donc été investigué dans cette étude à travers une série de neuf modélisations couvrant l'intervalle N330°- N010°.

Les cartes de variances et moyennes arithmétiques des valeurs de  $\sigma_{moy} ([\sigma_1 + \sigma_3]/2)$  montrent : 1) une sensibilité élevée aux abords de certaines failles, en particulier sur les couloirs NO-SE à ONO-ESE, et faible dans les blocs; 2) que les secteurs aurifères connus sont globalement inclus dans des zones de faibles moyennes; 3) que ces zones sont généralement stables (faible variance). Plus quantitativement, l'analyse statistique des distributions de contraintes sur les points minéralisés a fait apparaître des corrélations positives marquées de la présence d'or avec les faibles valeurs de  $\sigma_3$  et de  $\sigma_{moy}$ , et avec les fortes valeurs de la contrainte différentielle  $\Delta\sigma$  et du coefficient de rupture  $CR$  (potentiel de fracturation de Coulomb). Il est ici quantitativement confirmé que la combinaison de faibles pressions et d'une forte fracturation potentielle renferme les conditions privilégiées de minéralisation, et constitue un critère d'exploration de premier ordre. Bien que les modèles à direction de compression régionale située dans le quadrant NNO semblent produire des résultats davantage corrélés aux données réelles sur les minéralisations aurifères, il n'y a pas de contradiction entre les différents modèles en ce qui concerne la nature des corrélations établies. Une cartographie des hauts potentiels aurifère a pu être dressée aux abords des failles, sur la base des corrélations quantitativement établies, pour les modèles N330°, N350° et N010°. La superposition des cartes obtenues fait apparaître : 1) de vastes secteurs de récurrence de hauts potentiels dont certains sont connus (Val-d'Or – Malartic), d'autres inconnus (sud-ouest de Chibougamau, ouest de Casa-Berardi); 2) dans certains de ces secteurs (Val-d'Or), les cibles sont discontinues en zones plurikilométriques décalées d'un modèle à l'autre, évoquant ainsi un mécanisme de migration des cibles coordonné à la migration de la direction de compression régionale au cours des épisodes successifs de déformation syn-minéralisation; 3) l'apparition de conditions favorables est dans certaines régions globalement conditionnée par la direction de compression régionale : c'est le cas du tronçon de la Faille de Cadillac situé entre Kirkland Lake et Larder Lake, zone aurifère connue n'apparaissant comme favorable qu'avec des compressions N330° et N010°.

---

## TABLE DES MATIERES

---

RÉSUMÉ .....	ii
Table des Matières.....	iv
Liste des Figures.....	iv
Liste des Tableaux.....	vi
1 Introduction.....	1
2 Méthodologie.....	1
3 Résultats.....	3
3.1 Carte de variance.....	3
3.2 Carte de moyennes.....	4
3.3 Corrélations des modèles avec les minéralisations.....	5
3.3.1 Méthode d'analyse quantitative des corrélations variables simulées / variables mesurées.....	5
3.3.2 Comparaison des analyses corrélatives entre les différents modèles réalisés.....	8
3.3.3 Comparaison des analyses corrélatives entre les différentes variables de sortie des modèles.....	11
3.3.4 Cartographie des hauts potentiels aurifères et reconnaissance des cibles.....	16
4 Conclusions.....	25
Remerciements.....	26
Références.....	27
Annexe I - Courbes de corrélation et courbes cumulatives.....	28
Annexe II - Cartes de paléopressions.....	55

---

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 : Géométrie des failles. Cadres des 9 modèles suivant les orientations successives de $\sigma_1$ comprises entre N330° et N010°..	2
Figure 2 : Distribution de la variance des contraintes moyennes ( $\sigma_{moy}$ ) sur les 9 modèles..	3
Figure 3 : Carte des moyennes de $\sigma_{moy}$ sur les 9 modèles.....	4
Figure 4 : Moyennes de $\sigma_{moy}$ et minéralisations aurifères.....	5

Figure 5 :	a) Distribution de $\sigma_{\text{moy}}$ pour le modèle N330° ; b) <i>Idem</i> et distribution des indices aurifères > 1 g/t par tranche de valeurs de $\sigma_{\text{moy}}$ .....	7
Figure 6 :	a) Distribution normalisée (courbe de corrélation) des indices aurifères > 1 g/t en fonction de $\sigma_{\text{moy}}$ pour le modèle N330° (en gras : courbe lissée). b) Courbe témoin obtenue avec une variable aléatoire : la distribution uniforme atteste de l'absence de corrélation attendue.....	8
Figure 7 :	Comparatifs de corrélations entre les variables de sortie des modèles ( $\sigma_{\text{moy}}$ , coefficient de rupture) et les minéralisations ( <i>nombre d'indices aurifères &gt; 1 g/t</i> ). a) Courbes de corrélation non filtrés ; b) Courbes de corrélation filtrées. ....	10
Figure 8 :	Distribution des contraintes principales $\sigma_1$ et $\sigma_3$ sur l'ensemble du domaine considéré (trait moyen) et uniquement sur les points minéralisés .....	12
Figure 9 :	Distribution de $\Delta\sigma$ (= $\sigma_{\text{diff}}$ ) et $\sigma_{\text{moy}}$ sur l'ensemble du domaine considéré (trait moyen) et uniquement sur les points minéralisés pour le modèle N330° ..	13
Figure 10 :	Distribution des valeurs du coefficient de rupture sur l'ensemble du domaine considéré (trait moyen) et uniquement sur les points minéralisés pour le modèle N330°.....	14
Figure 11 :	Comparaison des valeurs à 50 % obtenues pour les modèles de différents azimuts. Les abscisses sont en degrés et les ordonnées en pourcentage .....	16
Figure 12 :	Distribution géographique des cibles établies sur critères de faibles $\sigma_3$ , pour les modèles N330°, N350° et N010°.....	18
Figure 13 :	Projection des gites et mines aurifères sur les cibles établies sur critère de faible $\sigma_3$ pour les modèles N330°, N350° et N010°.....	18
Figure 14 :	Distribution géographique des cibles établies sur critère de forts CR, pour les modèles N330°, N350° et N010°.....	19
Figure 15 :	Projection des gites et mines aurifères sur les cibles établies sur critère de fort CR pour les modèles N330°, N350° et N010°.....	19
Figure 16 :	Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des faibles valeurs de $\sigma_3$ . Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N330° .....	20
Figure 17 :	Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des faibles valeurs de $\sigma_3$ . Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N350° .....	20
Figure 18 :	Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des faibles valeurs de $\sigma_3$ . Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N010° .....	21
Figure 19 :	Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des fortes valeurs du coefficient de rupture. Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N330° .....	21

Figure 20 : Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des fortes valeurs du coefficient de rupture. Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N350° . . . . .	22
Figure 21 : Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des fortes valeurs du coefficient de rupture. Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N010° . . . . .	22

---

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : Paramètres rhéologiques des modèles . . . . .	2
Tableau 2 : Comparatifs de corrélations entre les variables de sortie des modèles ( $\sigma_{moy}$ et coefficient de rupture - CR) et les minéralisations. . . . .	9
Tableau 3 : Comparaison des valeurs à 50 % obtenues pour les modèles de différents azimuts (voir texte). . . . .	15
Tableau 4 : Valeurs seuil et proportions couvertes correspondantes, pour la définition des cibles. . . . .	17

---

## 1 INTRODUCTION

---

Cette étude s'inscrit dans la continuité du projet 2008-01 (Faure, Rafini et Trépanier, 2009), qui visait à établir des cartes de paléopressions sur l'ensemble de la Sous-province d'Abitibi à l'aide du modèleur géomécanique UDEC (*Universal Distinct Elements Code*) développé par Cundall (1971, 1980). L'orientation du tenseur de contraintes appliqué aux limites du modèle était fixée dans ces travaux à N330° et N345°, hypothèses basées sur des mouvements tardifs dextres sur les failles. Toutefois, la complexité structurale de l'Abitibi ne permet pas une définition précise de l'azimut de la contrainte principale, qui pourrait plus globalement être incluse dans l'intervalle N330°-N010°. Ce paramètre apparaît alors comme une source d'incertitude dans les modélisations géomécaniques, dont l'impact sur les résultats obtenus doit être investigué. La présente étude se fixe pour objectif d'étendre les azimuts pris en compte dans les modèles sur la totalité de l'intervalle N330°-N010°, ainsi que d'en déterminer les implications sur la cartographie des paléocontraintes et du potentiel pour l'or de type orogénique.

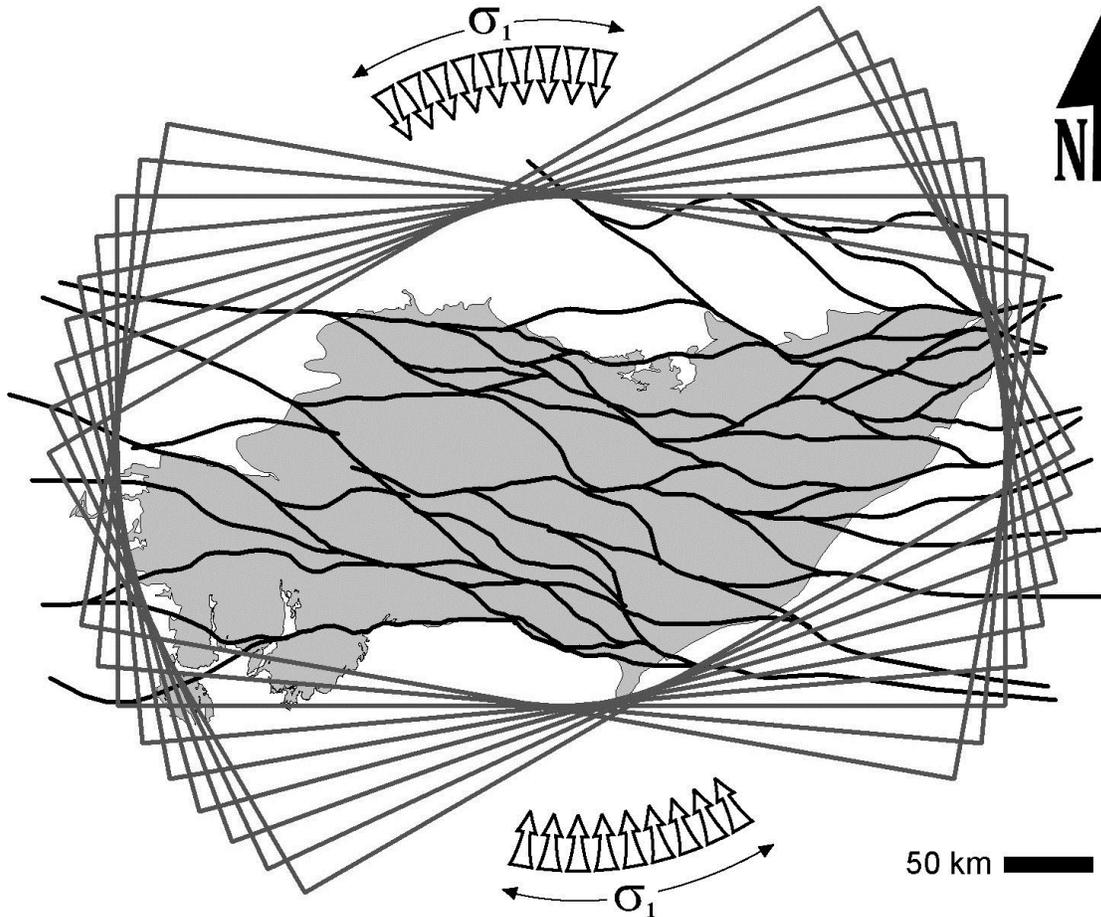
---

## 2 METHODOLOGIE

---

Les déformations régionales en Abitibi ont été numériquement reproduites à l'aide du code UDEC suivant une procédure analogue aux précédents travaux (Faure, Rafini et Trépanier, 2009), à l'exception de l'orientation du tenseur de contraintes appliqué aux limites externes des modèles. Celle-ci est décalée de 5 degrés entre chaque simulation, couvrant la gamme N330°-N010° par une série de 9 modèles (**Figure 1**). Les magnitudes de contraintes aux limites sont par ailleurs identiques (tenseur biaxial compressif), de même que la géométrie des couloirs de déformation, les paramètres rhéologiques des blocs et contacts (**Tableau 1**), ainsi que les conditions *in situ* (tenseur biaxial compressif). Les tenseurs biaxiaux compressifs aux limites et *in situ* sont de magnitudes égales, déterminée en fonction de la profondeur estimée des déformations simulées (8 km), en conditions critiques de rupture selon le critère de Colomb admettant un CR égal à 0,6 et un gradient de pression de fluide hydrostatique. Les valeurs obtenues sont  $\sigma_1 = 568$  MPa et  $\sigma_3 = 250$  MPa.

À des fins de comparaison entre les différents modèles, les simulations ont été stoppées au cycle 1400, qui est l'état de stabilité constaté pour le modèle N330°. Les cartes de pressions obtenues ( $\sigma_1$  et  $\sigma_3$ ) sont ensuite compilées, interpolées par la méthode des voisins naturels et comparées sur une grille cardinale commune.



**Figure 1.** Géométrie des principales failles de la Sous-province de l'Abitibi telles qu'utilisée dans Faure et al. (2009). Cadres des 9 modèles suivant les orientations successives de  $\sigma_1$  comprises entre N330° et N010° et par intervalles de 5 degrés.

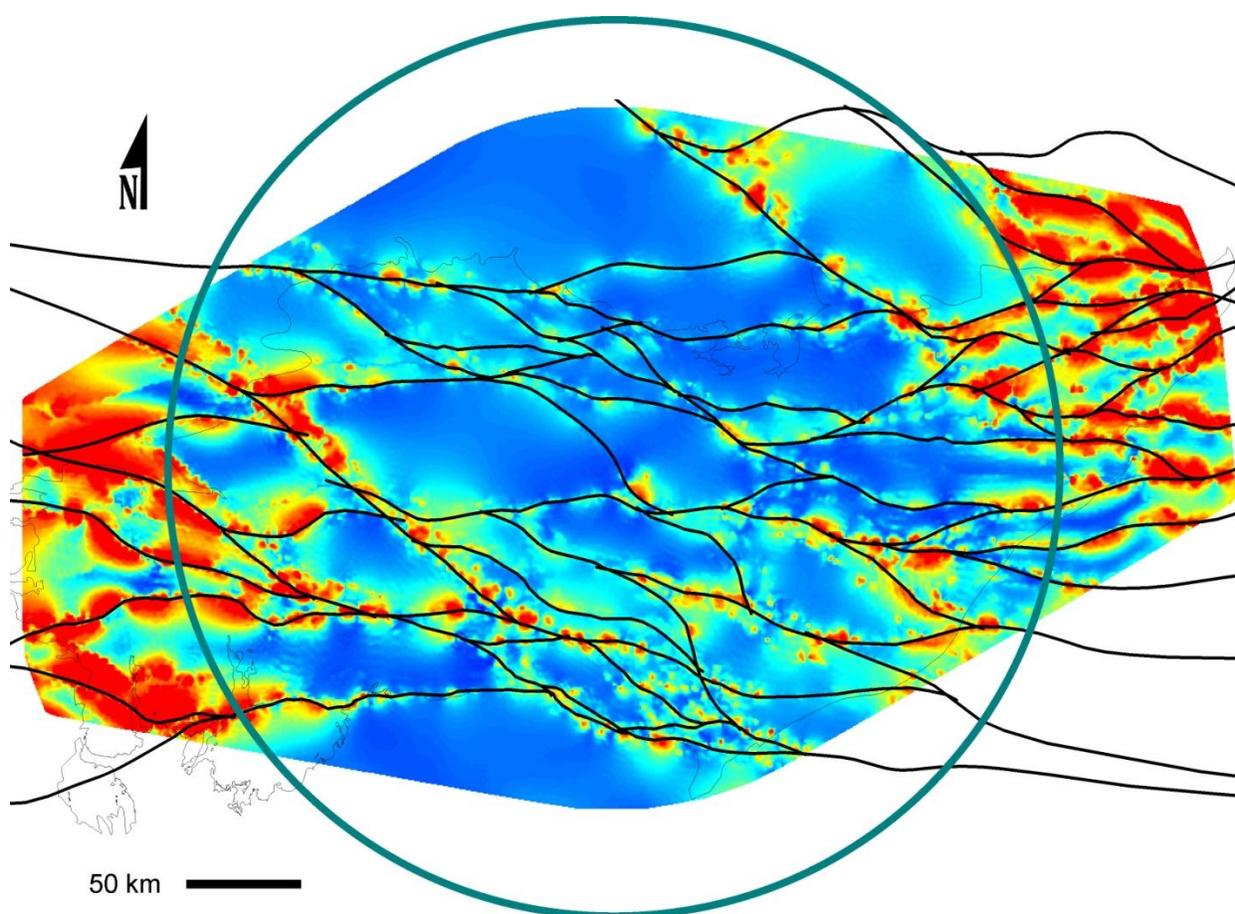
**Tableau 1.** Paramètres rhéologiques des modèles

RHÉOLOGIE DES BLOCS			RHÉOLOGIE DES CONTACTS				
Module de compressibilité (bulk modulus) $B$ , (MPa)	Module de cisaillement (shear modulus) $S$ (MPa)	Masse volumique ( $\text{kg/m}^3$ )	Paramètres Élastiques		Paramètres Élasto-Plastiques		
			Rigidité normale $jKn$ (MPa/m)	Rigidité tangentielle $jKs$ (MPa/m)	Coefficient de friction $j\mu$ , sans dimension	Cohésion $jC$ (MPa)	Résistance en tension $jT$ (MPa)
40 000	20 000	2 650	60	0,05	0,087	00	00

### 3 RESULTATS

#### 3.1 Carte de variance

Dans un premier temps, la sensibilité des résultats en termes de distributions de contraintes a été évaluée à travers une analyse statistique des 9 cartes obtenues. Les moyennes et les variances des gaussiennes à 9 valeurs sont calculées en chaque point, puis compilées sur le territoire commun aux 9 cadres (les points ayant moins de 9 valeurs ont été exclus). La carte de variance de  $\sigma_{moy}$  ( $[(\sigma_1 + \sigma_3)]/2$ ) obtenue (**Figure 2**) offre une appréciation géographique directe de la stabilité des résultats, autrement dit de la sensibilité des modèles à l'orientation des contraintes aux limites.



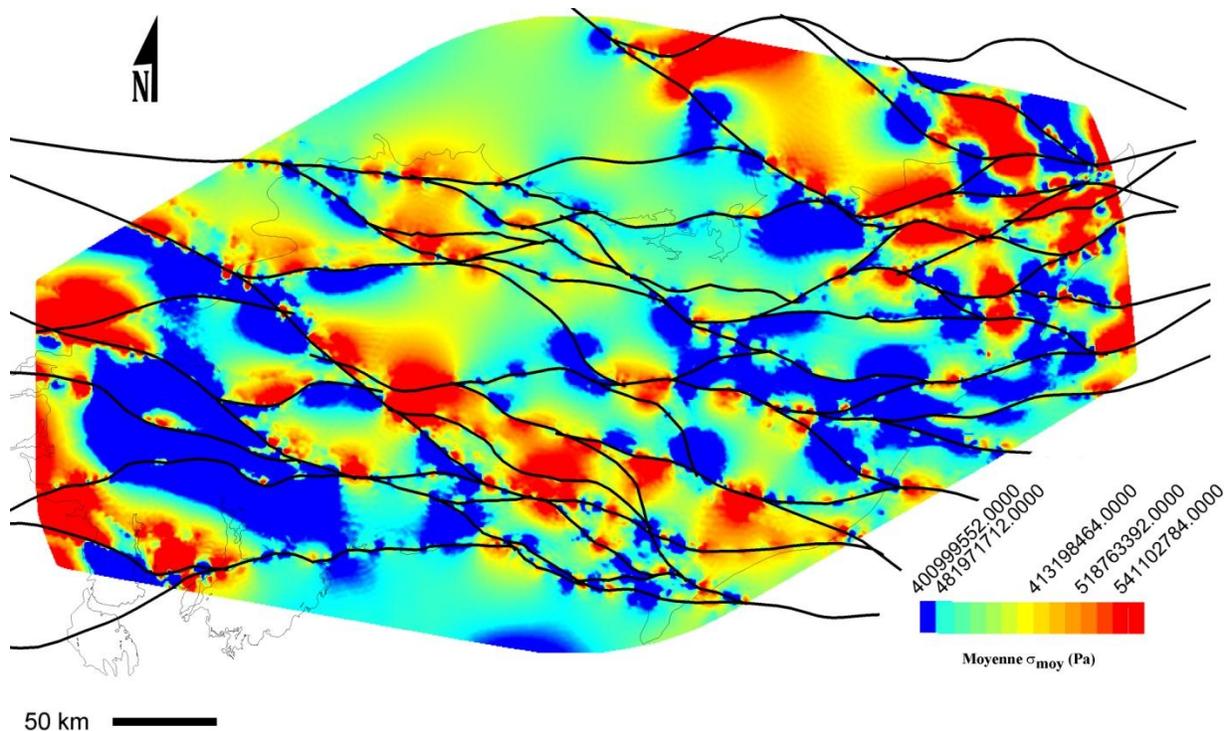
**Figure 2.** Distribution de la variance des contraintes moyennes ( $\sigma_{moy}$ ) sur les 9 modèles (fortes variances en rouge). Le cercle indique la région de fiabilité des résultats.

La carte de variance présentée sur la **Figure 2** fait clairement ressortir deux zones de forte instabilité de  $\sigma_{moy}$  aux extrémités E et O de l'Abitibi. Ces zones sont situées aux extrémités latérales des modèles et leur instabilité mécanique est interprétée comme des effets de bordure. Pour cette raison, les distributions de pressions sont analysées uniquement dans la région centrale du domaine modélisé qui est marquée par une meilleure stabilité (intérieur du cercle indiqué sur la **Figure 2**). On observe

ponctuellement des secteurs de forte instabilité dans la région centrale, essentiellement aux abords de failles. Les failles NO-SE à ONO-ESE semblent particulièrement touchées, résultat inattendu puisque le sens de glissement généré par des contraintes N330° à N010° demeure *a priori* identique sur des failles ainsi orientées, à la différence des failles dirigées dans le secteur OSO-ENE. En revanche, les failles NO-SE à ONO-ESE évoluent, d'une compression N330° à N010°, entre un angle optimal et un angle droit vis-à-vis de  $\sigma_1$  très peu propice au glissement. La quantité de glissement sur certains systèmes NO-SE – relais entre les failles majeures à forts rejets – est par conséquent très variable d'un modèle à l'autre. Ceci explique les hausses ponctuelles de variances et suggère par ailleurs de fortes variations dans les comportements globaux des modèles. Il avait en effet été constaté que, sur le modèle N330°, ces relais exercent un rôle significatif dans la déformation régionale (Faure, Rafini et Trépanier, 2009), en permettant le transfert de glissement entre les failles majeures de rejet supérieur (Cadillac-Larder Lake, Destor-Porcupine, Casa Berardi).

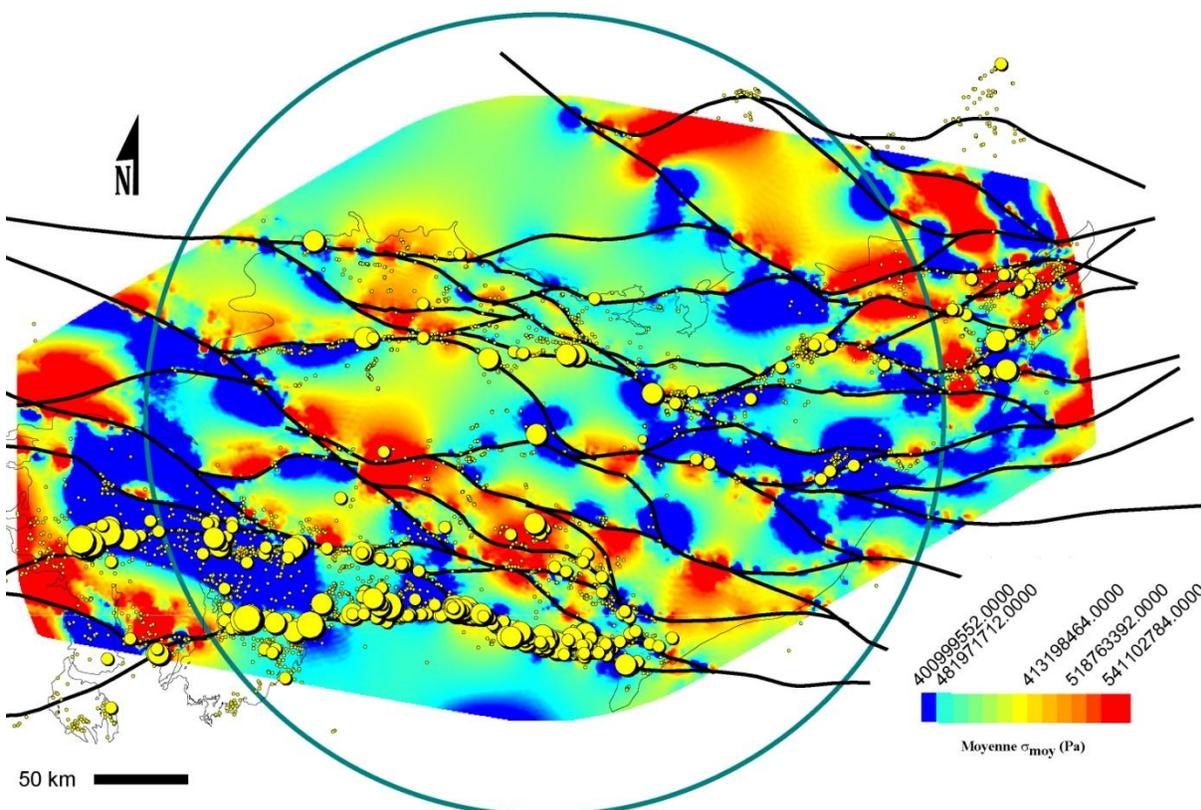
### 3.2 Carte de moyennes

La carte des moyennes de  $\sigma_{\text{moy}}$  présentée sur la **Figure 3** permet d'observer en partie la récurrence des zones de faibles et fortes pressions. Pour une appréciation fiable de ces récurrences, les cartes de moyennes et de variances devraient être visuellement confrontées.



**Figure 3.** Carte des moyennes de  $\sigma_{\text{moy}}$  sur les 9 modèles.

On constate que les régions aurifères (**Figure 4**) des régions de Val-d'Or et de Rouyn-Noranda ainsi que le secteur compris entre les failles Cadillac-Larder Lake et Destor-Porcupine, sont globalement marqués par des pressions faibles et stables. Inversement, le secteur situé au nord de la Faille Destor-Porcupine, secteur peu métallifère, correspond à une large zone de forte moyenne de  $\sigma_{moy}$ , et une relative instabilité.



**Figure 4.** Moyennes de  $\sigma_{moy}$  et minéralisations aurifères (points jaunes : indices; ronds jaunes : gîtes et mines).

La confrontation entre les **Figures 2, 3** et **4** suggère qualitativement une corrélation géographique positive entre les faibles moyennes de  $\sigma_{moy}$ , les faibles variances de  $\sigma_{moy}$ , et les minéralisations aurifères connues (indice, gîtes et mines). Ces corrélations seront dans la section suivante analysées quantitativement pour chaque modèle, puis comparées.

### 3.3 Corrélations des modèles avec les minéralisations

#### 3.3.1 Méthode d'analyse quantitative des corrélations variables simulées / variables mesurées

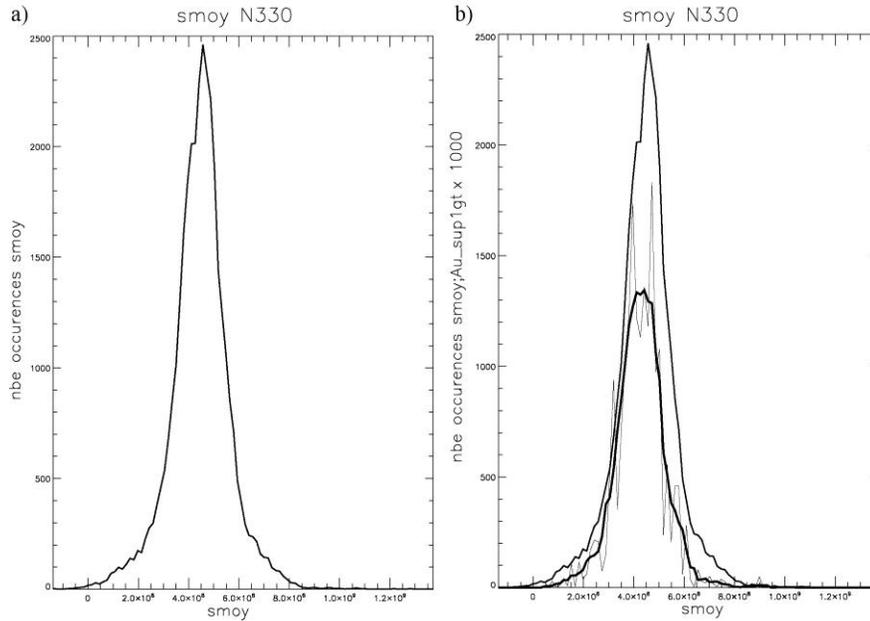
L'approche adoptée pour analyser quantitativement les corrélations entre les contraintes simulées et les minéralisations et altérations repose sur la comparaison des répartitions statistiques des variables. À

noter que le domaine considéré pour cette analyse quantitative ne se limite qu'à une zone tampon de 5 km de part et d'autres des principales failles. Le principe consiste à comparer les lois normales de distributions de contraintes (p. ex.,  $\sigma_{\text{moy}}$ ,  $\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$ ) sur l'ensemble du domaine considéré et spécifiquement proche des points minéralisés répertoriés. Les écarts entre ces deux lois de distribution fournissent des indications sur les conditions de contraintes privilégiées par la minéralisation, et permettront dans un deuxième temps de définir les critères de reconnaissance de cibles. En pratique, ceci peut être réalisé de deux manières distinctes, dont le résultat est relativement analogue. La première consiste à :

1. Déterminer la loi de distribution gaussienne des contraintes sur l'ensemble du domaine considéré.
2. Déterminer la loi de distribution gaussienne des contraintes uniquement sur les cellules contenant des minéralisations. Cette loi est sensiblement identique à la précédente, qui masque l'apparition du signal par la grande quantité de points de valeurs faibles et moyennes.
3. Normaliser la deuxième par la première afin de faire ressortir les écarts entre les deux gaussiennes. Si celles-ci sont strictement identiques – ce qui impliquerait que les points minéralisés n'ont aucune caractéristique particulière en termes de contraintes, alors la distribution obtenue est une ligne horizontale. Dans le cas contraire, la courbe indique les conditions privilégiées d'apparition des minéralisations.

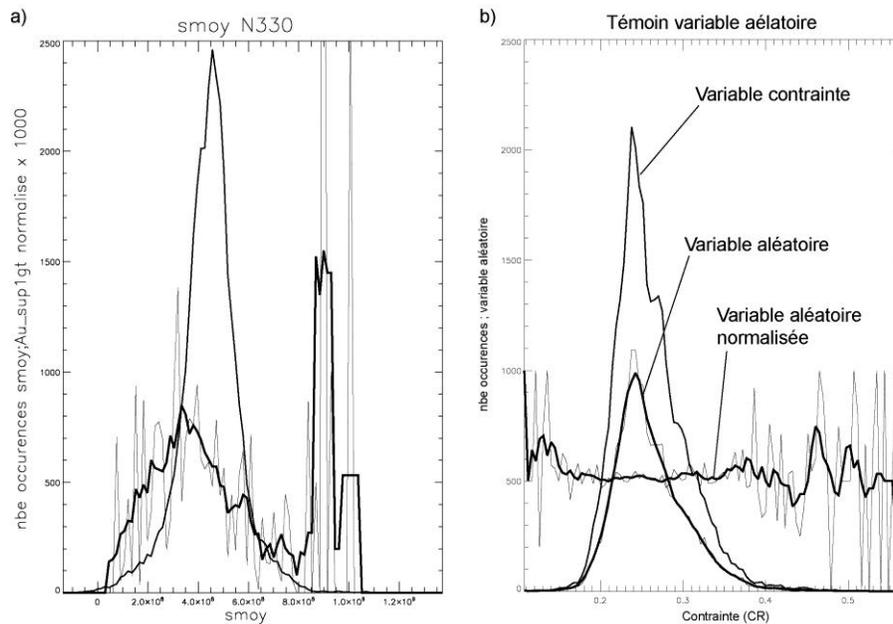
La deuxième procédure est décrite ci-dessous (les résultats du modèle N330° est choisi à titre indicatif pour illustrer la démarche) :

1. Déterminer la loi de distribution gaussienne des contraintes ( $\sigma_{\text{moy}}$  sur l'exemple indiqué) sur l'ensemble du domaine considéré (**Figure 5**).
2. Compiler la distribution des minéralisations (*nombre d'indices aurifères > 1 g/t*, sur l'exemple indiqué) par tranches de valeurs de  $\sigma_{\text{moy}}$  échantillonnée en 1. La distribution obtenue (**Figure 5**) est une loi normale (c.-à-d., gaussienne) très proche de la première en termes de moyenne et de médiane.



**Figure 5.** a) Distribution de  $\sigma_{moy}$  pour le modèle N330° ; b) *Idem* et distribution des indices aurifères > 1 g/t par tranche de valeurs de  $\sigma_{moy}$  (en gras : courbe lissée).

3. Normaliser la deuxième gaussienne par la première afin de faire ressortir les écarts entre les deux courbes. La courbe obtenue (**Figure 6**), appelée courbe de corrélation, donne la distribution des minéralisations en fonction des contraintes modélisées. La forme gaussienne (c.-à-d., loi normale) de cette courbe de corrélation démontre l'existence d'une corrélation géographique entre les deux variables (les contraintes et les minéralisations aurifères). Comme précédemment, une distribution uniforme (c.-à-d., signal horizontal ou subhorizontal) aurait indiqué ici une absence de corrélation entre les deux variables analysées, autrement dit une répartition homogène des indices aurifères sur la gaussienne de  $\sigma_{moy}$ . Pour s'en convaincre, l'opération a été réalisée en remplaçant la variable des indices aurifères par une variable aléatoire. Le résultat est présenté à la **Figure 6**; on observe la distribution uniforme subhorizontale attendue, attestant de l'absence de corrélation entre les contraintes et la variable aléatoire.



**Figure 6.** a) Distribution normalisée (courbe de corrélation) des indices aurifères > 1 g/t en fonction de  $\sigma_{moy}$  pour le modèle N330° (en gras : courbe lissée). b) Courbe témoin obtenue avec une variable aléatoire : la distribution uniforme atteste de l'absence de corrélation attendue (CR = coefficient de rupture, voir texte).

On constate sur la **Figure 6a** que cette distribution, loin d'être homogène, est une gaussienne désaxée vis-à-vis de la distribution de  $\sigma_{moy}$  sur l'ensemble du domaine. Ce résultat démontre l'existence d'une forte corrélation géographique entre les faibles  $\sigma_{moy}$  et les minéralisations aurifères. L'importance de cette corrélation sera exprimée par la variance de la distribution, et par l'observation des courbes cumulatives (voir plus bas), à des fins de comparaison entre les différents modèles. Des pics peuvent apparaître ponctuellement en dehors de la gaussienne (dans les fortes valeurs de  $\sigma_{moy}$  sur la **Figure 6**). Ces pics sont une conséquence de la normalisation et ne sont pas pris en compte dans l'interprétation des courbes (dans la plupart des cas, ils seront filtrés).

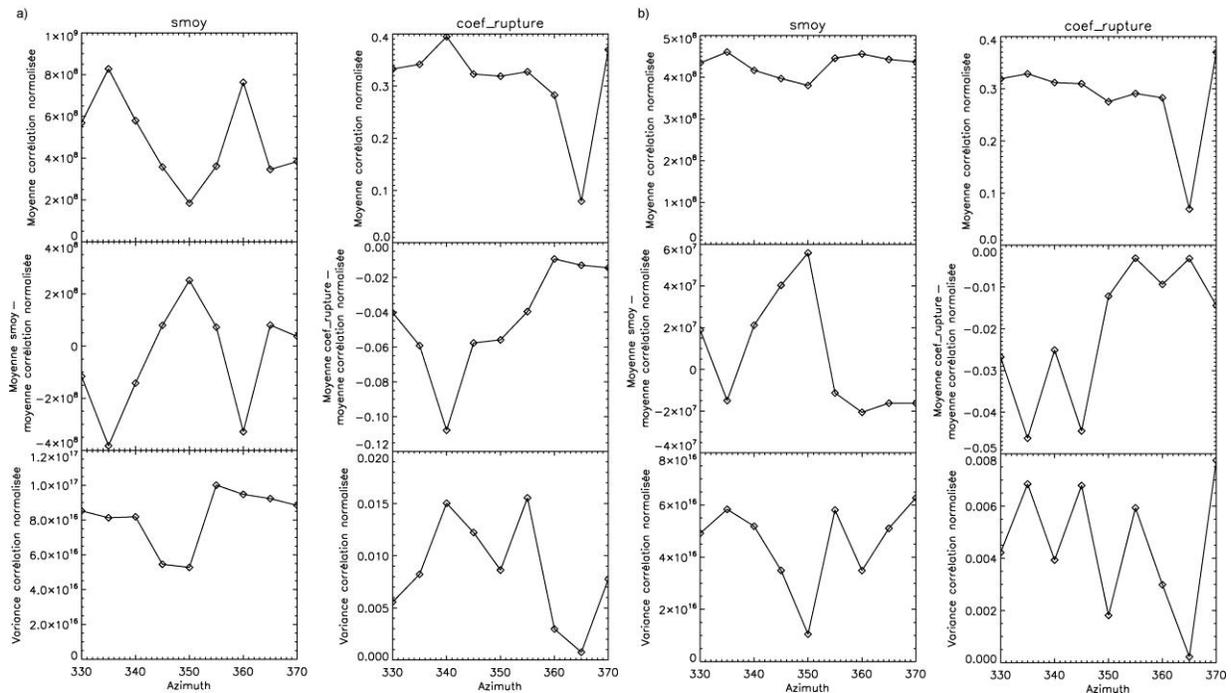
### 3.3.2 Comparaison des analyses corrélatives entre les différents modèles réalisés

L'opération décrite ci-dessus a été répétée avec plusieurs variables de sortie des 9 modèles confrontées avec plusieurs variables mesurées (données sur les minéralisations : nombre de gites aurifères, nombre d'indices, nombre d'indices aurifères > 1 g/t, tonnage en or; données sur les altérations de Normat (Piché et Jébrak, 2004) : IFRAIS, IPAF, CO<sub>2</sub>, et IPARA). Les variables de sortie des modèles sont soit les variables brutes ( $\sigma_1$  et  $\sigma_3$ ), soit une combinaison de celles-ci :  $\sigma_{moy}$ ,  $\Delta\sigma$  ou le coefficient de rupture (CR). Ce dernier est un paramètre compris entre 0 et 1 exprimant le potentiel de fracturation en un point, autrement dit la propension du tenseur local à s'approcher des conditions de rupture. La définition de ce paramètre dérive du critère de Coulomb (adapté par Byerlee en cohésion nulle; coefficient de friction égal à 0,6) transcrit en contraintes principales (rupture sur le plan d'orientation optimale) :  $CR = 3\sigma_3 - \sigma_1 - 2Pf$ . La pression de fluide Pf est approximée hydrostatique.

Les résultats de ces analyses sont fournis de manière exhaustive en **annexes** du présent rapport. Seules sont présentées ici, à des fins comparatives, les résultats, en termes de moyennes et de variance des courbes de corrélation, des analyses corrélatives confrontant pour chaque modèle  $\sigma_{moy}$  ainsi que le CR avec les indices aurifères > 1 g/t. Ces valeurs sont exposées au **Tableau 2**. La variance des courbes de corrélation obtenues étant assimilable à une évaluation quantitative de l'importance de la corrélation, la comparaison des valeurs calculées permet de confronter la « qualité » des modèles. Celle-ci est aussi indiquée, plus qualitativement, par l'ampleur du décalage entre les moyennes de la gaussienne normalisée des indices aurifères > 1 g/t et des gaussienne de  $\sigma_{moy}$  et du CR (**Figure 7**).

**Tableau 2.** Comparatifs de corrélations entre les variables de sortie des modèles ( $\sigma_{moy}$  et coefficient de rupture - CR) et les minéralisations (*nombre d'indices aurifères > 1 g/t*).

Variable	Azimut	Moyenne courbe de corrélation	Variance courbe de corrélation	Moyenne courbe de corrélation filtrée	Variance courbe de corrélation filtrée
$\sigma_{moy}$	N330°	5,69181e+008	8,52610e+016	4,34279e+008	4,91762e+016
	N335°	8,27521e+008	8,13233e+016	4,60378e+008	5,83393e+016
	N340°	5,79744e+008	8,18778e+016	4,16687e+008	5,18685e+016
	N345°	3,57715e+008	5,45388e+016	3,96885e+008	3,49498e+016
	N350°	1,84380e+008	5,27679e+016	3,80349e+008	1,04800e+016
	N355°	3,61828e+008	1,00060e+017	4,45793e+008	5,80843e+016
	N000°	7,63345e+008	9,47480e+016	4,55720e+008	3,48713e+016
	N005°	3,46140e+008	9,23150e+016	4,42587e+008	5,10555e+016
	N010°	3,83679e+008	8,84123e+016	4,36839e+008	6,27301e+016
CR	N330°	0,332731	0,00557262	0,319208	0,00422197
	N335°	0,341694	0,00823014	0,328751	0,00684591
	N340°	0,394691	0,0150320	0,311946	0,00393325
	N345°	0,322929	0,0122283	0,309760	0,00678640
	N350°	0,318878	0,00863204	0,275187	0,00181270
	N355°	0,327495	0,0155447	0,290953	0,00593403
	N000°	0,282771	0,00298559	0,282771	0,00298559
	N005°	0,0793713	0,000762257	0,0695723	0,000223838
	N010°	0,369852	0,00775656	0,369852	0,00775656



**Figure 7.** Comparatifs de corrélations entre les variables de sortie des modèles ( $\sigma_{moy}$ , coefficient de rupture) et les minéralisations (*nombre d'indices aurifères > 1 g/t*). a) Courbes de corrélation non filtrées; b) Courbes de corrélation filtrées.

Les écarts entre les courbes non filtrées (**Figure 7a**) et filtrées (**Figure 7b**) font ressortir le biais associé aux fortes valeurs isolées évoquées précédemment, et la nécessité de concentrer l'analyse corrélative sur la gaussienne composée du groupe principal de données. On observe sur la **Figure 7b** une bonne stabilité des moyennes des courbes de corrélation pour  $\sigma_{moy}$  et le CR (avec une faible valeur de ce dernier pour le modèle N005°). Ceci suggère que les zones minéralisées sont plus stables – donc moins sensibles – que le reste du modèle lorsque la direction de compression régionale est modifiée, et corrobore la corrélation négative constatée qualitativement aux **Figures 2, 3 et 4** entre les minéralisations et la variance (*c.-à-d.*, les minéralisations sont corrélées avec les faibles variances). Les différences entre les moyennes de deux lois de distribution (variable simulée et minéralisation) sont plus irrégulières, confirmant le fait que la première est moins stable (moyenne totale). On note une valeur intéressante pour le modèle N350°, avec un fort écart entre les deux moyennes. Les faibles variances des courbes de corrélation pour ce modèle (**Figure 7b**, diagrammes du bas) indiquent par ailleurs une corrélation supérieure aux autres modèles (particulièrement pour  $\sigma_{moy}$ ).

Pour finir, il est surprenant de constater que certaines moyennes de courbes de corrélation de  $\sigma_{moy}$  sont supérieures à la moyenne totale (différences négatives des moyennes pour  $\sigma_{moy}$  sur la **Figure 7b**) diagrammes du milieu). Ces valeurs sont toutefois associées à de fortes variances (diagrammes du bas), signifiant une courbe de corrélation mal distribuée (loi non normale) et par conséquent une piètre qualité de corrélation (ces courbes sont présentées à l'**Annexe I**).

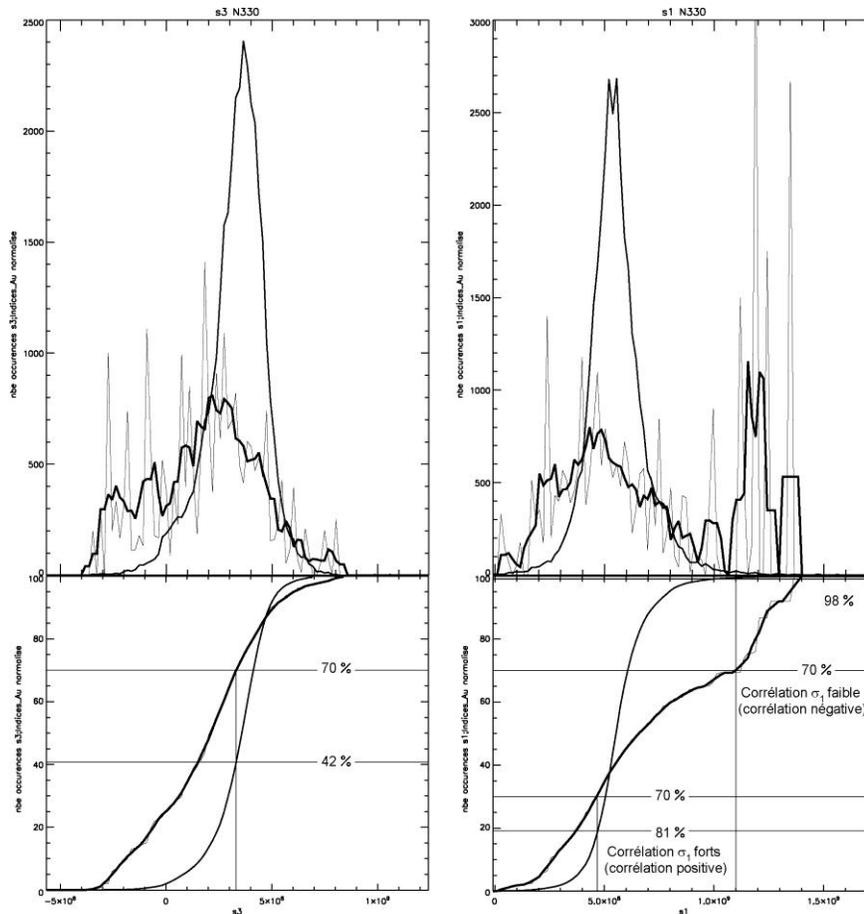
### 3.3.3 Comparaison des analyses corrélatives entre les différentes variables de sortie des modèles

Les courbes de distribution des contraintes (c.-à-d., variables de sortie des 9 modèles) et des minéralisations (c.-à-d., variables mesurées), aussi nommées courbes de corrélation, sont observées maintenant sous forme cumulative, permettant une meilleure appréciation des décalages. Seules sont présentées les courbes obtenues pour le modèle N330°. Celles correspondant aux autres modèles sont placées de manière exhaustive à l'**Annexe I**.

- **Contraintes  $\sigma_1$  et  $\sigma_3$**

Les distributions des variables sont indiquées à la **Figure 8**. En ce qui concerne la contrainte mineure  $\sigma_3$ , il apparaît clairement que la distribution en zones minéralisées est désaxée vers les faibles valeurs vis-à-vis de la distribution sur l'ensemble du domaine (**Figure 8**, diagramme supérieur gauche). La minéralisation est associée donc avec les faibles valeurs modélisées de  $\sigma_3$ . Cette corrélation est visible aussi de manière très nette sur le diagramme du bas : 70 % de la gaussienne normalisée des indices aurifères est comprise dans les 42 % de la gaussienne totale contenant les plus faibles valeurs de  $\sigma_3$ . Ces observations attestent d'une corrélation marquée entre les minéralisations aurifères et les faibles valeurs modélisées de  $\sigma_3$  ce qui constitue donc un critère d'exploration valide.

De telles conclusions sont beaucoup moins évidentes en ce qui concerne la contrainte principale  $\sigma_1$ . Il semble que le décalage entre les pics des deux distributions soit dirigé vers les faibles valeurs de  $\sigma_1$  (**Figure 8**, diagramme supérieur droit), ce qui impliquerait une corrélation négative entre  $\sigma_1$  et les minéralisations. Toutefois, cette tendance est de faible ampleur comme en témoigne le diagramme cumulatif : 70 % de la gaussienne normalisée des indices aurifères est incluse dans les 56 % du domaine comportant les plus faibles valeurs modalisées de  $\sigma_1$  ce qui demeure relativement large. Dans le sens positif (indices aurifères corrélés avec les fortes valeurs de  $\sigma_1$ ), la corrélation est très médiocre puisque les rapports sont de 98 % du domaine pour 70 % de la gaussienne normalisée des indices aurifères. Nous retiendrons donc ici une faible corrélation entre  $\sigma_1$  et la minéralisation aurifère, corrélation dont le signe, bien que probablement négatif, n'est pas établi de manière certaine.

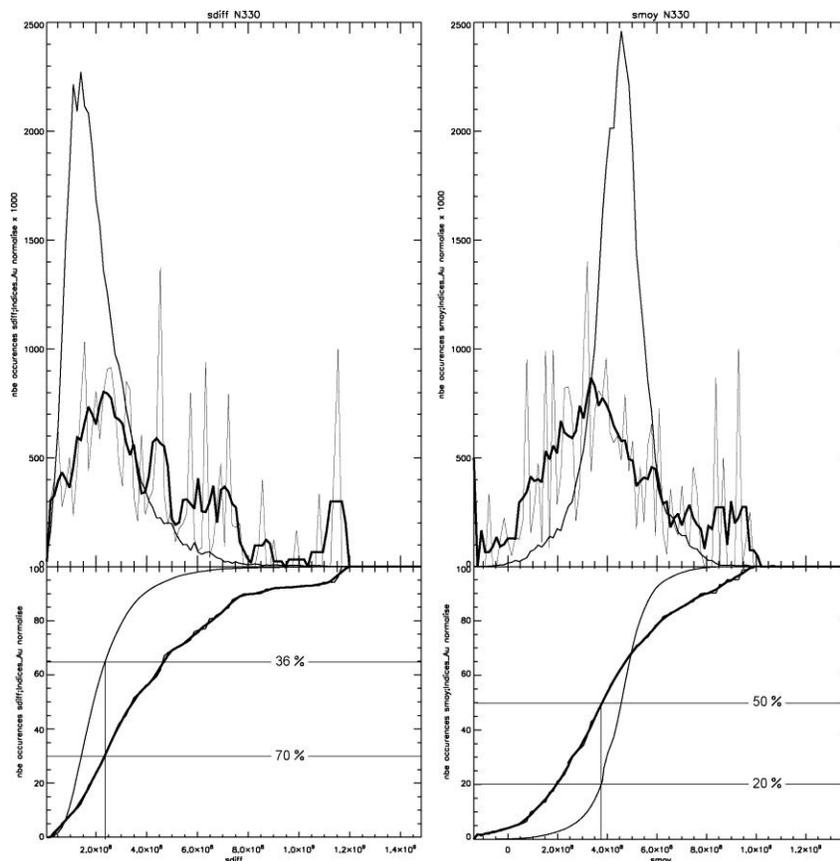


**Figure 8.** Distribution des contraintes  $\sigma_1$  et  $\sigma_3$  sur l'ensemble du domaine considéré (trait moyen) et uniquement sur les points minéralisés (traits gras et fin; distributions normalisées telles qu'indiquées à la section 3.3.1.) pour le modèle N330°. La variable mesurée est : *nombre d'indices aurifères*. Diagrammes du bas : formes cumulatives.

- **Contrainte différentielle ( $\Delta\sigma$ ) et contrainte moyenne ( $\sigma_{moy}$ )**

Les distributions des contraintes différentielles et moyennes sont exposées à la **Figure 9**. La contrainte différentielle sur les points minéralisés montre une distribution normale relativement asymétrique, la « moitié » de la gaussienne située dans les fortes valeurs étant nettement plus étalée (**Figure 9**, diagramme supérieur gauche, trait gras). De plus, cette gaussienne est excentrée vers les fortes valeurs vis-à-vis de la distribution normale de  $\Delta\sigma$  sur l'ensemble du domaine considéré. Ceci démontre une prédilection marquée des minéralisations aurifères pour les fortes valeurs de  $\Delta\sigma$ , comme le confirme le diagramme cumulatif (**Figure 9**, diagramme inférieur gauche) : 70 % de la gaussienne des indices aurifères est incluse dans approximativement le tiers du domaine contenant les plus fortes valeurs de  $\Delta\sigma$ . Ces données démontrent l'existence d'une forte corrélation positive entre les minéralisations aurifères et  $\Delta\sigma$ , qui constitue par conséquent un bon critère d'exploration et de reconnaissance géographique des cibles.

La distribution normalisée des contraintes moyennes  $\sigma_{moy}$  sur les points minéralisés forme une gaussienne relativement symétrique et nettement désaxée vis-à-vis de la distribution sur l'ensemble du domaine (**Figure 9**, diagramme supérieur droit). Ce décalage est dirigé vers les faibles valeurs de  $\sigma_{moy}$  indiquant une corrélation négative entre  $\sigma_{moy}$  et les minéralisations aurifères. Bien que cette corrélation soit très bien marquée, la valeur caractéristique à 70 % n'est dans ce cas pas significative. La valeur à 50 % est toutefois suffisamment édifiante : la moitié des points de la gaussienne des indices aurifères (gaussienne normalisée) est comprise dans le cinquième du domaine comprenant les plus faibles valeurs de  $\sigma_{moy}$ . Cette forte corrélation démontrée entre les minéralisations aurifères et les faibles valeurs de  $\sigma_{moy}$  implique que celles-ci peuvent être considérées comme un bon critère d'exploration. Ce résultat quantitatif corrobore par ailleurs le postulat réalisé dans les études précédentes (Faure et Rafini, 2004; Faure, Rafini et Trépanier, 2009) suivant lequel les zones déprimées, donc de faible contrainte, constituent des pièges à fluide et doivent être regardées comme des cibles potentielles de premier ordre.

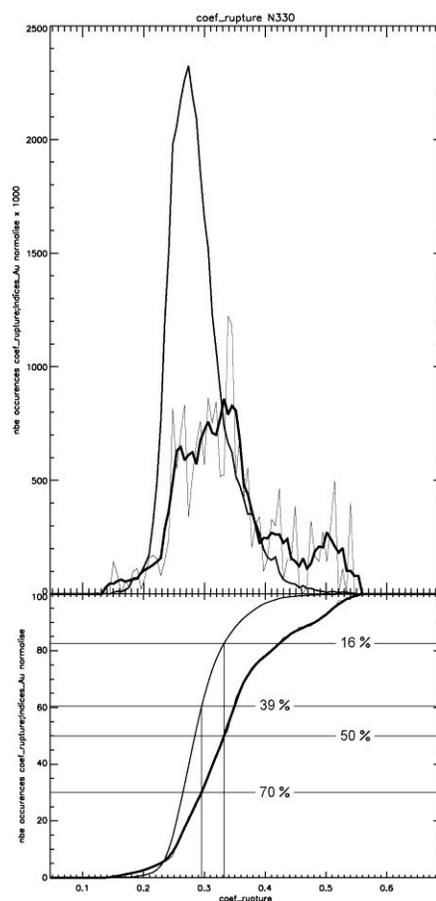


**Figure 9.** Distribution de  $\Delta\sigma$  ( $= \sigma_{diff}$ ) et  $\sigma_{moy}$  sur l'ensemble du domaine considéré (trait moyen) et uniquement sur les points minéralisés (traits gras et fins; distributions normalisées telles qu'indiquées à la section 3.3.1.) pour le modèle N330°. La variable mesurée est : *nombre d'indices aurifères*. Diagrammes du bas : formes cumulatives.

- **Coefficient de rupture (CR)**

On constate que les minéralisations connues sont associées à des valeurs du CR statistiquement supérieures à la moyenne établie sur l'ensemble du domaine (**Figure 10**). Le décalage entre les

gaussiennes, bien visible sur cette figure (diagramme supérieur) indique que les minéralisations aurifères sont préférentiellement localisées sur les points de forte valeur de CR. Les rapports retenus entre les deux gaussiennes (indices aurifères normalisés et ensemble du domaine) sont de 70 % pour 39 %. La valeur à 50 % est aussi édifiante : la moitié de la gaussienne normalisée des indices aurifères est comprise dans 16 % du domaine caractérisé par les plus fortes valeurs de CR. Ceci vient confirmer de manière quantitative une forte corrélation positive déjà théoriquement et qualitativement envisagée soit les zones de dommage (*damage zones*) sont préférentiellement minéralisées du fait d'une augmentation locale de la perméabilité structurale, et doivent par conséquent être considérées également comme des cibles de premier ordre. La forte valeur du CR constitue donc ici un critère d'exploration aurifère. La cartographie de ces fortes valeurs fournira donc un outil d'exploration significatif (voir ci-dessous).



**Figure 10.** Distribution des valeurs du coefficient de rupture sur l'ensemble du domaine considéré (trait moyen) et uniquement sur les points minéralisés (traits gras et fins; distributions normalisées telles qu'indiquées à la section 3.3.1.) pour le modèle N330°. La variable mesurée est : *nombre d'indices aurifères*. Diagramme du bas : forme cumulative.

- **Comparaison avec les autres modèles**

La démarche conduite ci-dessus pour le modèle N330° a été reproduite sur les 8 autres modèles réalisés. Les valeurs caractéristiques obtenues en termes de pourcentages sont exposées au **Tableau 3** (seuls sont indiquées les valeurs pour 50 %). Rappelons que ces pourcentages expriment la proportion

spatiale du domaine nécessaire pour contenir la moitié de la gaussienne des indices aurifères normalisée par la gaussienne totale (voir section 3.3.1.). Dans le cas d'une corrélation positive, cette proportion spatiale correspond aux points de valeurs de contraintes les plus fortes tandis qu'elle correspond inversement aux valeurs les plus faibles dans le cas d'une corrélation négative. Dans tous les cas, un faible pourcentage indiqué au **Tableau 3** reflète une forte corrélation.

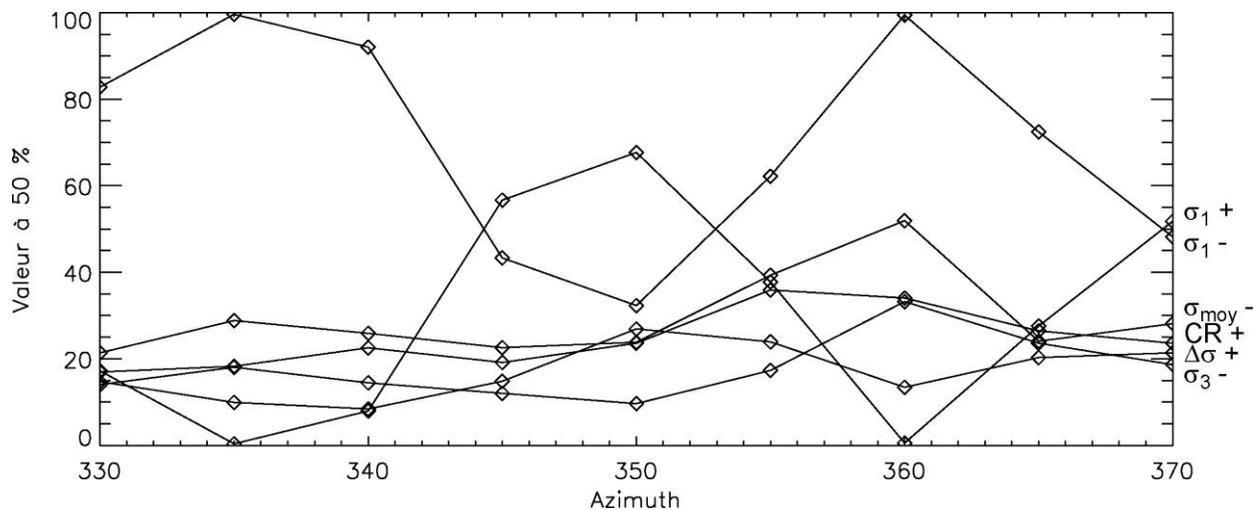
**Tableau 3.** Comparaison des valeurs à 50 % obtenues pour les modèles de différents azimuts (voir texte).

	Valeurs à 50 % (en % du domaine)								
	N330°	N335°	N340°	N345°	N350°	N355°	N000°	N005°	N010°
$\sigma_1^-$	82,8	99,6	92,1	43,3	32,3	62,2	99,5	72,4	48,2
$\sigma_1^+$	17,2	0,4	7,9	56,7	67,7	37,8	0,5	27,6	51,8
$\sigma_3^-$	14,1	18,1	14,5	12,0	9,7	17,3	33,2	23,6	18,7
$\Delta\sigma^+$	14,7	9,9	8,4	14,8	26,9	23,9	13,4	20,3	21,4
$\sigma_{moy}^-$	21,4	28,8	25,9	22,6	23,8	39,3	51,9	24,1	28,1
<b>CR +</b>	17,0	18,3	22,6	19,2	23,6	35,9	34,1	26,5	23,6

+ : corrélation positive

- : corrélation négative

Les pourcentages indiqués au **Tableau 3** sont présentés en visualisation graphique à la **Figure 11**. Ces données démontrent une tendance commune indiquant de meilleures corrélations (valeurs plus faibles) dans les azimuts inférieurs à N360°, particulièrement pour N345° et N350°.



**Figure 11.** Comparaison des valeurs à 50 % obtenues pour les modèles de différents azimuts. Les abscisses sont en degrés et les ordonnées en pourcentage (voir texte).

Les résultats présentés à la **Figure 11** permettent d'avancer que les modèles à direction de compression située dans le quadrant NNO semblent produire des résultats davantage corrélés aux données réelles sur les minéralisations aurifères. Toutefois, il n'y a pas de contradiction notable entre les différents modèles en ce qui concerne les relations géographiques établies entre les contraintes simulées et les indices aurifères. Les corrélations obtenues sont en effet de même nature sur l'ensemble des modèles réalisés. Les tendances demeurent stables, ainsi que les critères d'exploration et outil de reconnaissance des cibles mis en évidence au cours de cette étude.

### 3.3.4 Cartographie des hauts potentiels aurifères et reconnaissance des cibles

Les critères d'exploration mis en évidence dans les sections précédentes par le biais des corrélations géographiques permettent de dresser des cartes régionales de potentiels aurifères. Dans le cas présent, deux critères sont utilisés : faibles contrainte mineure  $\sigma_3$  et forts CR. Comme précédemment, le domaine considéré pour l'établissement de ces cartes est restreint aux abords des failles, jusqu'à une distance de 5 km de celles-ci, et à l'intérieur de la zone d'étude définie au début de ce chapitre (cercle).

Les cartes de cibles obtenues suivant le critère unique des faibles  $\sigma_3$  sont exposées, pour les modèles N330°, N350° et N010°, en superposition à la **Figure 12** et la **Figure 13**.

Le seuil de  $\sigma_3$  est fixé aux 30 % inférieurs de la gaussienne de distribution sur l'ensemble du domaine, ce qui correspond à des valeurs limites de  $\sigma_3$  égales à 292 MPa, 282 MPa et 232 MPa, respectivement pour les modèles N330°, N350° et N010° (**Tableau 4**). Notons que cette portion de 30 % du domaine comprend 64 %, 58 % et 58 % des gaussiennes normalisées des indices aurifères, respectivement pour

les modèles N330°, N350° et N010°. Les cartes obtenues par le critère de forts CR pour ces mêmes directions de compression régionale sont présentées en superposition à la **Figure 14** et la **Figure 15**.

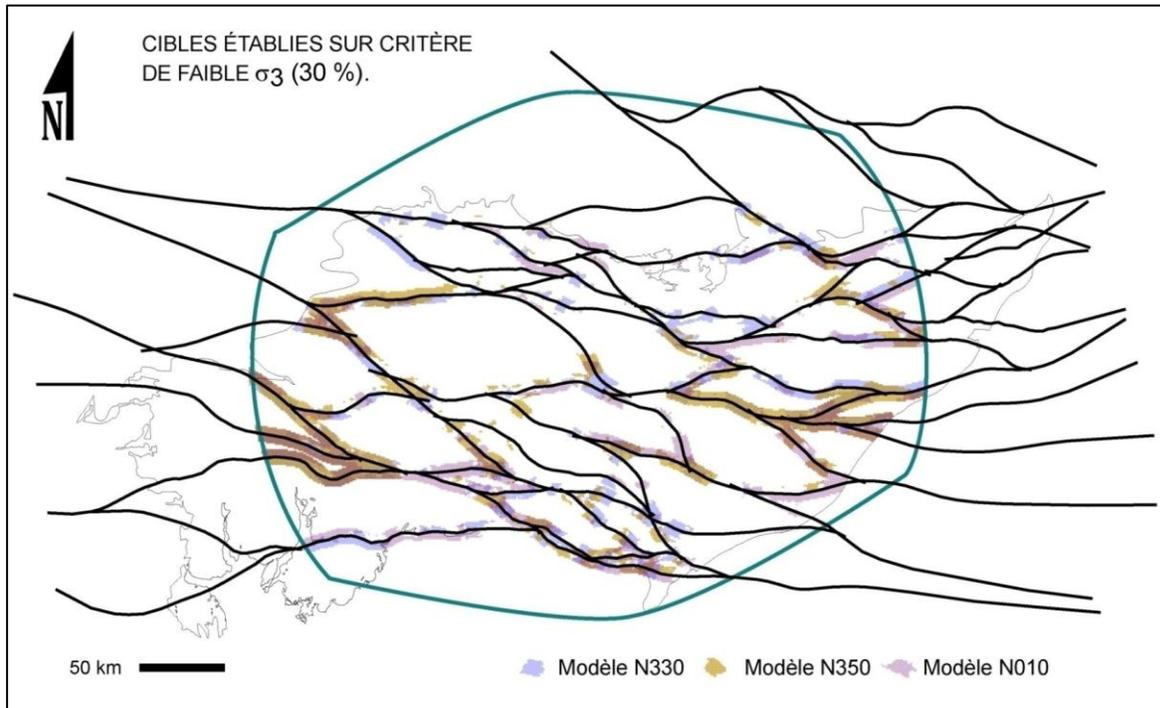
Le seuil est fixé ici aussi à 30 % du domaine, soit les 30 % supérieurs de la gaussienne de distribution sur l'ensemble du domaine (corrélation positive). Ce seuil de 30 % correspond à des valeurs critiques égales à 0,306, 0,2748 et 0,3666 respectivement pour les modèles N330°, N350° et N010° (**Tableau 4**). Il couvre, respectivement, 64 %, 58 % et 58 % des gaussiennes normalisées des indices aurifères.

Les cartes de hauts potentiels aurifères suivant ces deux critères sont exposées individuellement pour des directions de compressions régionales N330°, N350° et N010°, respectivement aux **Figures 16, 17 et 18**, en ce qui concerne  $\sigma_3$  et aux **Figures 19, 20 et 21** pour le coefficient de rupture. Notons que dans le cas du coefficient de rupture, les cartes sont présentées pour les trois modèles avec la même échelle de couleurs puisqu'il s'agit d'un paramètre normalisé. Les échelles des cartes de  $\sigma_3$  ont par contre été adaptées aux valeurs de chaque modèle afin de faire ressortir les distributions obtenues.

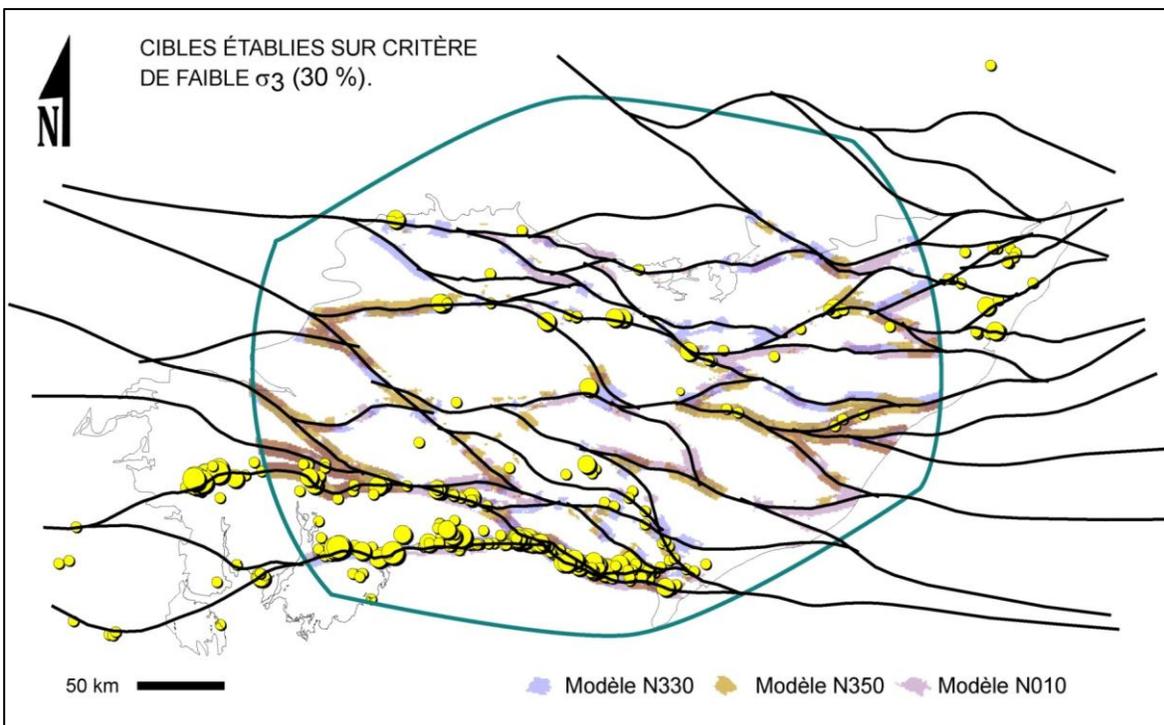
**Tableau 4.** Valeurs seuil et proportions couvertes correspondantes, pour la définition des cibles.

		Valeurs seuil	Proportions prises en compte	
			Domaine total*	Points minéralisés
N330°	CR	0,3063	30%	64%
	$\sigma_3$ (Mpa)	292	30%	64%
N350°	CR	0,2748	30%	58%
	$\sigma_3$ (Mpa)	282	30%	62%
N010°	CR	0,3666	30%	58%
	$\sigma_3$ (Mpa)	232	30%	68%

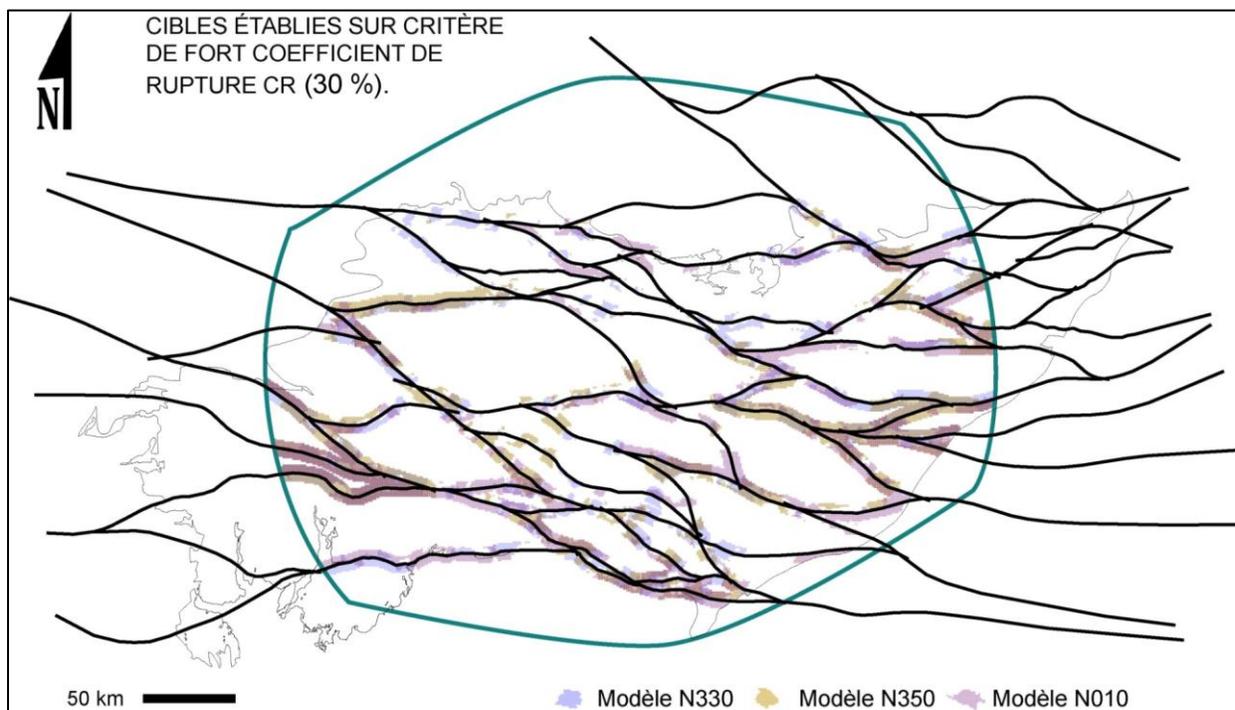
\* voir texte pour les caractéristiques du domaine considéré.



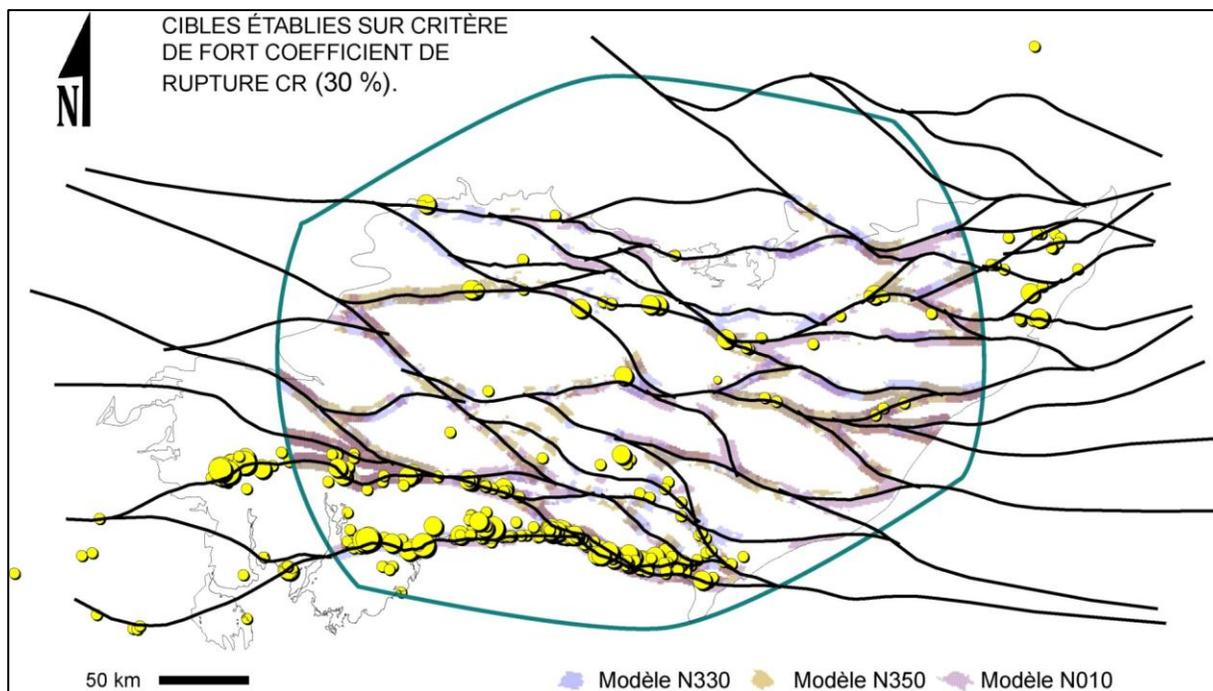
**Figure 12.** Distribution géographique des cibles établies sur critères de faibles  $\sigma_3$ , pour les modèles N330°, N350° et N010°. Le domaine considéré constitue une bande large de 10 km centrée sur les failles, à l'intérieur de la zone d'étude marquée en bleu.



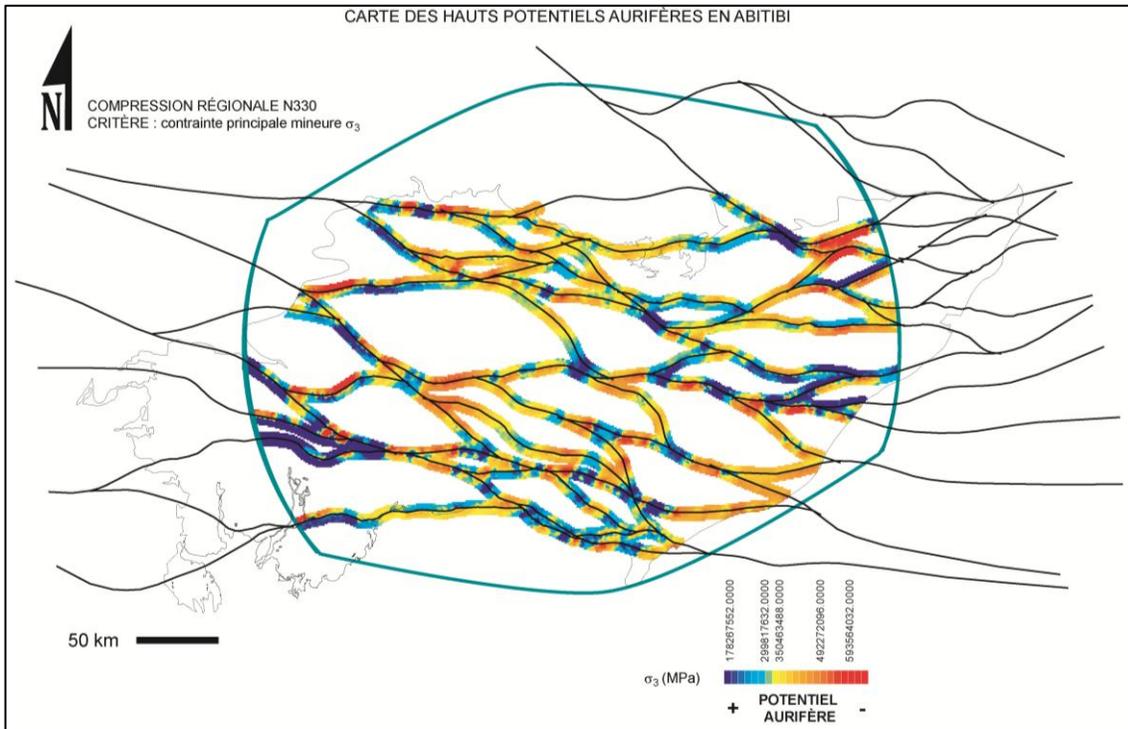
**Figure 13.** Projection des gîtes et mines aurifères sur les cibles établies sur critère de faible  $\sigma_3$  pour les modèles N330°, N350° et N010°. Le domaine considéré constitue une bande large de 10 km centrée sur les failles, à l'intérieur de la zone d'étude marquée en bleu.



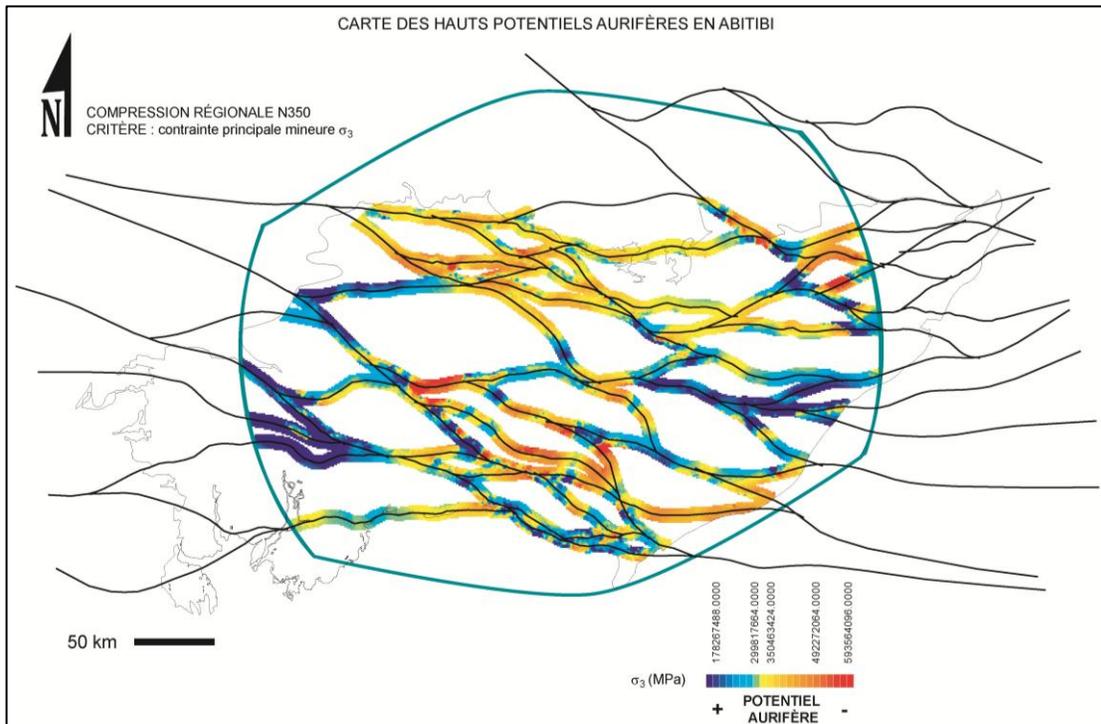
**Figure 14.** Distribution géographique des cibles établies sur critère de forts CR, pour les modèles N330°, N350° et N010°. Le domaine considéré constitue une bande large de 10 km centrée sur les failles, à l'intérieur de la zone d'étude marquée en bleu.



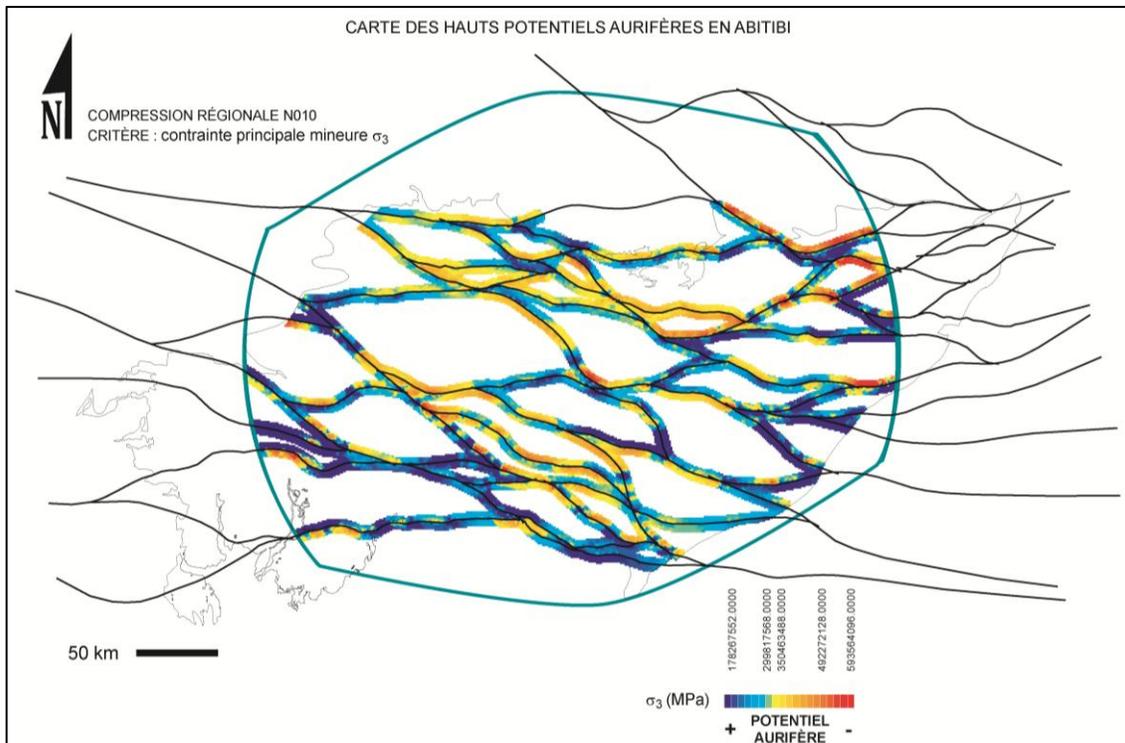
**Figure 15.** Projection des gites et mines aurifères sur les cibles établies sur critère de fort CR pour les modèles N330°, N350° et N010°. Le domaine considéré constitue une bande large de 10 km centrée sur les failles, à l'intérieur de la zone d'étude marquée en bleu.



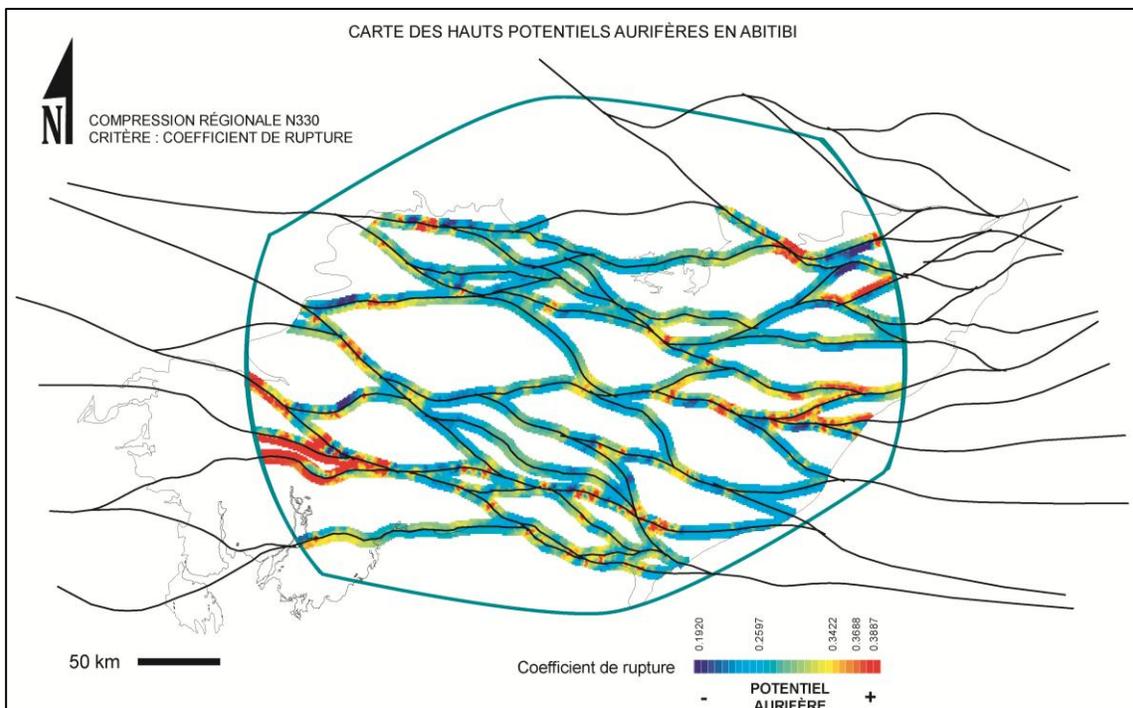
**Figure 16.** Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des faibles valeurs de  $\sigma_3$ . Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N330°.



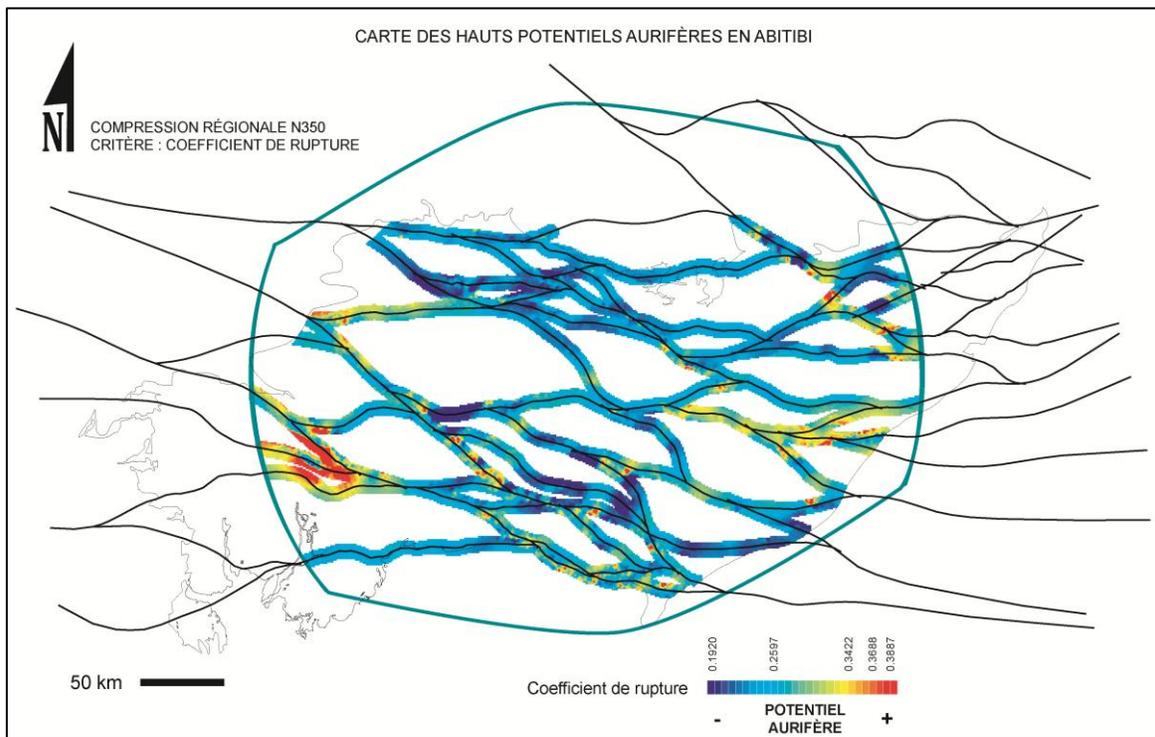
**Figure 17.** Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des faibles valeurs de  $\sigma_3$ . Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N350°.



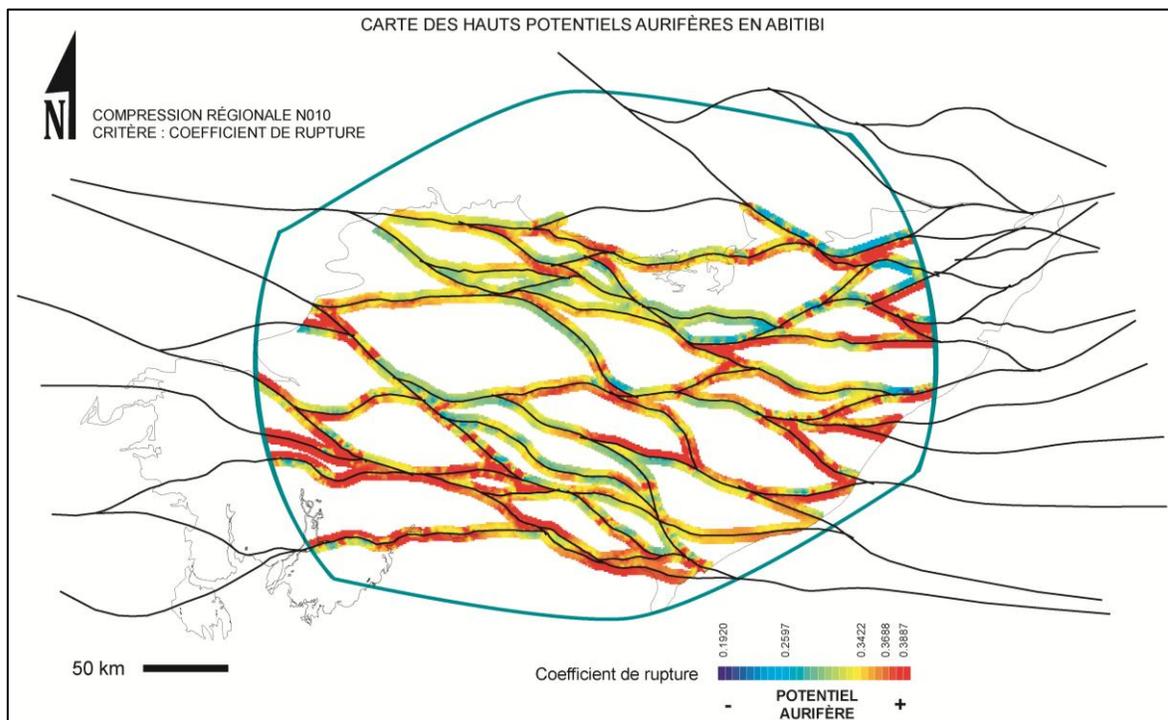
**Figure 18.** Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des faibles valeurs de  $\sigma_3$ . Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N010°.



**Figure 19.** Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des fortes valeurs du coefficient de rupture. Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N330°.



**Figure 20.** Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des fortes valeurs du coefficient de rupture. Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N350°.



**Figure 21.** Cartographie des hauts potentiels aurifères en Abitibi suivant le critère des fortes valeurs du coefficient de rupture. Les paléocontraintes résultent de la modélisation des déformations régionales générées par une compression N010°.

La distribution spatiale des cibles obtenues montre, pour les modèles N330° à N010°, à la fois des secteurs de divergence et de convergence :

- **Convergences**

La région fertile de Val-d'Or - Malartic située au sud de l'Abitibi apparaît, dans les trois modèles et suivant les deux types de critères, comme une large zone de haut potentiel. Toutefois, les cibles sont discontinues et localisées sur des segments de longueur souvent inférieure à 10 km, au gré des virgations des Failles de Cadillac et de Parfouru. La localisation de ces segments évolue légèrement d'un modèle à l'autre, autrement dit en fonction de la direction de compression régionale. Puisque celle-ci est réputée avoir migrée au cours des épisodes successifs de déformation (Daigneault et al., 2002), il est théoriquement possible d'avoir une migration géographique temporelle des cibles. Ainsi, si l'ensemble de la région de Val-d'Or – Malartic apparaît sur les modèles comme une zone globalement très fertile, le positionnement des cibles devrait migrer d'un épisode à l'autre sur des distances horizontales pluri-kilométriques, avec la migration de la direction de compression régionale. À titre d'exemple, bien que la mine Sigma-Lamaque soit localisée dans les trois cas à la périphérie d'une zone pluri-kilométrique de faible  $\sigma_3$ , l'extension et le positionnement de cette zone vis-à-vis du gisement évolue significativement suivant la direction de compression régionale. D'autre part, les trois modèles concordent sur une large zone de haut potentiel aurifère située approximativement 100 km à l'ouest de Duparquet (tant suivant le critère de faible  $\sigma_3$  que de fort CR). Ici, les cibles forment des segments continus, en particulier pour le modèles N350°. Cette zone correspond à un secteur fertile connu comprenant des gisements importants tels que Ross, Holt-McDermott et Harker Holloway. La région minière étendue entre Larder Lake et Kirkland Lake se révèle très nettement sur les modèles N330° et N010°, avec ici encore une faible superposition des cibles qui au contraire migrent d'une direction de compression régionale à l'autre, tant latéralement que de part et d'autre de la faille. Les trois modèles présentent de manière récurrente de larges zones cibles aux extrémités est et nord-ouest de l'Abitibi, bien que ces régions ne soient pas connues pour leur fort potentiel aurifère. Les segments de faille concernés ressortent de manière plus continue pour le modèle N350° que dans les deux autres cas. L'une de ces deux régions est située à l'est de l'Abitibi, approximativement au milieu d'une ligne fictive reliant Val-d'Or à Chibougamau, et semble se prolonger plus au nord et au nord-est en direction de Chibougamau. Seuls quelques gisements disparates (Lac Rouleau, Macho River, Lac Shortt, Morono) y ont été découverts à ce jour. La deuxième région évoquée s'étend à l'ouest de la mine Casa-Berardi jusqu'aux frontières de l'Abitibi et semble se prolonger en direction du sud.

- **Divergences**

Les cibles établies sur la base d'une compression N350° sont globalement plus regroupées et continues sur de longs segments de failles que dans les cas N330° et N010°, qui apparaissent plus disséminées et réparties sur l'ensemble de l'Abitibi. En dehors des régions évoquées ci-dessus, les trois modèles montrent un faible degré de superposition. Notons que les cibles établies sur la base d'une compression N350° sont totalement absentes du nord de l'Abitibi.

---

## 4 CONCLUSIONS

---

L'analyse cartographique des contraintes obtenues à travers les neuf modèles couvrant l'intervalle de direction de compression régionale N330°-N010° (par tranches de 5 degrés) montre une stabilité nettement plus importante dans la zone centrale qu'en périphérie. Ceci est bien visible sur la carte de variance présentée à la **Figure 2**. Les régions marquées par une faible moyenne de  $\sigma_{moy}$  (moyennes sur les neuf modèles), assimilable à des zones de récurrence de  $\sigma_{moy}$  faible, semblent d'un point de vue qualitatif et visuel spatialement bien corrélées avec les minéralisations aurifères (indice, gites et mines) comme en témoigne la carte des moyennes présentées aux **Figures 3 et 4**. Au sud-ouest de l'Abitibi, le large secteur particulièrement fertile compris entre et le long des failles Cadillac-Larder Lake et Destor-Porcupine dans la région de Val-d'Or – Rouyn-Noranda est bien corrélé avec une vaste zone de faible  $\sigma_{moy}$ . Enfin, ces zones de faible  $\sigma_{moy}$  apparaissent sur la carte de variances globalement plus stables que le reste du modèle vis-à-vis des changements de direction de compression régionale.

Ce travail présente une méthode originale d'analyse des corrélations géographiques entre deux variables basée sur la comparaison de leurs distributions gaussiennes. Cette méthode est utilisée pour mettre en évidence de façon quantitative les corrélations entre les minéralisations aurifères connues et les cartes de paléo-contraintes obtenues en modélisation géomécanique. Les résultats attestent de l'existence de corrélations marquées entre la distribution géographique des indices aurifères et les faibles valeurs de  $\sigma_3$ , les faibles valeurs de la contrainte moyenne  $\sigma_{moy}$ , les fortes valeurs de contrainte différentielle  $\Delta\sigma$ , et les fortes valeurs du CR (paramètre indiquant le potentiel local de fracturation). La démonstration quantitative de ces corrélations confirme les postulats effectués auparavant sur des bases conceptuelles selon lesquels les minéralisations sont concentrées : 1) dans les zones de faible pression ( $\sigma_3$  et  $\sigma_{moy}$ ) et 2) dans les zones de fracturations (*damage zones*) apparaissant aux abords des failles majeures et générées par leur glissement. Selon ces résultats, les conditions qui prévalent, à l'échelle régionale, à la mise en place de minéralisations aurifères orogéniques consistent en une augmentation locale de la perméabilité structurale (*damage zones*) permettant une augmentation du débit de fluides hydrothermaux, et une diminution de pression locale attirant et concentrant ces fluides. Ces deux critères autorisent donc, de façon séparée ou combinée, l'élaboration de cartes de hauts potentiels aurifères focalisées le long des couloirs de failles, puisque ces derniers constituent les principaux metallotectes des minéralisations orogéniques.

Les cartes de hauts potentiels aurifères en Abitibi ainsi établies ont été comparées suivant la direction de compression régionale imposée (N330°, N350° et N010°). Il apparaît que la région fertile de Val-d'Or - Malartic située au sud de l'Abitibi est prédite de manière récurrente comme une zone de haut potentiel, indépendamment de la direction de compression régionale. Fait intéressant, les cibles sont relativement discontinues dans ce secteur, et suivent des segments de failles typiquement inférieurs à 10 km qui ne se superposent pas d'un modèle à l'autre. Le positionnement des segments-cibles évolue ici sur des distances horizontales pluri-kilométriques, évoquant une migration des cibles coordonnée à la migration de la direction de compression régionale au cours des épisodes successifs de déformation, ainsi qu'aux variations dans la nature et l'importance du glissement sur la Faille de Cadillac.

Les trois modèles prédisent des conditions favorables sur de longs segments de failles dans le secteur de Duparquet et sa prolongation vers l'ouest sur près de 100 km. Il s'agit de la Faille Destor-Porcupine et des failles situées directement au nord. En revanche, la région étendue le long de la Faille de Cadillac entre Kirkland Lake et Larder Lake n'est prédite comme fertile que sur la base d'une compression N330° ou N010°. Une compression N350°, quant à elle, n'induit pas de hauts potentiels dans ce secteur. Pour finir, ces cartes font apparaître de nouveaux secteurs cibles récurrents aux extrémités est et ouest de l'Abitibi : la première est située à l'ouest et au sud-ouest de Chibougamau, et la deuxième sur une zone étendue à l'ouest de la mine Casa Berardi.

Les analyses corrélatives permettent d'avancer que les modèles à direction de compression située dans le quadrant NNO semblent produire des résultats davantage corrélés aux données réelles sur les minéralisations aurifères. Toutefois si des différences, répertoriées ci-dessus, sont observées dans la géographie des cibles prédites, il n'y aura pas de contradiction notable entre les différents modèles en ce qui concerne les relations quantitatives établies entre les contraintes simulées et les indices aurifères. Les corrélations obtenues sont en effet de même nature sur l'ensemble des modèles réalisés, si bien que les critères d'exploration mis en évidence demeurent valides.

---

## REMERCIEMENTS

---

L'auteur tient à remercier Stéphane Faure d'avoir significativement contribué à cette étude au travers de discussions scientifiques fructueuses, ainsi que Geneviève Boudrias pour la mise en page et les corrections du manuscrit.

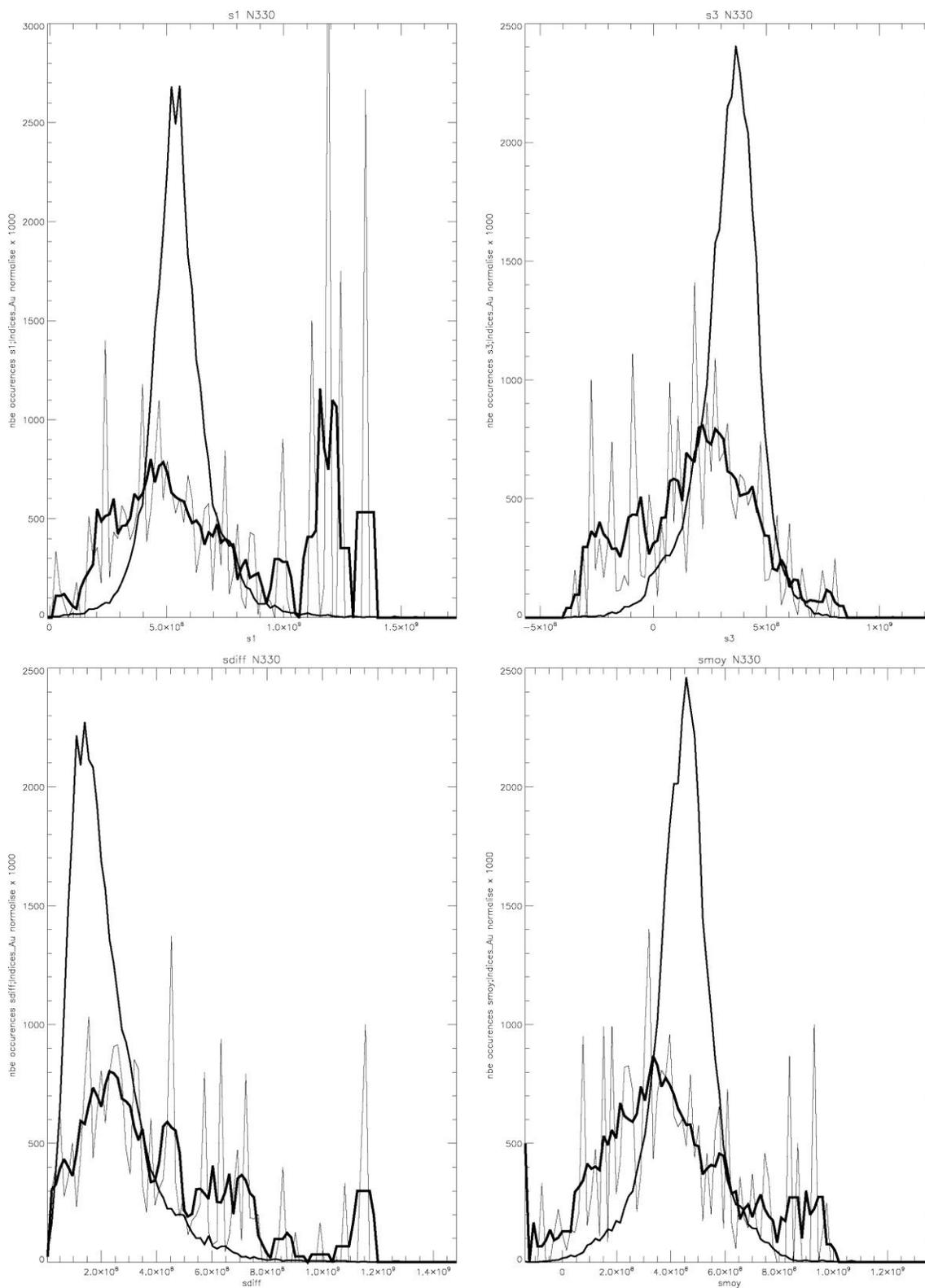
---

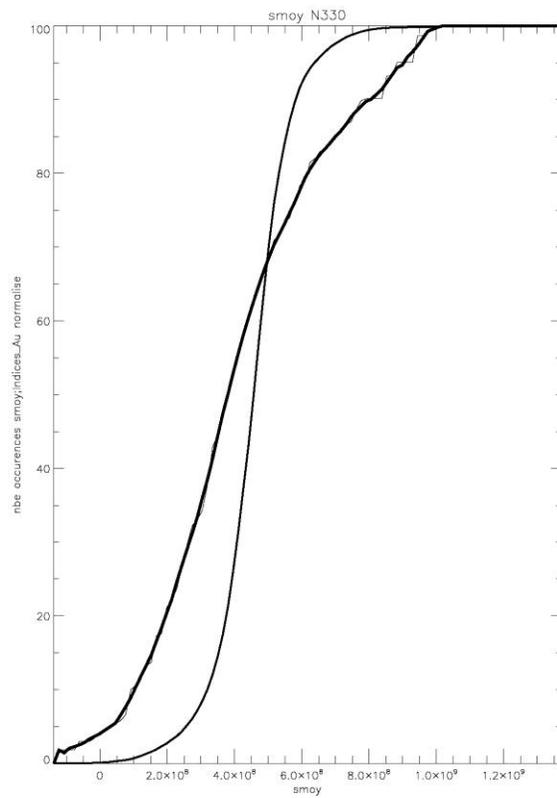
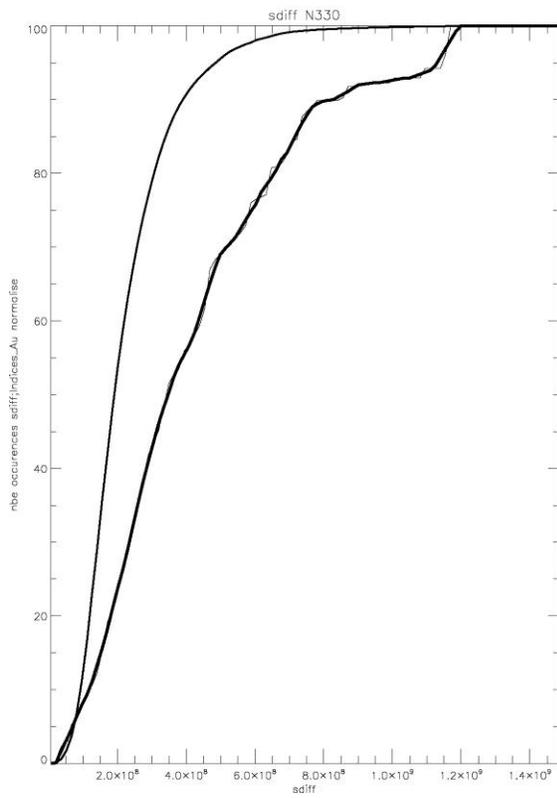
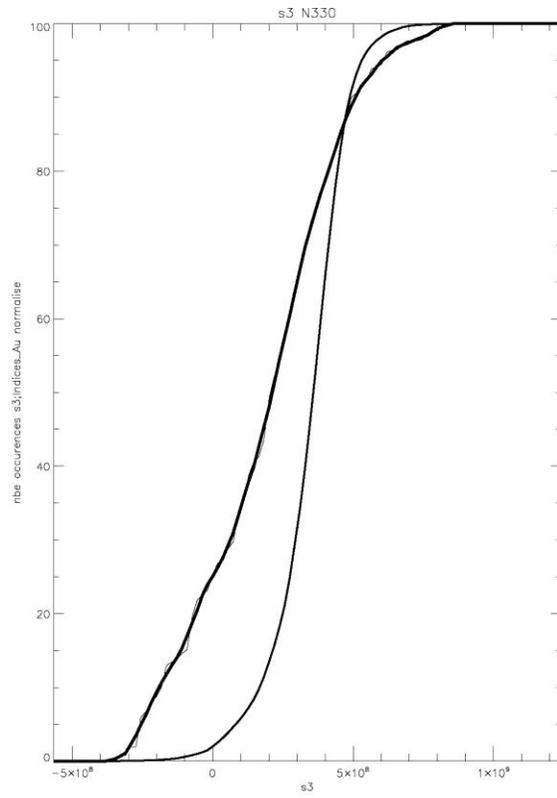
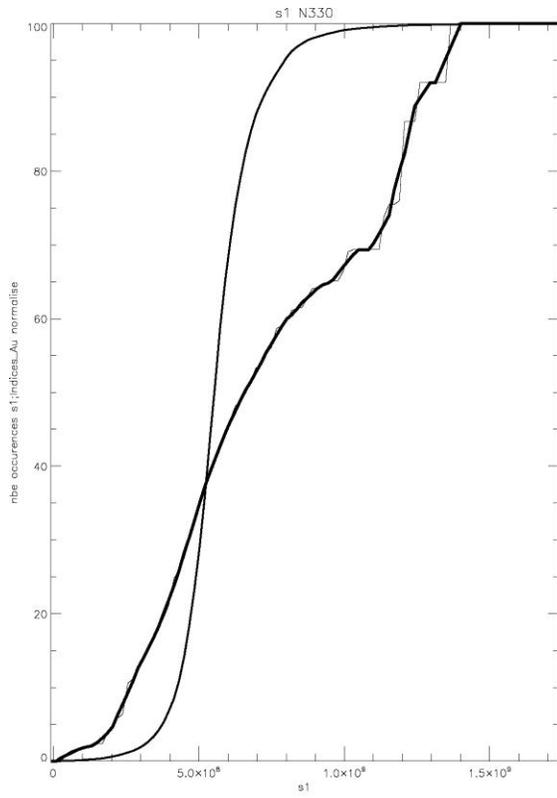
## RÉFÉRENCES

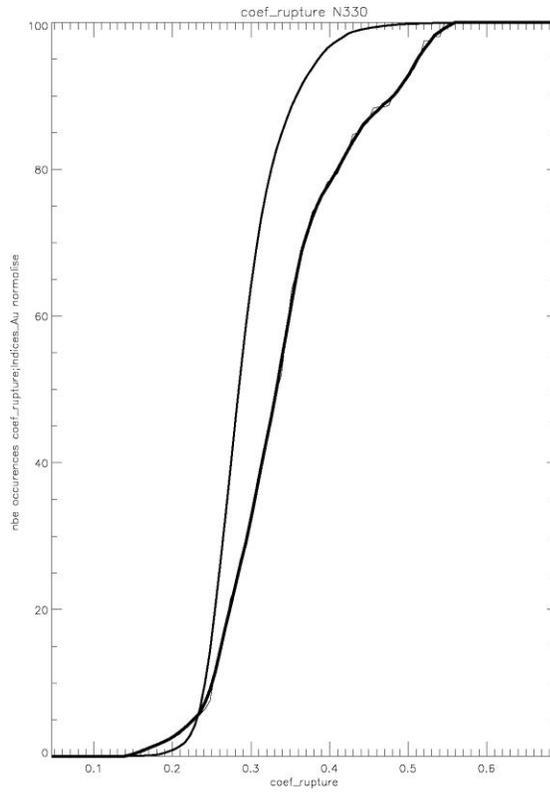
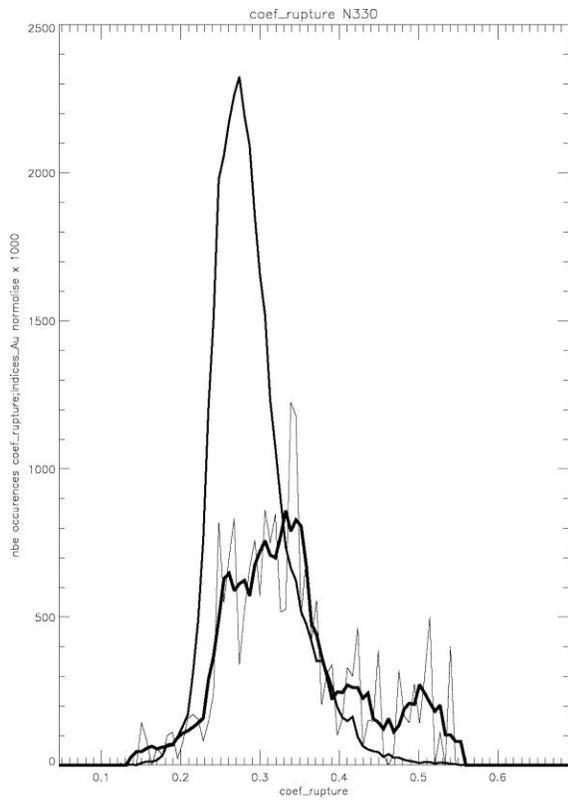
---

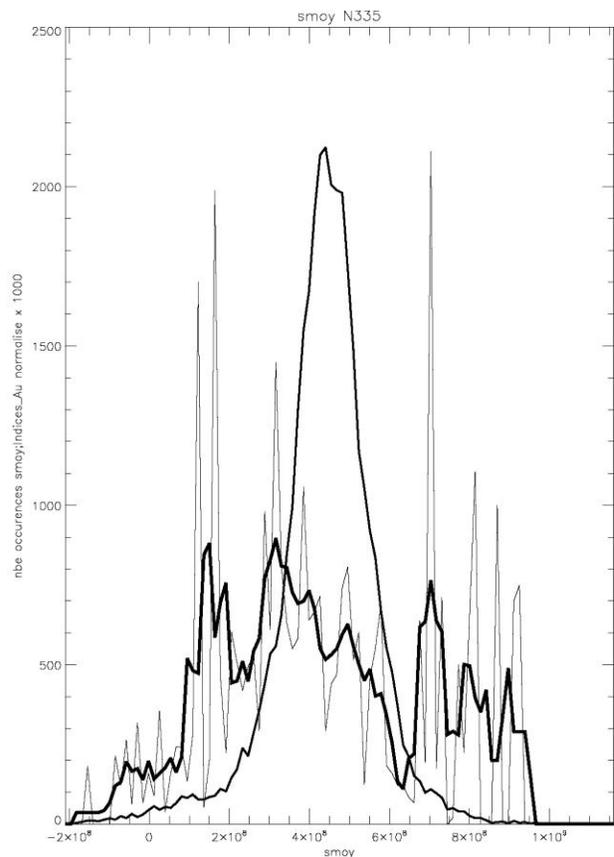
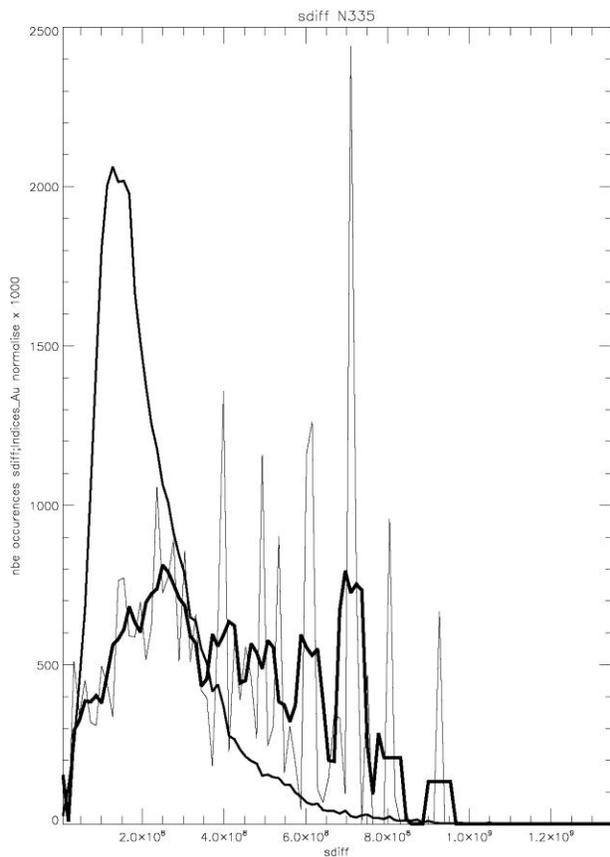
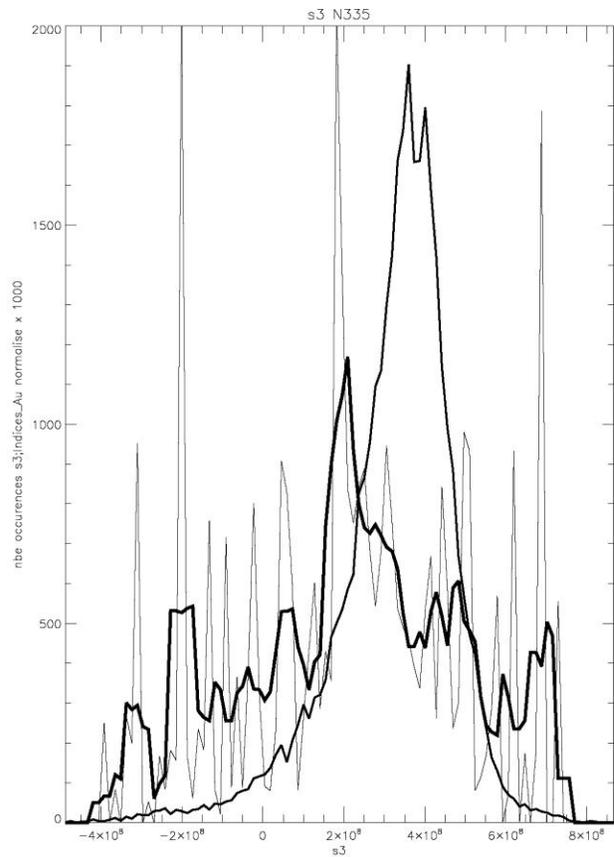
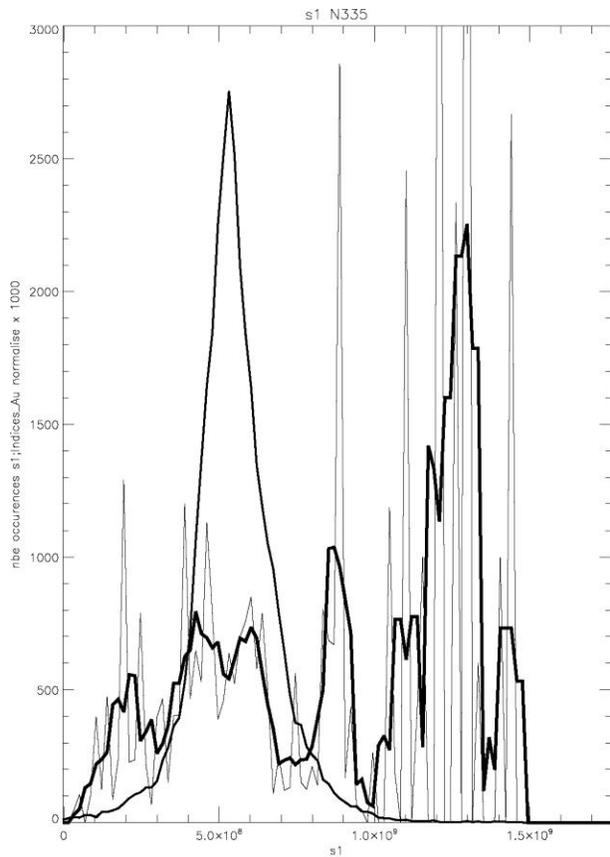
- Cundall, P. A., 1971. A computer model for simulating progressive, large scale movements in blocky rock systems. Proceedings of the International Symposium Rock Fracture, ISRM, Nancy, Paper No. II-8, vol. 1.
- Cundall, P.A., 1980. UDEC—A generalized distinct element program for modelling jointed rocks: Peter Cundall Associates, Report PCAR-1-80, European Research Office, U.S. Army, Contract DAJA37-79-C-0548.
- Daigneault, R., Mueller, W. U. et Chown, E.H., 2002. Oblique Archean subduction: accretion and exhumation of an oceanic arc during dextral transpression, Southern Volcanic Zone, Abitibi Subprovince Canada. Precambrian Research. Vol. 115, issue 1-4, pp. 261-290
- Faure, S. et Rafini, S. 2004. Modélisation des paléocontraintes et des paléopressions le long de la Faille Porcupine-Destor : Implication pour la formation de bassins sédimentaires, d'intrusions et de minéralisations aurifères. Rapport du projet CONSOREM 2003-03, 47 p.
- Faure, S., Rafini, S., et Trépanier, S., 2009 (en édition). Paléopressions, perméabilité crustale et hydrothermalisme : implications pour les minéralisations aurifères orogéniques en Abitibi. Rapport 2008-01. 27 p.
- Piché, M. et M. Jébrak, 2004. Normative minerals and alteration indices developed for mineral exploration. Journal of Geochemical Exploration **82**(1-3). 59-77.

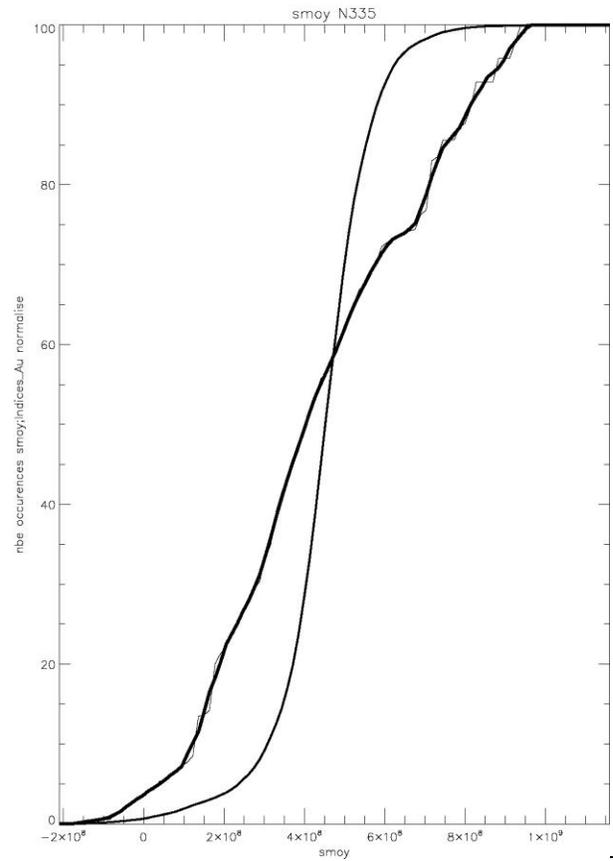
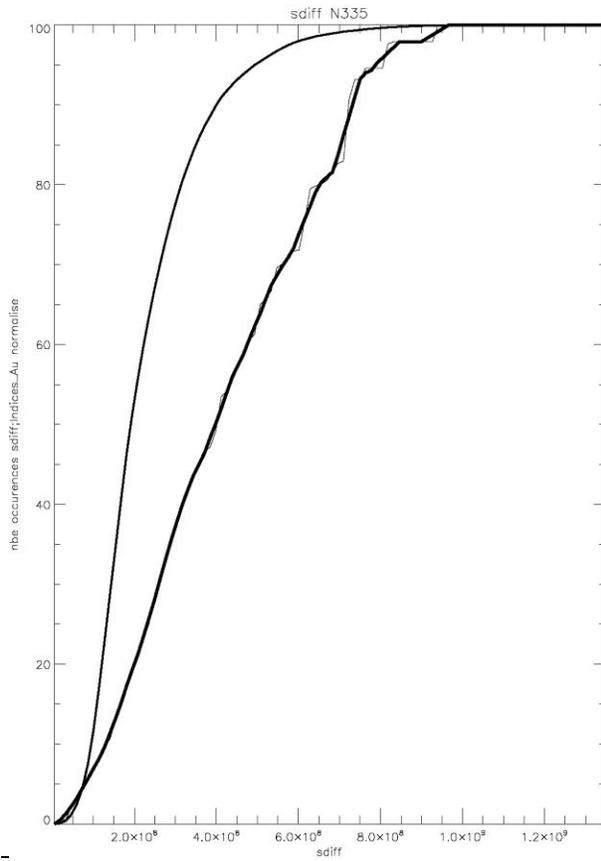
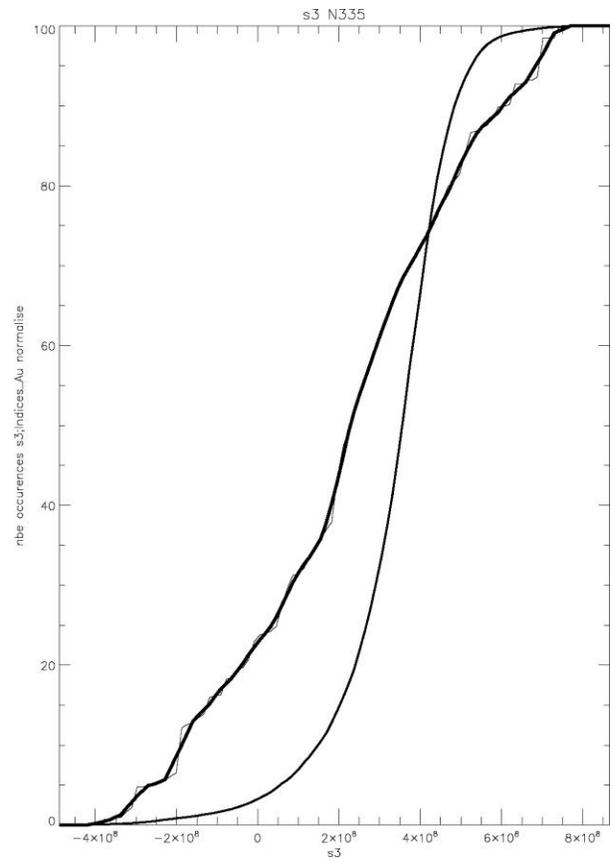
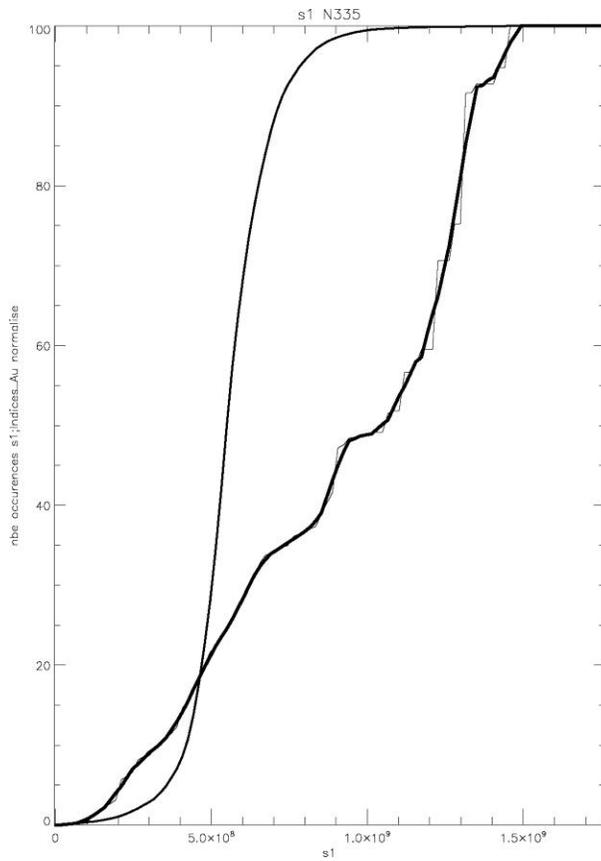
## ANNEXE I - COURBES DE CORRÉLATION ET COURBES CUMULATIVES

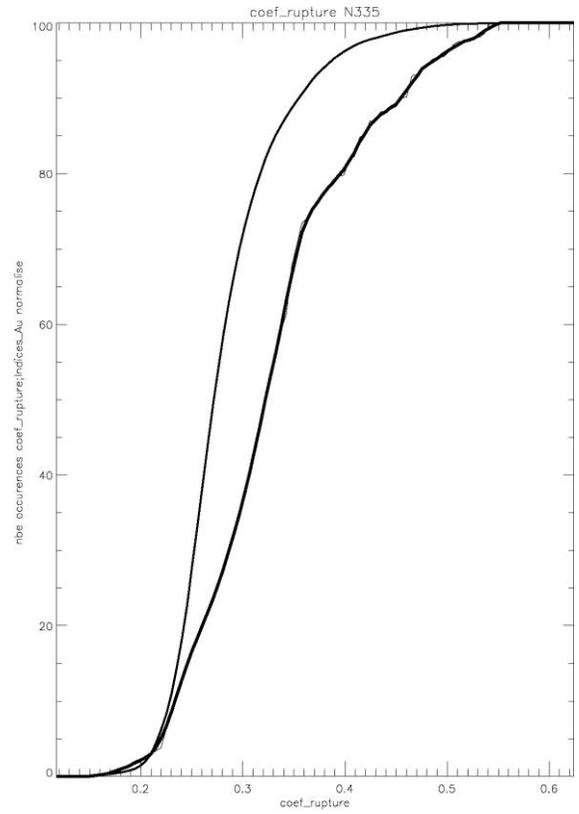
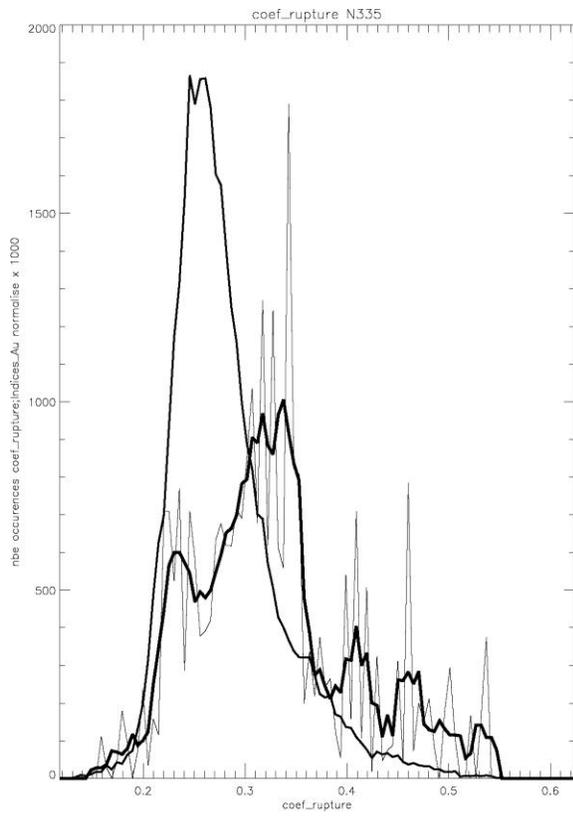


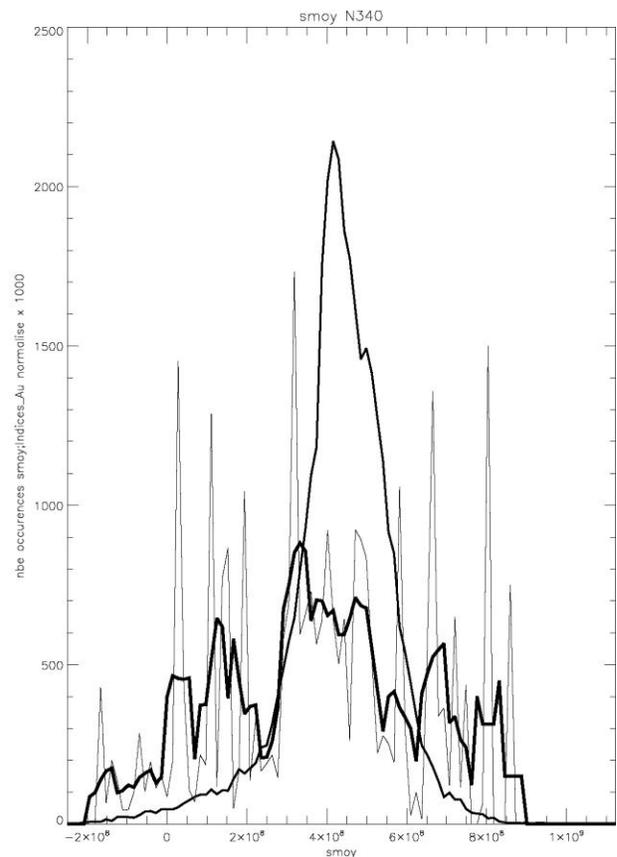
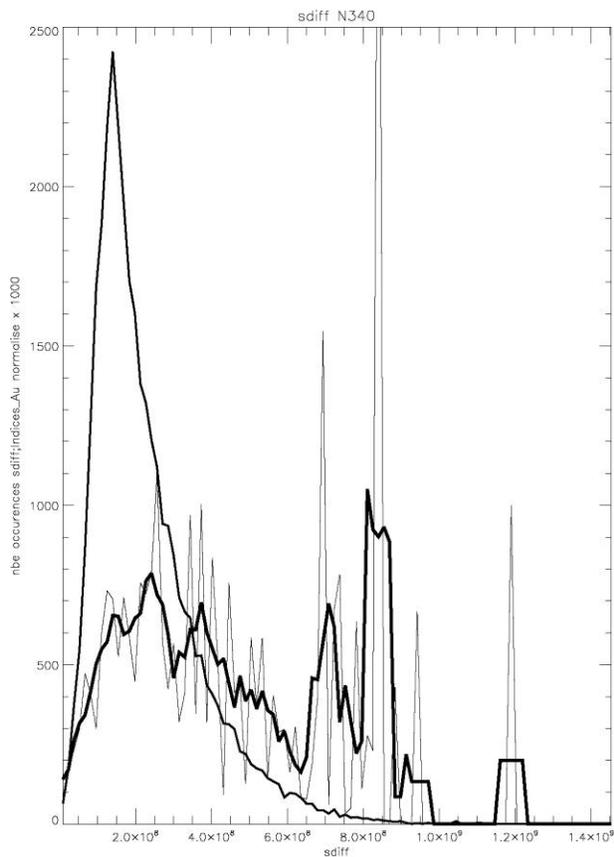
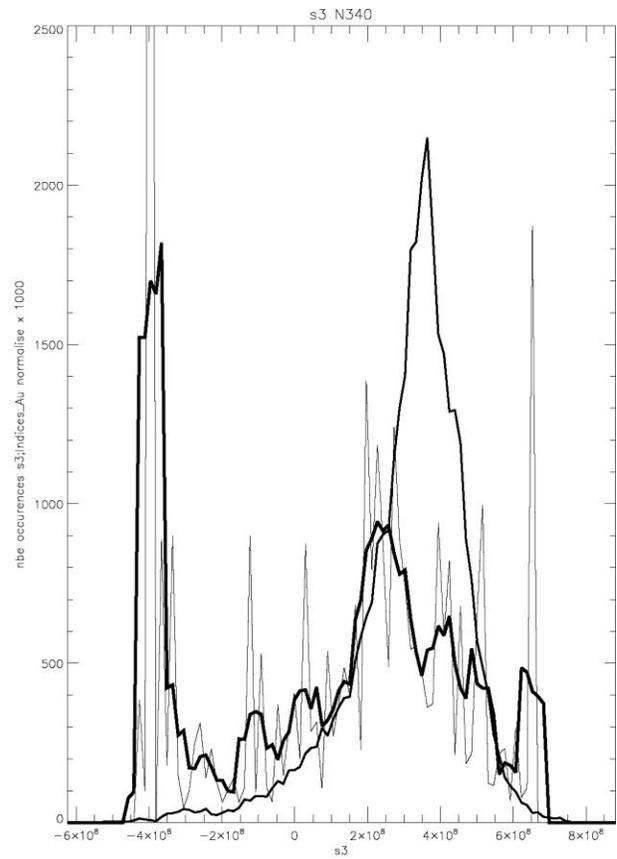
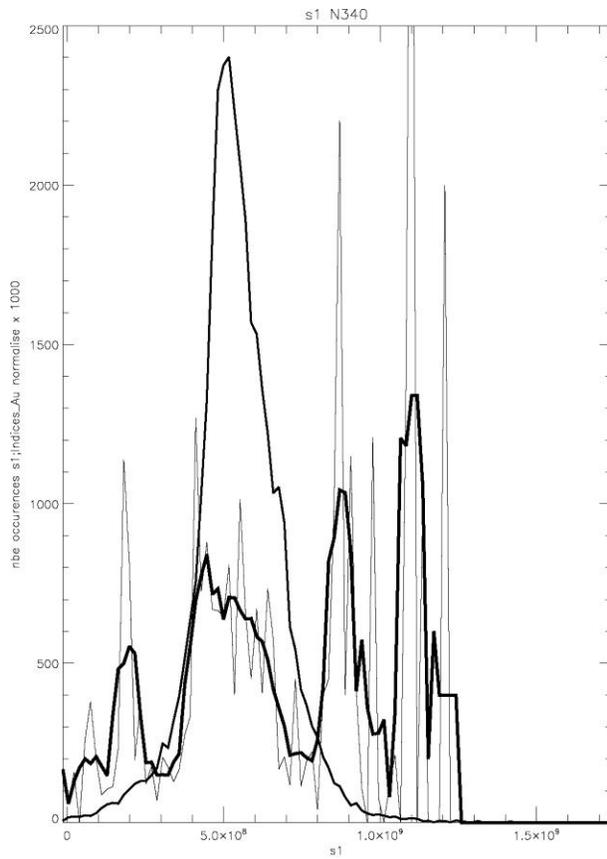


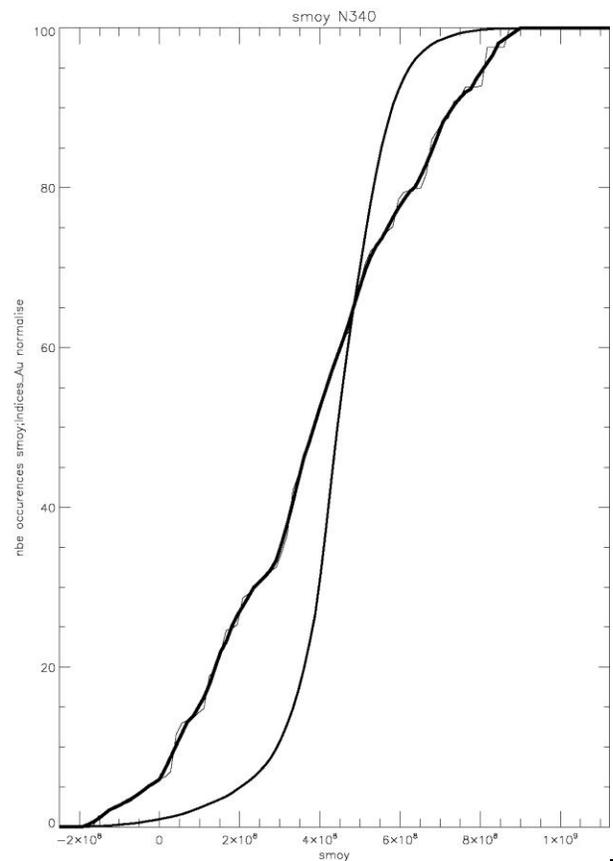
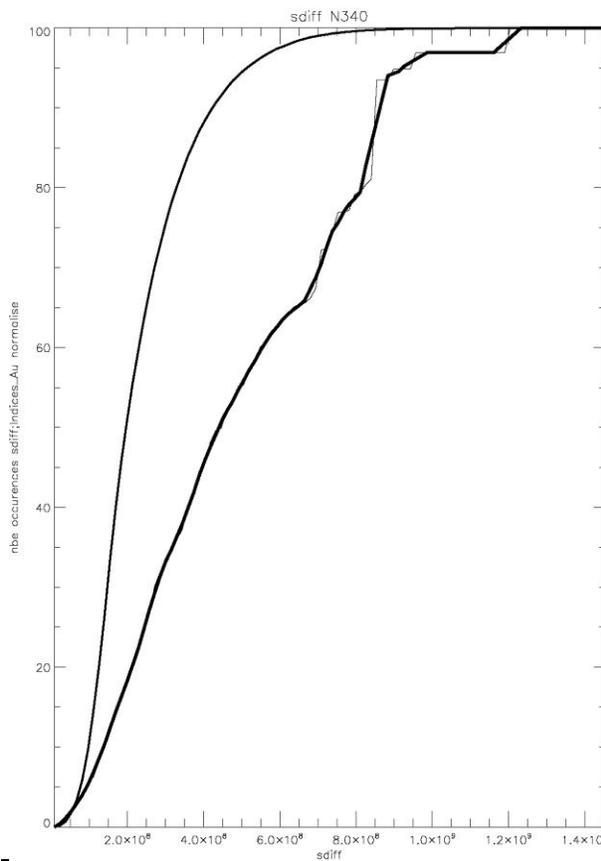
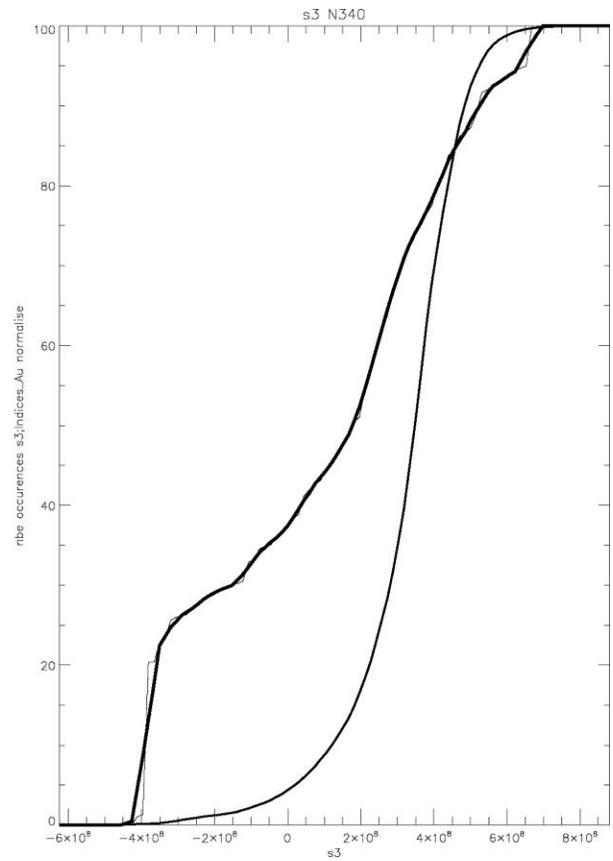
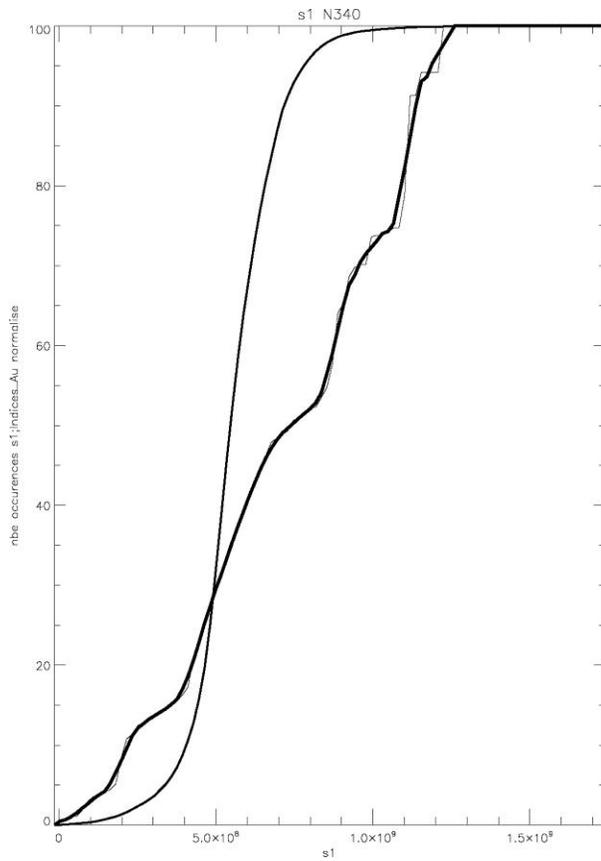


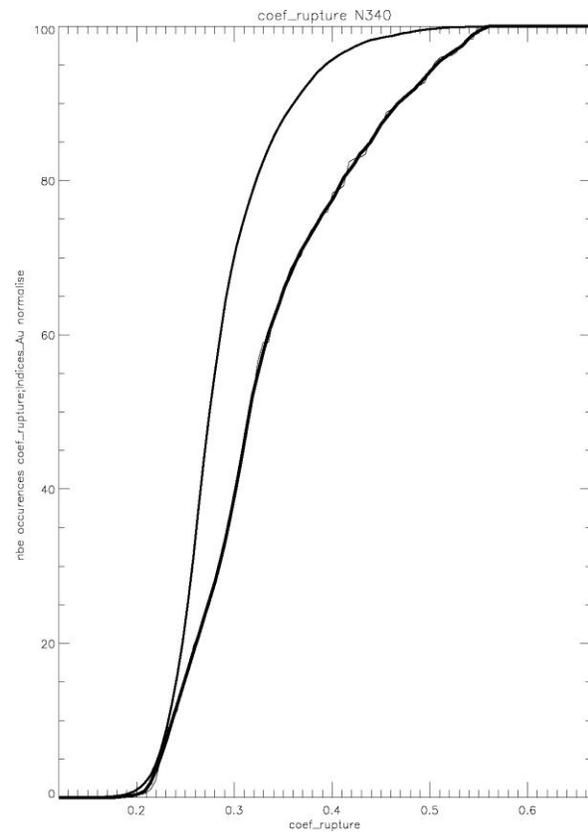
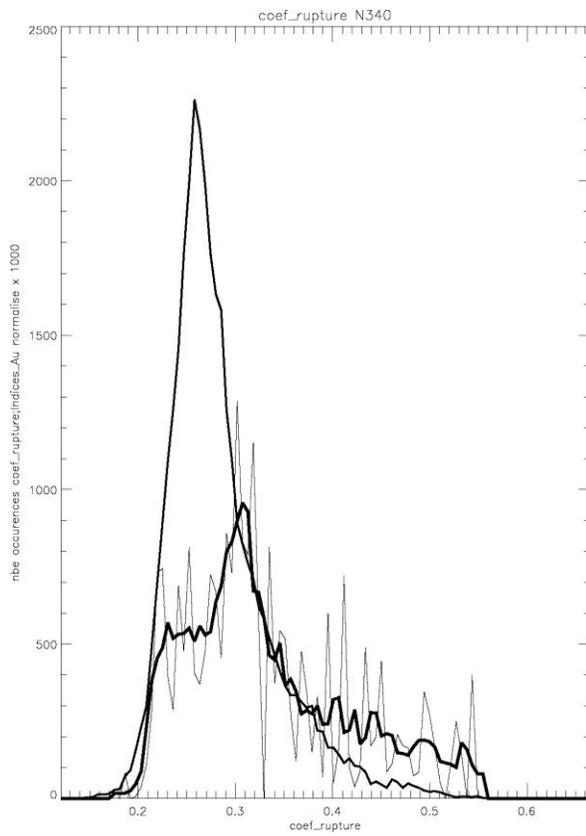


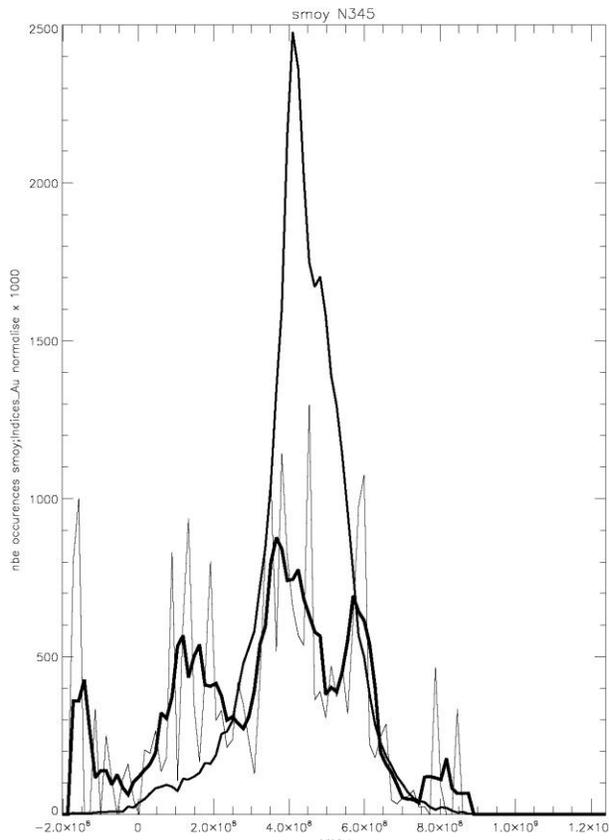
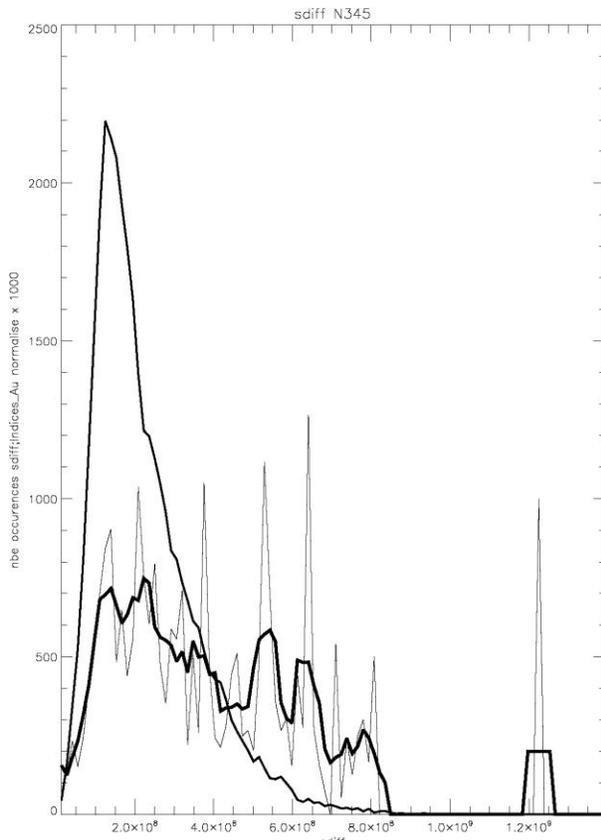
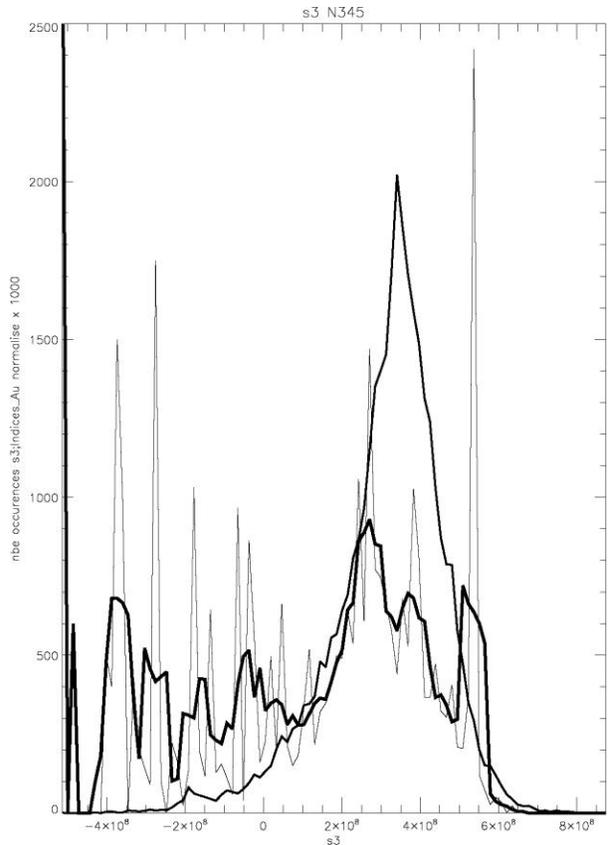
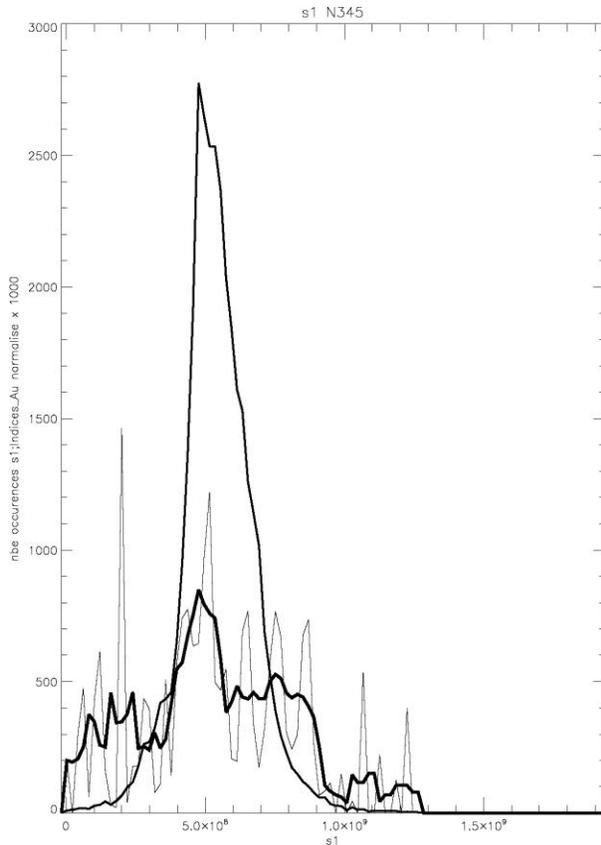


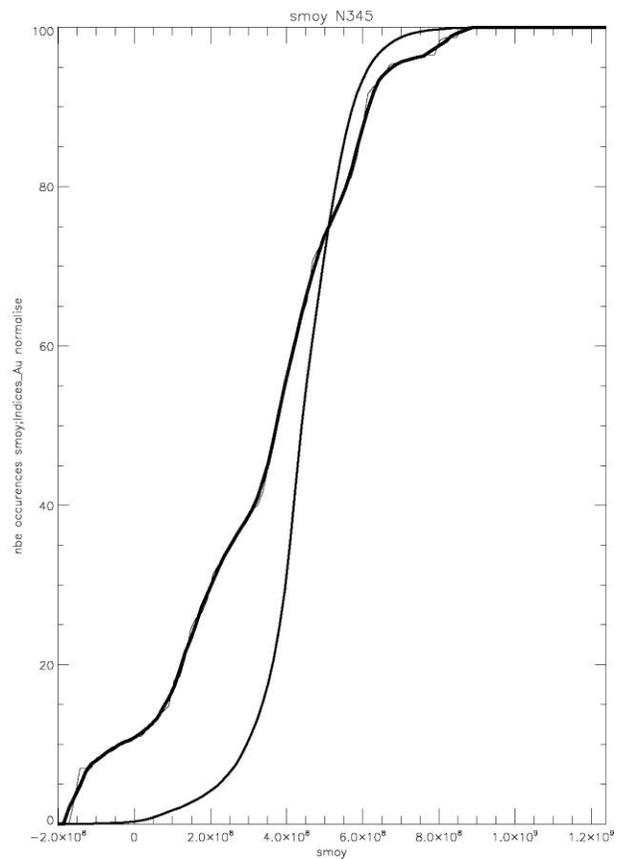
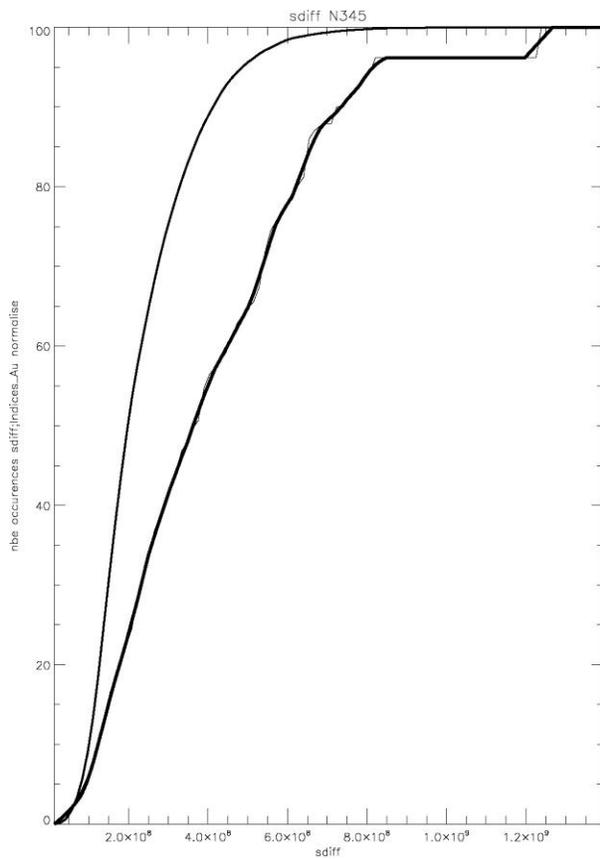
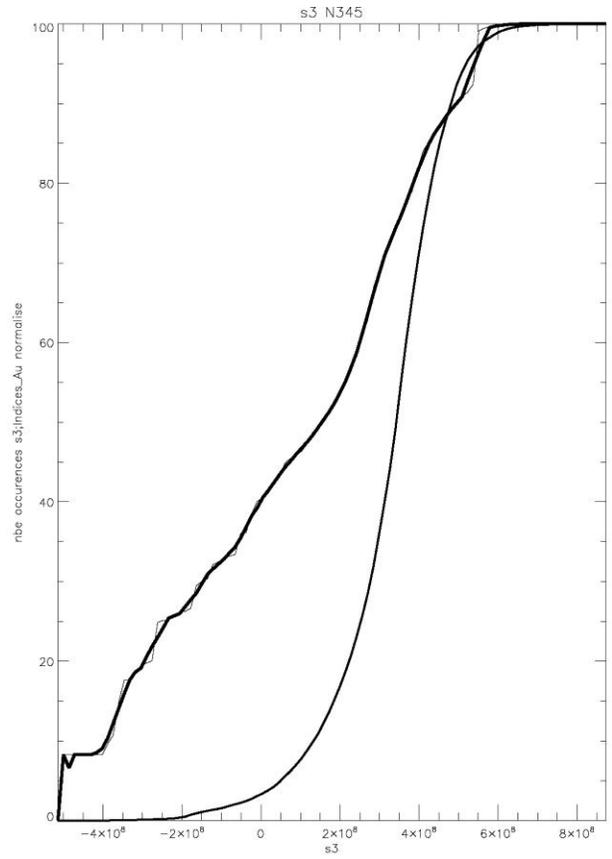
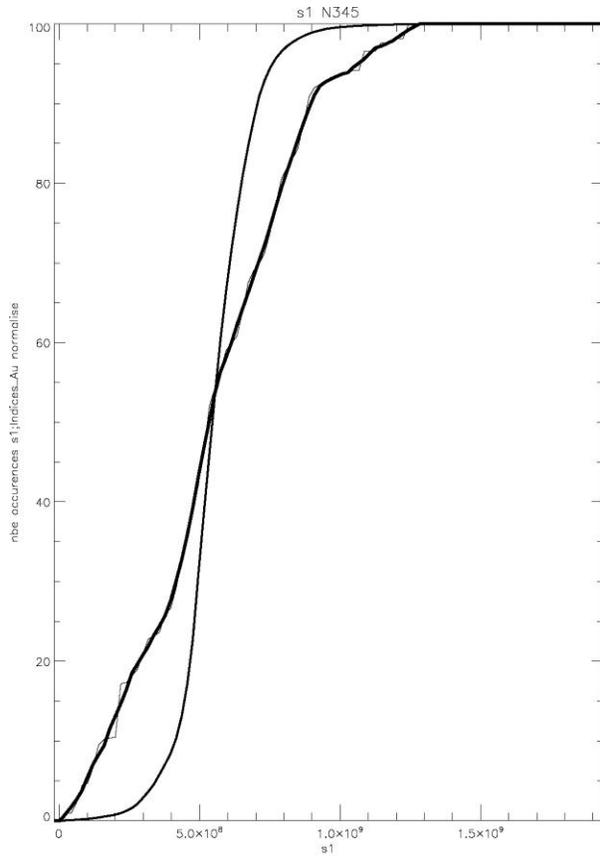


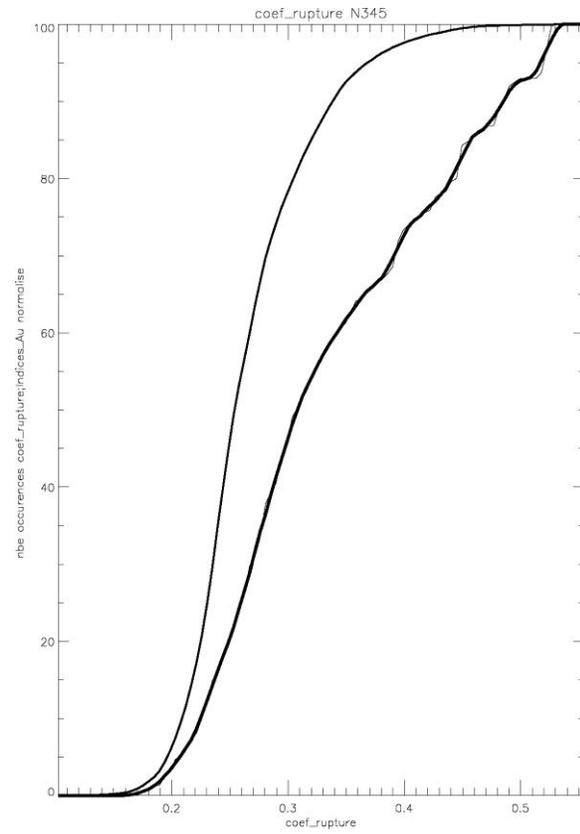
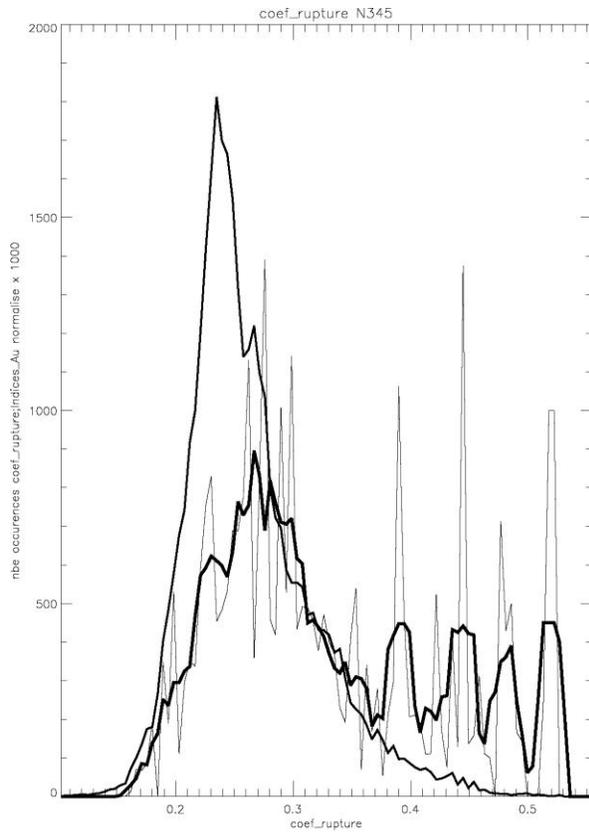


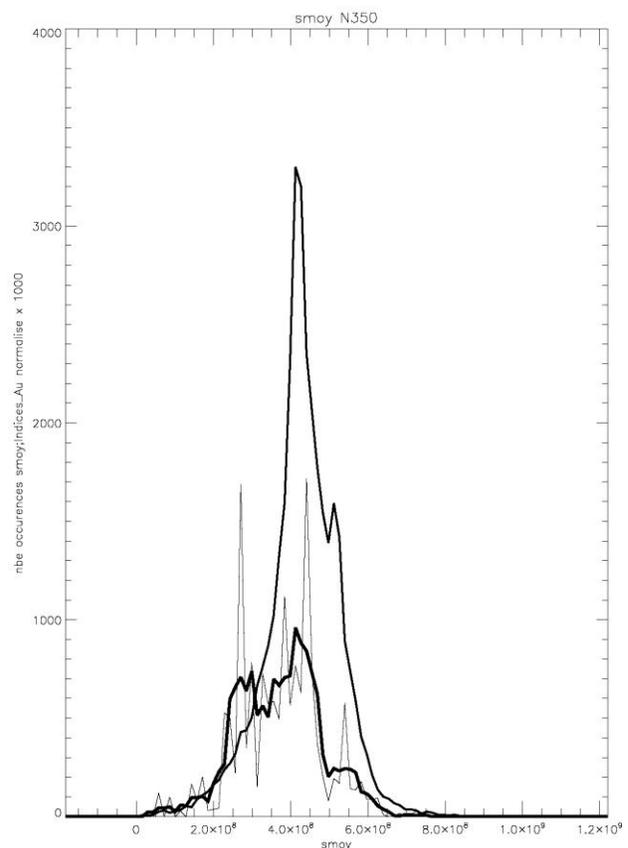
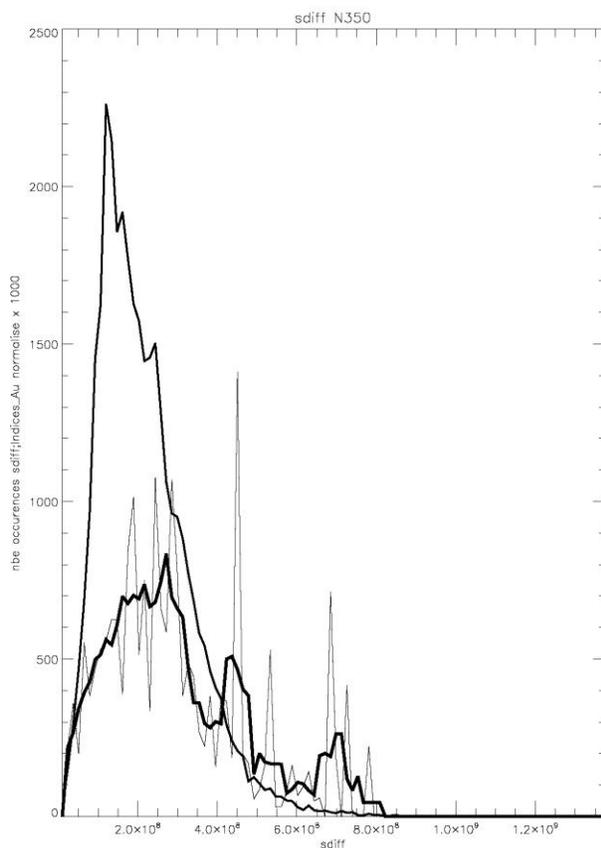
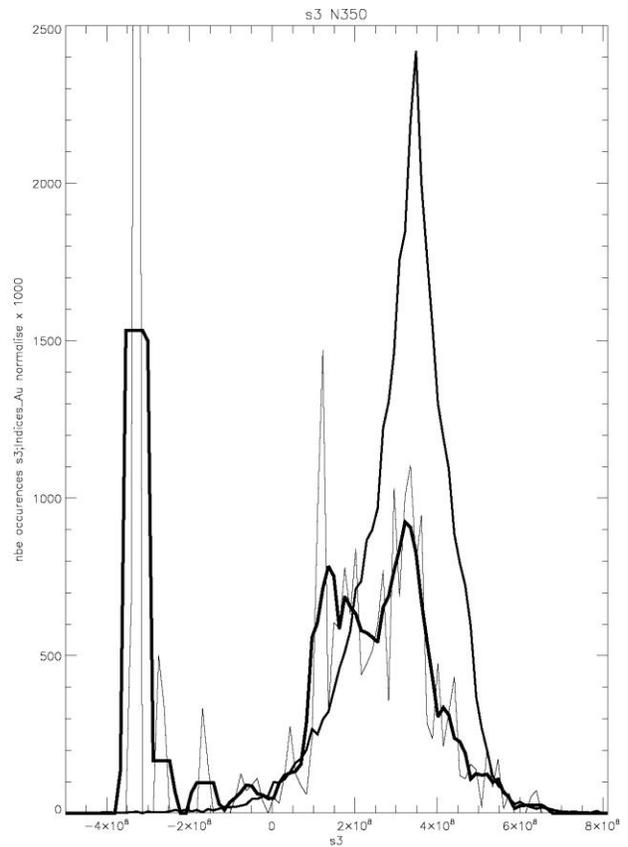
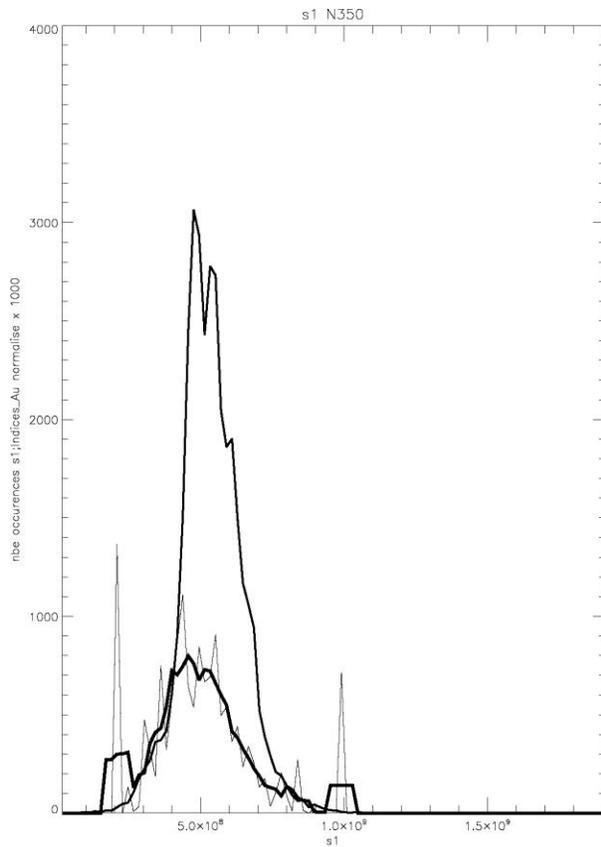


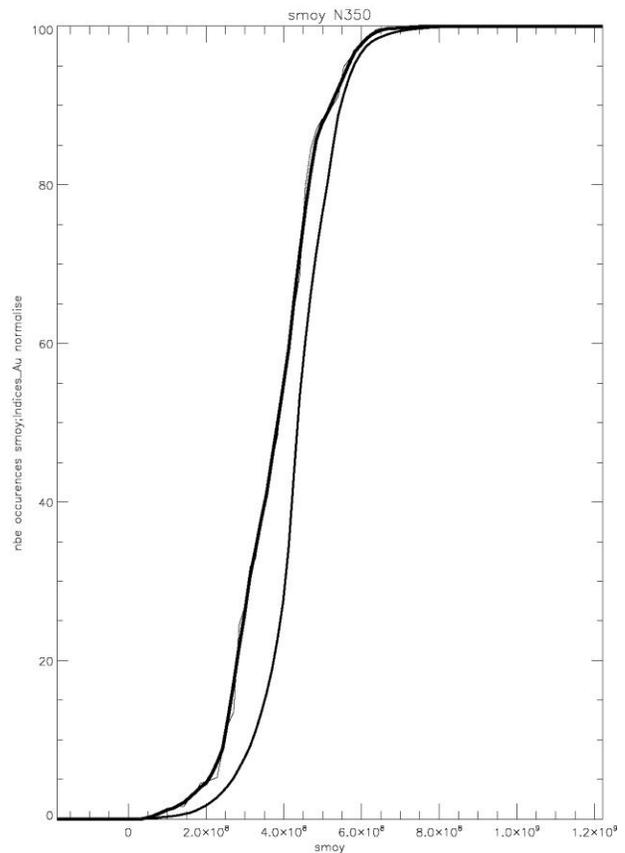
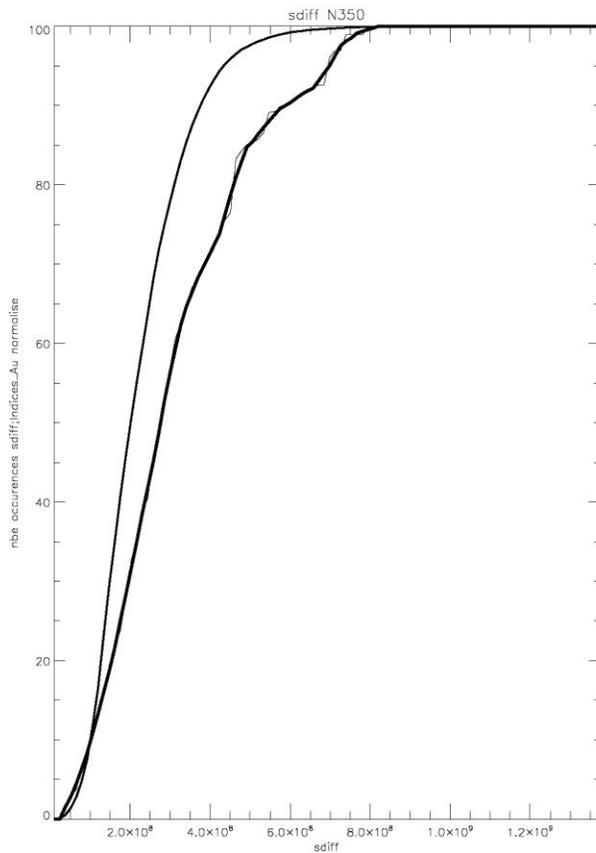
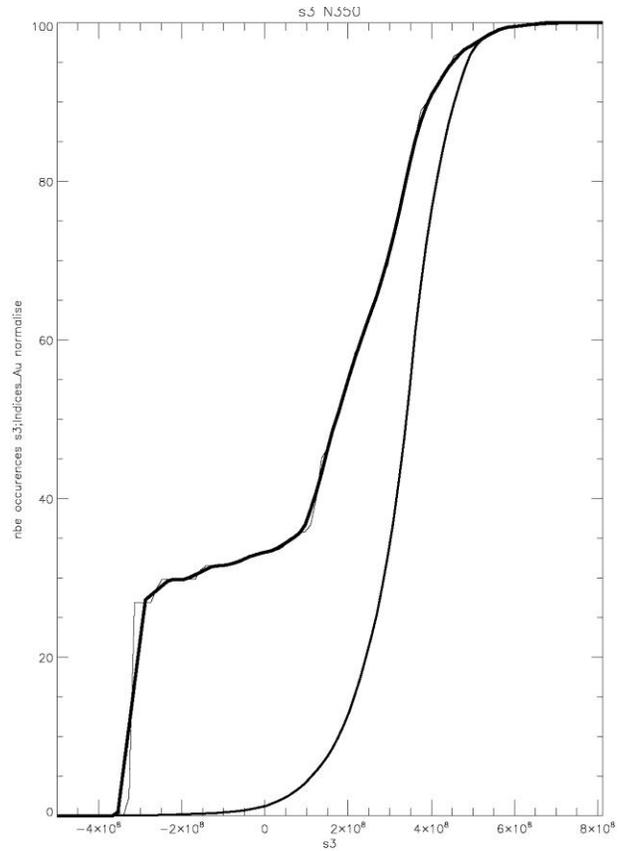
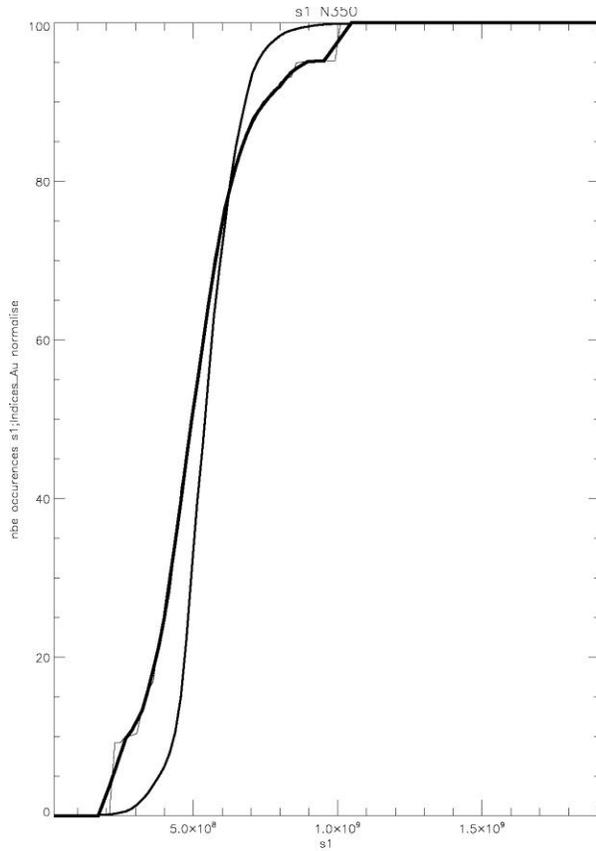


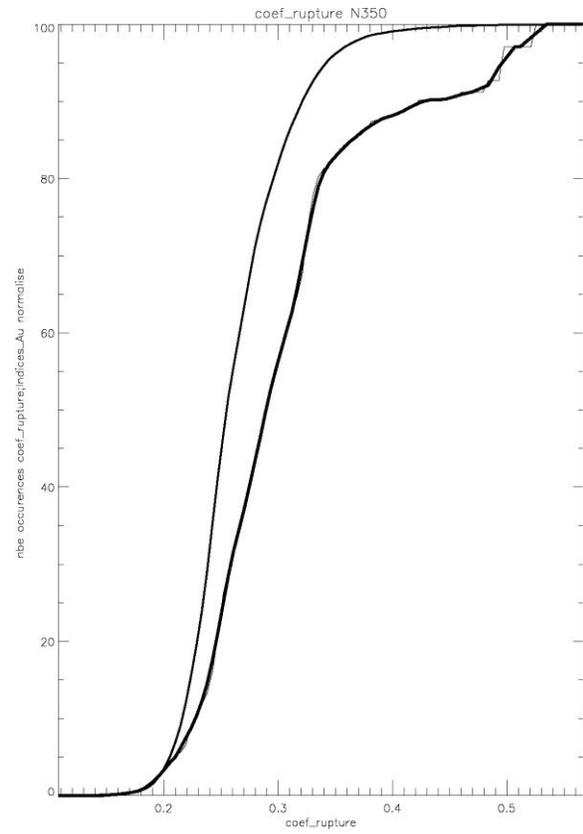
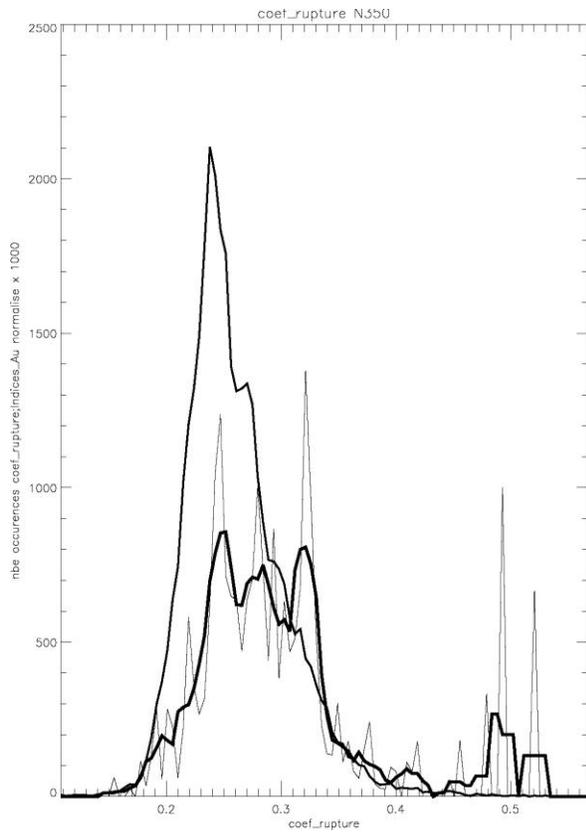


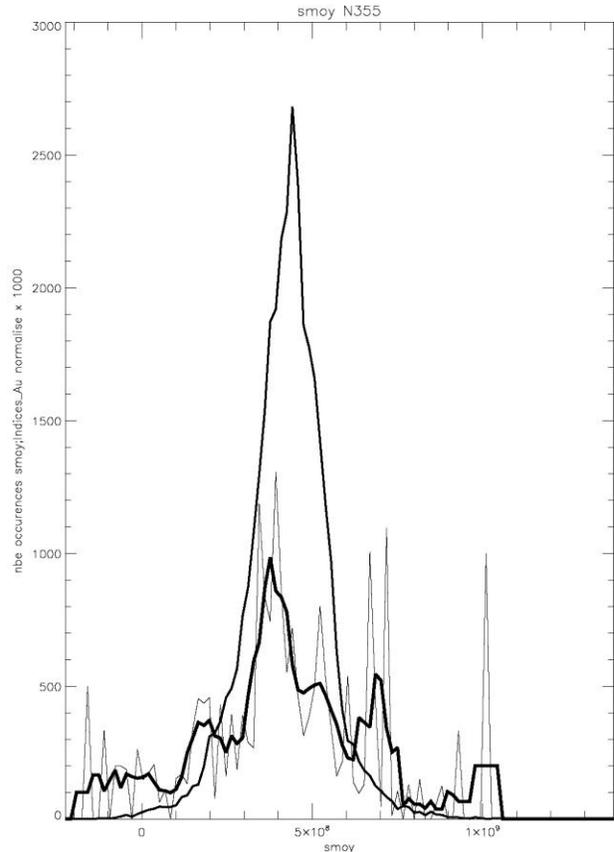
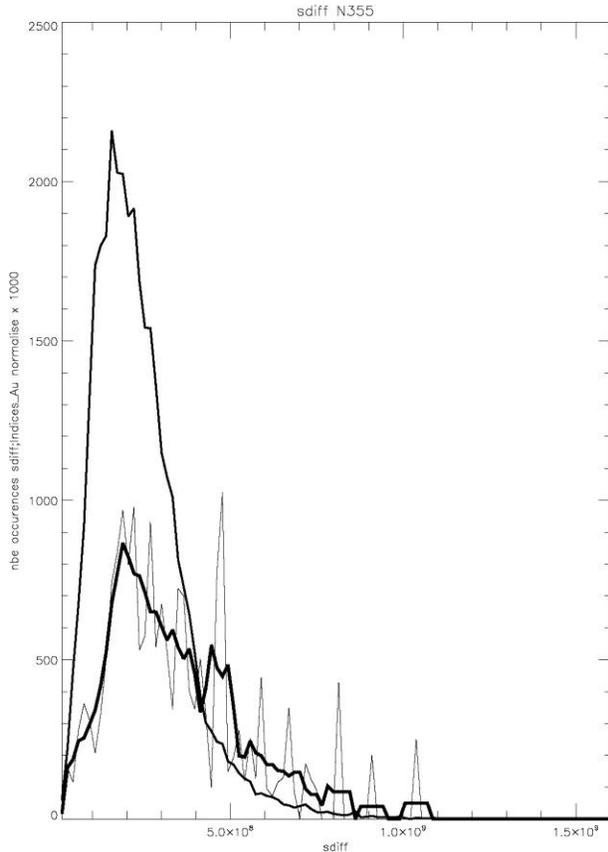
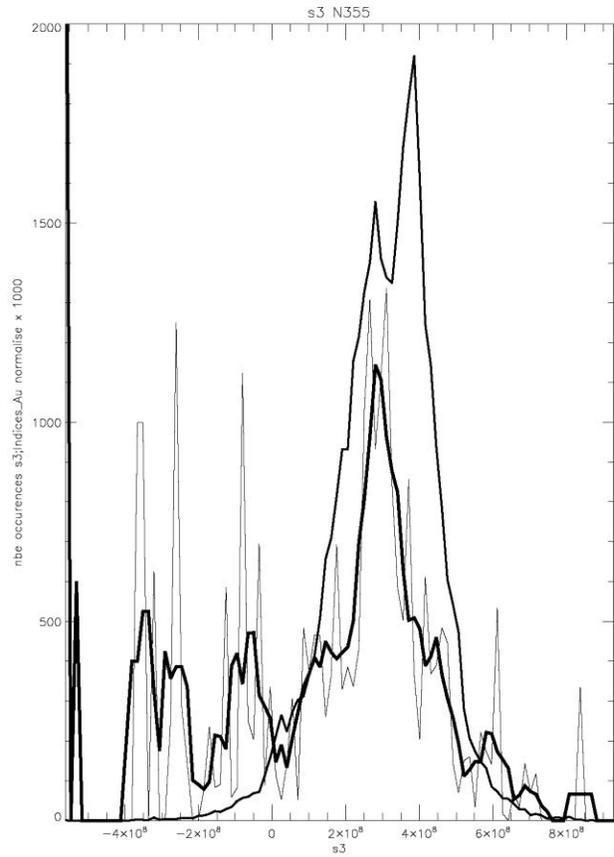
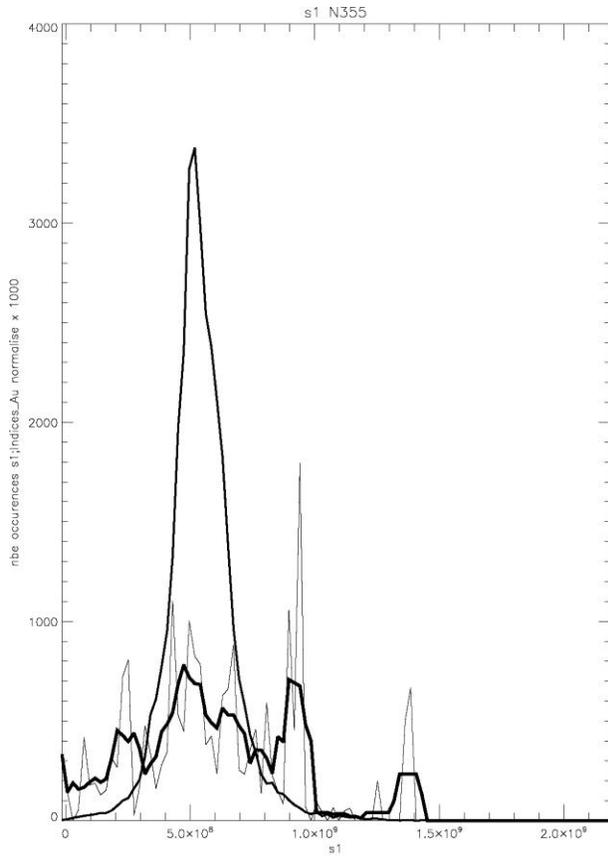


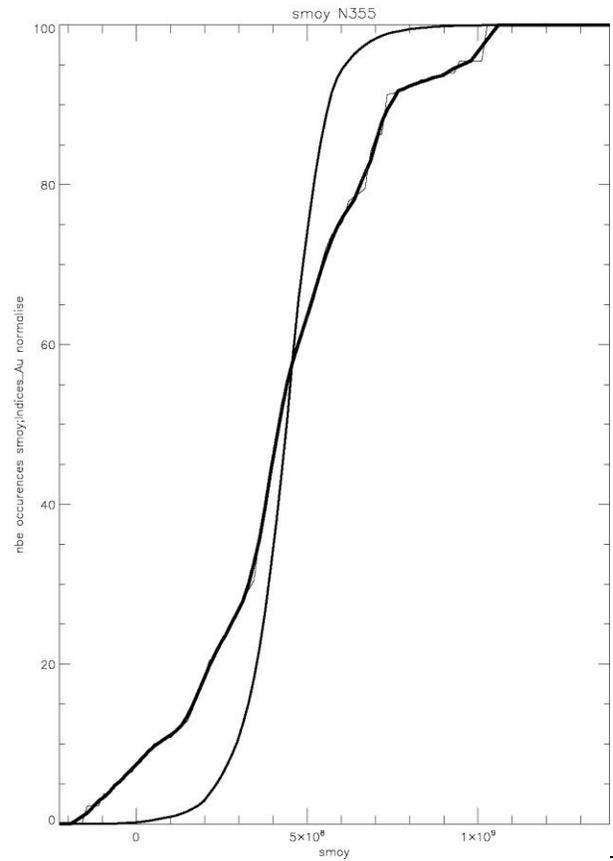
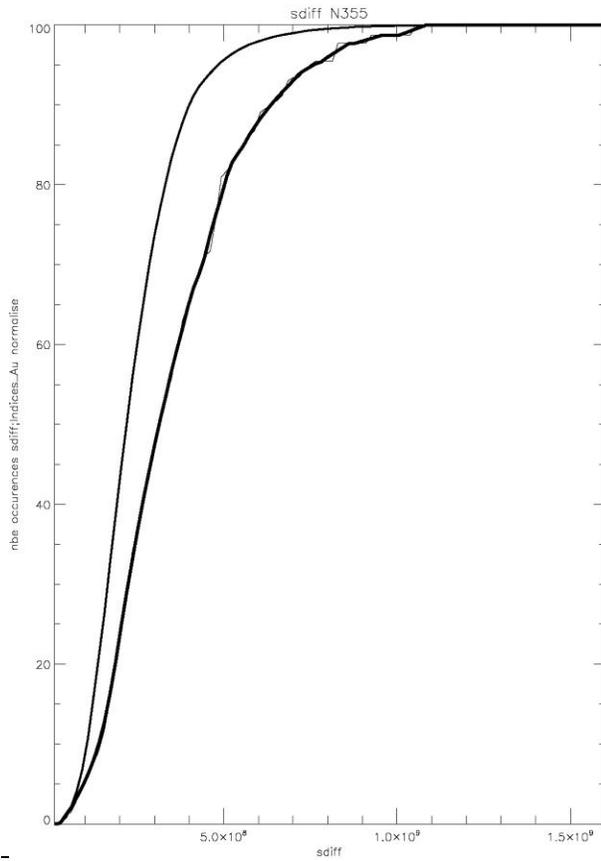
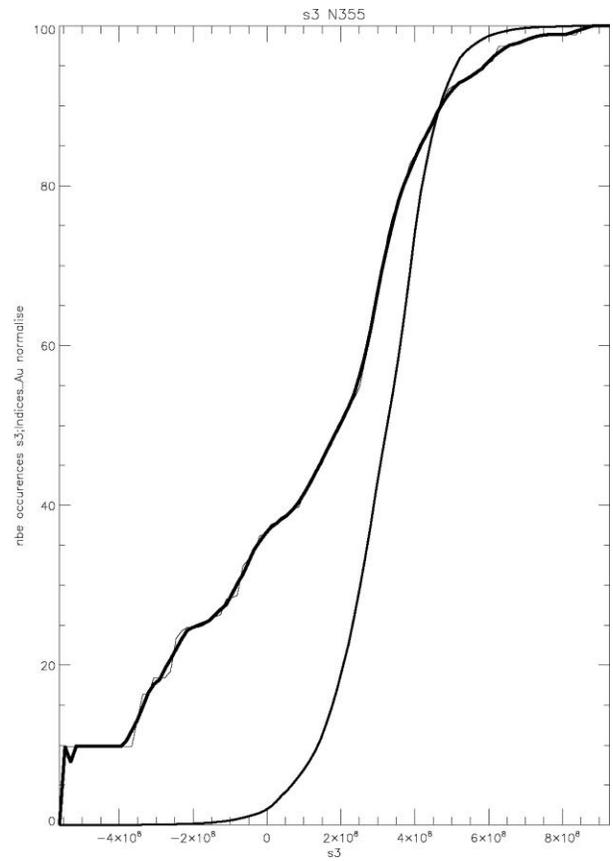
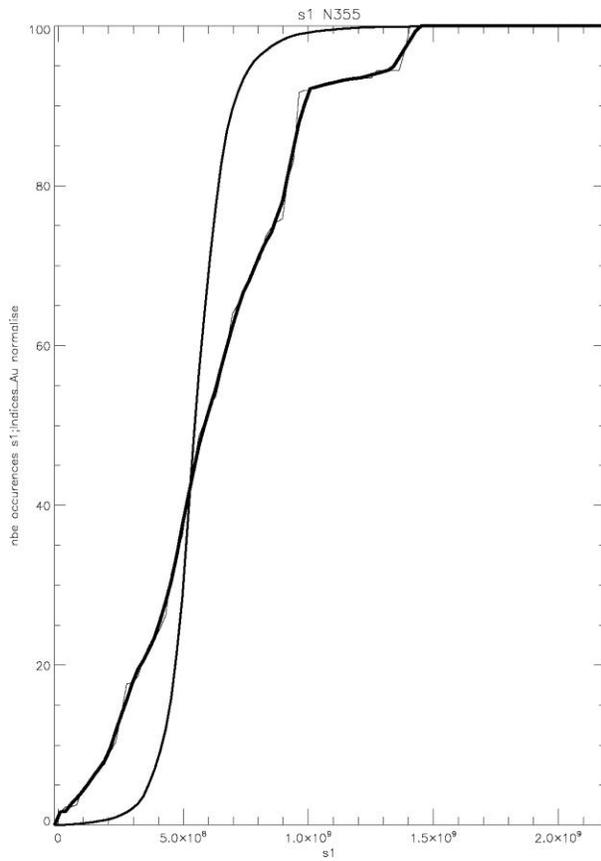


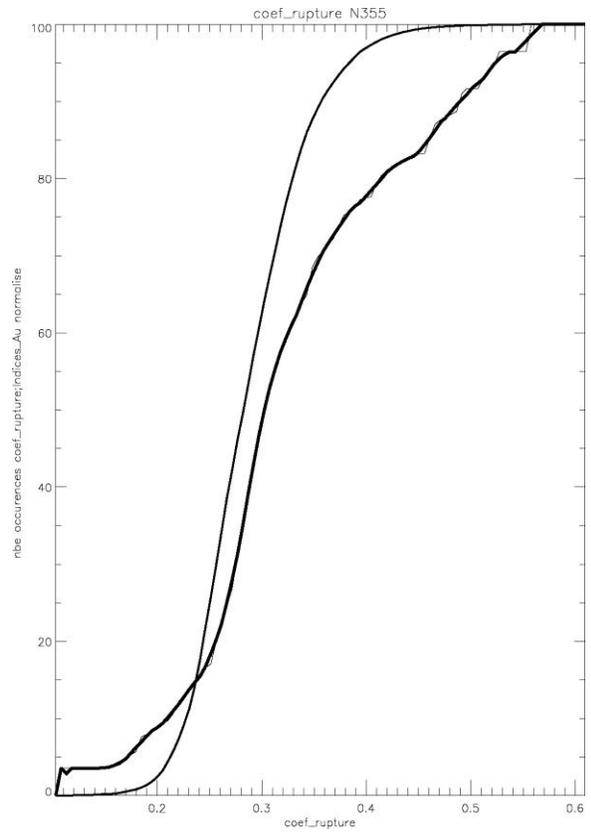
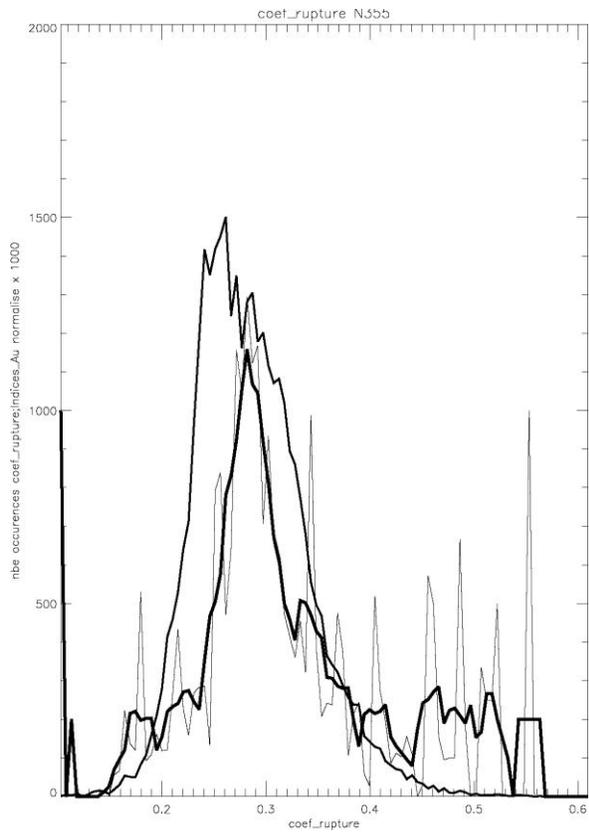


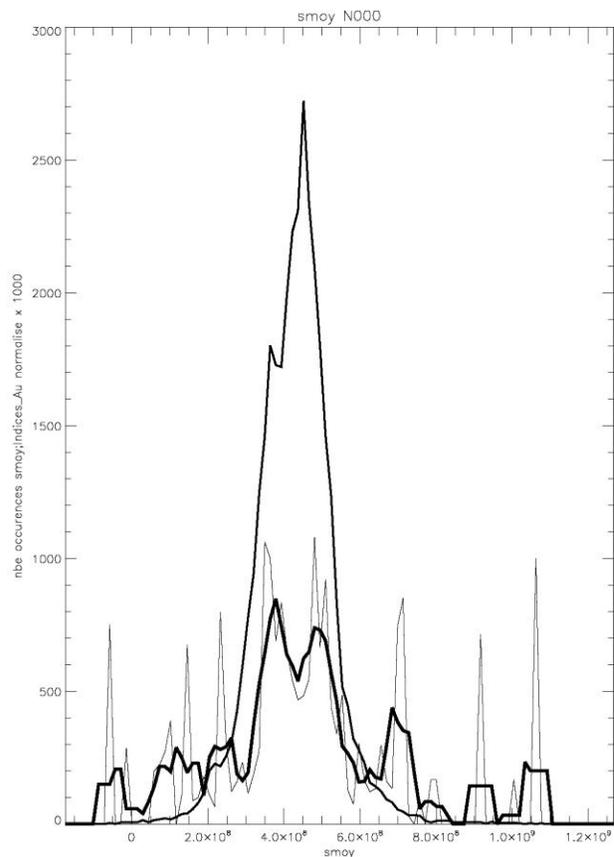
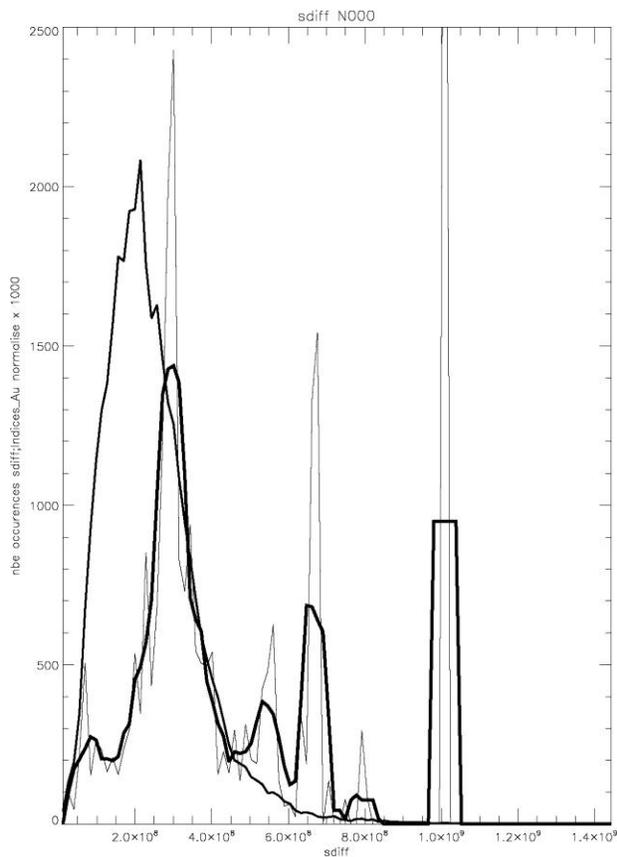
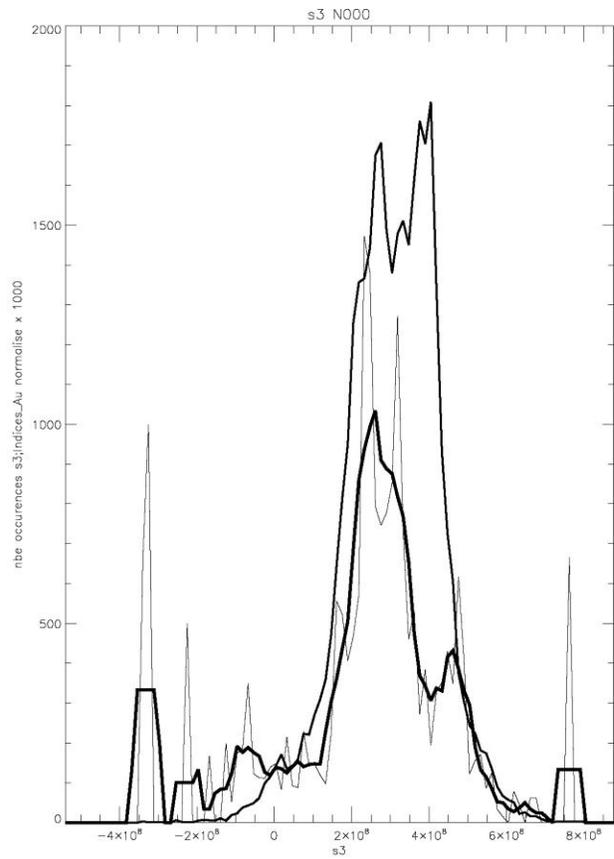
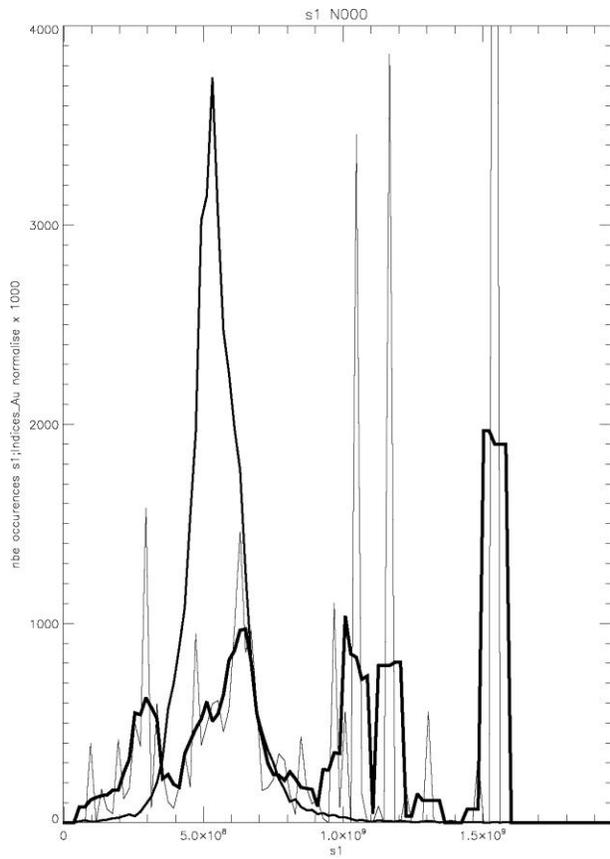


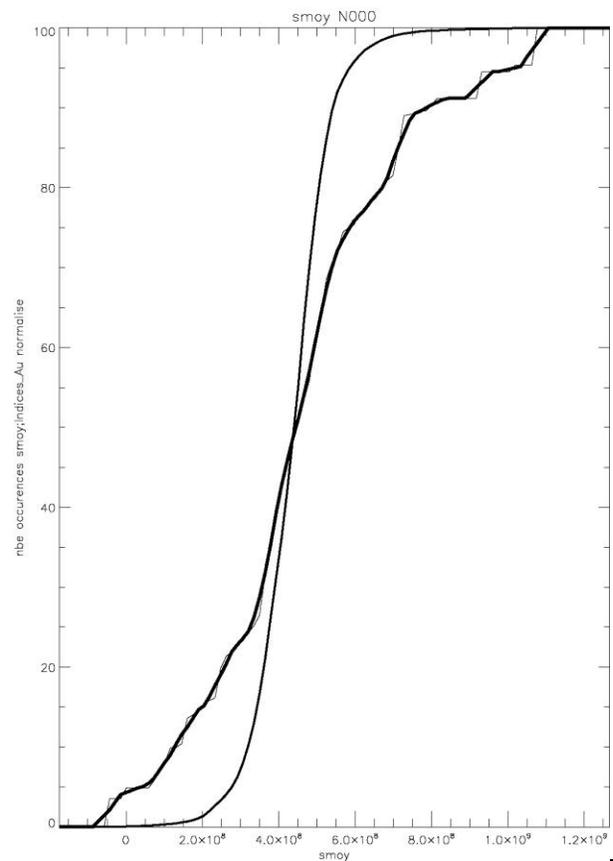
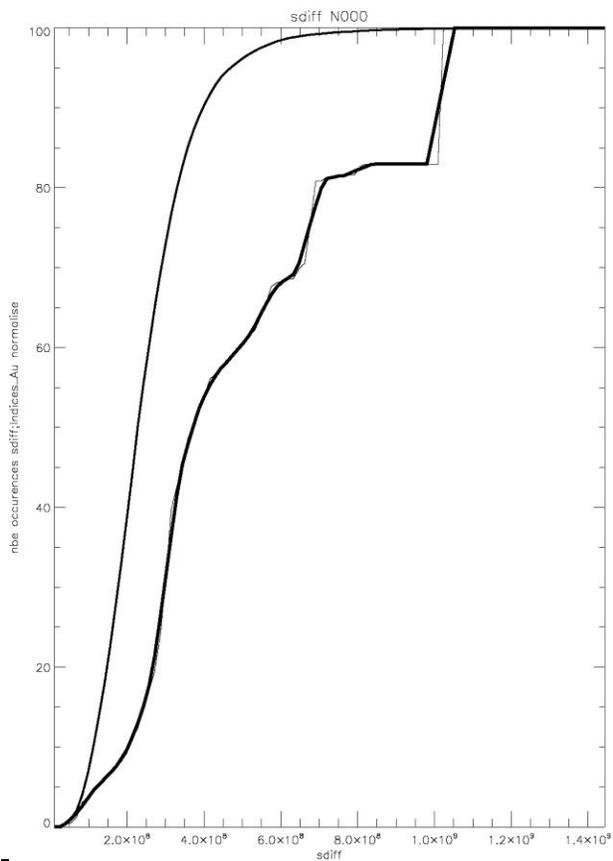
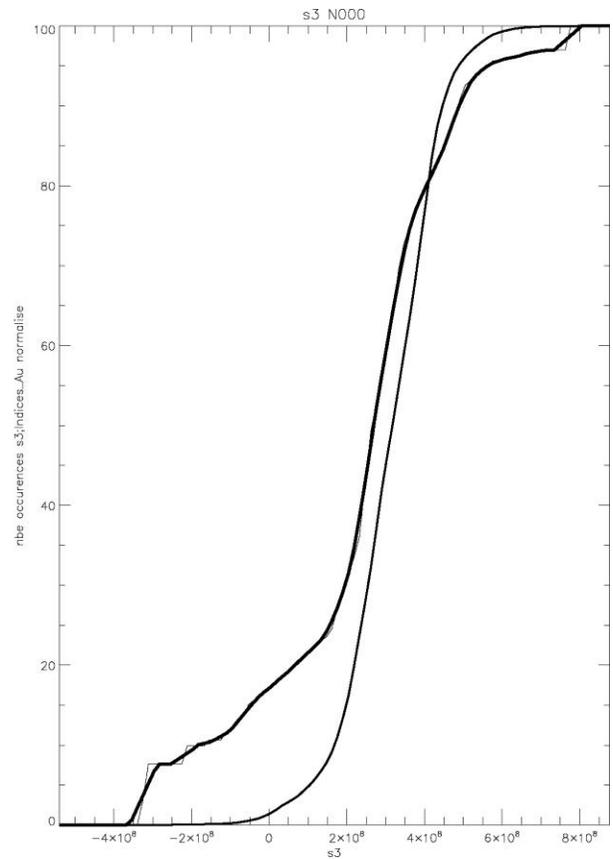
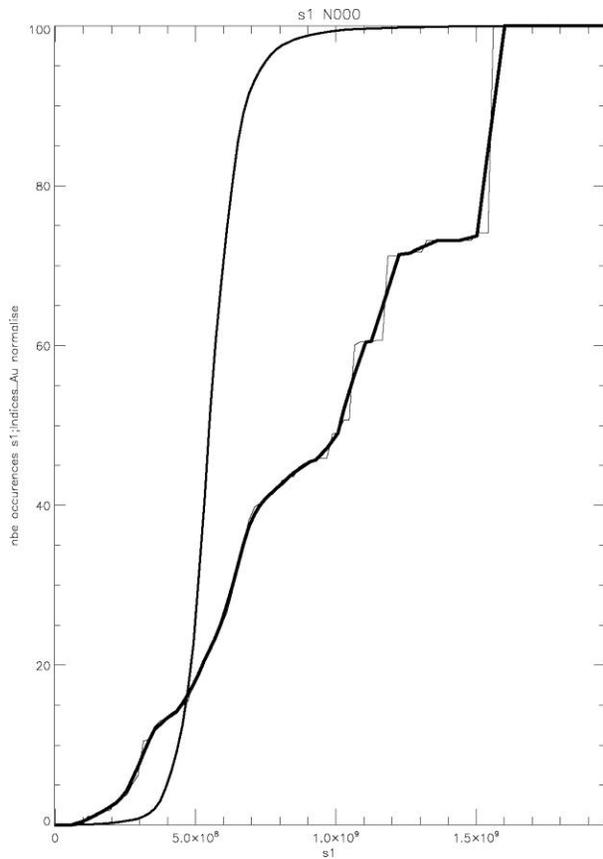




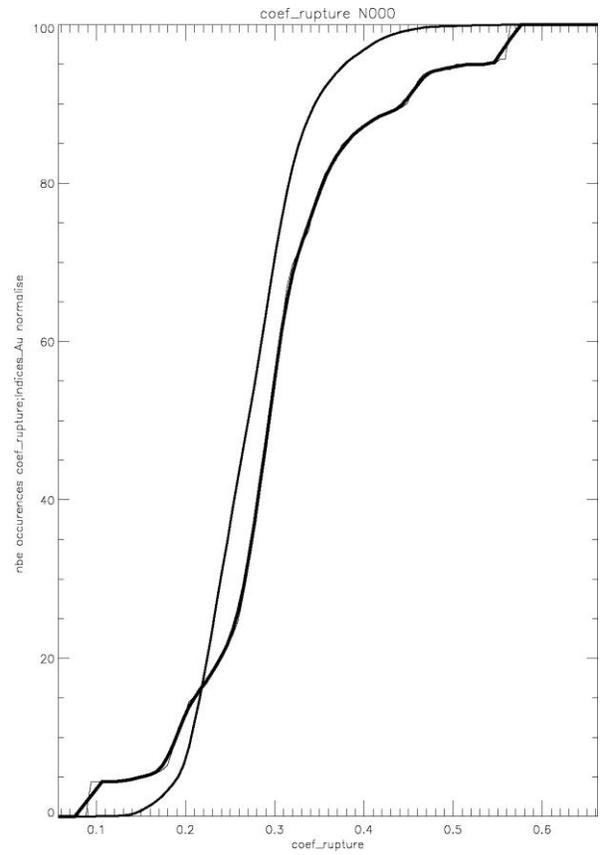
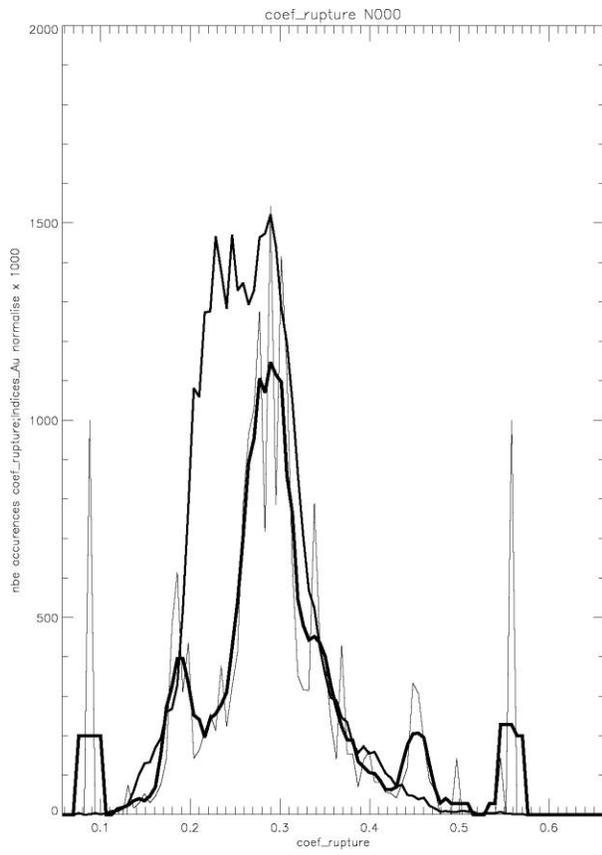


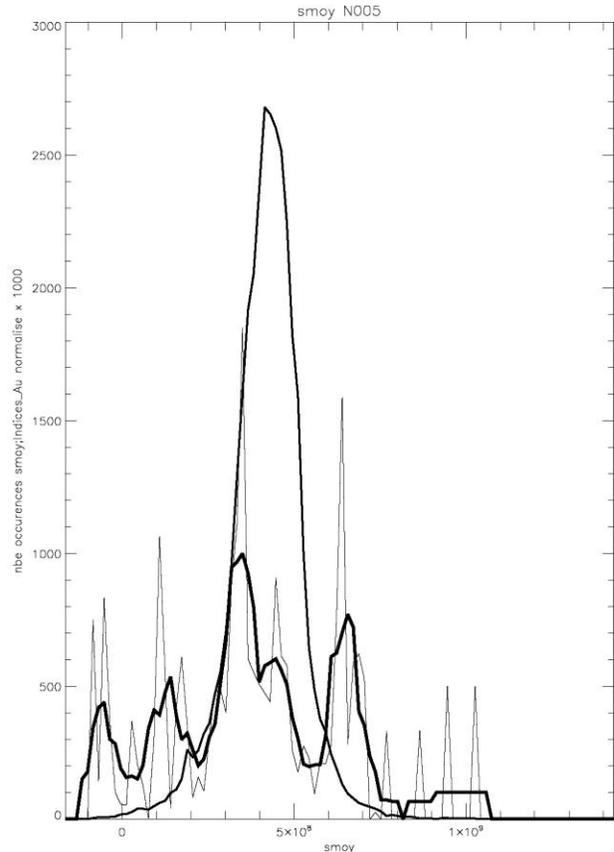
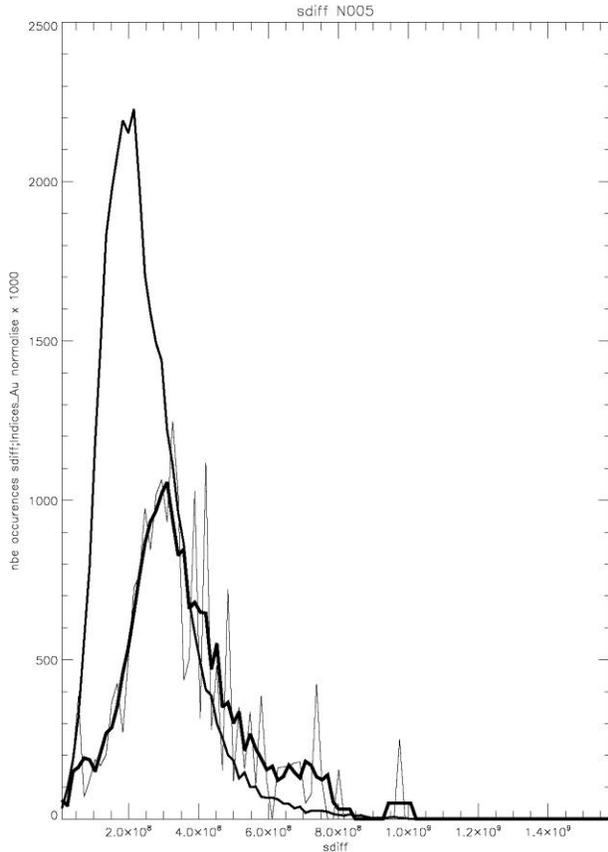
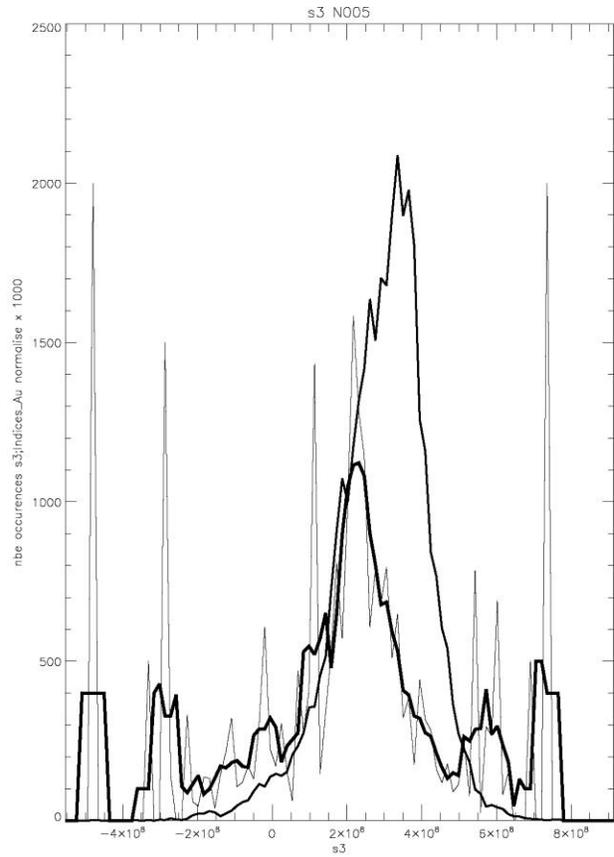
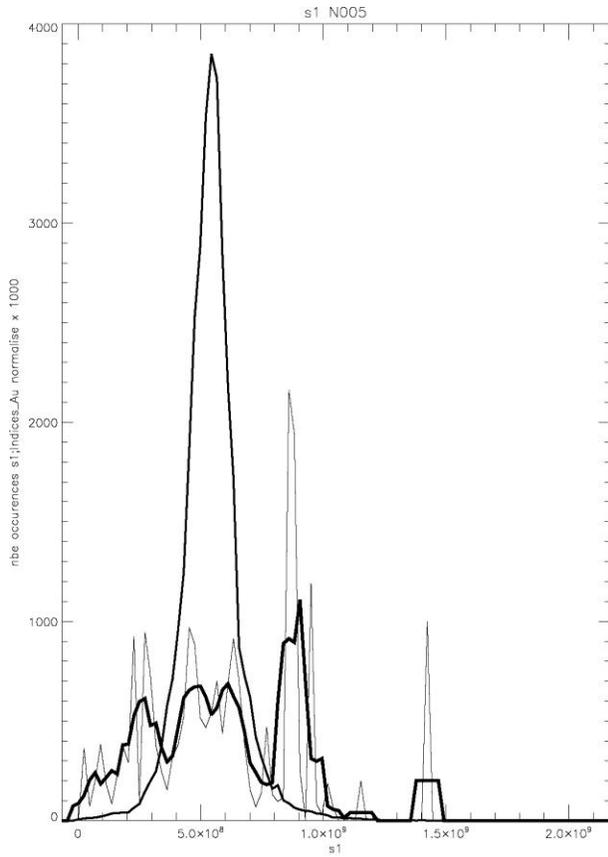


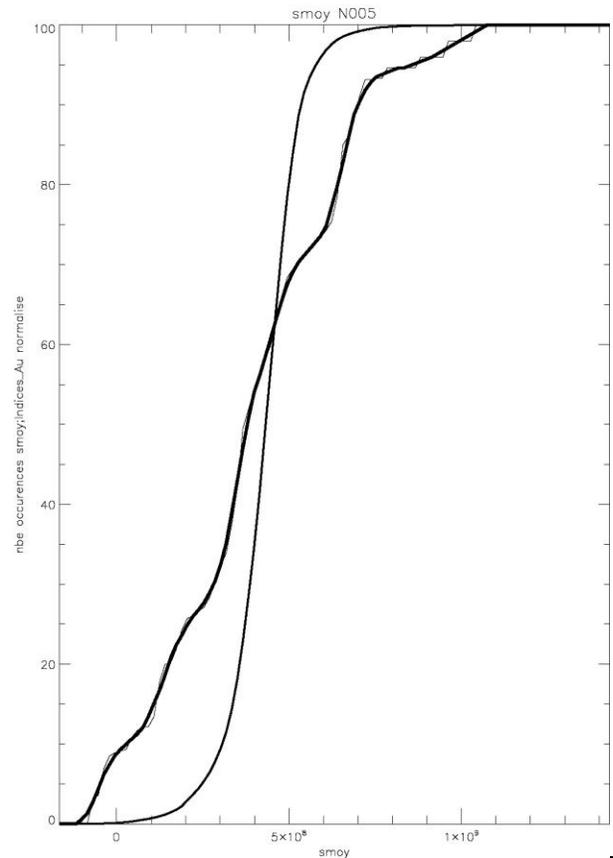
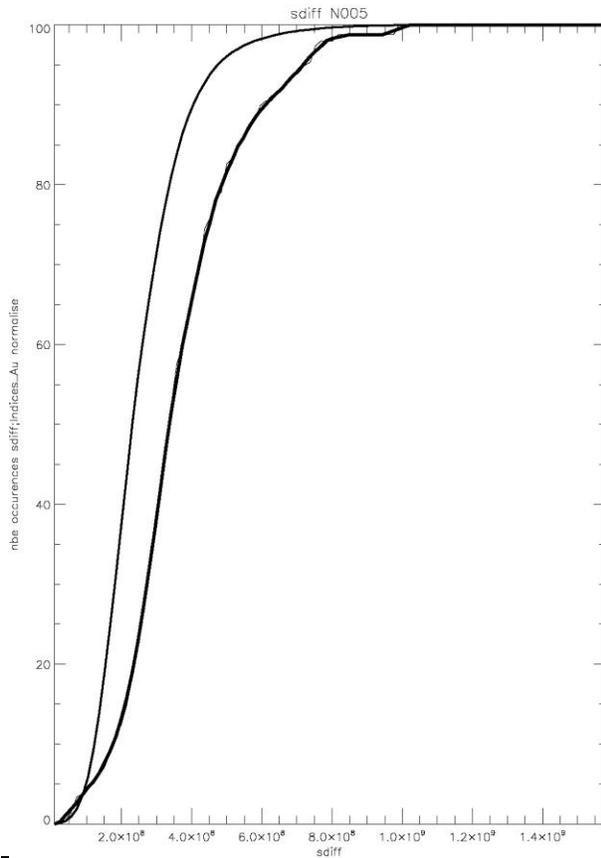
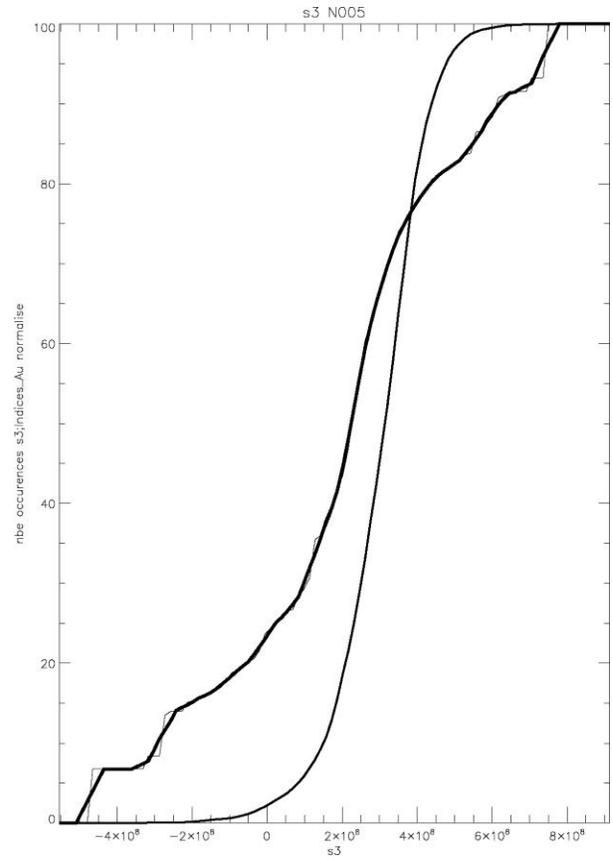
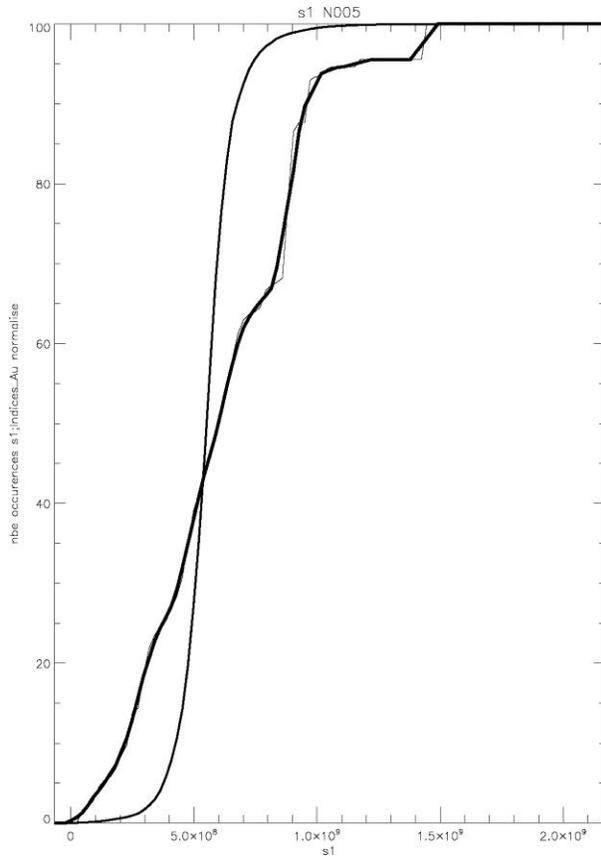


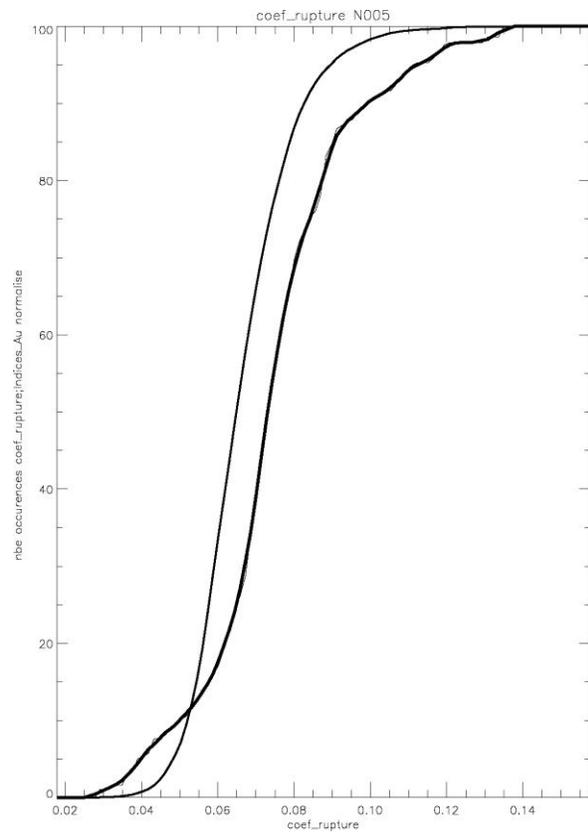
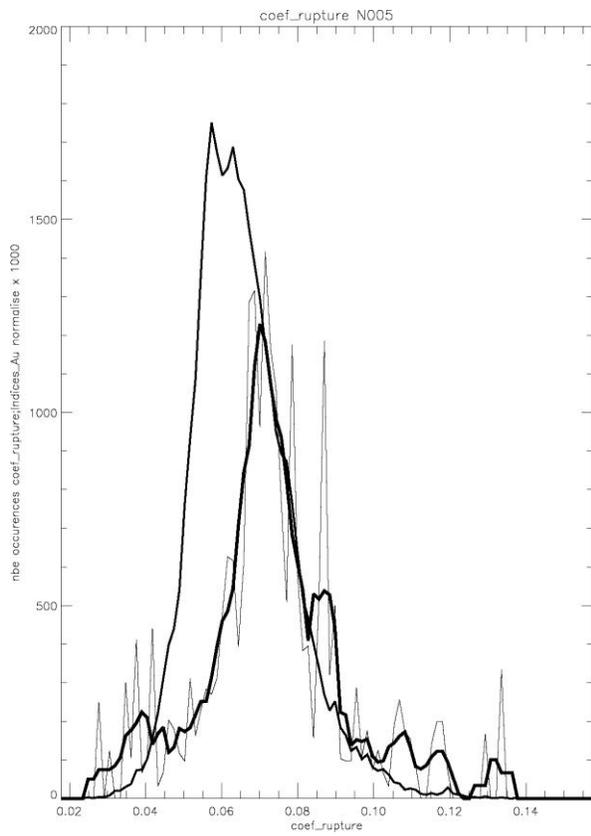


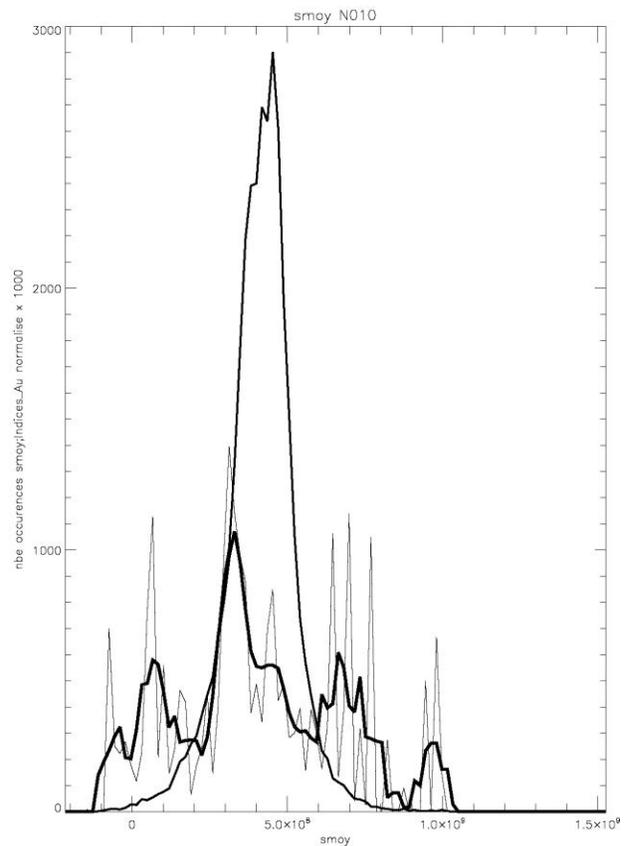
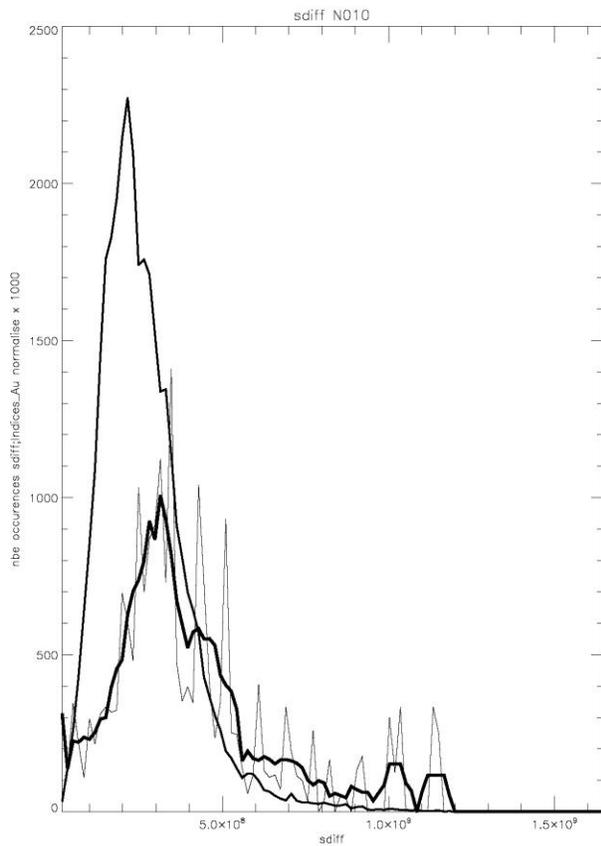
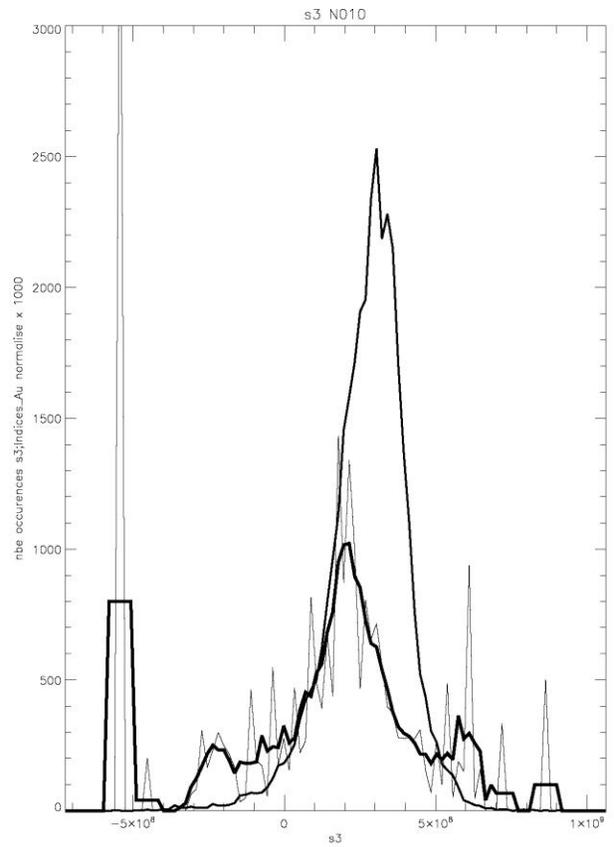
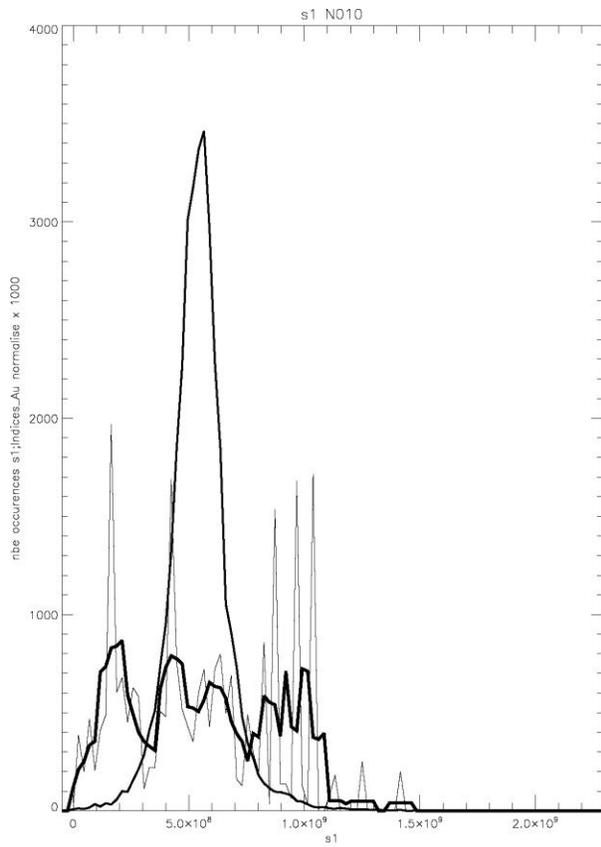
Projet CONSOREM 2008-01 Phase II : Impact de la direction de compression régionale sur les modèles de paléopressions en Abitibi – Implications sur la cartographie des hauts potentiels aurifères.

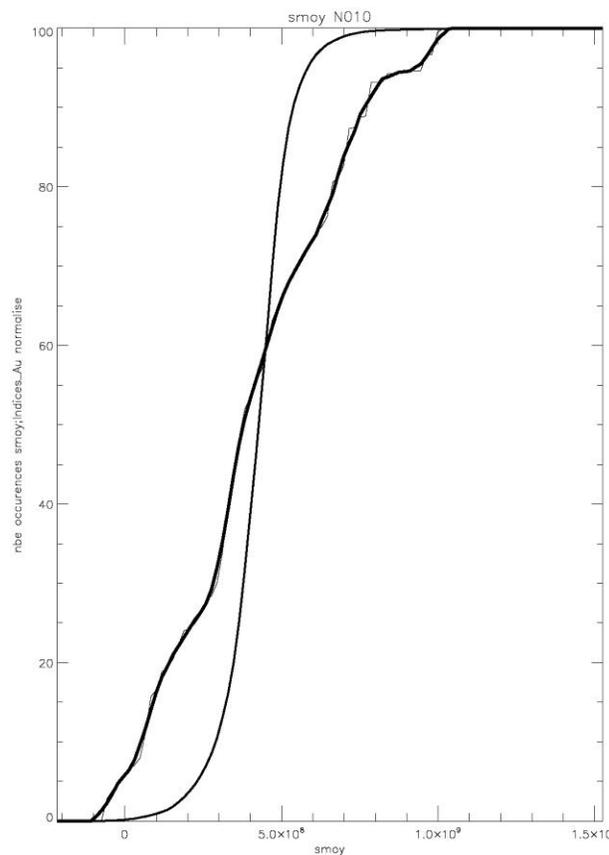
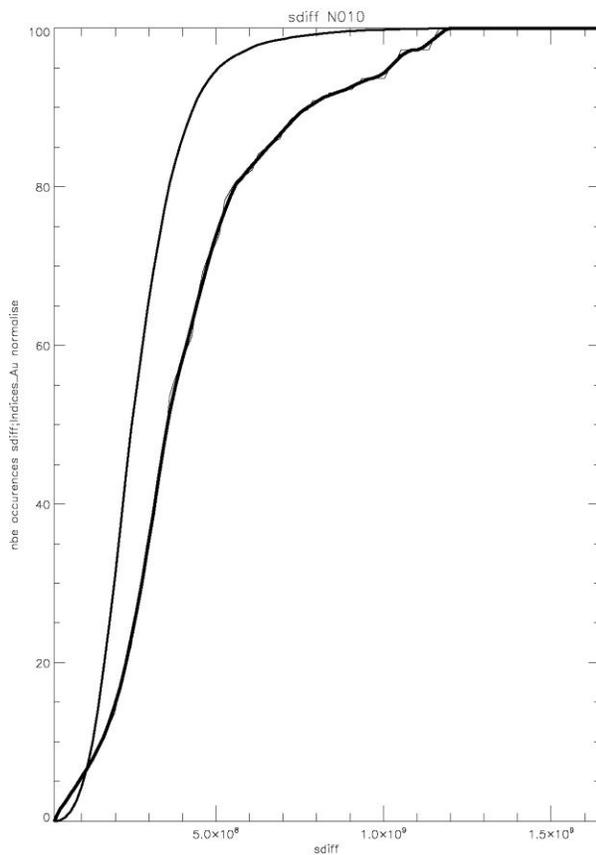
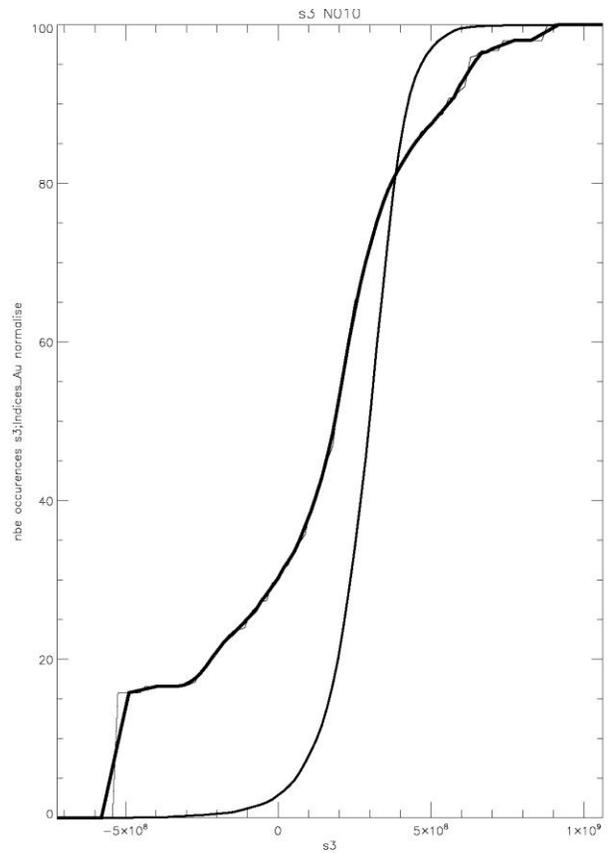
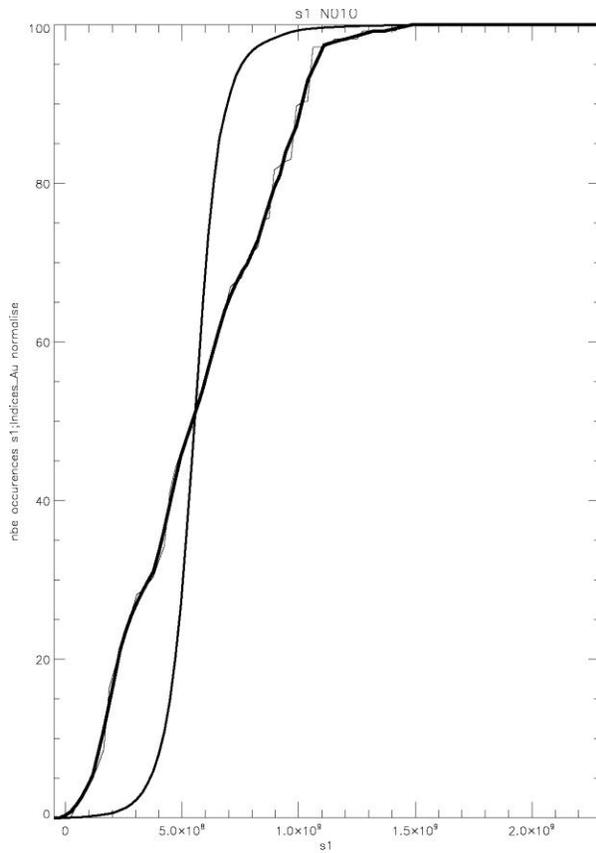


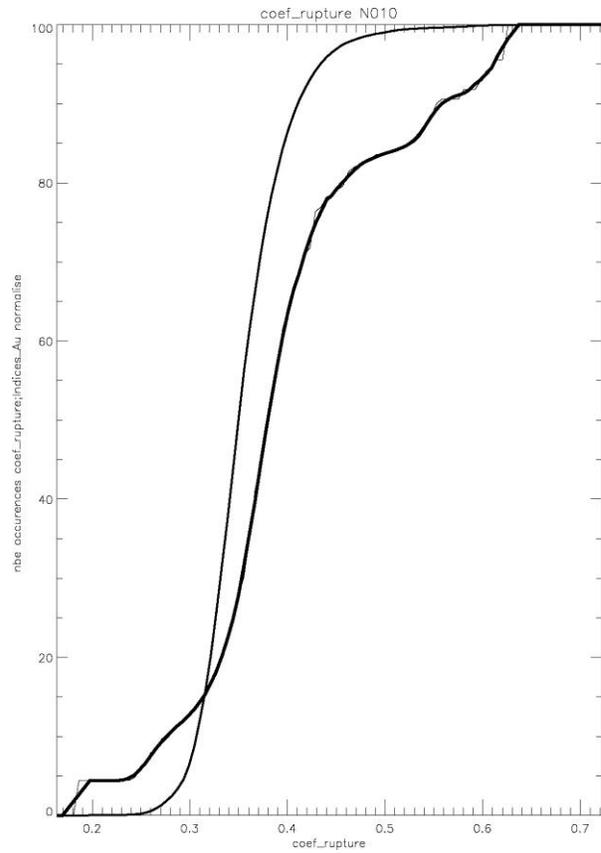
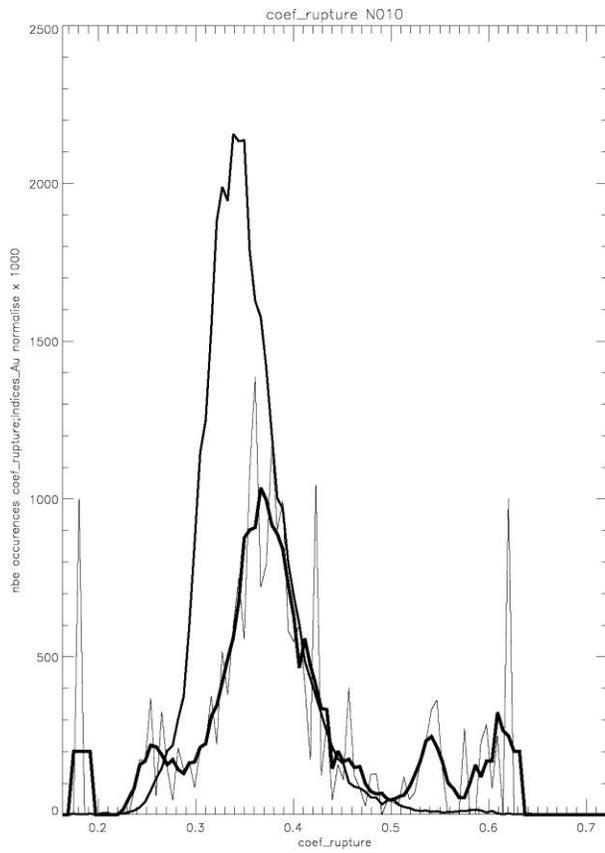




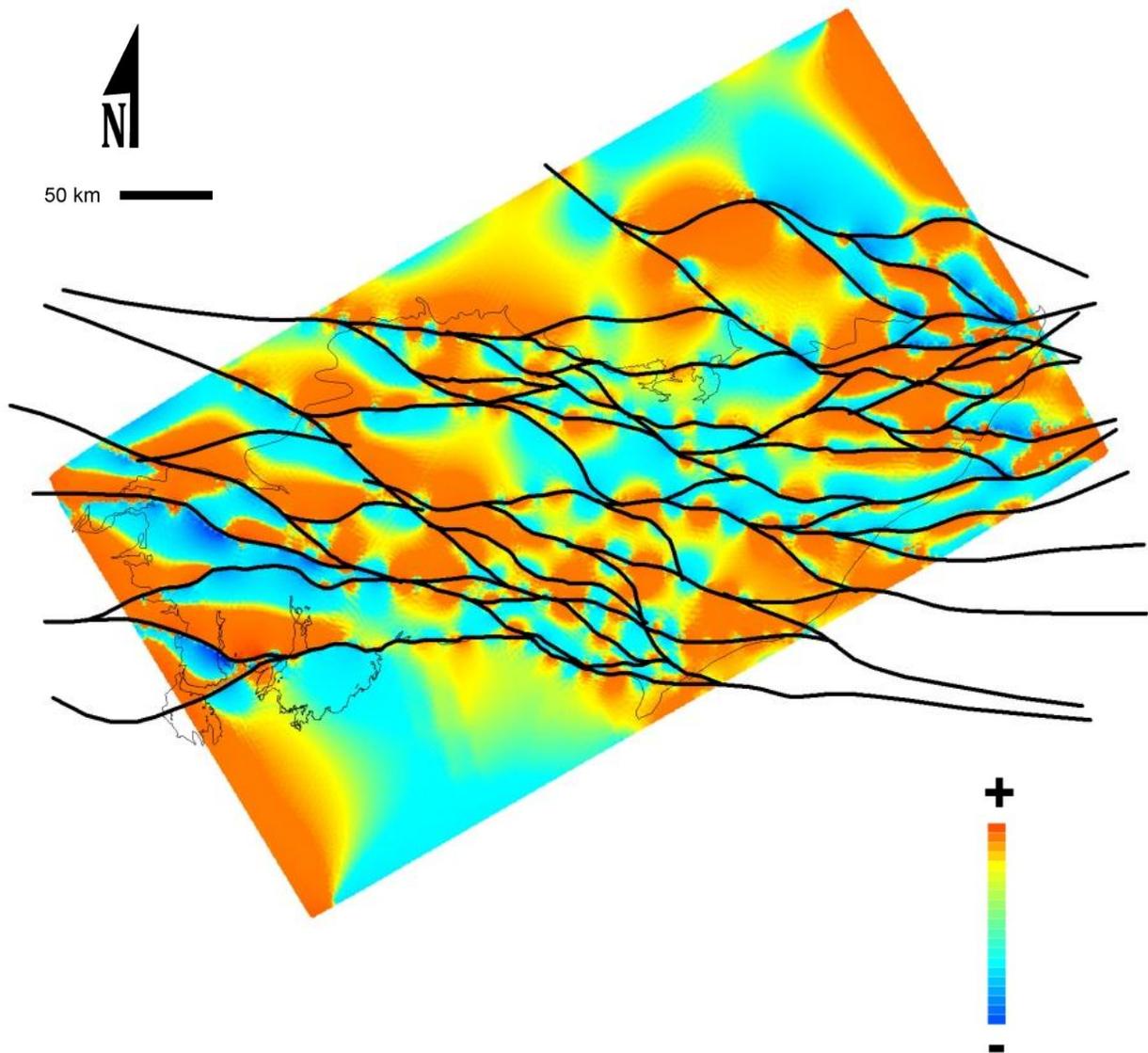




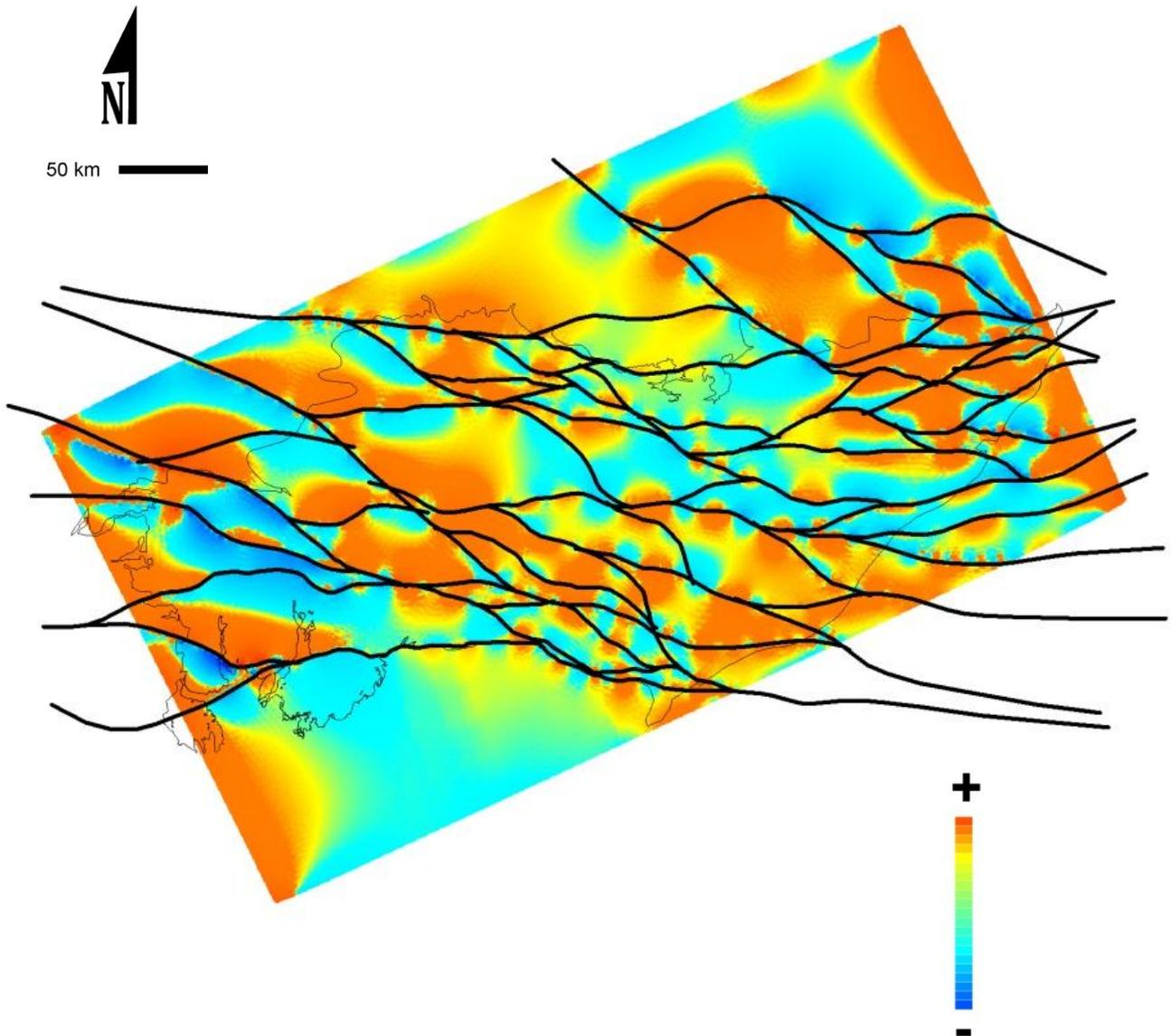




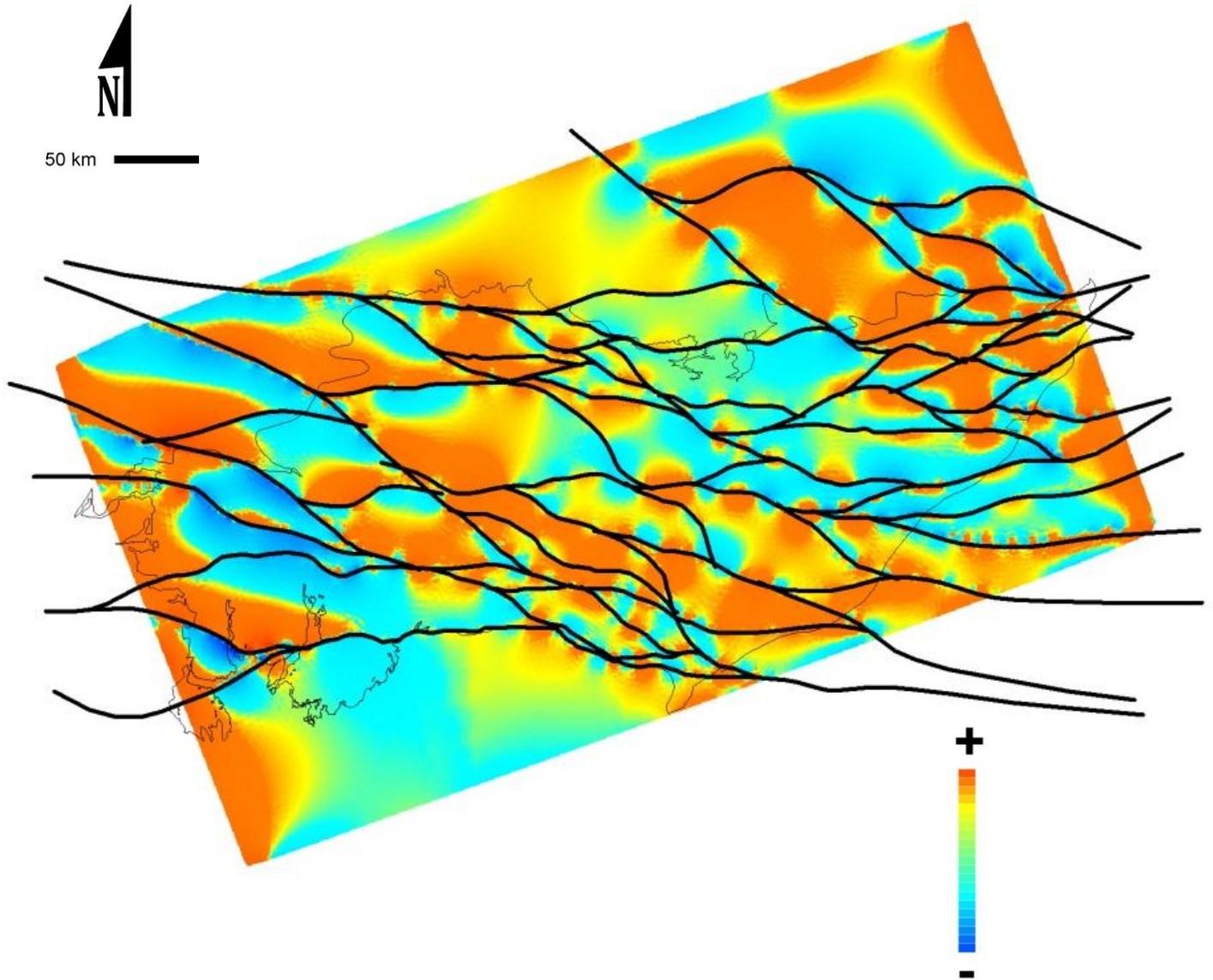
$\sigma_{\text{moy}}$  - Compression N330°



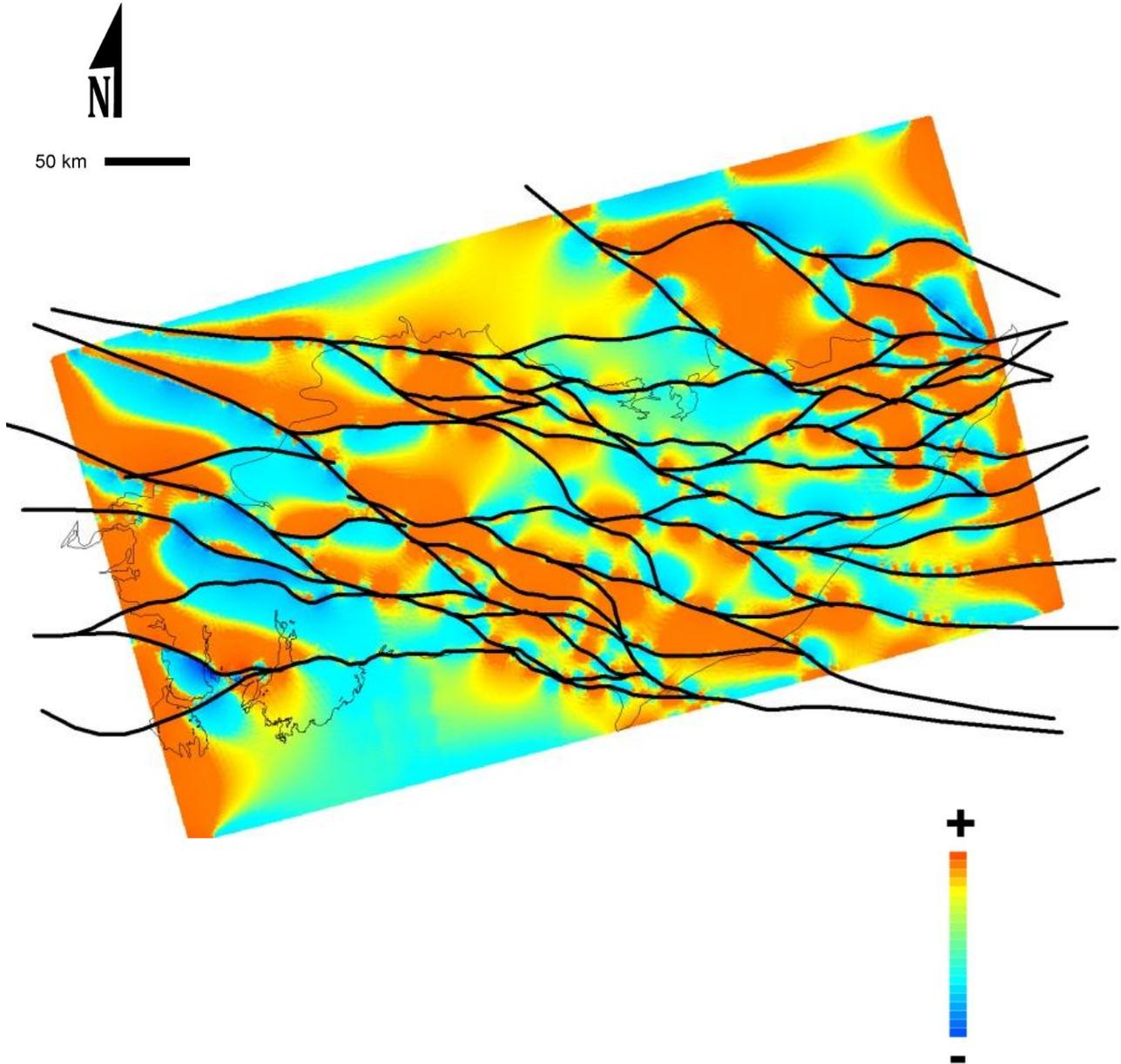
## $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N335°



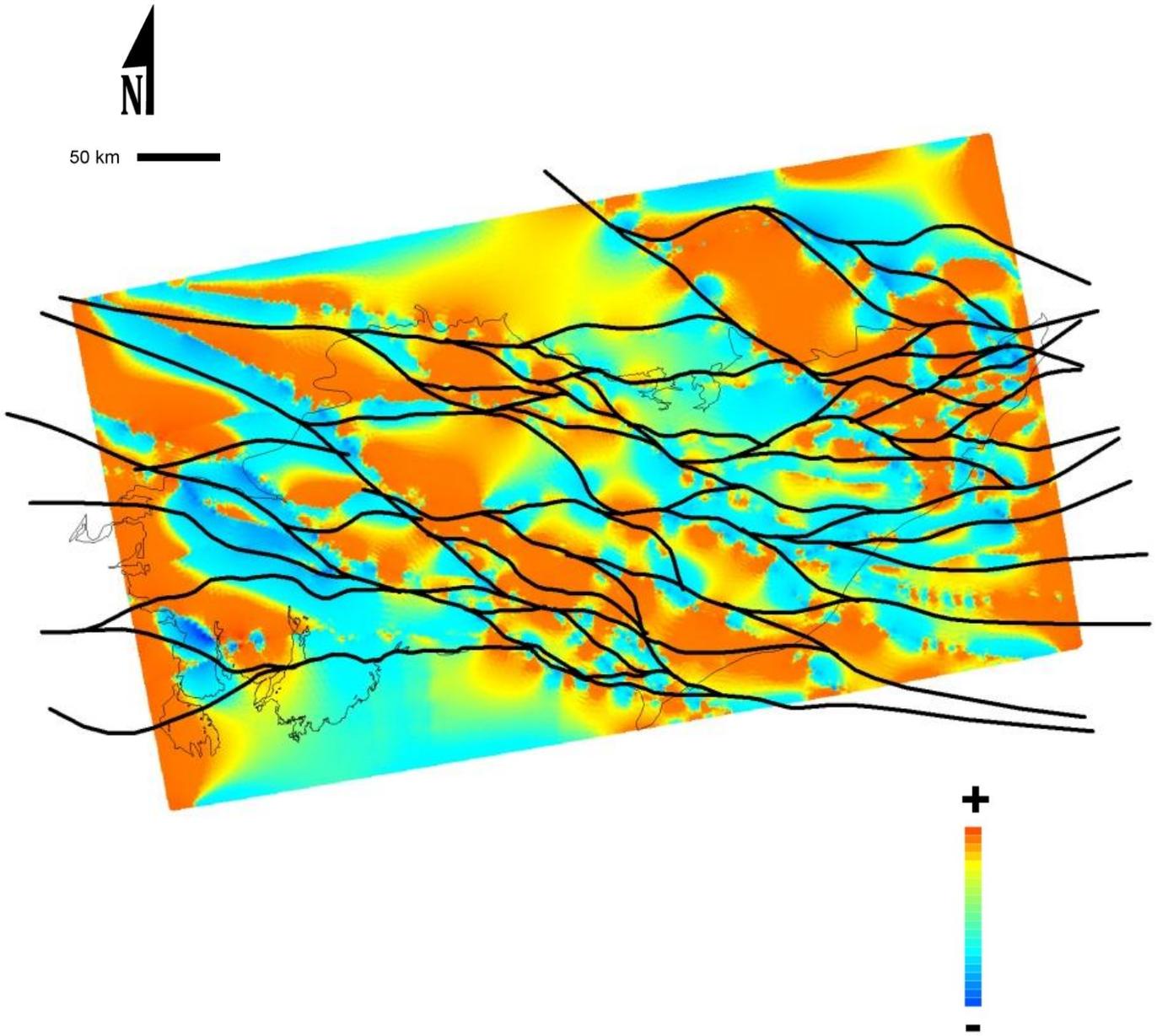
# $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N340°



# $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N345°



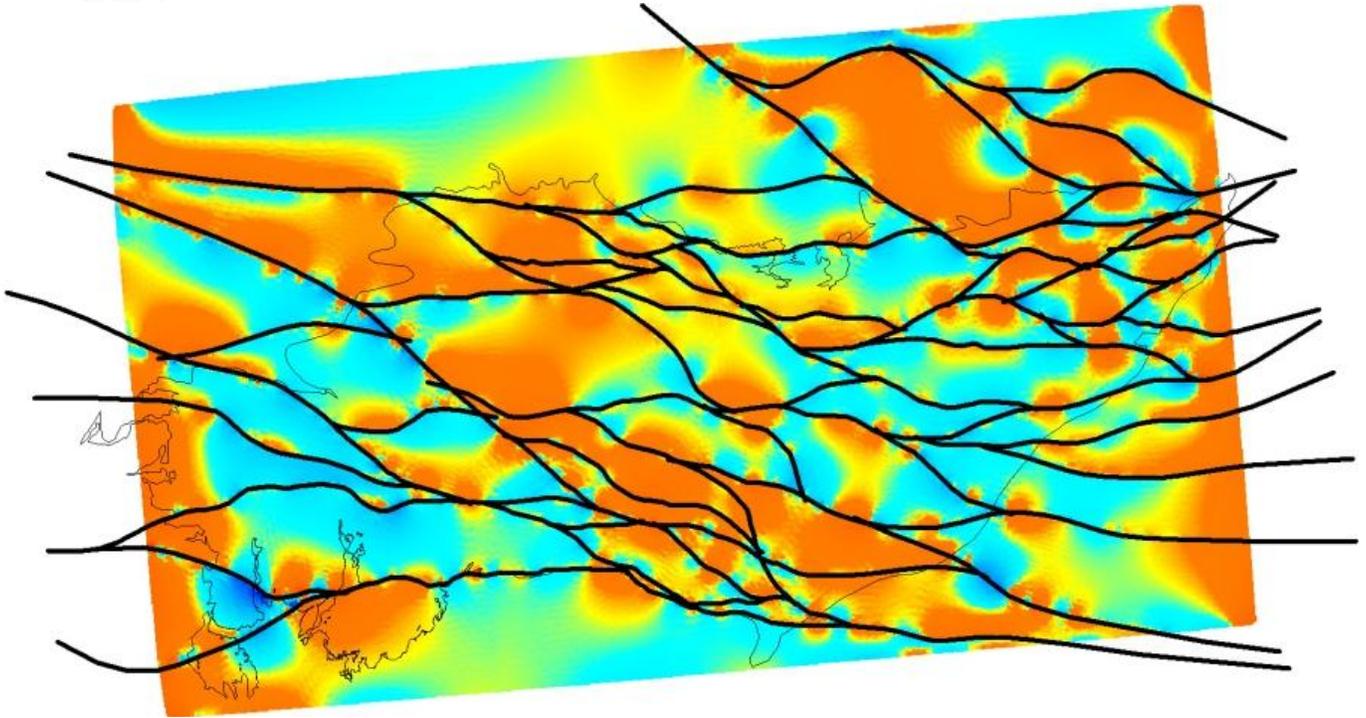
# $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N350°



# $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N355°



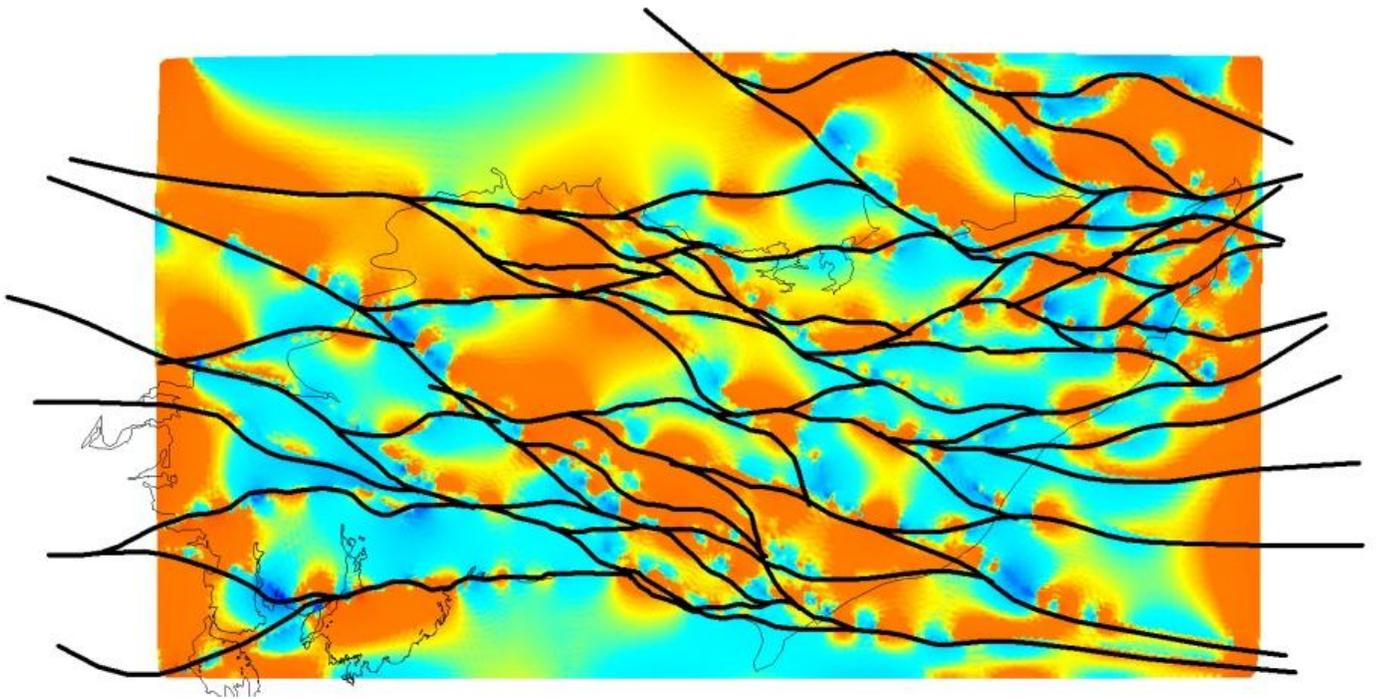
50 km



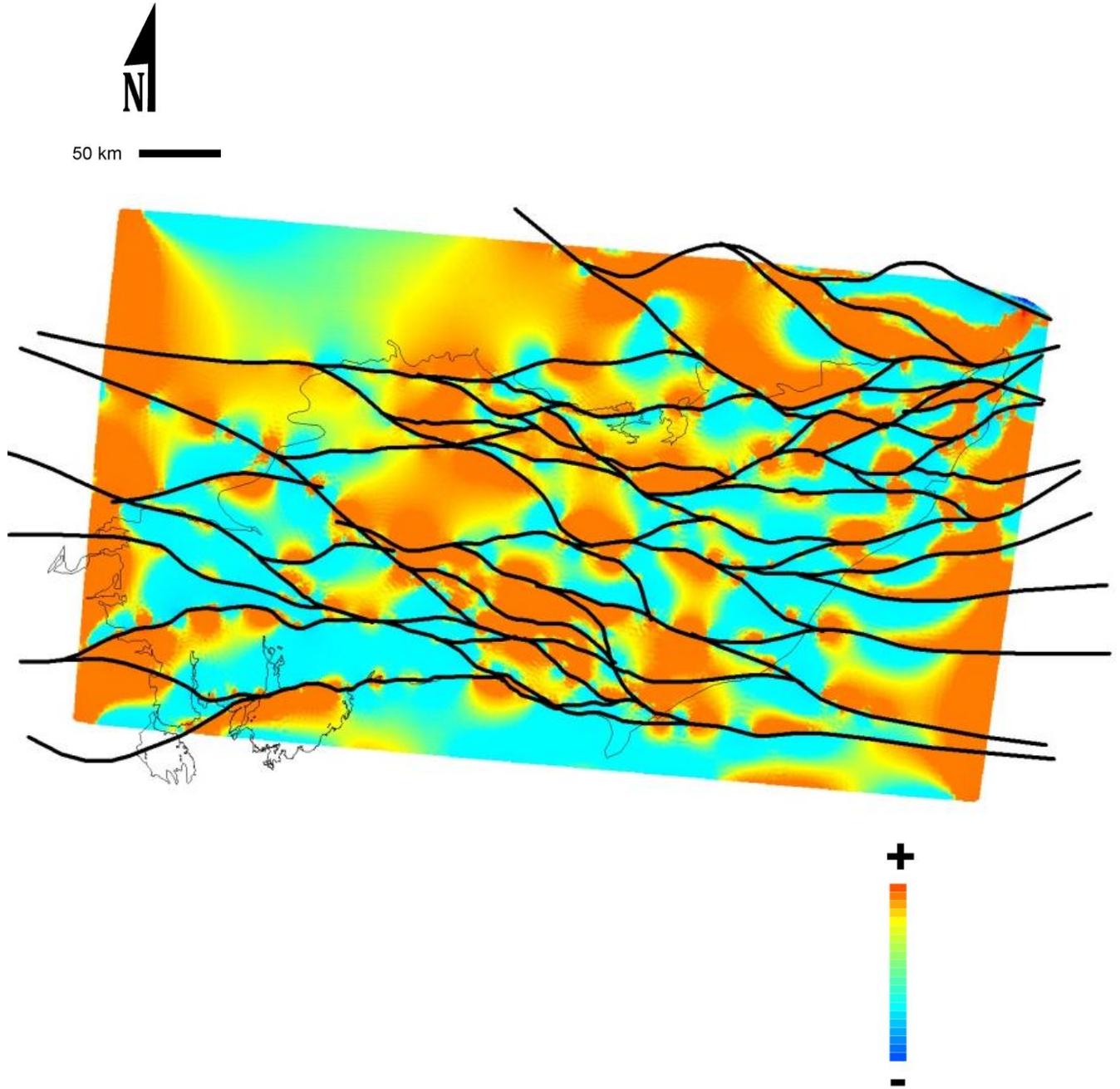
# $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N000°



50 km



# $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N005°



# $\sigma_{\text{moy}}$ - Compression N010°



50 km

