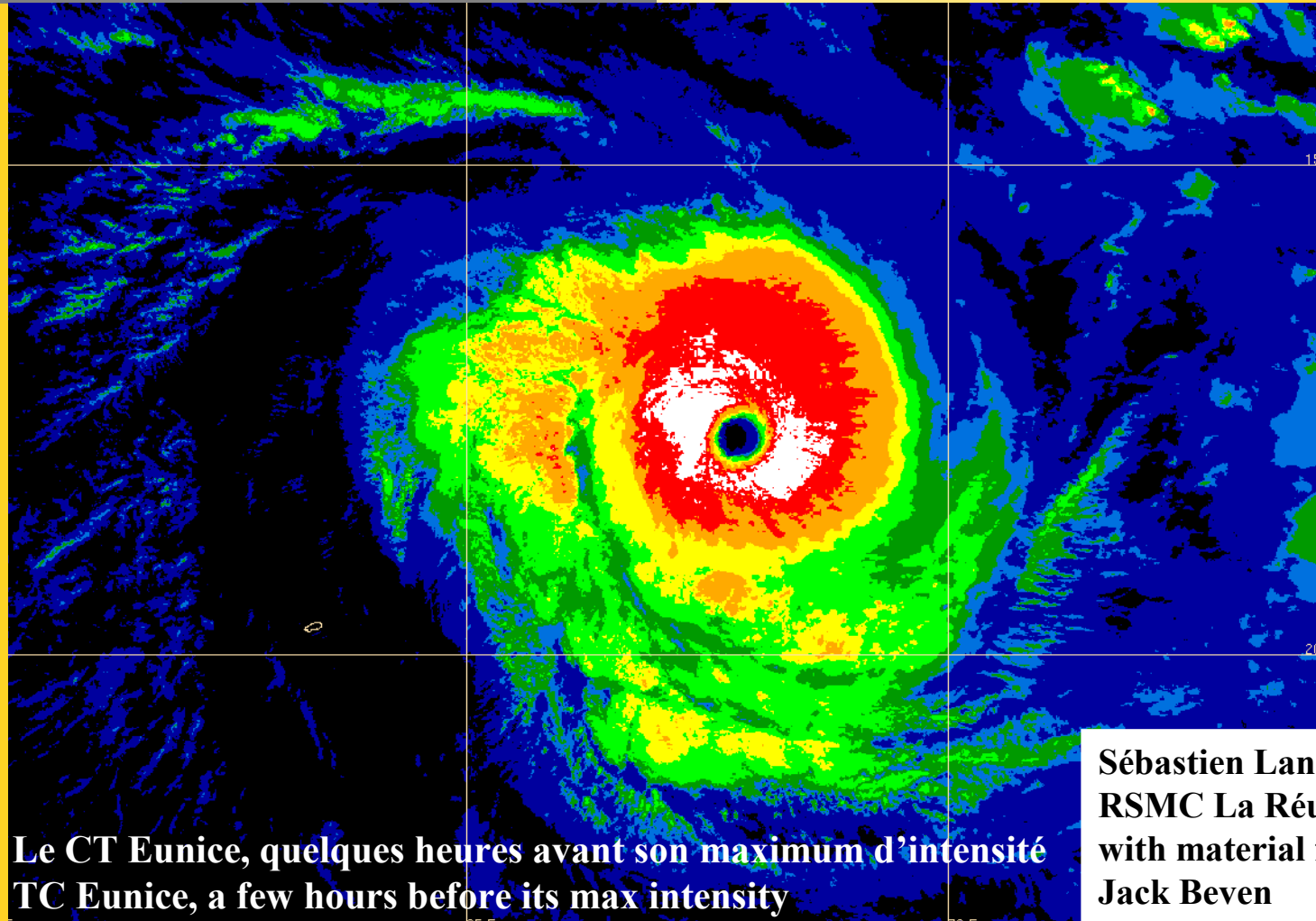


*L'analyse des systèmes
dépressionnaires
tropicaux par la méthode
de Dvorak*

**Tropical Cyclone Analysis
using the Dvorak
Intensity Analysis
Technique**



Le CT Eunice, quelques heures avant son maximum d'intensité
TC Eunice, a few hours before its max intensity

Sébastien Langlade
RSMC La Réunion
with material from
Jack Beven
National Hurricane Center

Who is Dvorak ? Qui est Dvorak ?



- **Vernon DVORAK, an American meteorologist (NOAA/NESDIS)**
 - **Designed, between 1969 and 1984, a method based on sat. imagery to assess TC intensity.**
 - **No particular link with Antonin Dvorak, Czech composer of the 19th century ...**
-
- **Vernon DVORAK, météorologiste américain (NOAA/NESDIS)**
 - **Mis en place une méthodologie d'analyse des images satellitaires entre 1969 et 1984 pour estimer l'intensité des phénomènes cycloniques.**
 - **À priori, rien à voir avec Antonin Dvorak, compositeur tchèque du 19ème siècle ...**

What is the Dvorak technique ?

Qu'est ce que la technique de Dvorak ?

- A statistical method for estimating the intensity of tropical cyclones from satellite imagery
 - Uses regular Infrared and Visible imagery
 - Based on a TC conceptual model of development, “measurement” of the cyclone’s convective cloud pattern and a set of rules
 - It is used at tropical cyclone warning centers around the world
-
- Une méthode statistique pour estimer l’intensité des Systèmes Dépressionnaires Tropicaux (SDT) à partir de l’imagerie satellite.
 - S’applique à partir de l’imagerie VIS et IR.
 - Basée sur un modèle conceptuel de développement des phénomènes cycloniques, des “mesures” de la configuration nuageuse du SDT ainsi que sur un certain nombre de règles / contraintes.
 - Utilisée par tous les CMRS/TCWC autour du monde

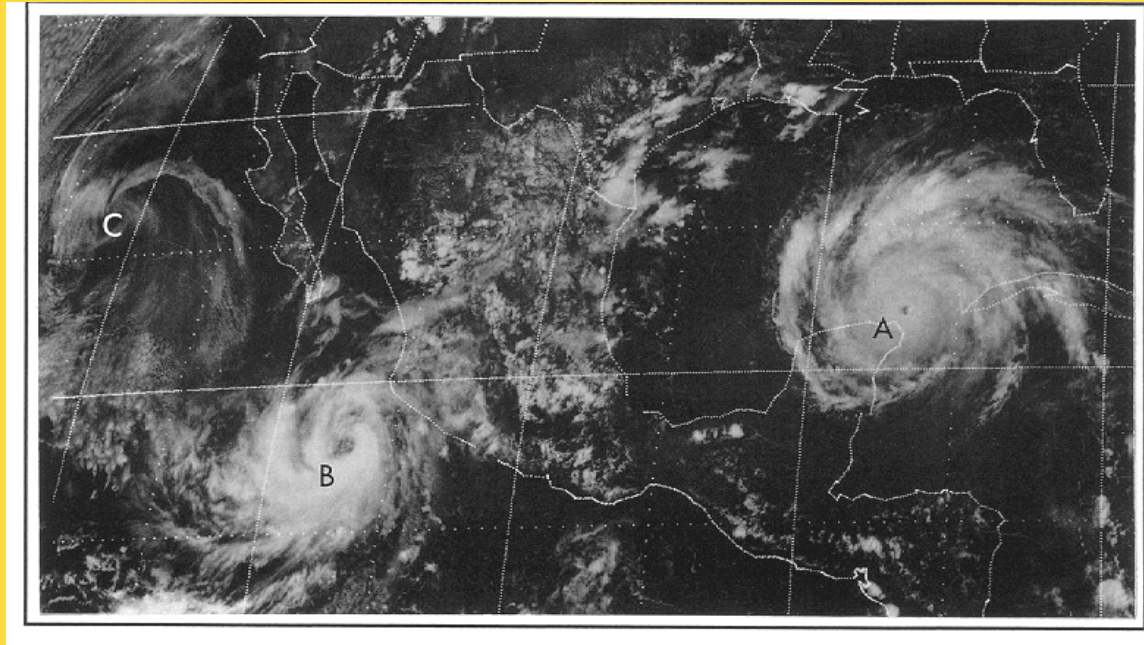
What the Dvorak Technique is not

Ce que la technique de Dvorak n'est pas

- **A direct measurement of wind, pressure, or any other meteorological variable associated with a tropical cyclone!**
- **A replacement for *in situ* measurements of a tropical cyclone**
- **Une mesure directe du vent max, de la pression minimale ou de tout autres variables météorologiques associées au SDT.**
- **Un remplacement aux potentiels mesures in-situ pouvant être faites au sein des SDT.**

Dvorak Technique Premise

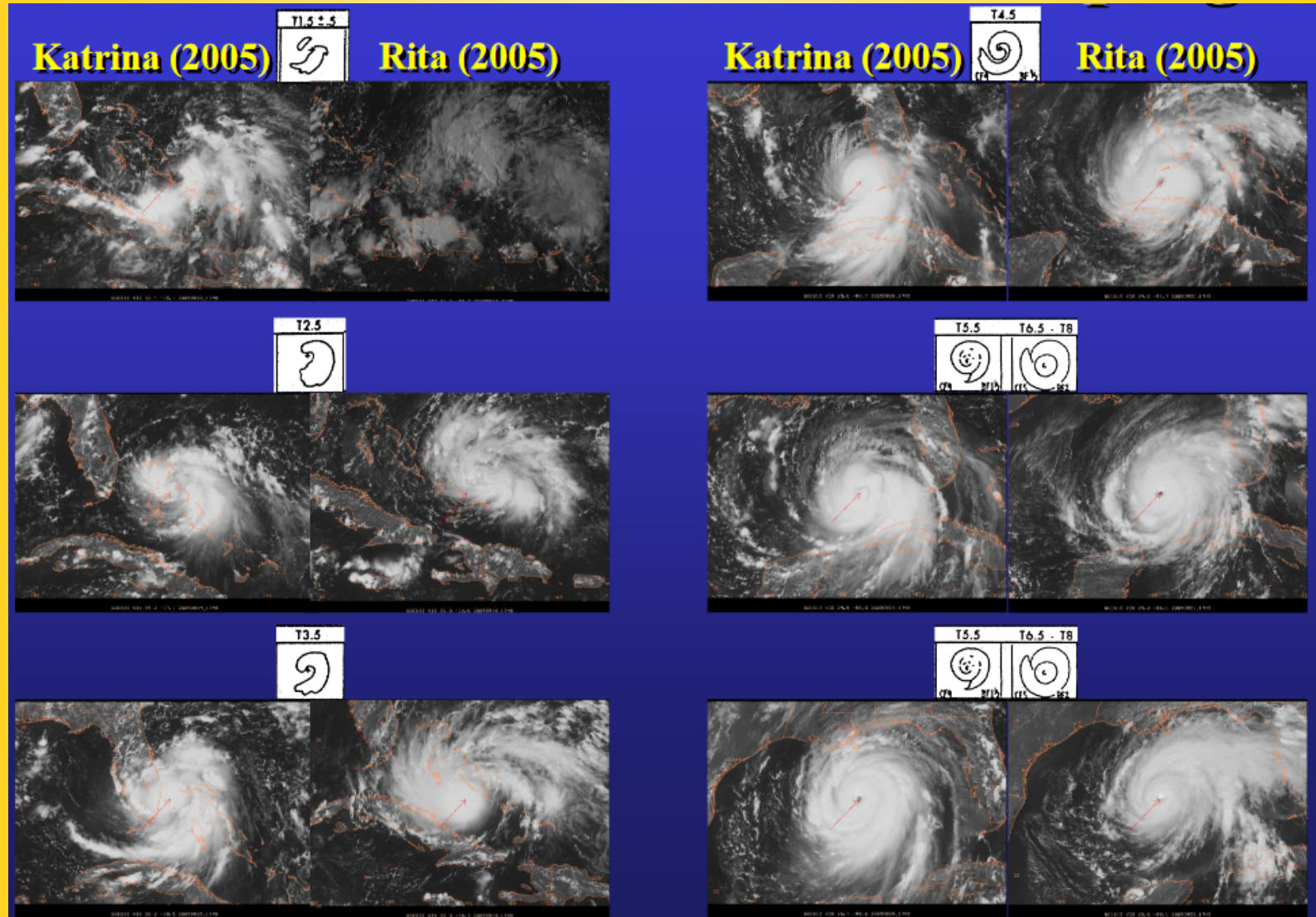
Les prémisses de la technique



- **There is (imperfect) correlation between the intensity of a TC and its satellite observed cloud pattern during both development and decay.**
- **Il existe une corrélation (imparfaite) entre l'intensité d'un phénomène cyclonique et sa configuration nuageuse vue depuis un satellite à la fois durant les phases de développement et de déclin.**

TC Cloud patterns - developing

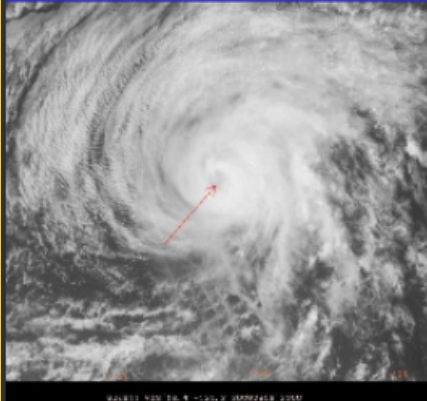
Conf. Nuageuses – phase de développement



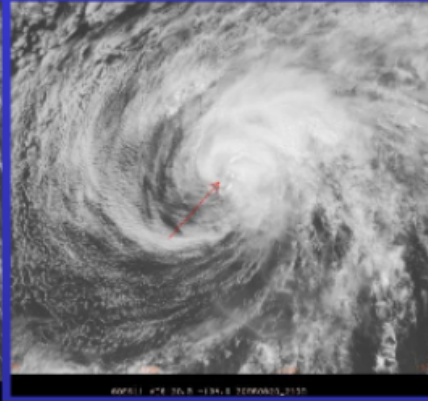
TC Cloud patterns - weakening

Conf. Nuageuses – phase de déclin

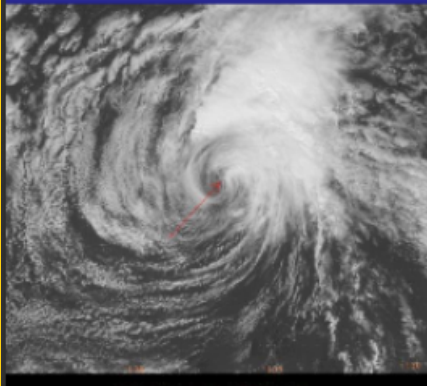
Hector 2006



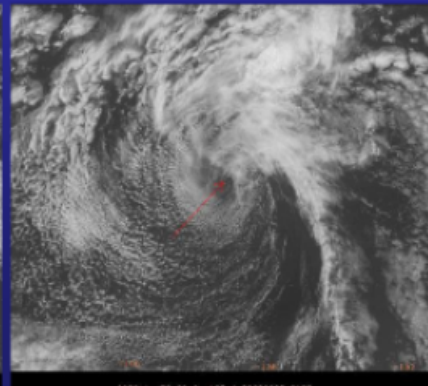
19 Aug. 2100 UTC



20 Aug. 2100 UTC

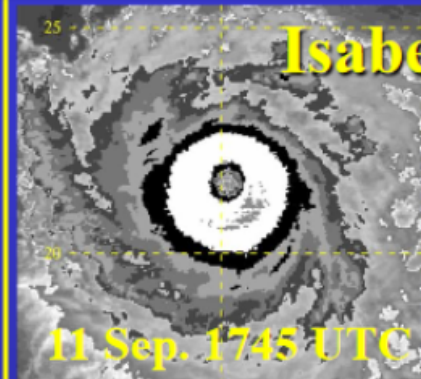


21 Aug. 2100 UTC

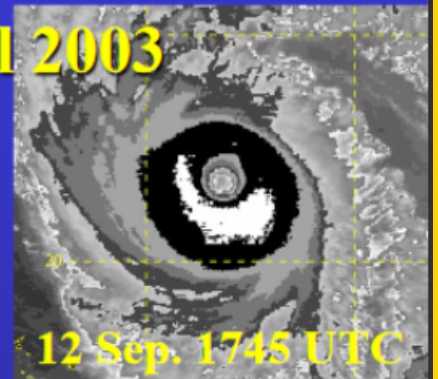


22 Aug. 2100 UTC

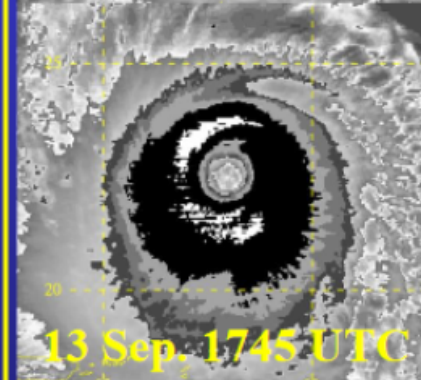
Isabel 2003



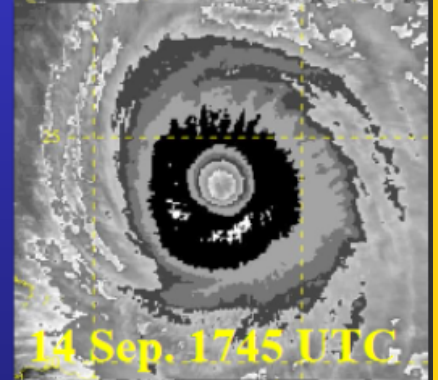
11 Sep. 1745 UTC



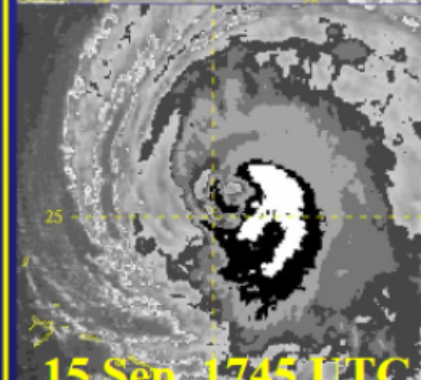
12 Sep. 1745 UTC



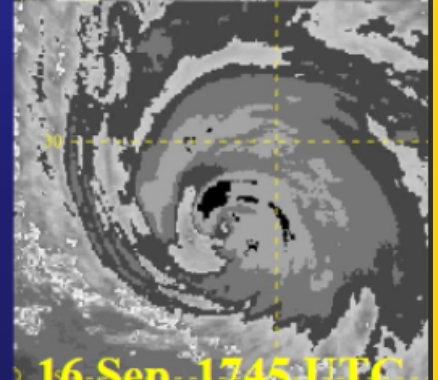
13 Sep. 1745 UTC



14 Sep. 1745 UTC



15 Sep. 1745 UTC

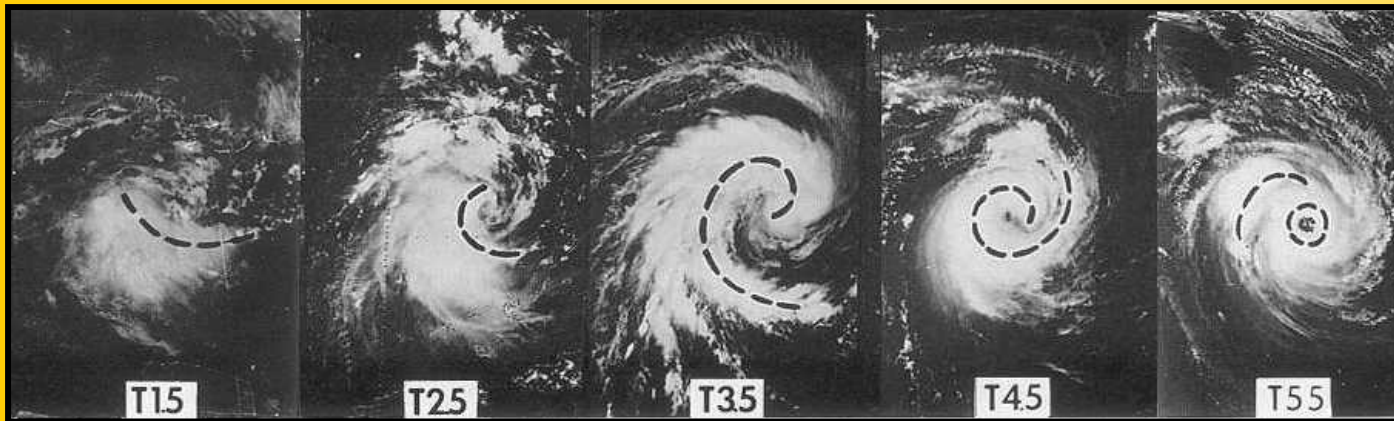


16 Sep. 1745 UTC

Dvorak technique cloud patterns

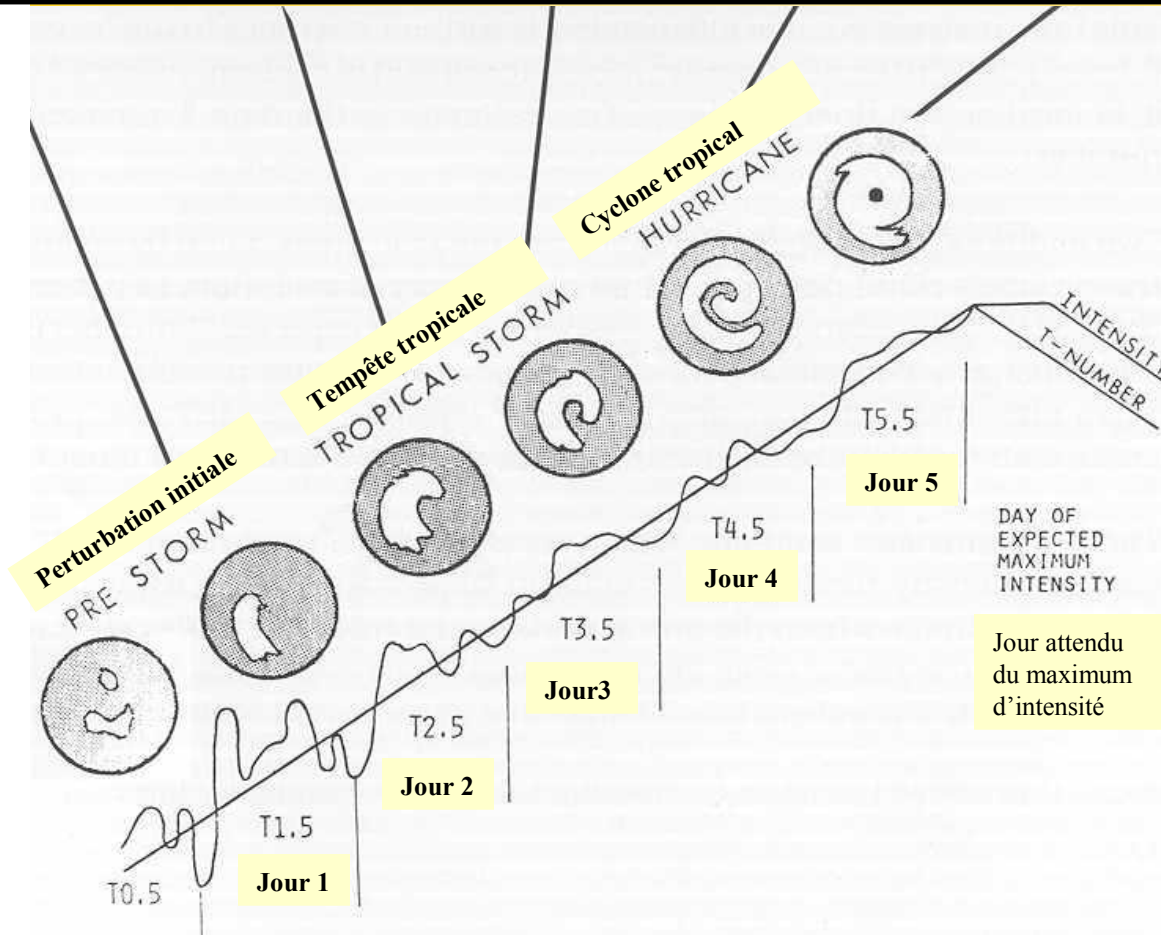
Les configurations nuageuses

- **Curved Band (VIS and IR)**
 - **Shear (VIS and IR)**
 - **Eye (VIS and IR)**
 - **Central Dense Overcast (VIS)**
 - **Embedded Center (IR)**
 - **Central Cold Cover (VIS and IR)**
-
- **Bande incurvée (VIS et IR)**
 - **Cisaillée (VIS et IR)**
 - **Œil (VIS et IR)**
 - **CDO (VIS)**
 - **Centre noyé dans la masse (IR)**
 - **Nébulosité centrale froide (VIS et IR)**

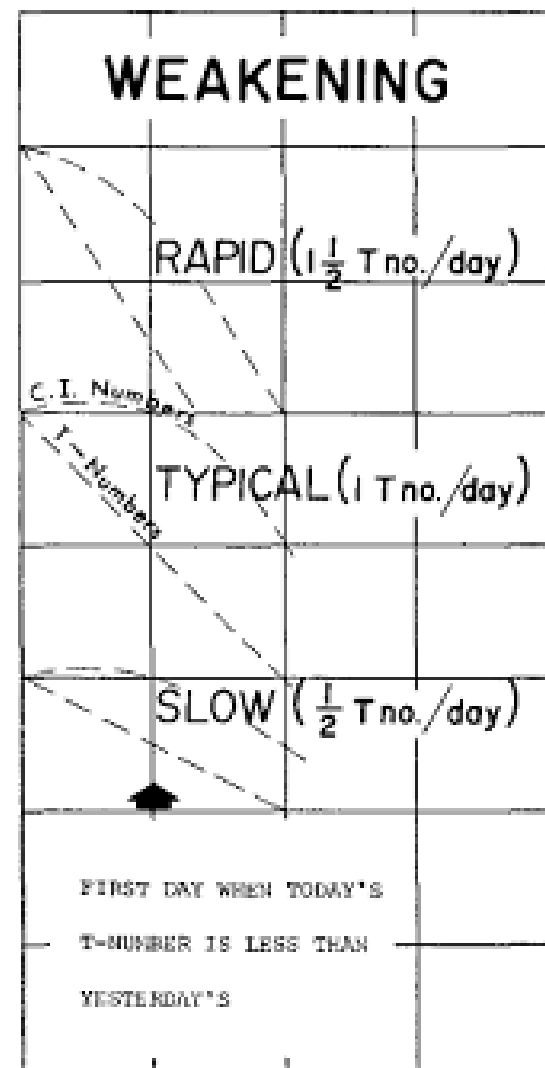
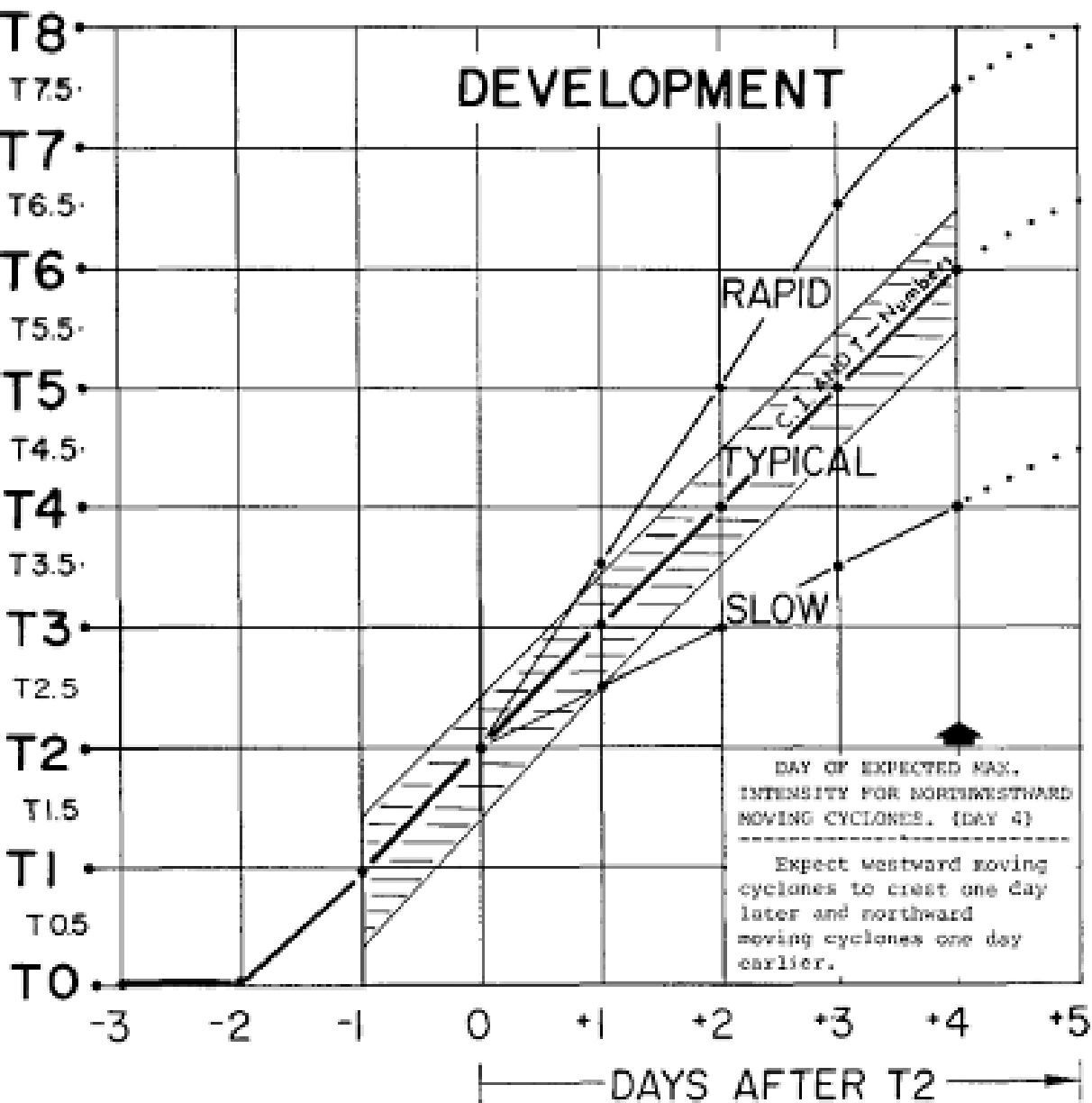


**Développement
d'un cyclone
tropical modèle
(suivant un taux
d'intensification
d'un nombre T
par jour).**

T8
T7
T6
T5
T4
T3
T2
T1



**A modeled
depiction of
tropical cyclone
development
(at the average
rate of one T-
number per day).**

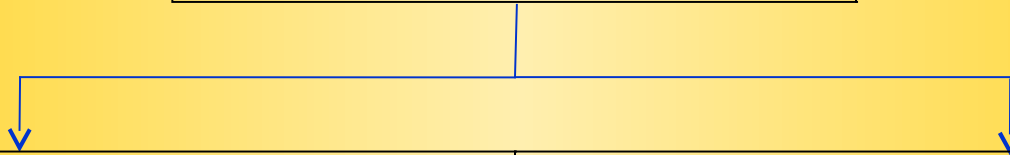


A process in 5 main steps

1. Find the center



2. Assessment / measurement



Measurement of the convective pattern:

- Curved band
- Shear
- Eye
- CDO
- Embedded center

→ **Data T. number (DT)**

24h comparison:

→ **Model Expected T. number (MET)**



Pattern matching:

→ **Pattern adjusted model T. number (PT)**



3. Choose the best estimate between **DT / MET** or **DT/PT**



4. Apply constraints



5. → **Final T. number - FT** and **Current Intensity – CI**

FT and Ci

FT et Ci

- The Dvorak Technique quantifies TC intensity on a 1-8 scale (at 0.5 intervals) called T-Numbers which are used in a variety of ways.
- The final output of the technique is the Current Intensity (CI) number.
- The CI number is driven by the Final-T (FT) Number.
- In turn, the FT is driven by the Data-T (DT) number, the Model Expected-T (MET) number, and the Pattern-T (PT or PAT) number.
- The DT is often created from other sub-numbers.

- La technique de Dvorak quantifie l'intensité des SDT sur une échelle des nombres-T de 1 à 8 (par intervalle de 0.5)
- En sortie de la méthode, il y a le nombre CI (intensité courante)
- Le CI est déduit du nombre FT
- Le FT se déduit à partir du DT, du MET et du PT
- Le DT se calcule souvent à partir de sous-nombres

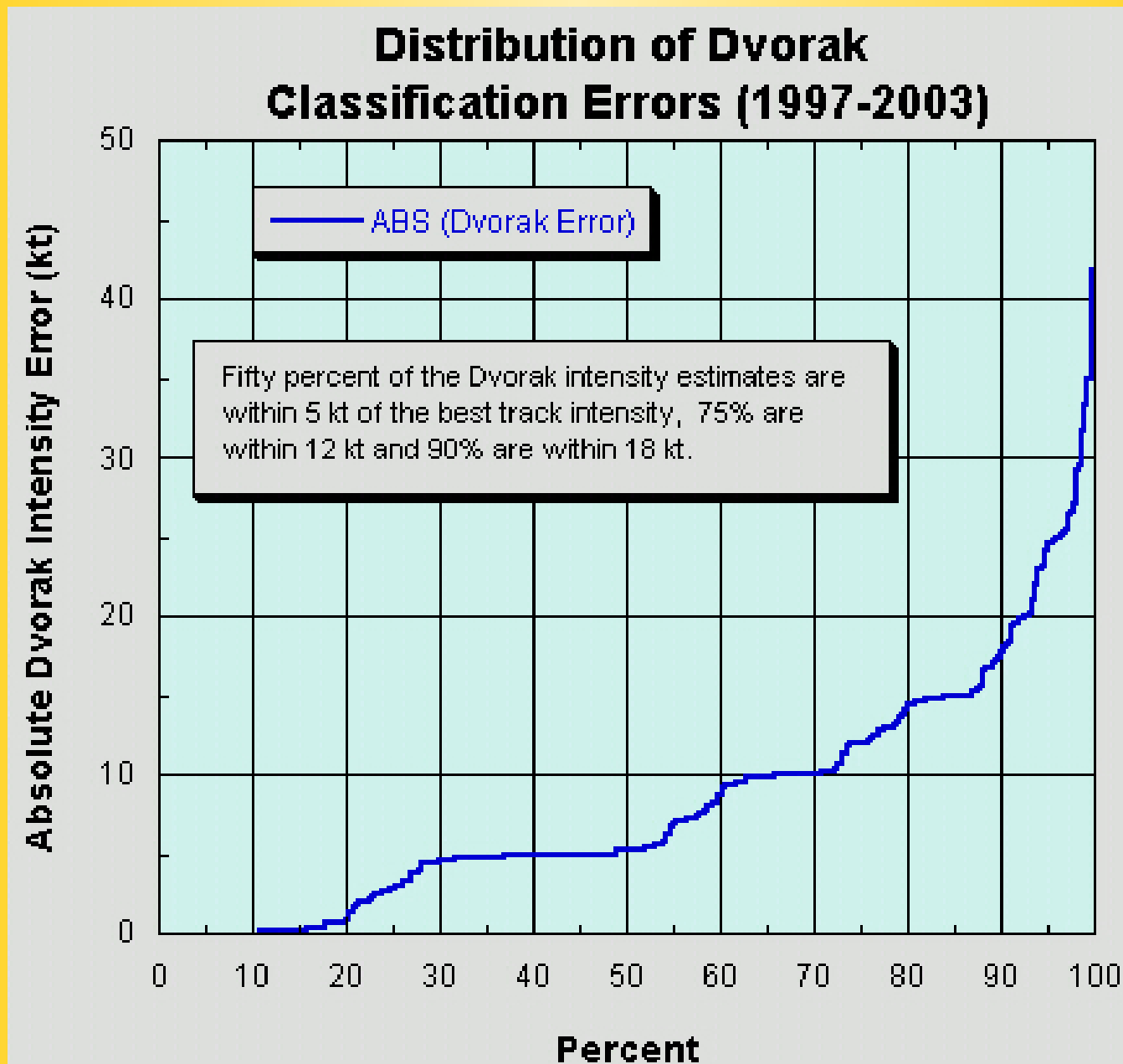
Vmax estimate / Estimation du Vmax

CI Number	Vmax 1' (kt)	Vmax 10' (kt)
1.0	25	22
1.5	25	22
2.0	30	26
2.5	35	31
3.0	45	40
3.5	55	48
4.0	65	57
4.5	77	68
5.0	90	79
5.5	102	90
6.0	115	101
6.5	127	112
7.0	140	123
7.5	155	136
8.0	170	150

0,88 conversion factor used between 1' winds and 10' winds. Harper et al. 2010, recommand a *0.93* factor impling a 5% increase.

Coefficient de conversion à **0.88** pour passer des vents 1' aux vents 10'. Harper et al. 2010, recommande un coefficient à *0.93* impliquant une hausse de 5%.

Distribution des erreurs DVORAK



Evaluation / Evaluation DVORAK

Knaff et al. 2010

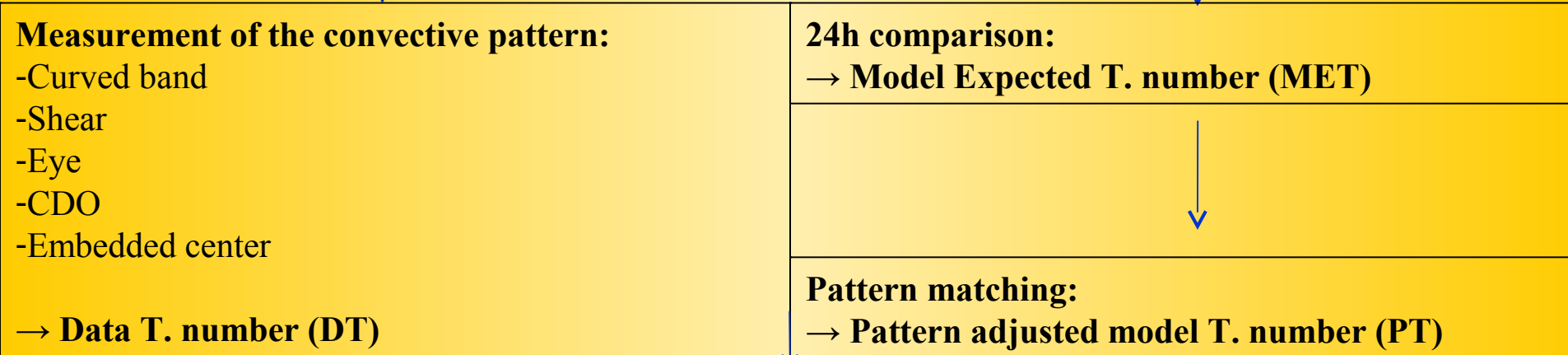
An evaluation of Dvorak Technique-based tropical cyclone intensity estimates

- **DVO SAB & TAFB vs. Best-Track with recco (ATL & NEPAC) → 20 ys (1989 to 2008)**
- **In average, DVO underestimate the intensity (1.5-2.5 kt) for Ci between 2.5 and 3.5.**
- **DVO overestimate the intensity (1.5-2.5 kt) for Ci between 4.5 and 5.5**
- **DVO underestimate the intensity (4-9 kt) for Ci between 6.5 to 7.0**
- **Best skill between 90-125 kt (1' winds). Greater limitations below 90 kt and above 125 kt.**
- **Biais also due to: 12h intensity change, latitude, translation speed, size.**
- **Results may not be applicable in all bassins ...**

A process in 5 main steps

1. Find the center

2. Assessment / measurement



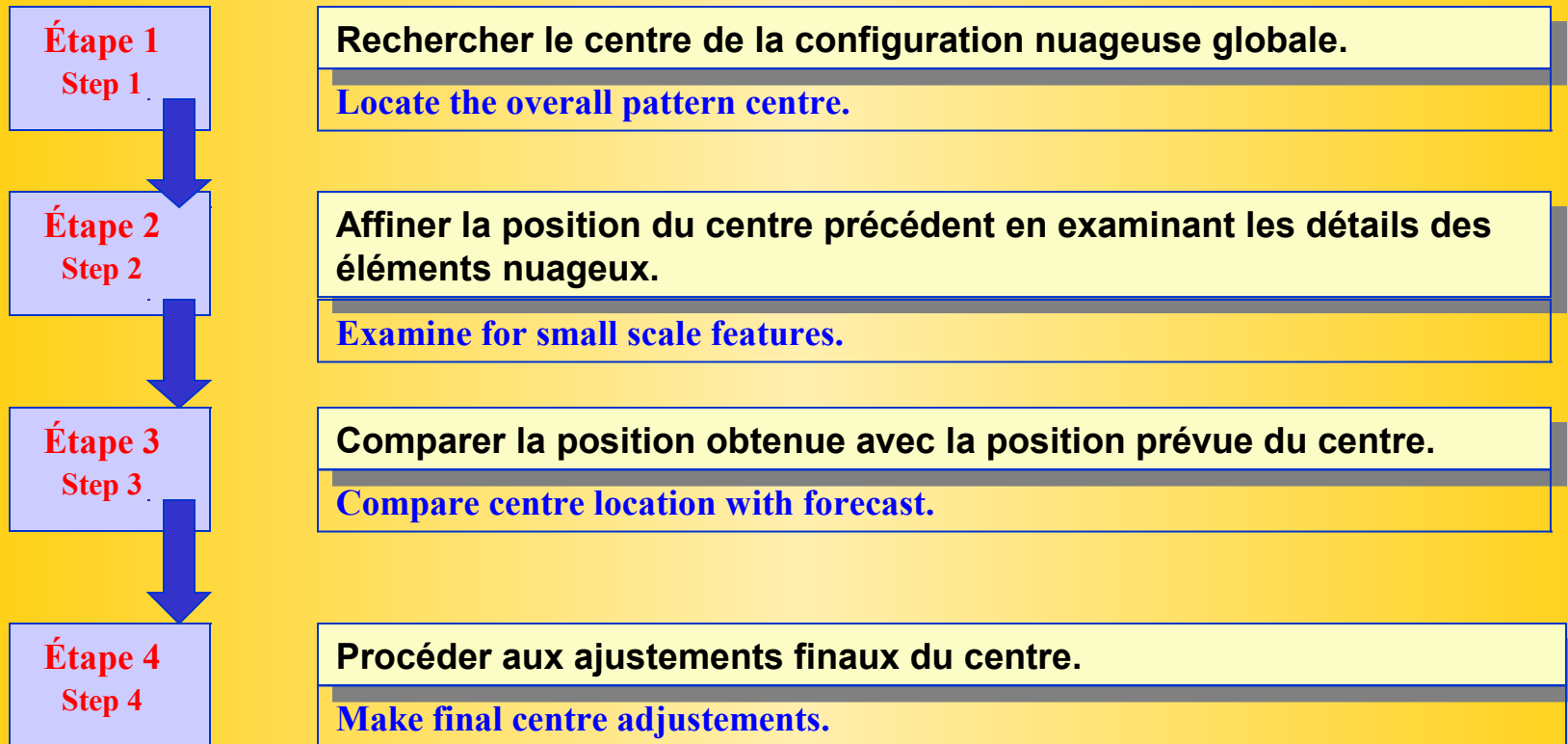
3. Choose the best estimate between **DT / MET** or **DT/PT**

4. Apply constraints

5. → **Final T. number - FT** and **Current Intensity – Ci**

Quatre étapes pour positionner le centre d'un système dépressionnaire tropical à partir de l'imagerie satellitaire

Four steps for locating Tropical cyclone centres using satellite imagery



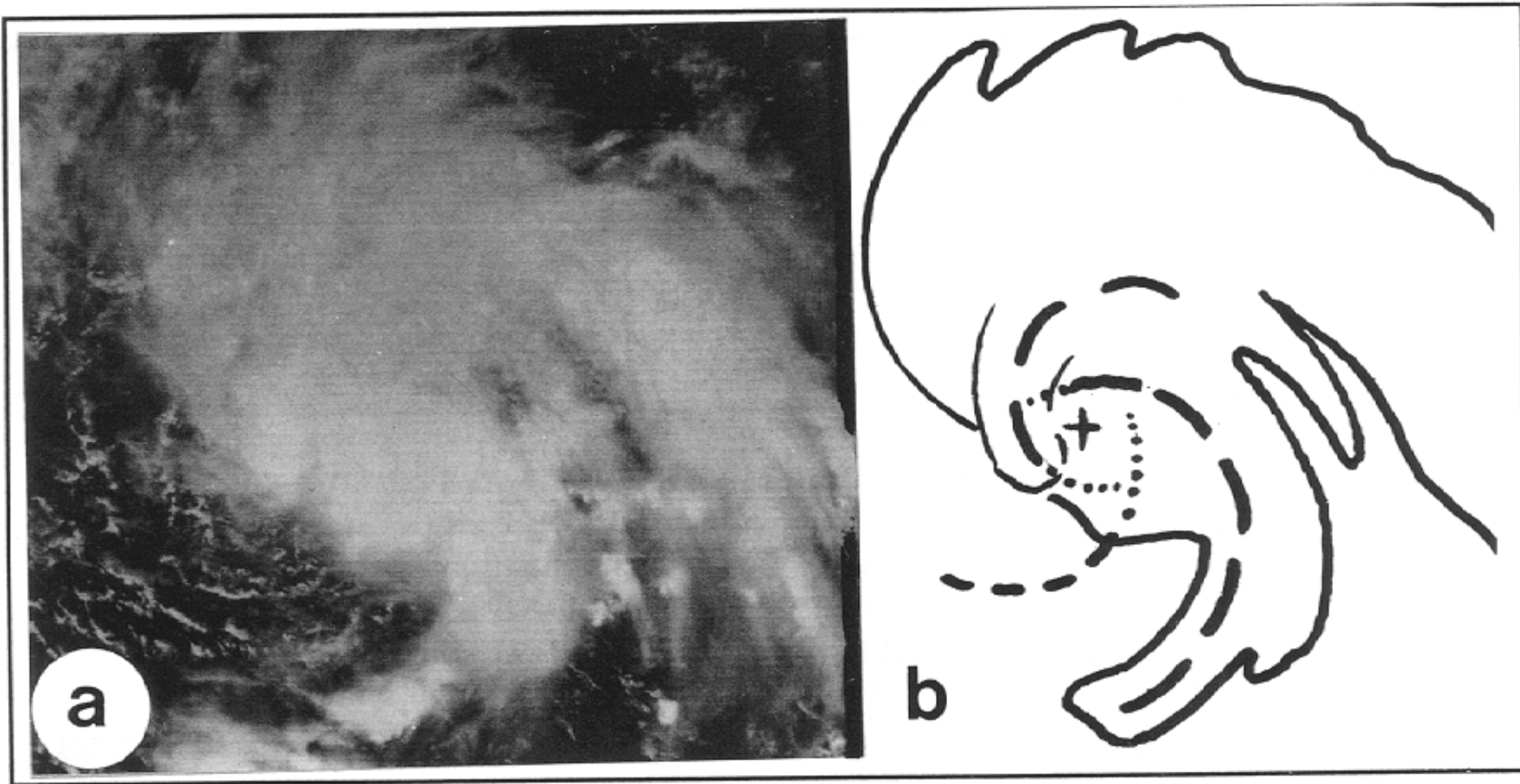
Expected CSC positions

Positions attendues du centre

TYPICAL CLOUD PATTERN EVOLUTION				
DAY 1 (T1.5)	DAY 2 (T2.5)	DAY 3 (T3.5)	DAY 4 (T4.5)	DAY 5 (T5.5)
BASIC CURVED BAND PATTERN TYPE				
CENTRAL DENSE OVERCAST (CDO) PATTERN TYPE				
"SHEAR" PATTERN TYPE				

Locate the Cloud System Center

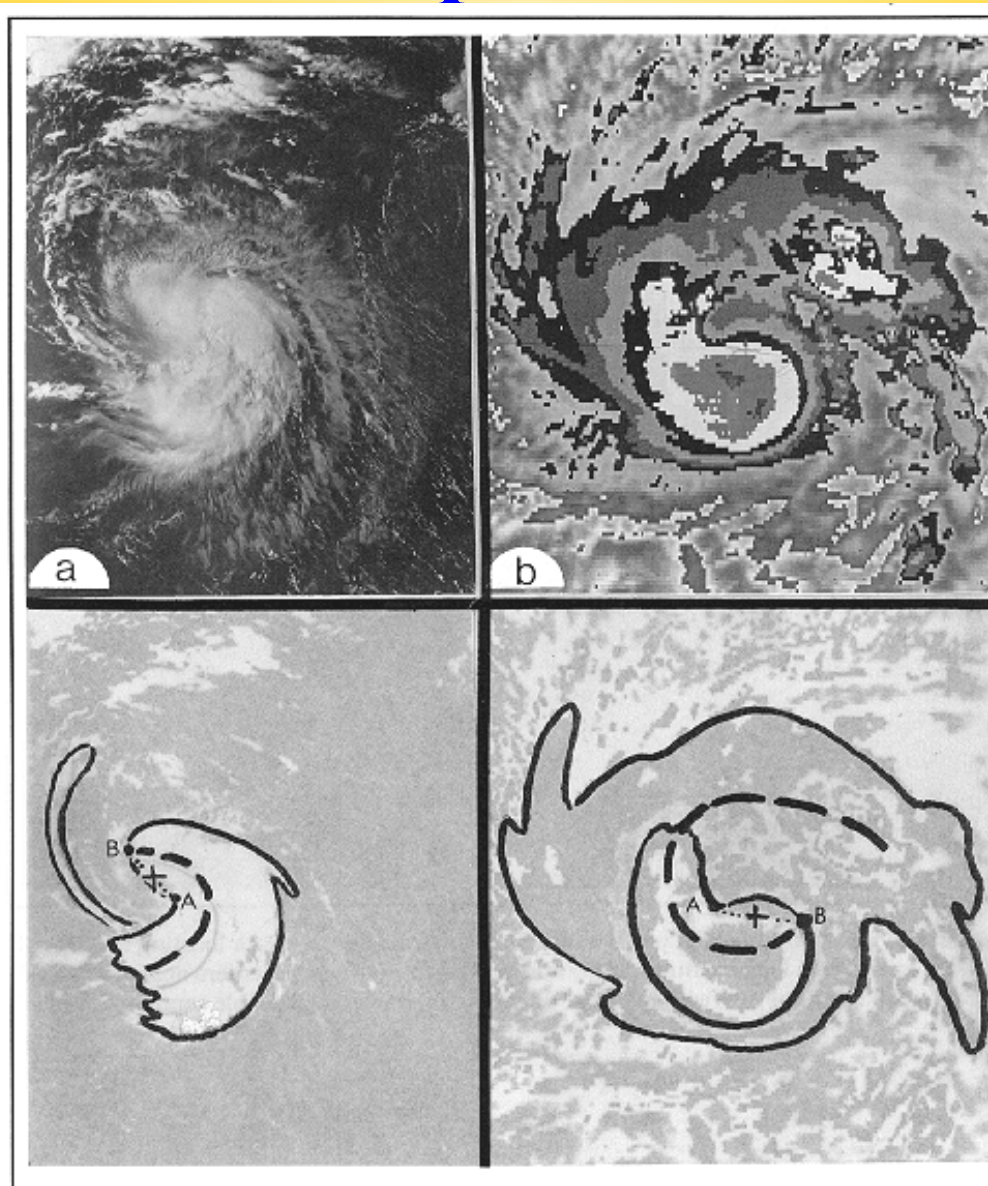
Localiser le centre



In this image, the CSC is the focal point of curved cloud lines.
Sur cette image, le CSC est le point focal des bandes incurvées

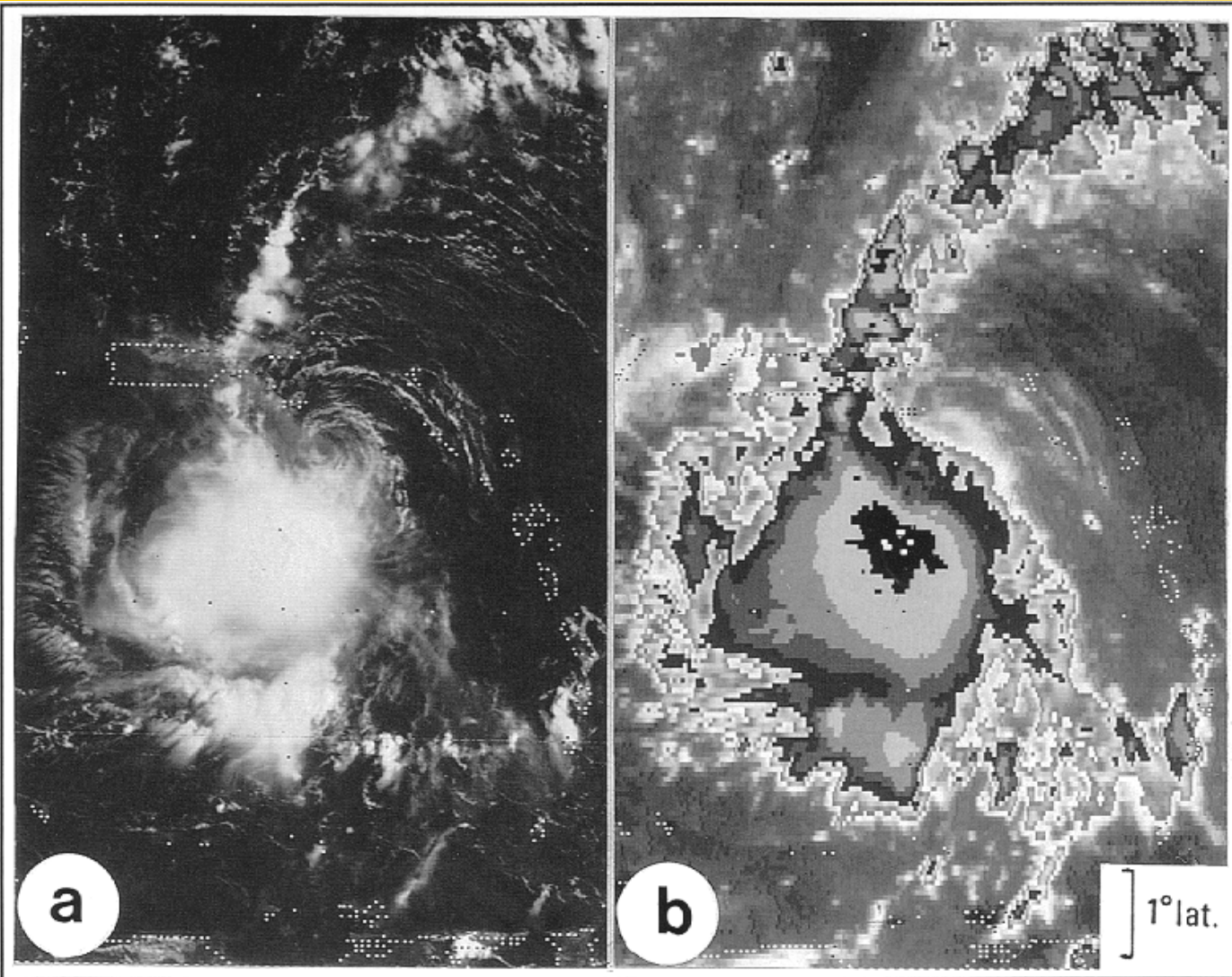
Curved band examples

Exemples en BI



Shear example

Exemples en cisaillement

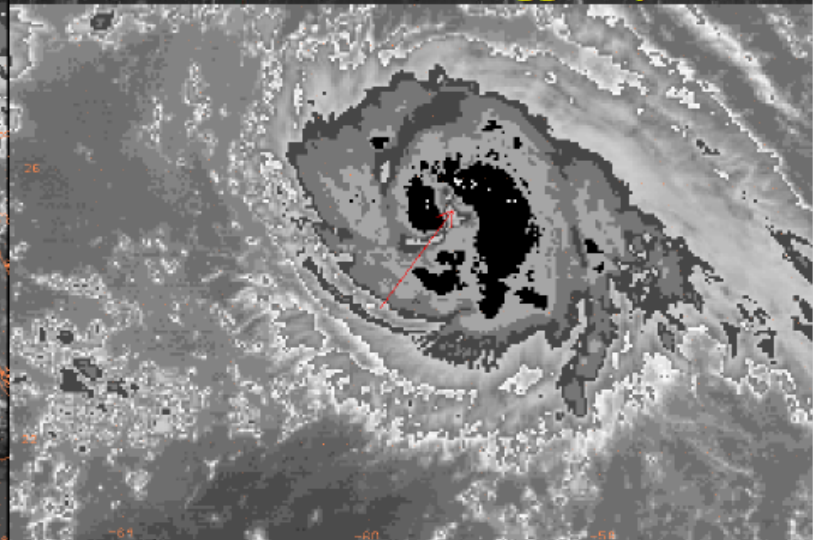
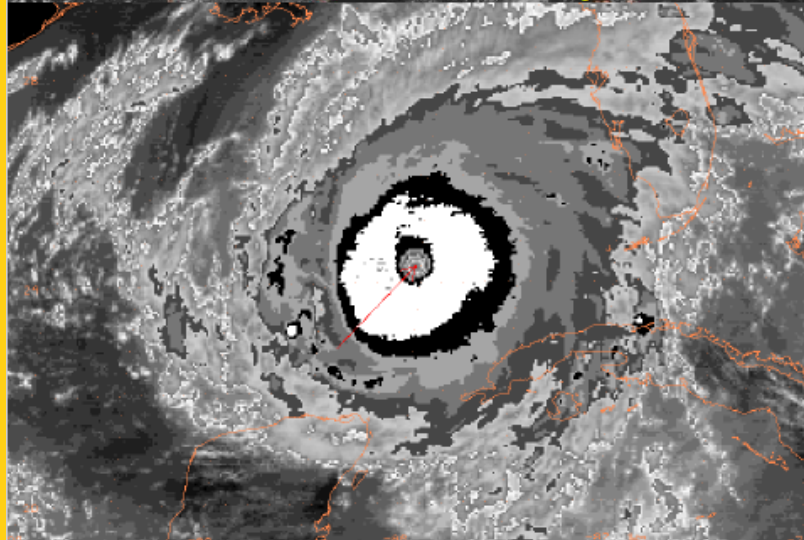
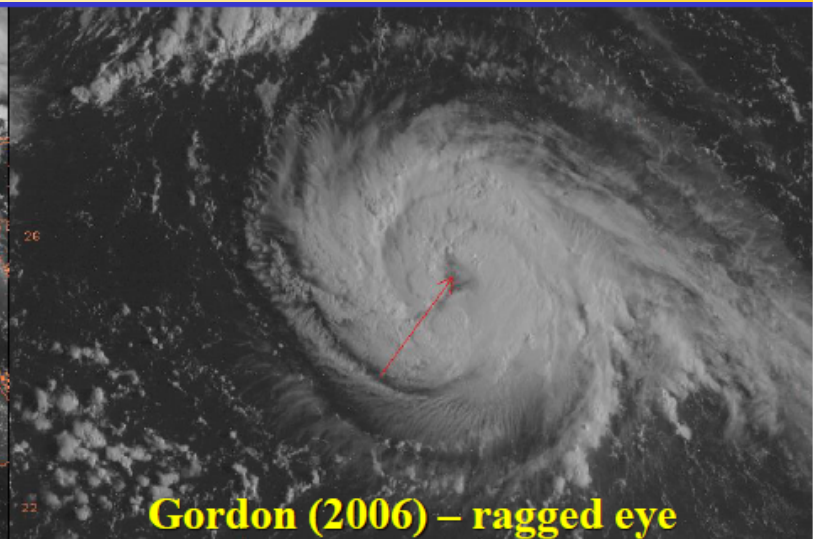
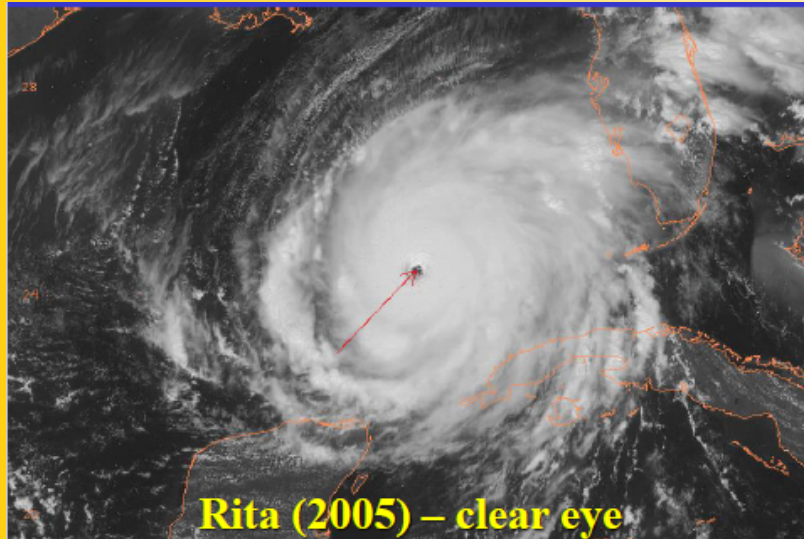


A good first guess position is the upshear side of the strongest convection

Il faut chercher le centre sur le côté au vent du cisaillement de la convection la plus forte.

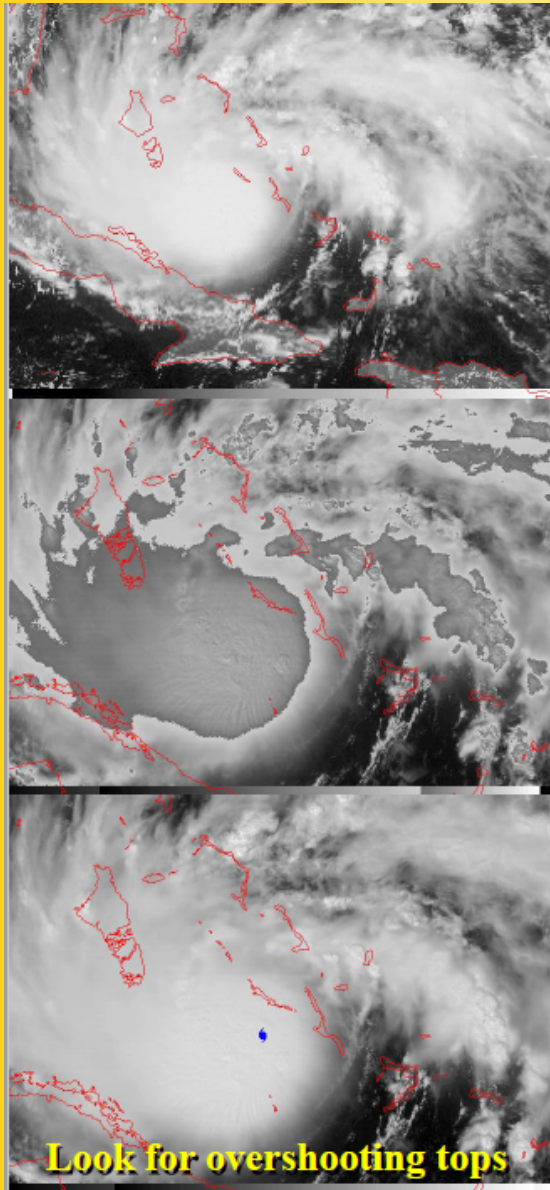
Eye example

Exemples en oeil

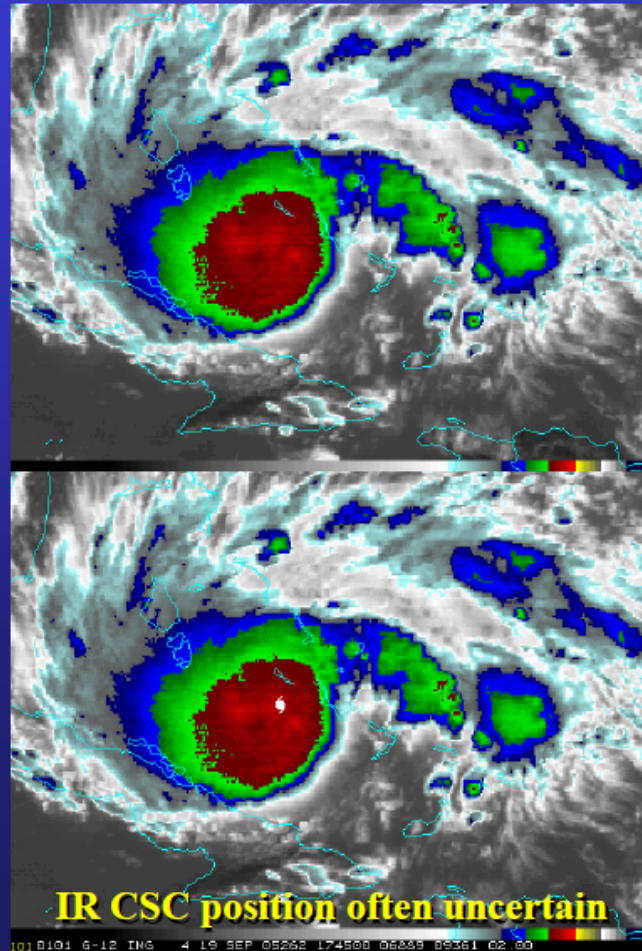


CDO / Emb. center example

Exemples en CDO / centre noyé



CDO/Embedded Center Pattern CSC Examples



Étape 4 : Procéder aux ajustements finaux du centre.
Step 4 : Make final centre adjustments.

Cette étape permet de procéder aux éventuelles corrections finales de la position du centre et tiennent essentiellement en des ajustements pour tenir compte des éléments suivants :

This step is to make final corrections in the centre placement when indicated, and mainly consist in making adjustments to take into account the following factors :

Correction de la grille.

Gridding errors (check accuracy against land features).



Erreurs de parallaxe.

Parallax errors (high satellite viewing angles).



**Décalage entre le centre nuageux et le centre de la circulation
dépressionnaire de surface.**

Displacement of the cloud system away from the surface wind centre of the system.

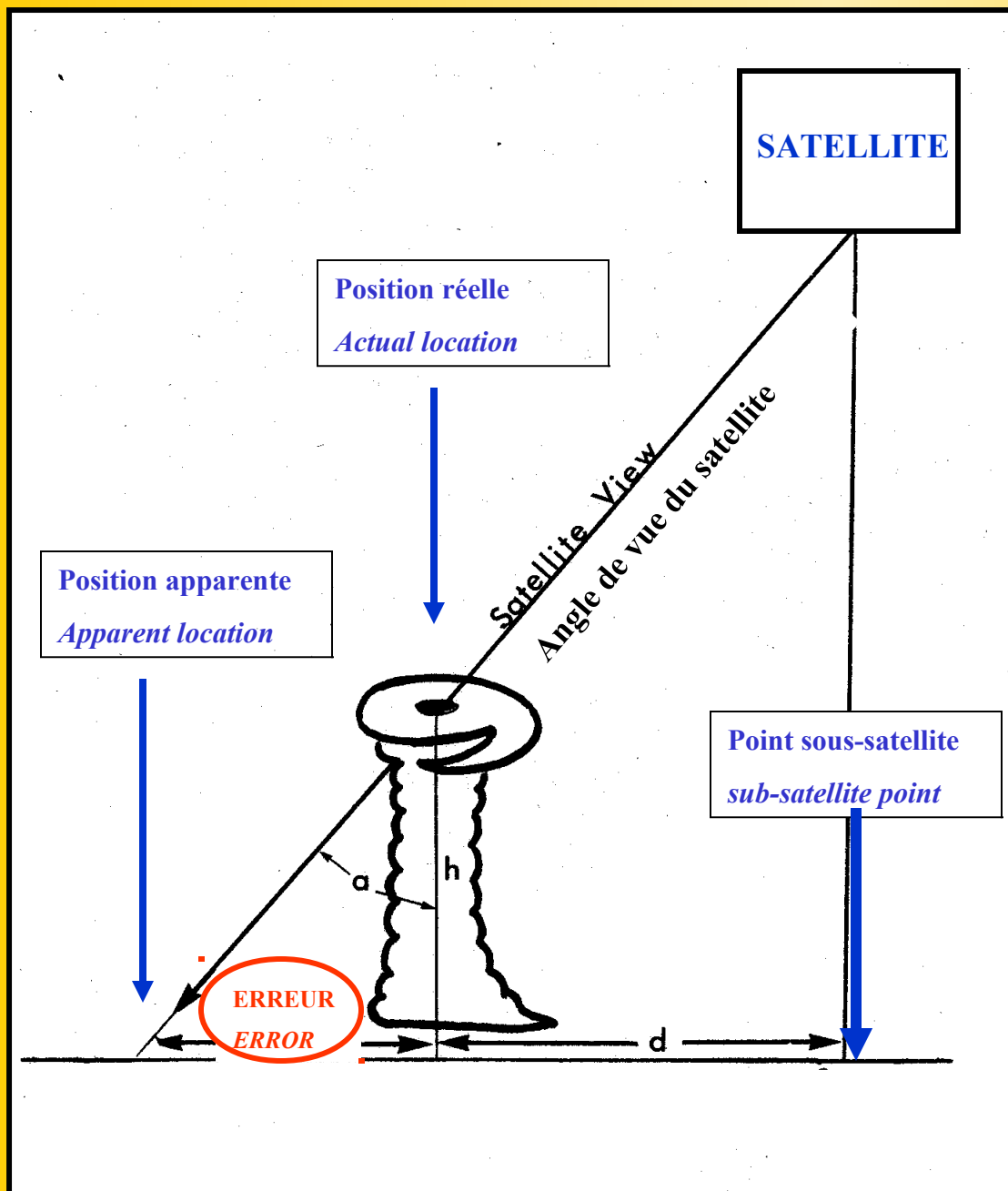
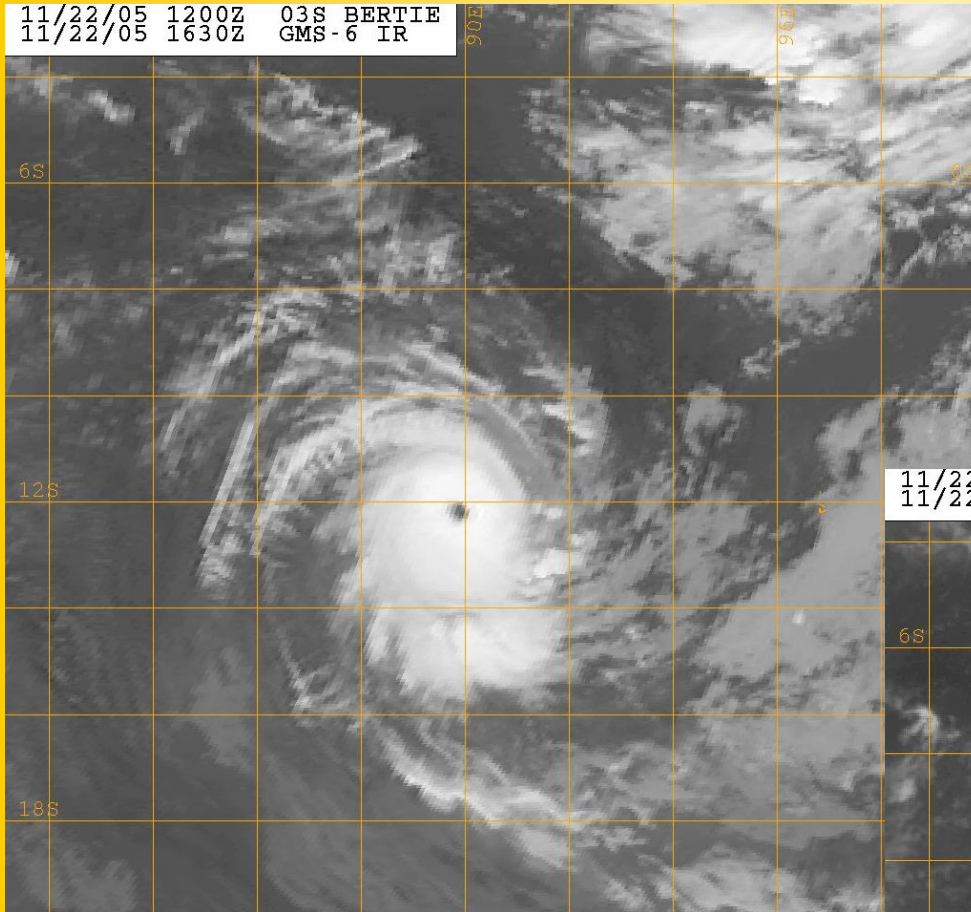


Schéma illustrant l'erreur de parallaxe associée à l'observation satellitaire d'un cyclone tropical depuis l'espace (échelle réelle modifiée).

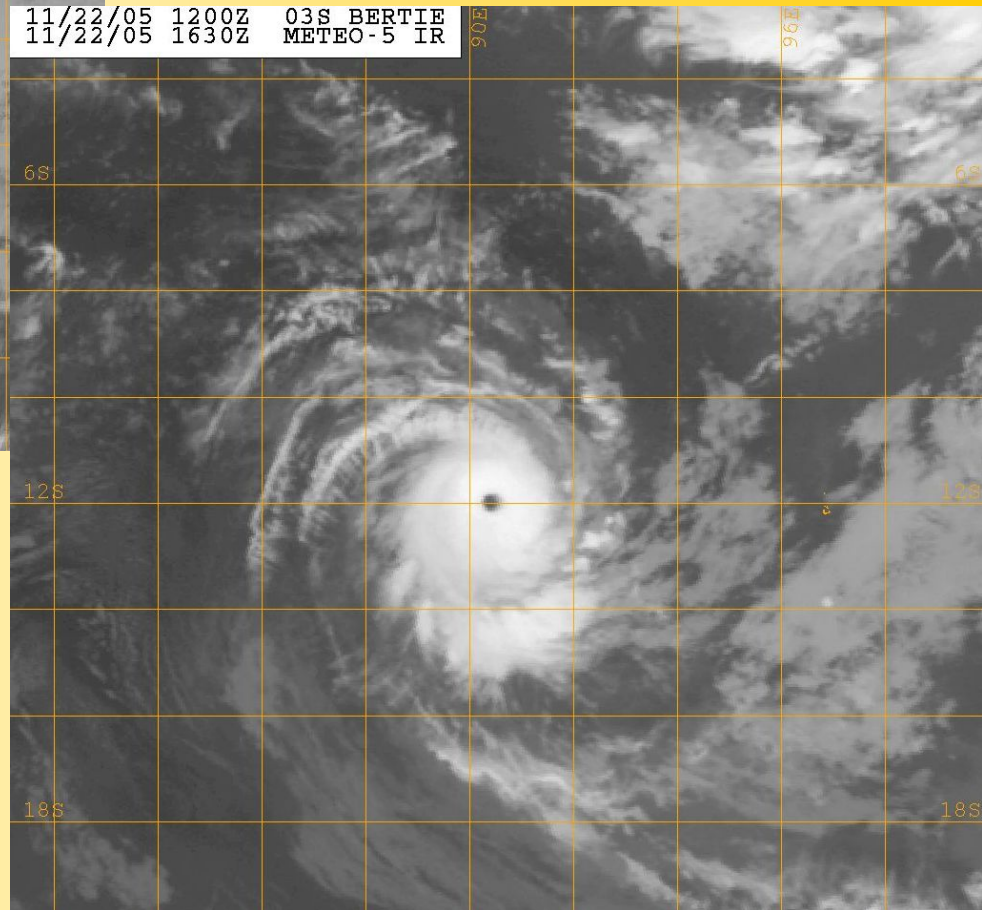
Schematic (not drawn to scale) illustrating the parallax error induced when viewing a tropical cyclone from space (satellite observation).

11/22/05 1200Z 03S BERTIE
11/22/05 1630Z GMS-6 IR



Erreur de parallaxe :
images illustrant le décalage qu'il peut
y avoir entre les localisations du
centre d'un même cyclone
(ALVIN/BERTIE) par deux satellites
géostationnaires différents.

11/22/05 1200Z 03S BERTIE
11/22/05 1630Z METEO-5 IR



Parallax error :
concomitant images showing the
spatial difference that can exist
between the locations of a
cyclone's centre as seen by two
different geostationary satellites.

Notes on “find the center”

Notes sur “trouver le centre”

- The technique was originally designed for single images, not animation
- Other type of imagery (MW) often help ...
- With system with multiple centers, used an average one
- With “shear pattern”, a reliable first guess is on the upshear side of the strongest convection
- La technique a été faite à la base pour des images uniques ... pas des animations
- La position du centre peut être affinée en utilisant d’autres types d’imagerie (MO ...)
- Dans un système avec des centres multiples, utiliser un centre moyen
- Pour les configurations cisillées, un premier guess fiable est le côté au vent de la convection profonde.

**Cloud System Center finding
exercises !**

Exercices sur trouver le centre !

A process in 5 main steps

1. Find the center

2. Assessment / measurement

Measurement of the convective pattern:

- Curved band
- Shear
- Eye
- CDO
- Embedded center

→ **Data T. number (DT)**

24h comparison:

→ **Model Expected T. number (MET)**

Pattern matching:

→ **Pattern adjusted model T. number (PT)**

3. Choose the best estimate between **DT / MET** or **DT/PT**

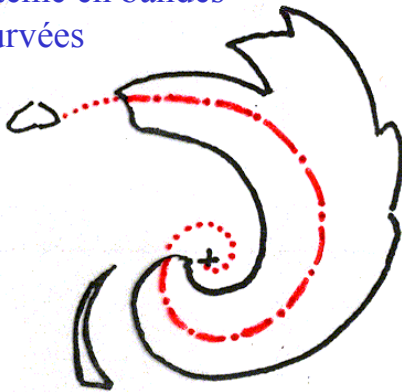
4. Apply constraints

5. → **Final T. number - FT** and **Current Intensity – Ci**

Four main cloud pattern.

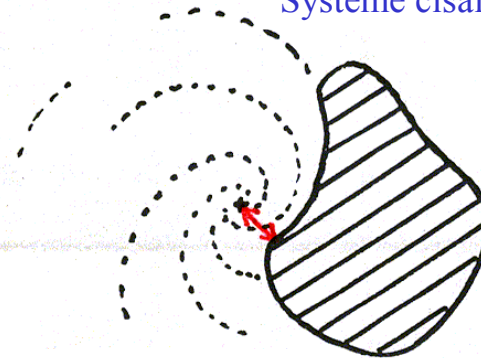
Determine DT

Système en bandes incurvées



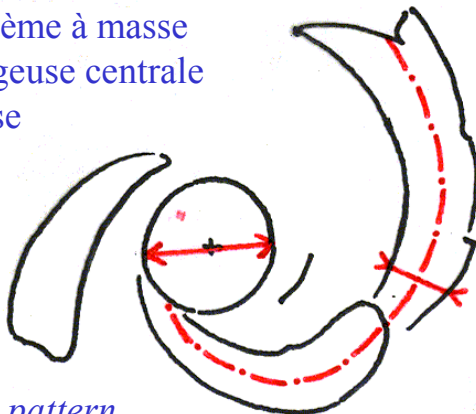
*Curved
band pattern*

Système cisailé



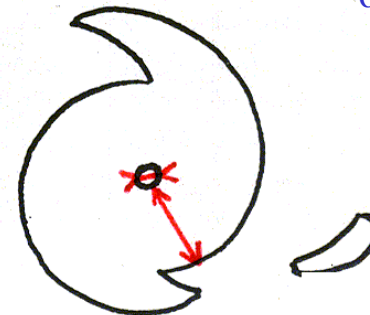
Sheared pattern

Système à masse nuageuse centrale dense



CDO pattern

Système à oeil

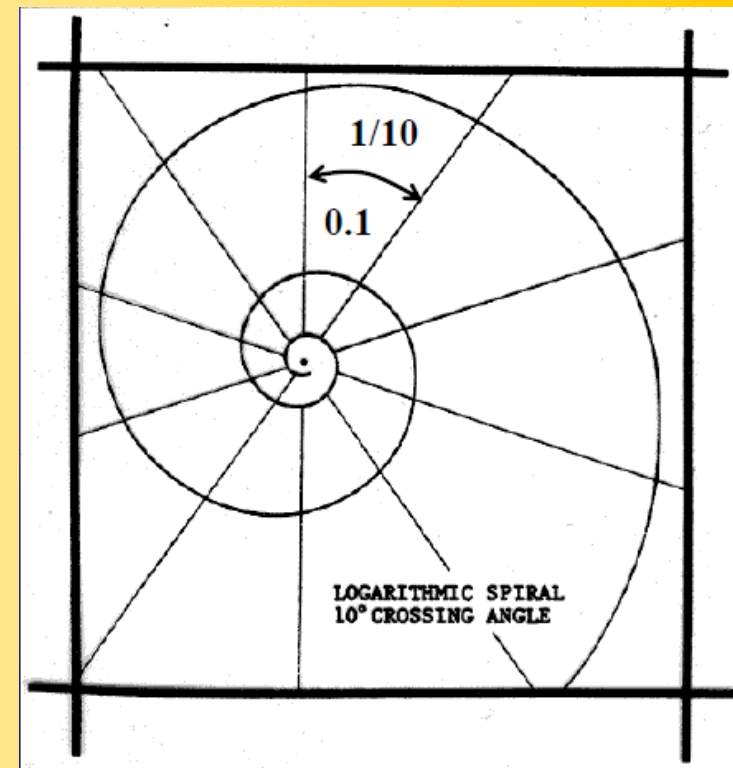


Eye pattern

Outils pour l'analyse

Tools for analysis

- Spiral log 10° for measuring curved bands
 - BD enhancement for infrared imagery
 - Recognizing the cloud pattern is vital to a proper intensity analysis
-
- Spiral logarithmique d'ouverture 10° pour mesurer les bandes incurvées.
 - Palette dédiée dans l'IR
 - La reconnaissance de la configuration nuageuse est vitale pour l'analyse d'intensité



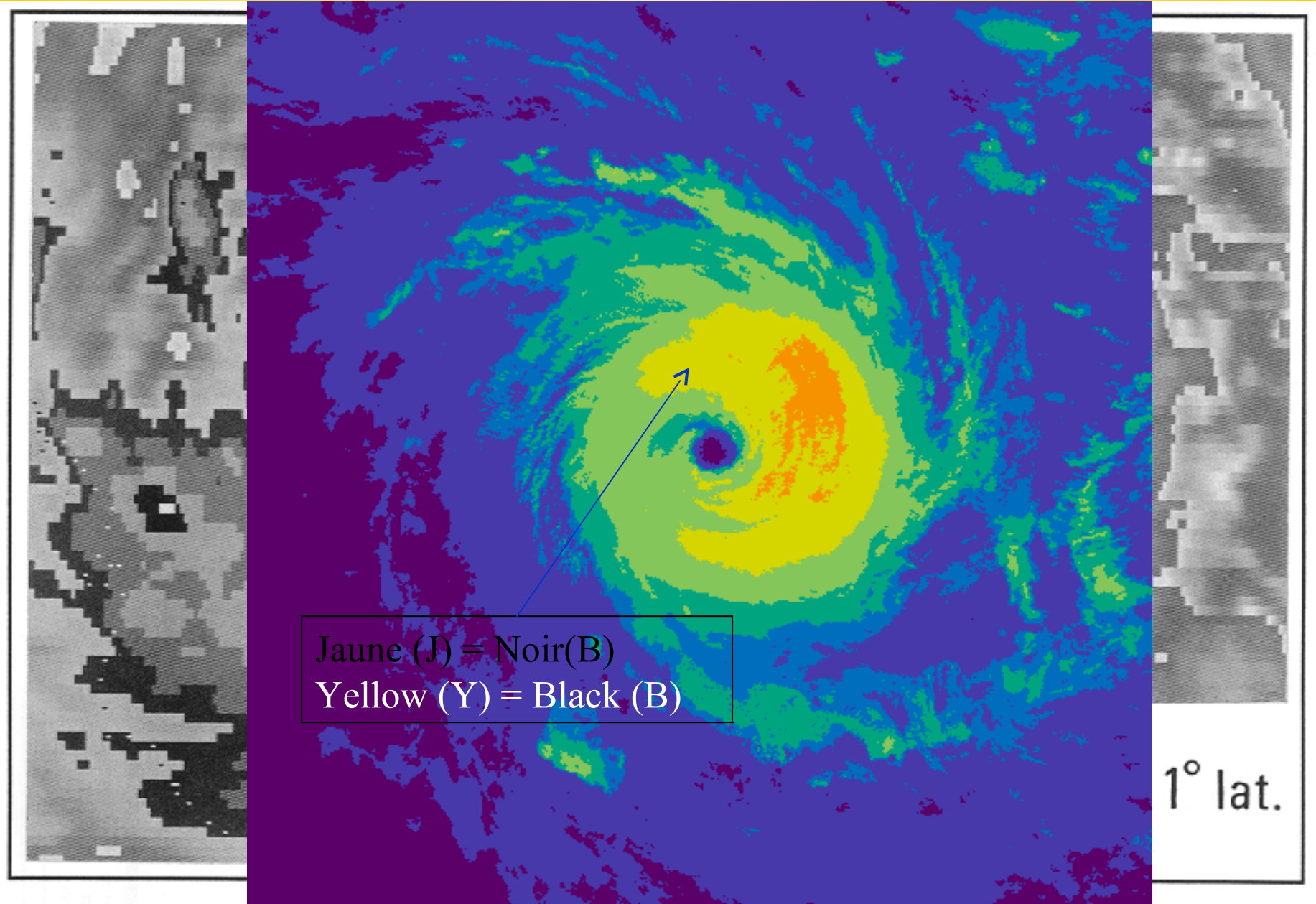
EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)

→ Use of a specific color shade

→ Utilisation d'une palette de couleurs adaptée

MeteoFrance	T (°C)	Dvorak (84)
Noir (N/B)	>9.0	Warm Medium Gray (WMG)
Bleu Foncé (BF/DB)	9.0 to -30	Off White (OW)
Bleu Clair (BC/LB)	-31 to -41	Dark Gray (DG)
Vert Foncé (VF/DG)	-42 to -53	Medium Gray (MG)
Vert Clair (VC/LG)	-54 to -63	Light Gray (LG)
Jaune (J/Y)	-64 to -69	Black (B)
Orange (O/O)	-70 to -75	White (W)
Rouge (R/R)	-76 to -80	Cold Medium Gray (CMG)
Blanc (B/W)	<-80	Cold Dark Gray (CDG)



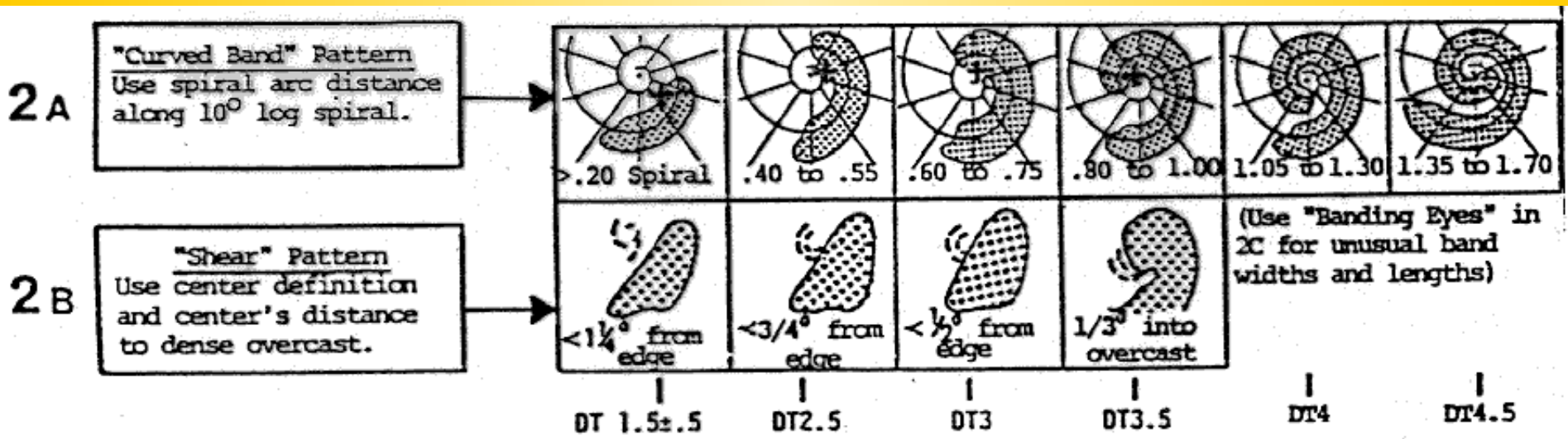
A T1 classification can be given when ...

Une classification T1 peut être donnée si ...

- **A convective cluster has persisted for 12 hr or more**
 - **The cluster has a CSC defined within a 2.5° latitude wide or less area which has persisted for 6 hr**
 - **Associated convection is DG or colder on the BD curve over an area >1.5° diameter less than 2° from the center**
-
- **Un cluster convectif persiste depuis au moins 12h.**
 - **Ce cluster est accompagné d'un centre de circulation en surface situé au plus à 2.5° du cluster et existant depuis au moins 6h.**
 - **La convection associée doit être en code couleur BC ou plus froid (palette IR renforcé) sur une surface de plus de 1.5° de diamètre et située à moins de 2° du centre ...**

Curved band and shear pattern

Conf. en bande incurvée et cisaillement



→ Direct access to the DT

→ Accès direct au DT

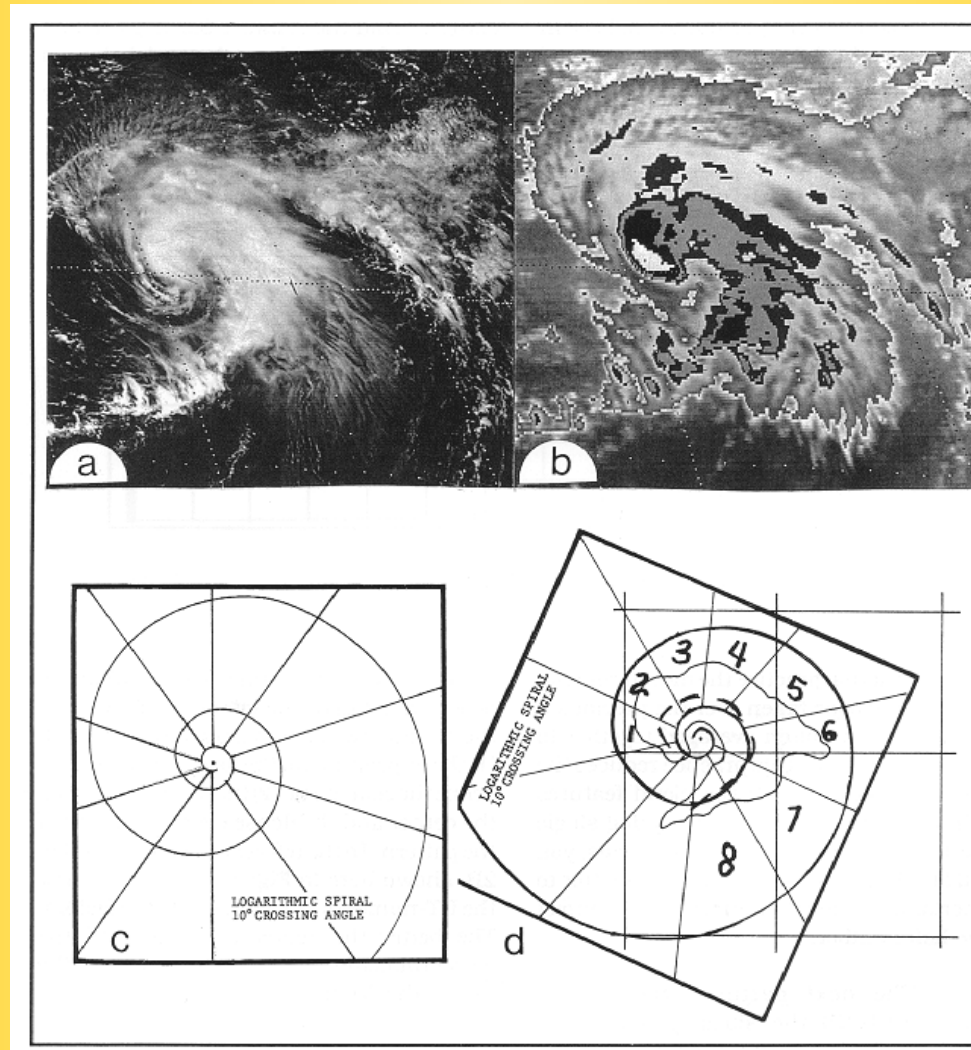
Curved band

Bande incurvée

- Fit the 10° log spiral parallel to the inner edge of the band (VIS) or to the coldest tops in the band (IR)
 - Measure only the primary band of the cyclone - other bands don't count
 - Endpoints of bands can be rather subjective
 - Important: The center of the log 10° spiral is usually not the center of the cyclone!
-
- La spirale Log 10° doit épouser la courbure la plus prononcée des nuages (VIS) ou celle des sommets les plus froids (IR)
 - Mesure uniquement sur la bande principale du SDT (les autres ne comptent pas)
 - Début / fin de bande subjectif ...
 - Le centre de la spirale n'est habituellement pas le vrai centre !

Measuring Curved band

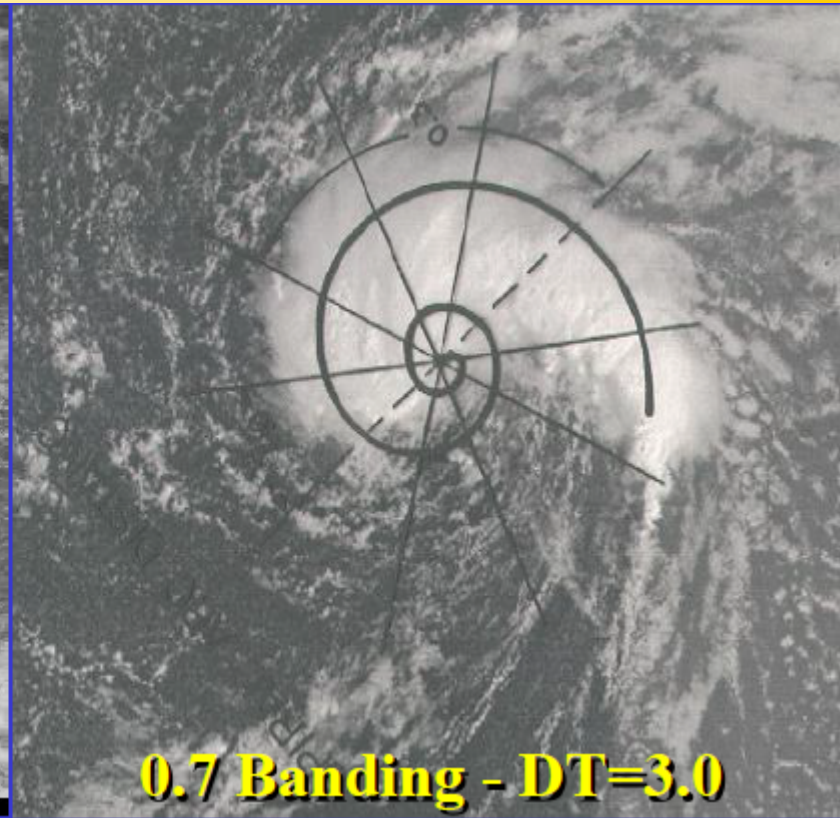
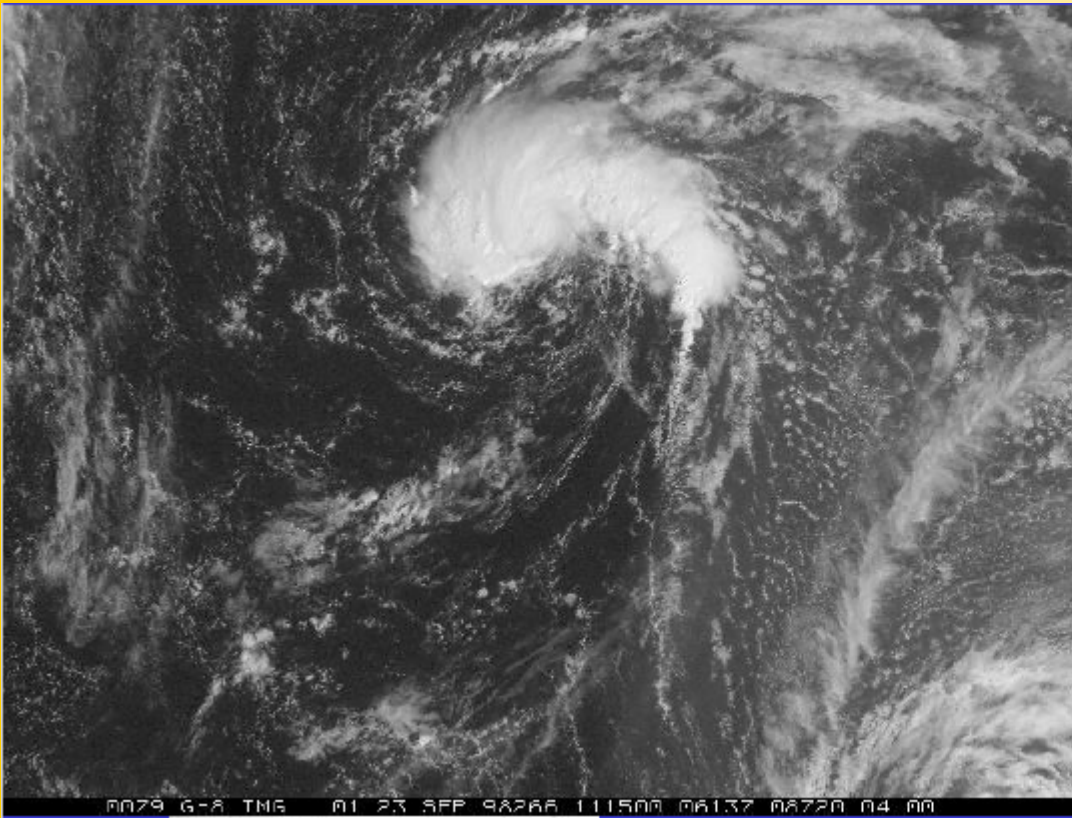
Mesure d'une bande incurvée



0.8 Banding - DT=3.5

Measuring Curved band

Mesure d'une bande incurvée



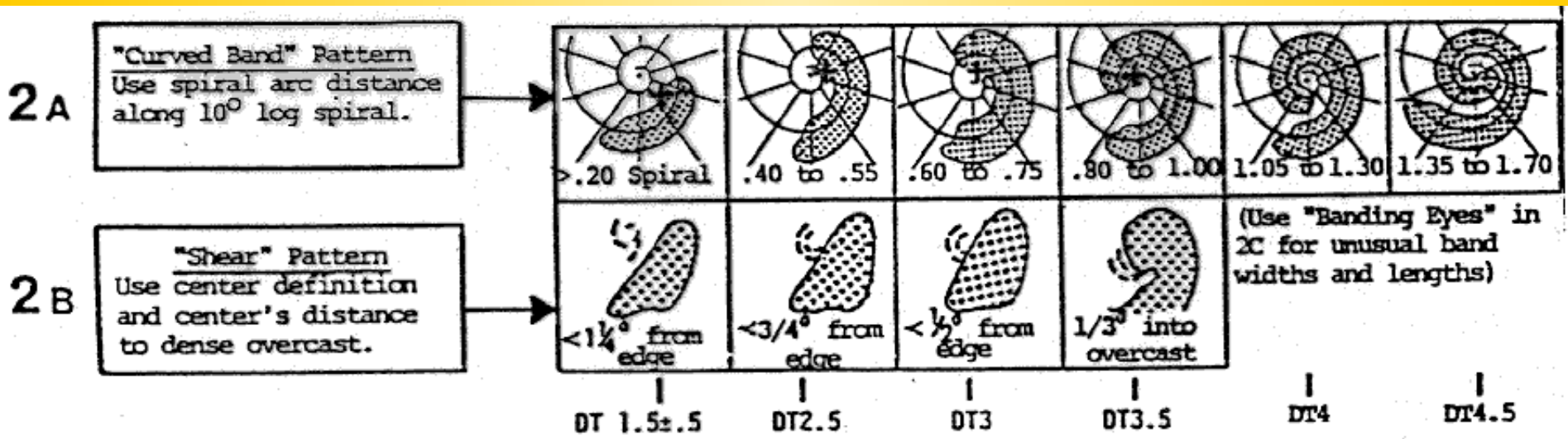
Shear

Cisaillement

- **Measure the distance from the low level center to the edge of the dense overcast (VIS) or to the edge of the LB shade (EIR)**
 - **The edge of the convection can be rather subjective**
 - **Shear patterns tend to be rather unstable, as the convection often shows strong pulses or bursts. Therefore the DT is often considered not to be clear cut.**
-
- **Mesurer la distance entre le centre et la bordure de la convection (VIS) ou la bordure en code couleurs BC (IR renforcé)**
 - **Subjectivité de l'appréciation de la bordure de la convection ...**
 - **Cette configuration est assez instable car la convection montre souvent de puissants «burst». Le DT n'est donc pas fiable la plupart du temps.**

Curved band and shear pattern

Conf. en bande incurvée et cisaillement

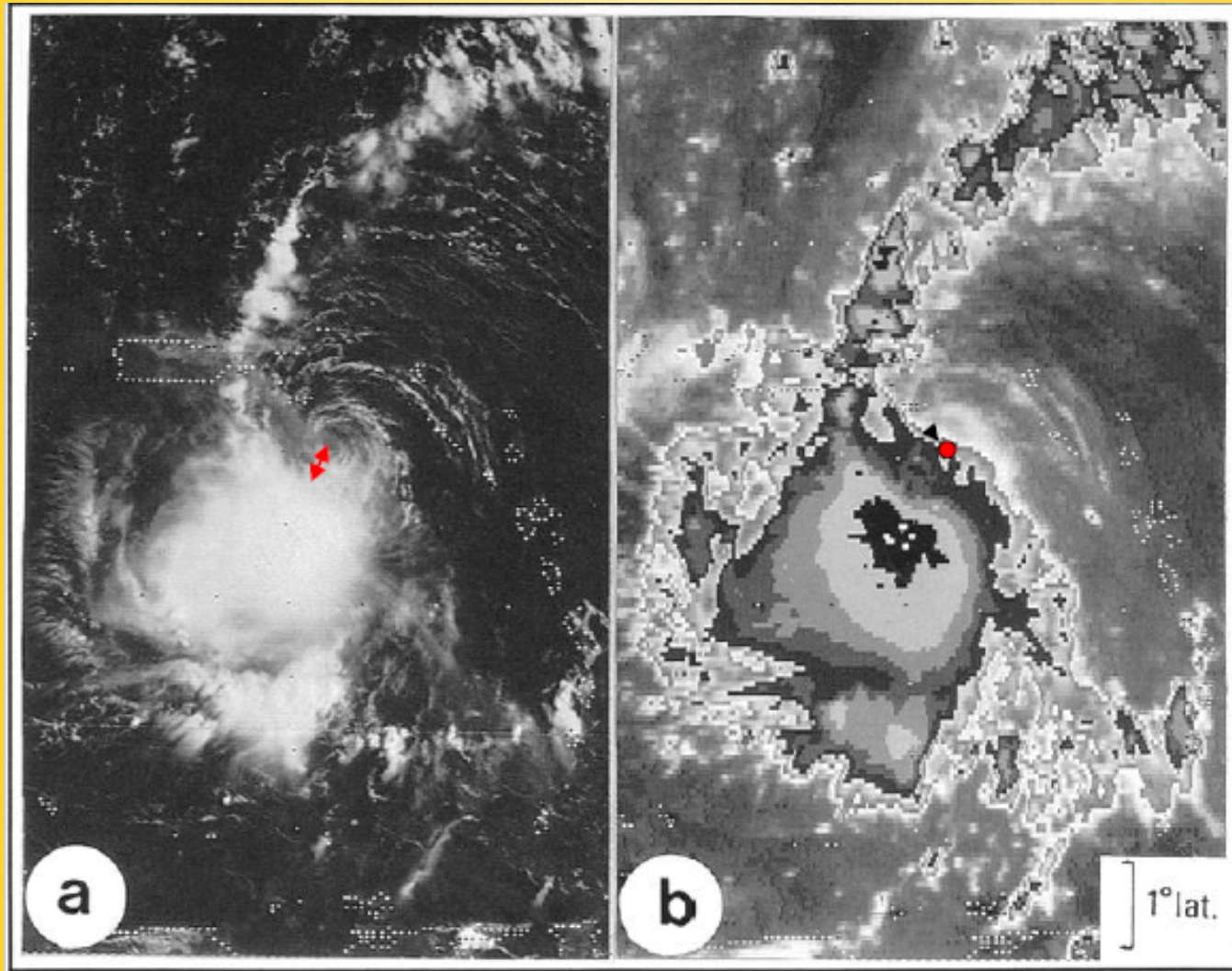


→ Direct access to the DT

→ Accès direct au DT

Measuring shear patterns

Mesures en conf. cisailée



Shear Distance $< 0.5^\circ$ - DT=3.0

Notes on shear and curved band

Notes sur les configurations BI et Cis.

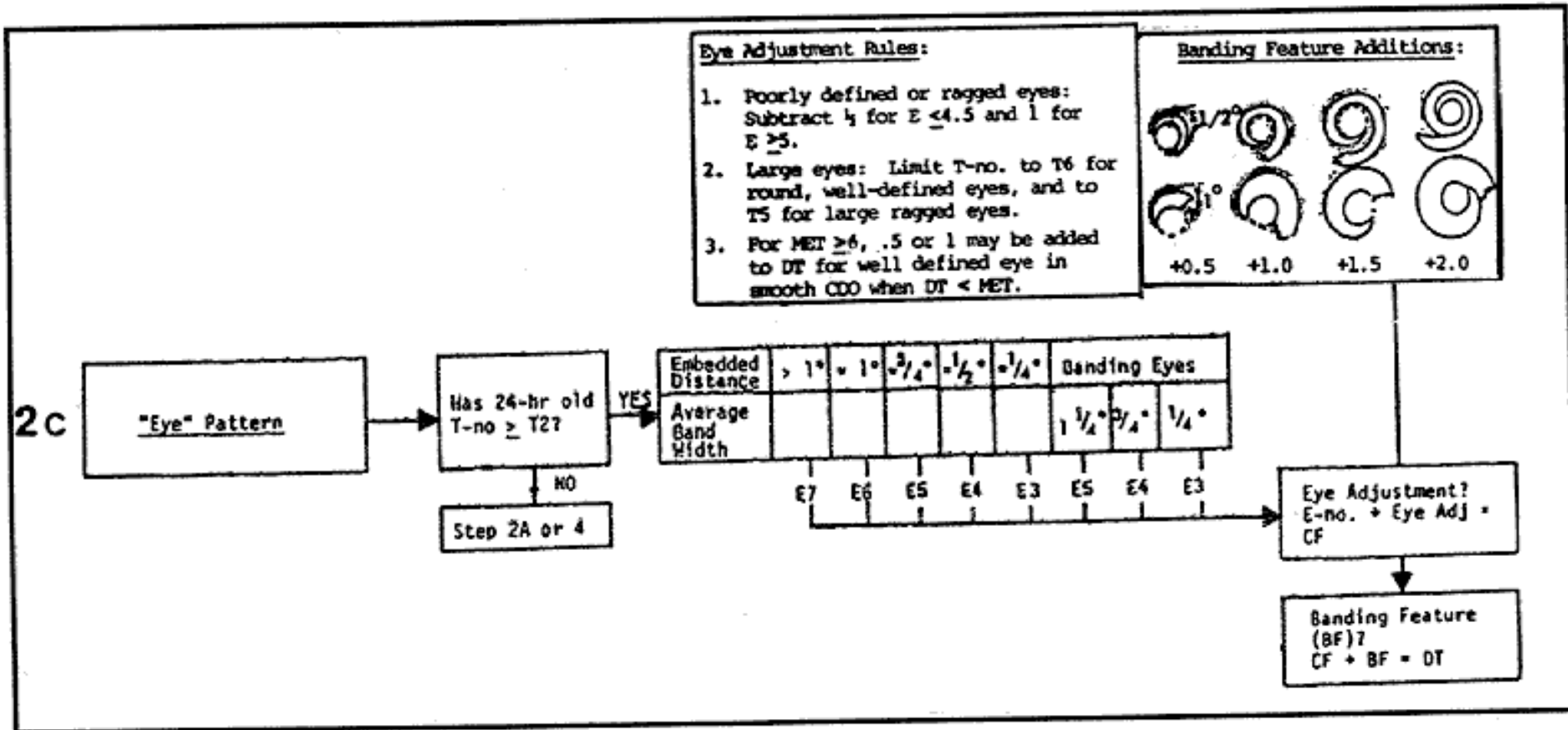
- When available, VIS curved band and shear patterns are preferable to their IR counterparts
 - Both curve bands and shear patterns directly produce DT numbers
 - The measurements are the same for both visible and infrared imagery
 - Only adjustment is in IR curved band technique, where 0.5 is added to the DT number if the band is orange or colder
-
- Quand elles sont disponibles, préférez l'analyse en VIS par rapport à l'IR
 - Les deux méthodes donnent directement le DT
 - Les mesures donnent les mêmes résultats en VIS ou en IR.
 - Pour la bande incurvée, en IR, si la bande présente sur une portion significative de sa longueur des sommets en code couleurs orange ou plus froids, on ajoute 0.5 au DT

Curved band and shear exercises !

Exercices sur bandes incurvées et cisaillement!

Eye pattern (VIS)

Configuration en oeil (VIS)



→ DT is derived through intermediate variables

→ DT s'obtient après avoir mesuré des quantités intermédiaires

Eye pattern (VIS)

Configuration en oeil (VIS)

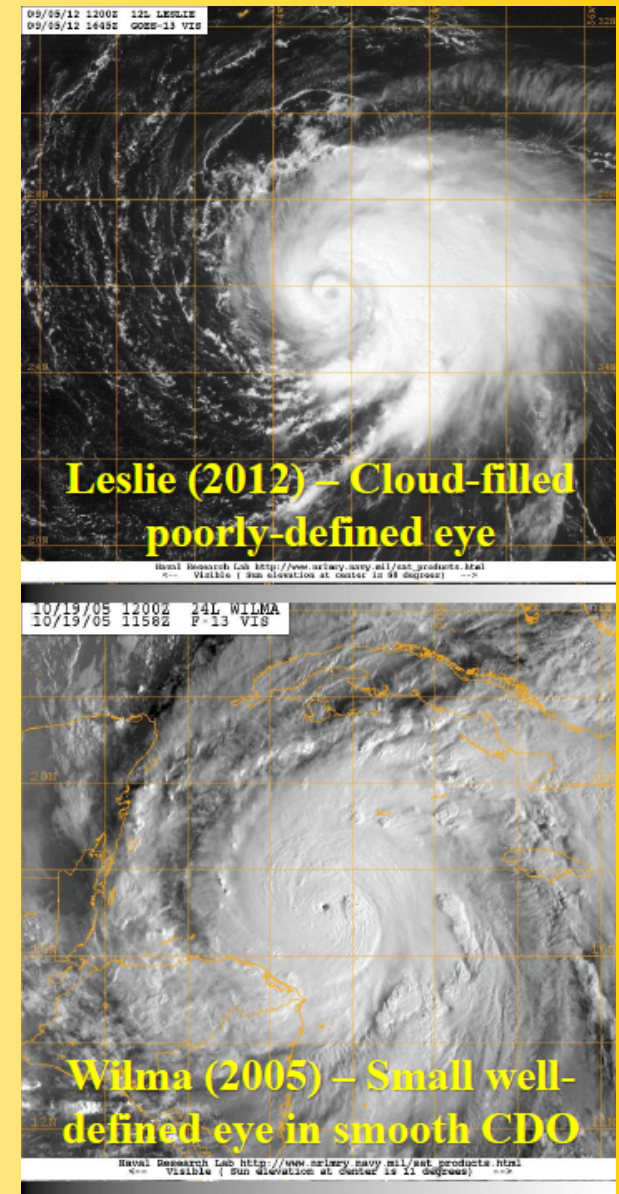
- Measure the distance from the center of the eye to the edge of the Central Dense Overcast (E-number)
- Make eye adjustment based on size and clarity of eye (E-Number + Eye Adjustment = CF Number)
- Add BF for applicable banding (CF + BF = DT)
- **DT= CF+BF=E-Num + E adj. + BF**
- Mesurer la distance la plus courte entre le centre et la bordure externe du coeur central (CDO – Central Dense Overcast) → E-Number (nombre de l'oeil)
- Appliquer les ajustements du nombre de l'oeil par rapport à la taille et à la définition de l'oeil (E-Number + Ajustement de l'oeil = CF Number)
- Ajouter éventuellement du BF (Banding Features)
- **DT= CF+BF=E-Num + E adj. + BF**

Embedded Distance	> 1°	~ 1°	3/4°	1/2°	1/4°
Average Band Width					
	E7	E6	E5	E4	E3

Eye pattern (VIS)

Oeil en VIS: Ajustement et BF

- Poorly defined or ragged eyes: subtract 0.5 for $E \leq 4.5$ and 1 for $E \geq 5$
- Large eyes (45 nm or greater): Limit T-no to T6 for round well-defined eyes and to T5 for large ragged eyes
- For $MET \geq 6$, 0.5 or 1 may be added to DT for well-defined eye in smooth CDO when $DT < MET$
- Oeil mal défini ou déchiqueté: soustraire 0.5 pour $E \leq 4.5$ et 1 pour $E \geq 5$
- Gros oeil (45 mn ou +): DT limité à 6.0 pour un oeil bien défini et bien circulaire et à 5.0 pour les yeux déchiquetés.
- Si le Model Expected T-num (MET) est ≥ 6.0 , on peut ajouter 0.5 ou 1.0 pour les yeux bien défini au sein d'un CDO lisse si $DT < MET$



Eye pattern (VIS)

Oeil en VIS: Ajustement et BF

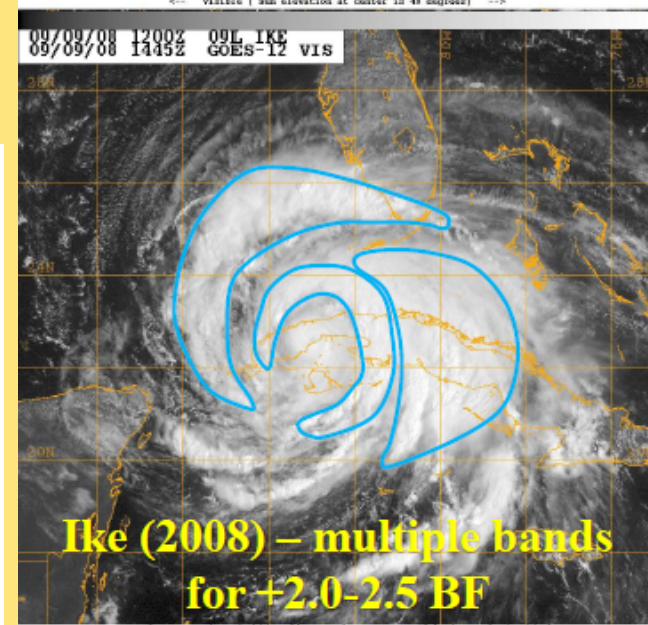
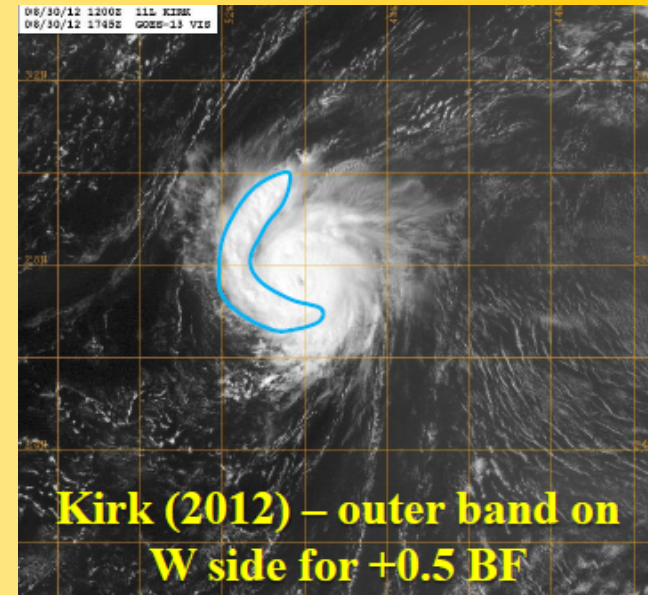
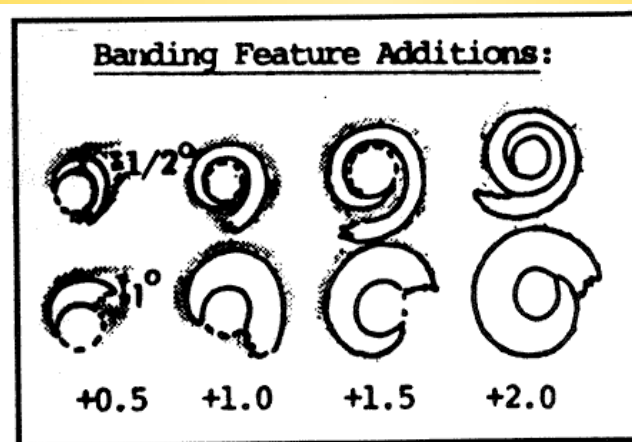
- **Banding Feature (BF) Numbers:**

Match the banding outside of the central convection to that shown in the pictograph.

Note: You can add multiple bands when applicable up to a total of 2.5 BF numbers.

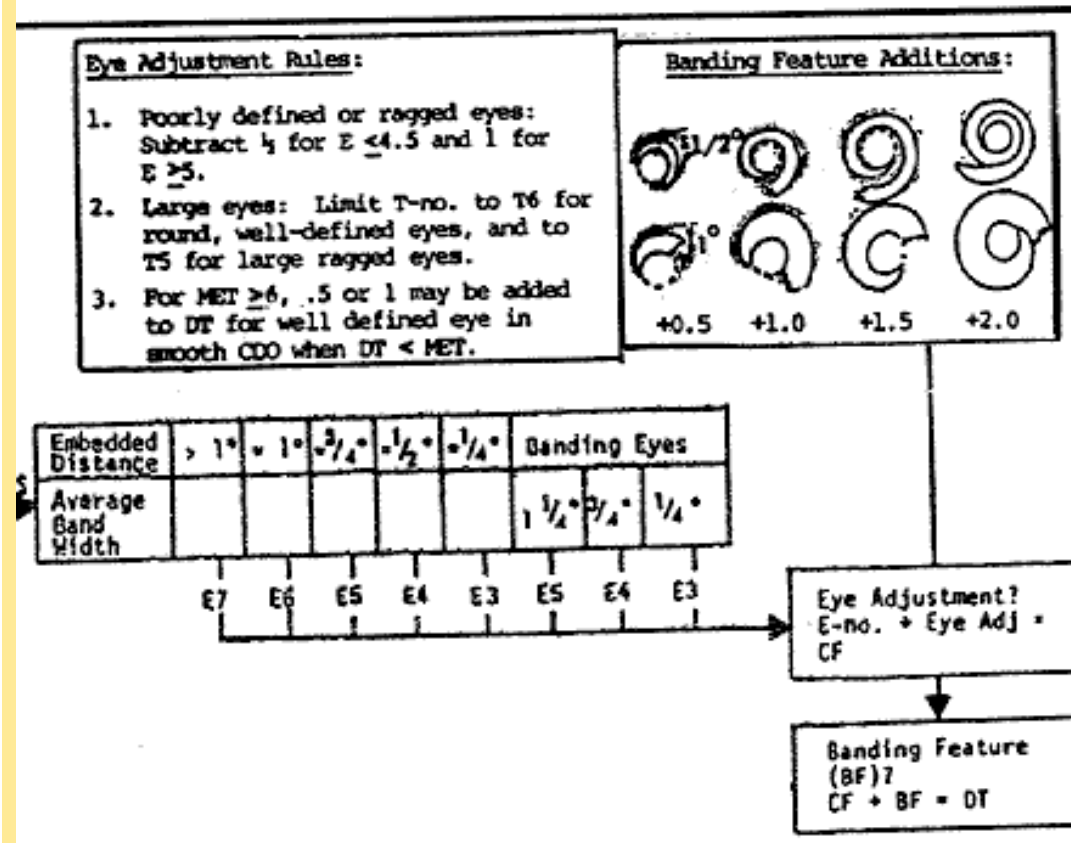
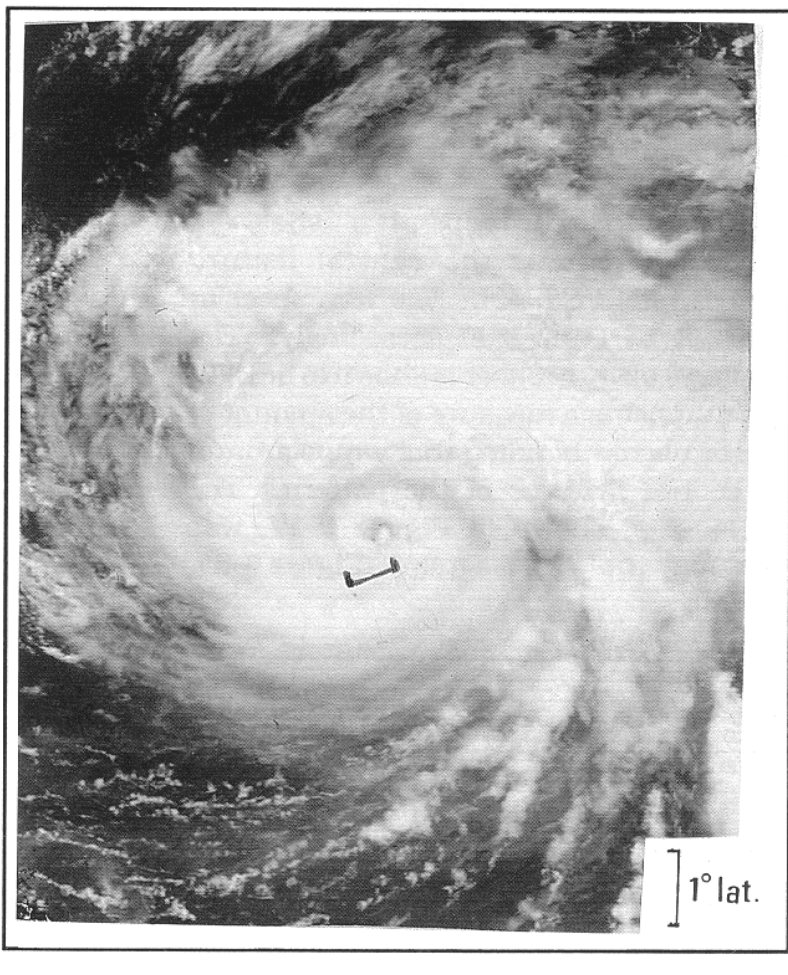
- **Le nombre de «bandes»: Faire correspondre les bandes qui se trouvent en dehors de la convection centrale avec le modèle.**

Note: On peut ajouter plusieurs termes de bandes lorsque c'est approprié jusqu'à un maxi de 2.5.



Eye pattern example (VIS)

Exemple oeil visible



The eye is $\frac{3}{4}$ degrees into the CDO (Eye number 5.0), with no Eye adjustment (0.0). This produces a $CF5 + 2.0$ for banding features @ $DT=7.0$

Oeil inclus à $\frac{3}{4}$ de degrés (E = 5.0), pas d'ajustement (CF=5). BF à 2.0 @ $DT=7.0$

Banding eye (VIS)

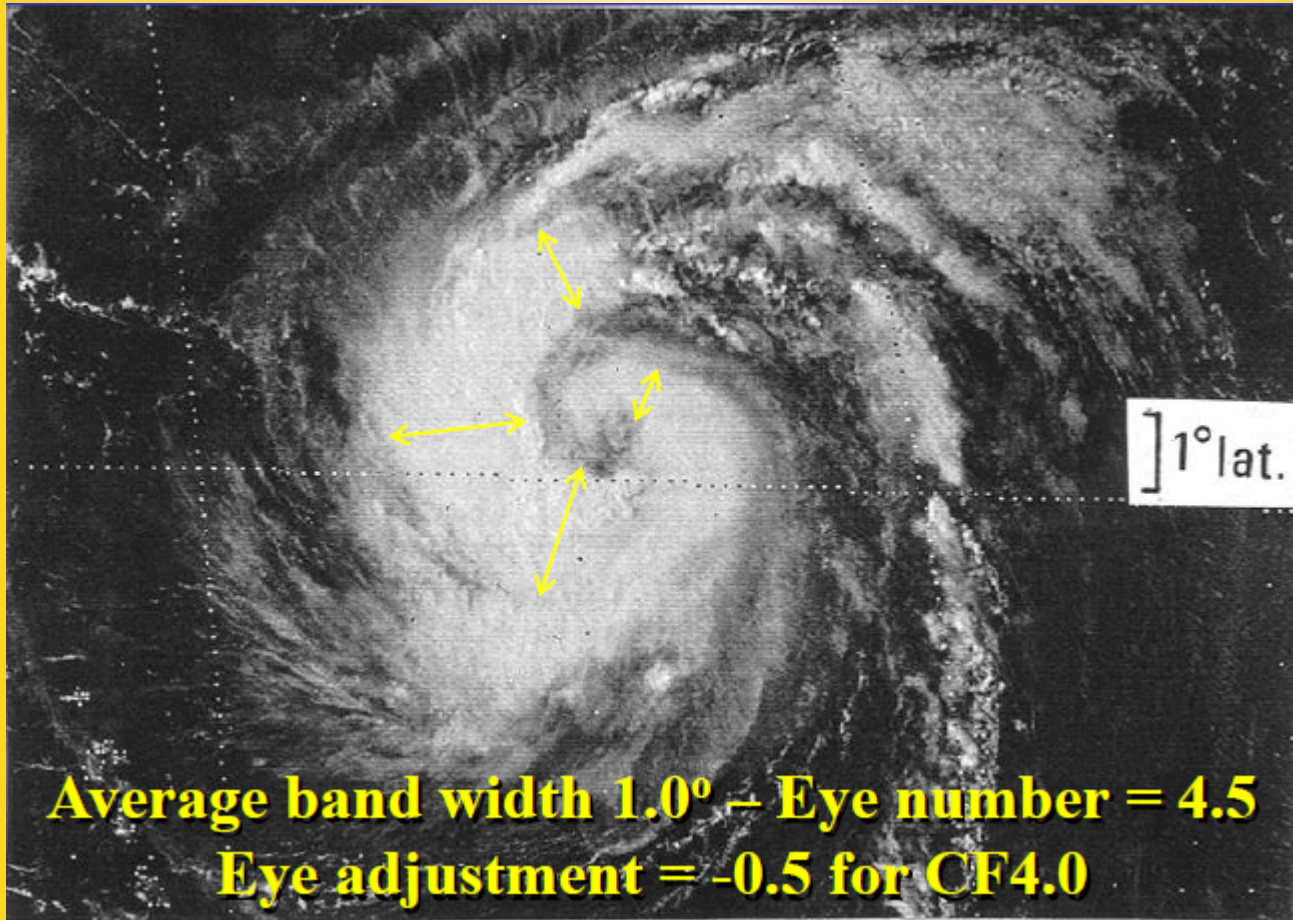
Les yeux en bandes (VIS)

- E-number determined by the average width of the band surrounding the eye
- E-number déterminé par la largeur moyenne de la bande entourant l'oeil.

Average Band Width	Banding Eyes		
	$1 \frac{1}{4}''$	$\frac{3}{4}''$	$\frac{1}{4}''$
	E5	E4	E3

Banding eye example (VIS)

Exemple d'oeil en bandes



Notes on VIS eye pattern

Notes sur la conf. oeil VIS

- **VIS embedded distances are measured from the center of the eye for small eyes (diameter < 30 NM) otherwise from the inner wall of the eye**
- **Pour les “petits yeux” (diamètre < 30 MN), calculer la distance d’inclusion de l’oeil (embedded distance) à partir du centre de l’oeil, la cas échéant à partir de la bordure du mur de l’oeil.**

VIS eye exercises !

Exercices sur conf. oeil dans le visible!

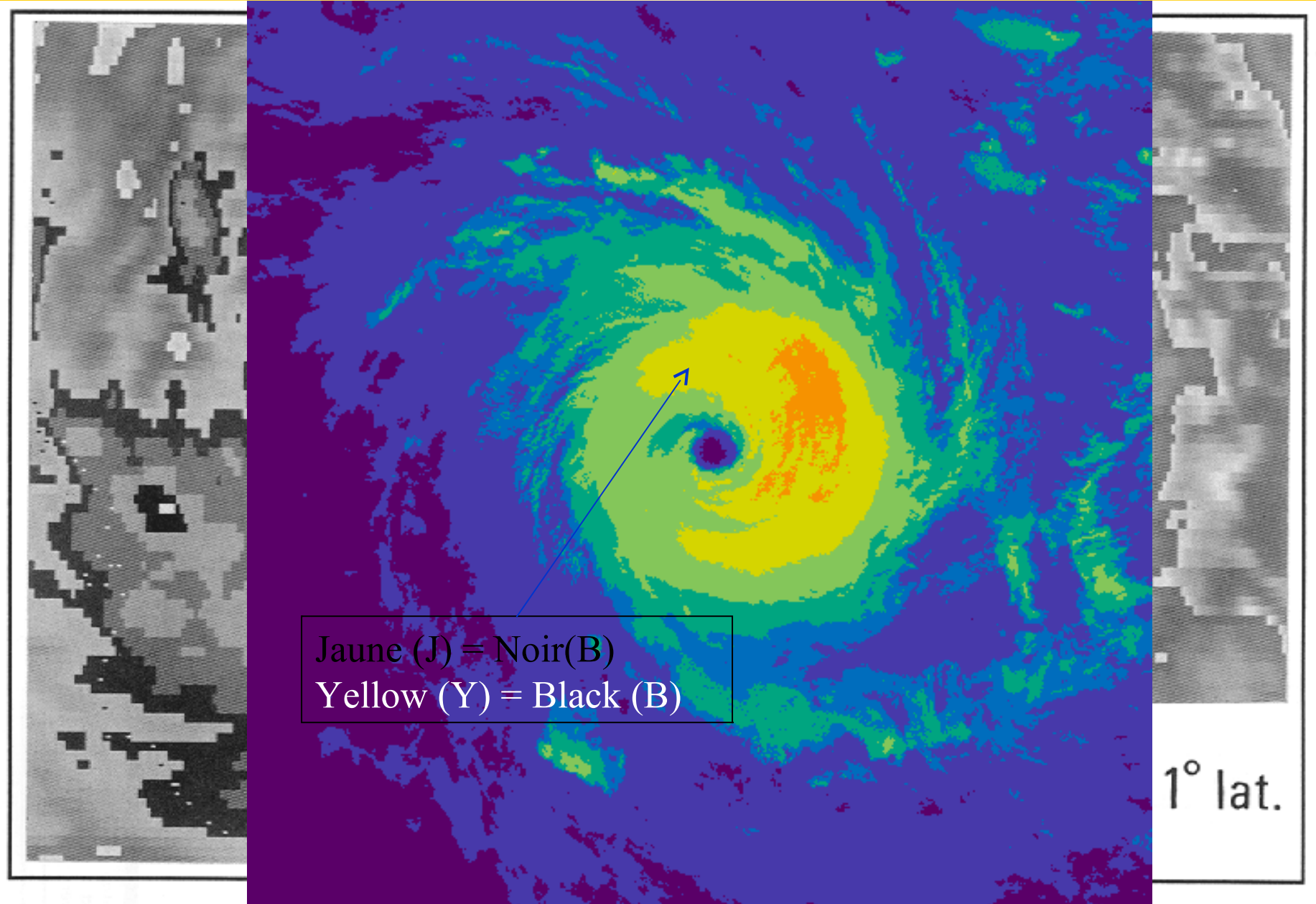
EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)

→ Use of a specific color shade

→ Utilisation d'une palette de couleurs adaptée

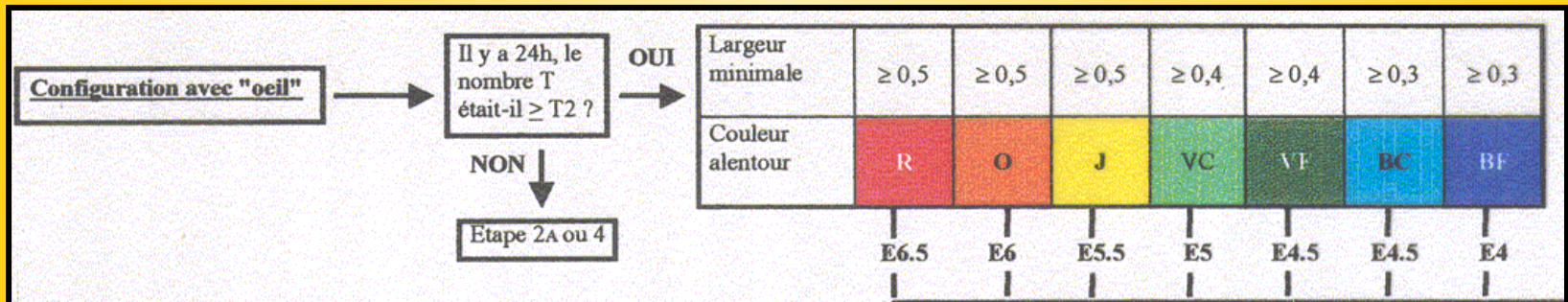
MeteoFrance	T (°C)	Dvorak (84)
Noir (N/B)	>9.0	Warm Medium Gray (WMG)
Bleu Foncé (BF/DB)	9.0 to -30	Off White (OW)
Bleu Clair (BC/LB)	-31 to -41	Dark Gray (DG)
Vert Foncé (VF/DG)	-42 to -53	Medium Gray (MG)
Vert Clair (VC/LG)	-54 to -63	Light Gray (LG)
Jaune (J/Y)	-64 to -69	Black (B)
Orange (O/O)	-70 to -75	White (W)
Rouge (R/R)	-76 to -80	Cold Medium Gray (CMG)
Blanc (B/W)	<-80	Cold Dark Gray (CDG)



EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)

- Find the coldest BD curve color surrounding the eye that meet the minimum width criteria (E-number)
 - Trouver le code couleur le plus froid qui remplit les conditions de largeur minimale.
- Nombre de l'oeil (E-number)



EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)

- Based on eye temp and the coldest ring temp (without any width criteria !!), make the adjustment
- En fonction de la température de l'oeil et de la température de l'anneau le plus froid (sans critère de largeur !!), déduire l'ajustement du nombre de l'oeil

		TEMPERATURE de L' OEIL						
Température ANNEAU environnant		N	BF	BC	VF	VC	J	O
	BF	0	-0.5					
	BC	0	0	-0.5				
	VF	0	0	-0.5	-0.5			
	VC	+0.5	0	0	-0.5	-0.5		
	J	+1.0	+0.5	0	0	-0.5	-0.5	
	O	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0
	R	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0

**E-number +
Eye adjust. =
CF Number**

EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)

- No positive adjustment for “big eyes” (diameter of the surrounding grey shades ≥ 45 NM) or elongated eyes (short axis $< 2/3$ long axis)
- For elongated eyes, if no previous negative adjustment has been made, subtract 0.5 for Enum ≥ 4.5)
- Pas d'ajustement positif pour les “gros yeux” (diamètre de la couleur entourant la couleur la + chaude ≥ 45 MN) ou les yeux allongés (axe court $< 2/3$ axe long)
- Pour les yeux allongés, si aucun ajustement négatif n'a été fait, soustraire 0.5 pour les nombre de l'oeil ≥ 4.5)

EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)

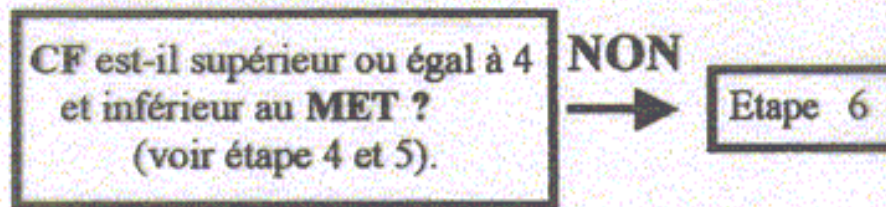
- Adds BF if criteria are met:
- Ajouter le BF si approprié:

If $CF \geq MET$,
then $CF = DT$

If $CF < 4$, then
 $CF = DT$

Si $CF \geq MET$,
alors $CF = DT$

Si $CF < 4$, alors
 $CF = DT$



OUI



a) ajouter 0,5



b) ajouter 0,5



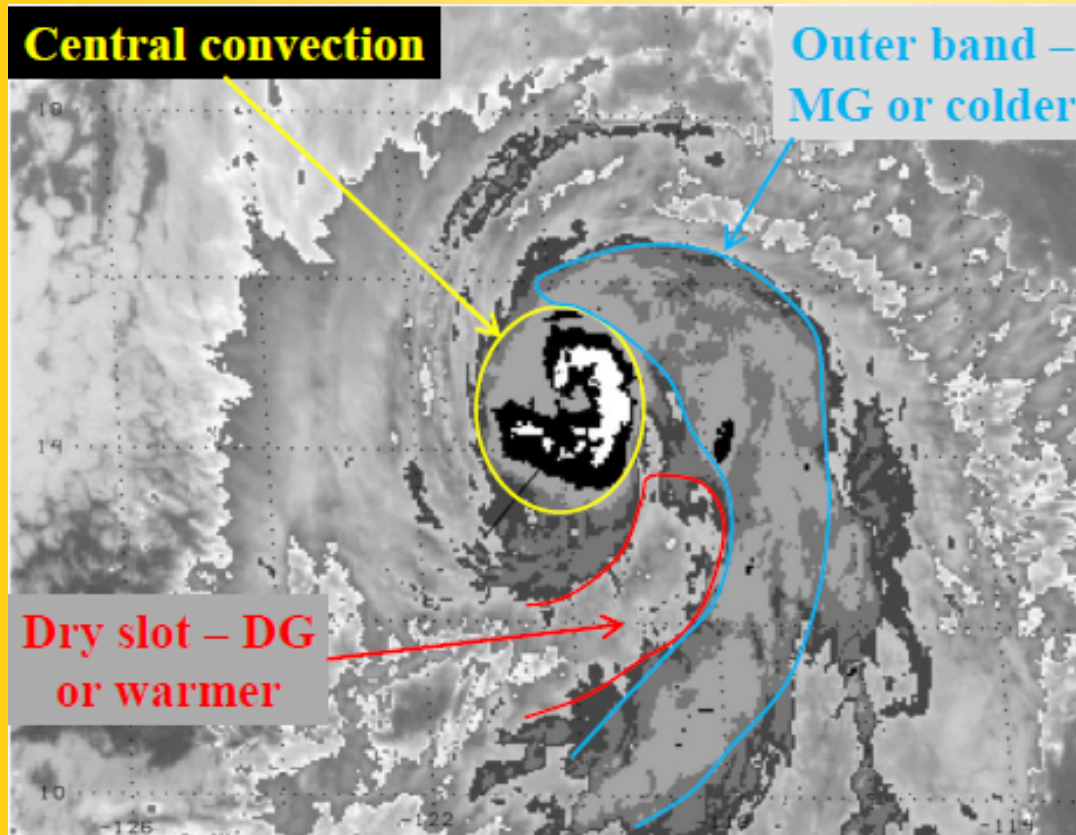
c) ajouter 1

$$DT = CF + BF = E\text{-Num} + E \text{ adj.} + BF$$

EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)

- Adds BF if criteria are met:
- Ajouter le BF si approprié:



If $CF \geq MET$,
then $CF = DT$

If $CF < 4$, then
 $CF = DT$

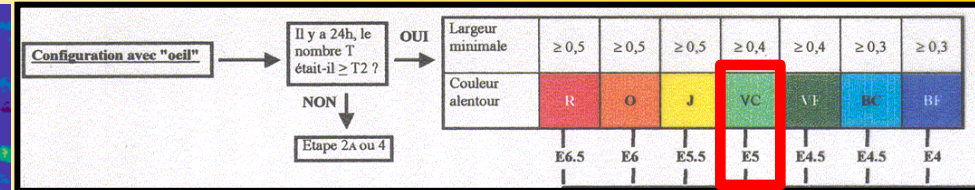
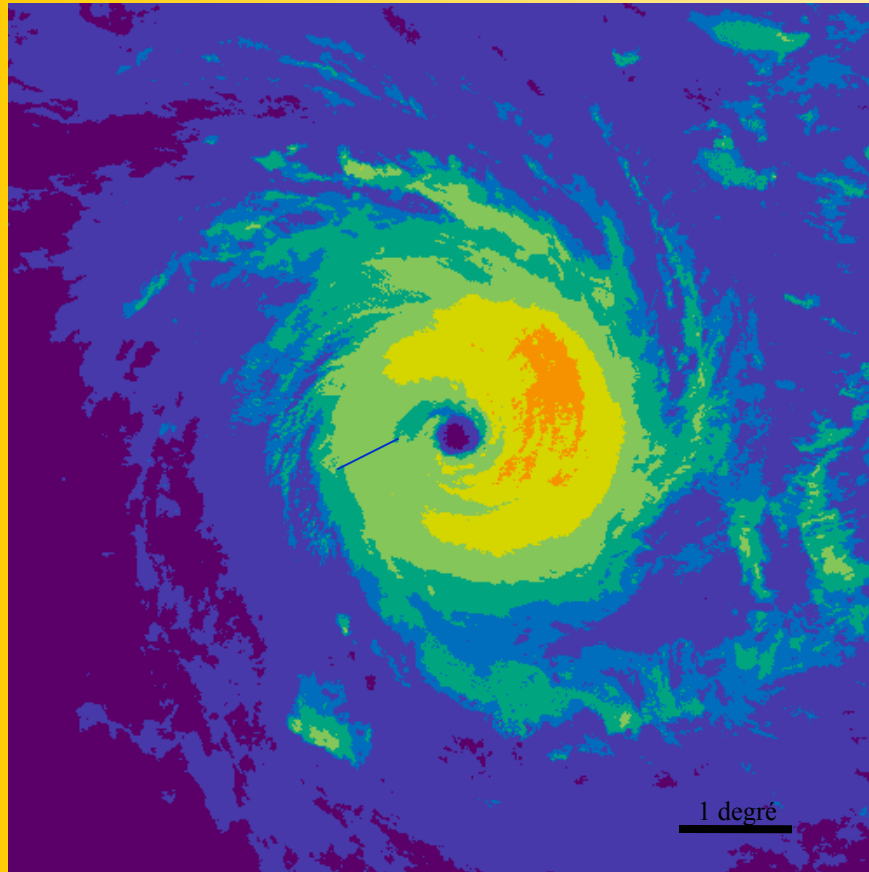
Si $CF \geq MET$,
alors $CF = DT$

Si $CF < 4$, alors
 $CF = DT$

$$DT = CF + BF = E\text{-Num} + E\text{ adj.} + BF$$

EIR eye pattern

Configuration en oeil (EIR)



TEMPERATURE de L'OEIL								
	N	BF	BC	VF	VC	J	O	
BF	0	-0.5						
BC	0	0	-0.5					
VF	0	0	-0.5	-0.5				
VC	+0.5	0	0	-0.5	-0.5			
J	+1.0	+0.5	0	0	-0.5	-0.5		
O	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-1.0	-1.0	
R	+1.0	+0.5	+0.5	0	0	-0.5	-1.0	

E = 5.0

E ajusté = + 0.5 → **DT = 5.0 + 0.5 = 5.5**

BF = 0

Notes on EIR eye pattern

Notes sur la conf. oeil EIR

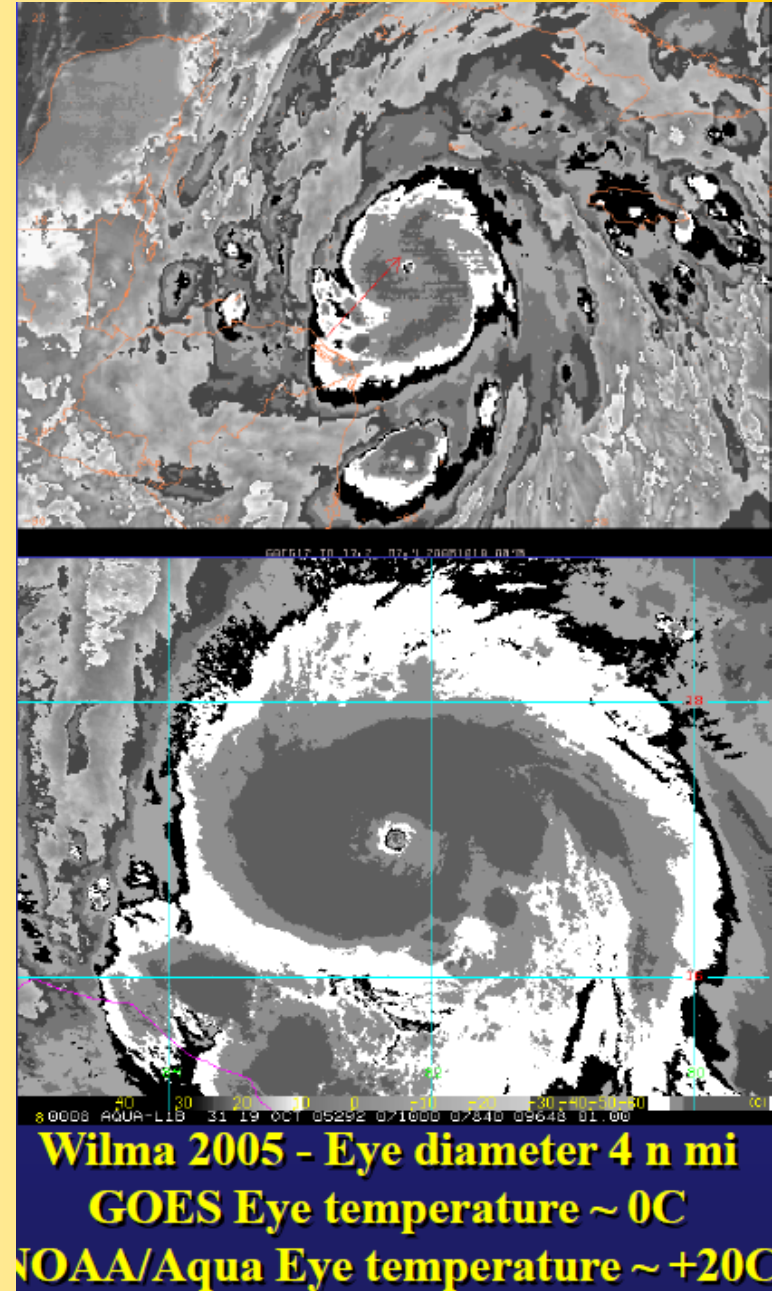
- IR Eye Pattern is the most objective of all Dvorak measurements
- For IR eye adjustment, a surrounding color that is too narrow for use in determining the eye number may be used for the eye adjustment.
- Beware large satellite zenith/viewing angles and not being able to see to the bottom of the eye
- L'analyse en oeil en IR renforcé (EIR) est l'analyse la plus objective de toutes les mesures possibles de la méthode.
- Rappel: pour l'ajustement du nombre de l'oeil, il n'y a pas de critère de largeur minimale lorsque l'on considère la température de l'anneau environnant.
- Attention à l'angle de vue du satellite qui ne permet pas de correctement voir le fond de l'oeil, s'il est trop élevé.

Notes on EIR eye pattern

Notes sur la conf.

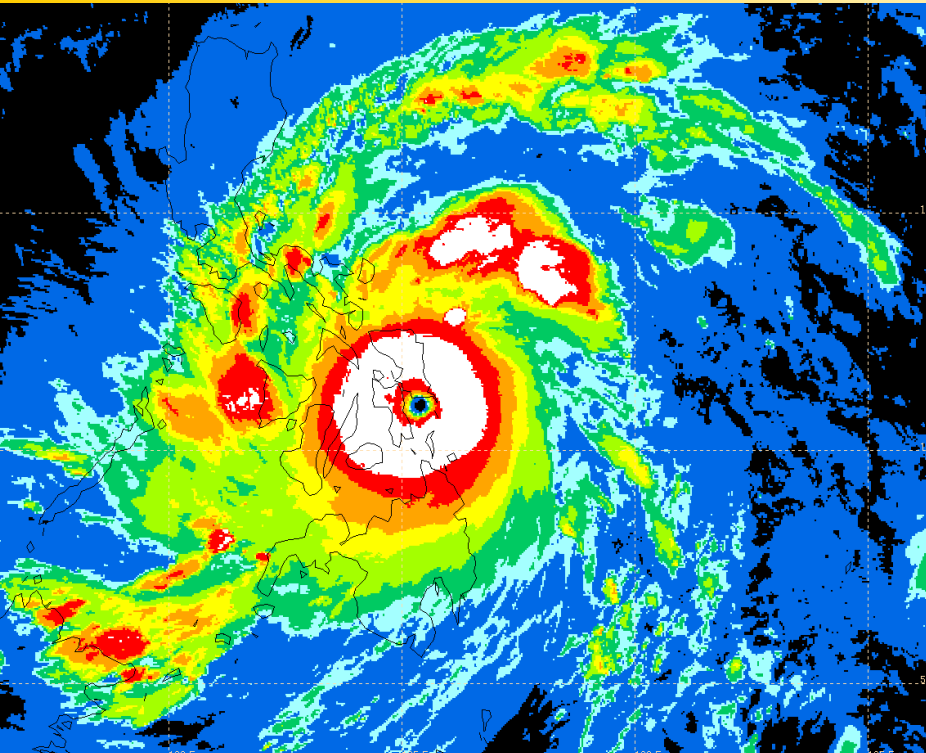
For small eyes (generally less than 10 nm wide), the satellite may not be able to measure the warmest temperature at the bottom of the eye. This can result in an underestimate of the intensity in both subjective and objective Dvorak techniques.

Pour les petits yeux (< 10 mn de largeur), le satellite peut ne pas réussir à mesurer la température de l'oeil (résolution). Cela peut entraîner une sous-estimation de l'intensité à la fois à partir des techniques objectives et subjectives de Dvorak.



How strong are these ?

A quel point ces systèmes sont puissants ?

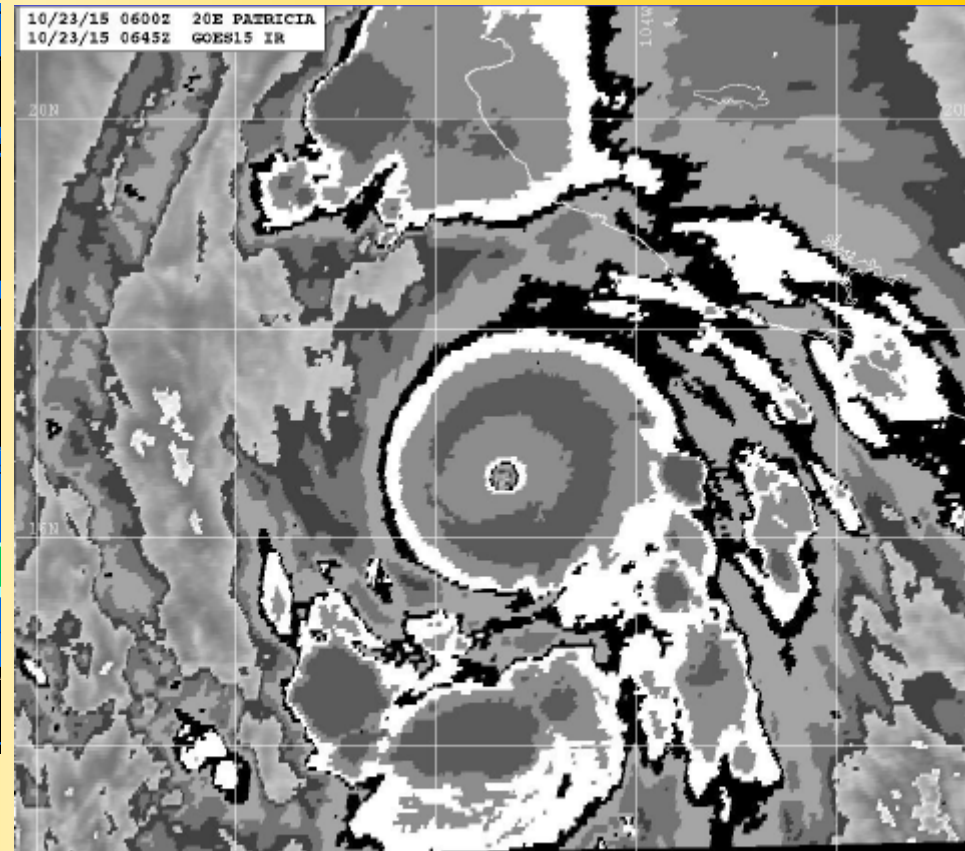


STY HAIYAN, 2013

FT 8.0

170 kt

No aircraft



Hurricane Patricia, 2015

FT 7.5

180 kt

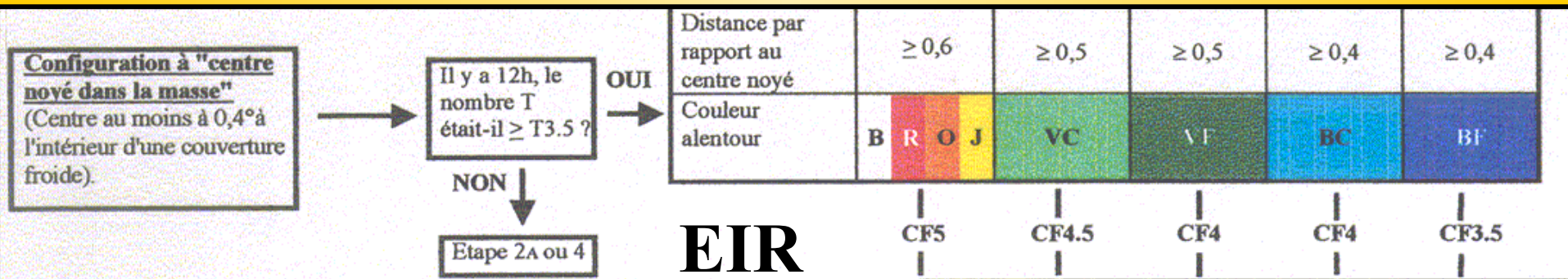
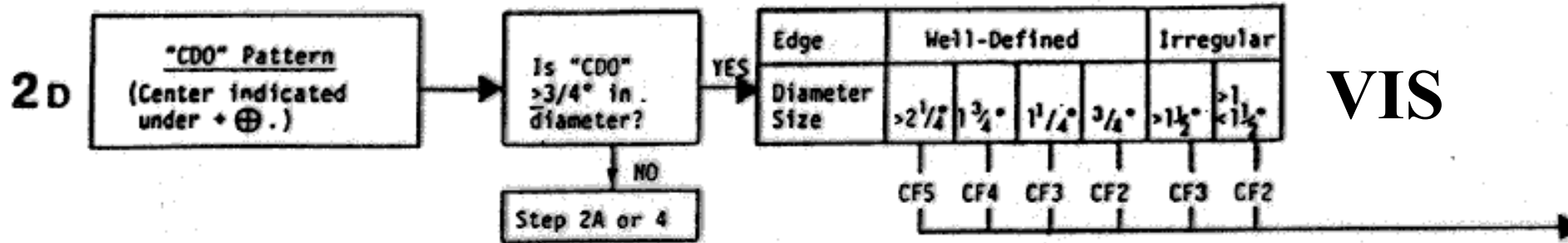
aircraft

EIR eye exercises !

Exercices sur conf. oeil dans l'EIR!

CDO and Emb. Center pattern

Conf. CDO et centre noyé dans la masse.



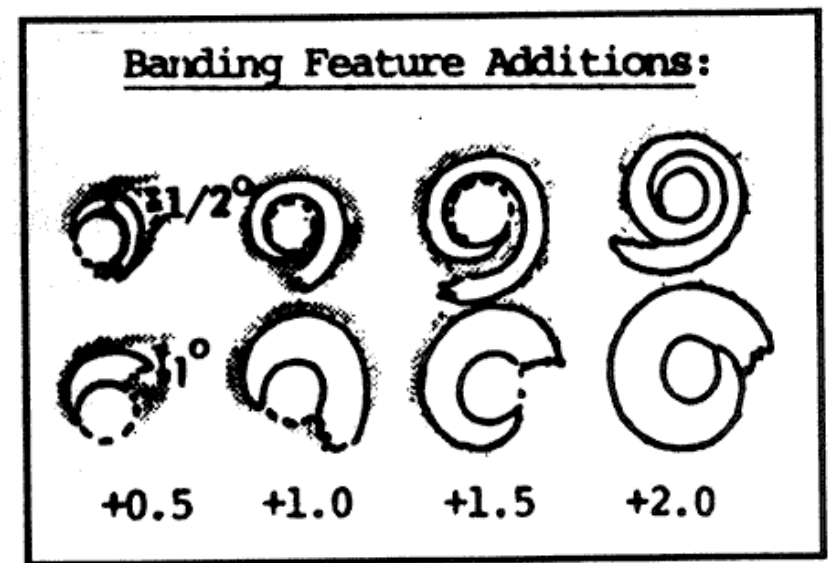
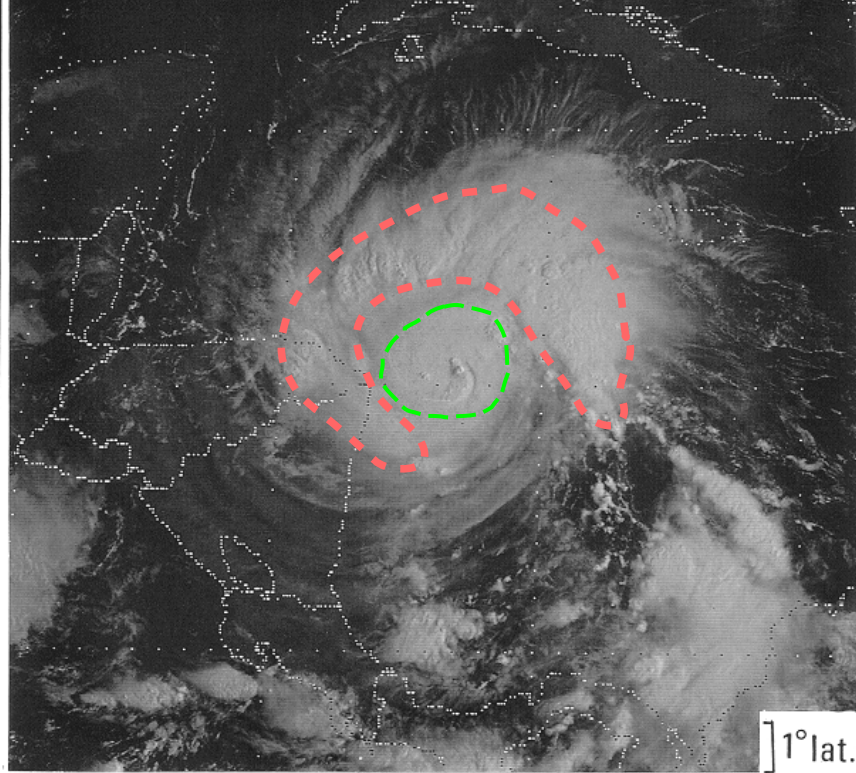
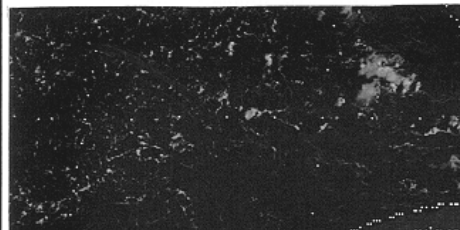
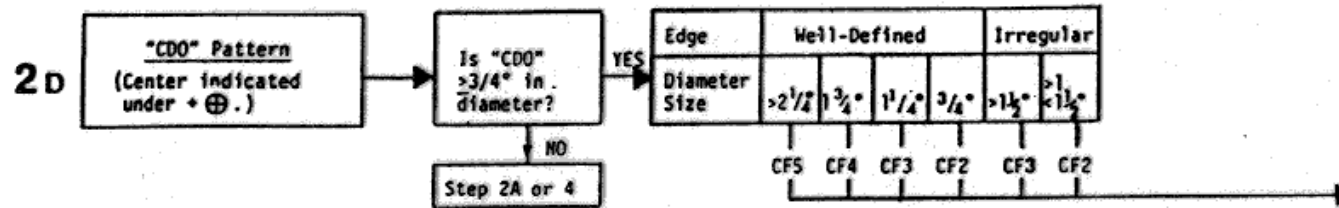
$$DT = CF + BF$$

CDO and Emb. Center pattern

Conf. CDO et centre noyé dans la masse.

- Patterns are complimentary - CDO is used with VIS imagery and Embedded Center with IR
 - CDO pattern measures the size of the CDO
 - Embedded Center pattern measures how far the CSC is embedded into specified colors on the BD curve
 - All banding rules from Eye patterns apply to CDO and Embedded Center patterns
-
- Configurations complémentaires - CDO est utilisé en VIS et le centre noyé dans la masse en EIR.
 - CDO ce qui importe c'est la taille du CDO
 - Centre noyé sous la masse: on mesure la distance entre le centre et la bordure de la couleur froide la plus proche
 - Règles BF identiques à la conf. oeil

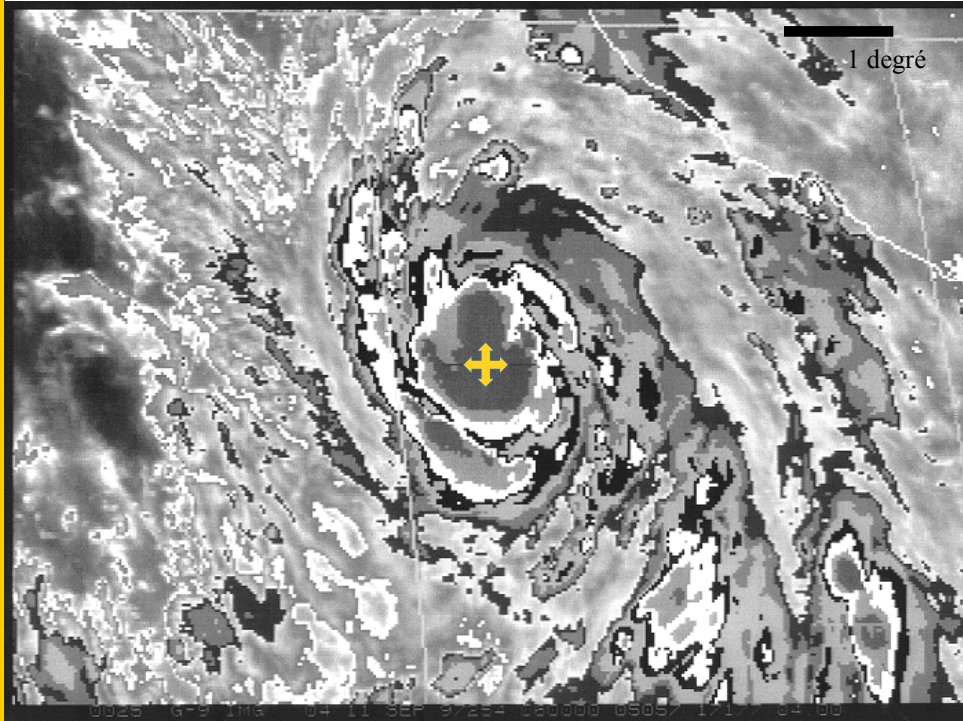
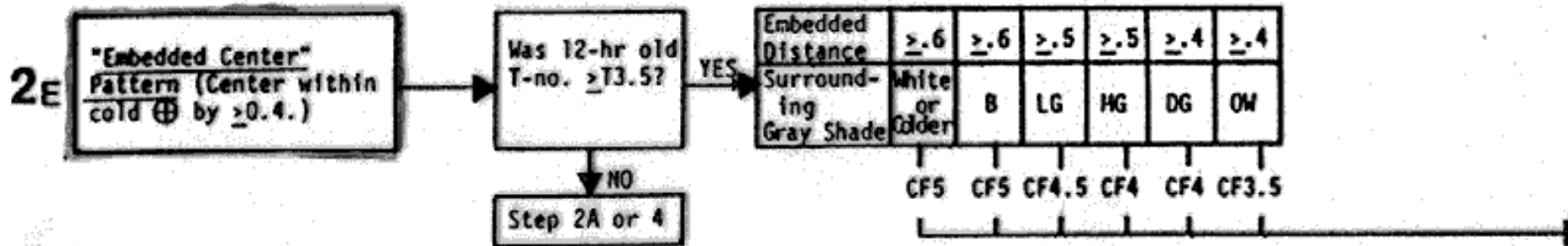
CDO



The CDO is about 2 deg wide – CF=4.5 + 1.0 for banding around the CDO @DT=5.5
 Le CDO fait env. 2° de largeur – CF=4.5 + 1.0 de bande autour du CDO @ DT=5.5

Emb. Center pattern

Centre nové sous la masse



CSC is located at least at $0,6^\circ$ from the nearest B edge $\rightarrow$ CF=5.0

Le CSC se trouve au moins à une dist. de $0,6^\circ$ de la bordure B la + proche $\rightarrow$ CF = 5.0

Notes on CDO / Emb. Center pattern

Notes sur conf. CDO / centre sous la masse

- Embedded Center pattern only applies when the 12 hr old FT is 3.5 or greater
 - Edge of CDO is often subjective
 - For an elliptical CDO, the CDO size is the average of the sizes of the long and short axes of the ellipse
 - Embedded Center pattern is the most uncertain of all Dvorak measurements - where the classifier puts the CSC makes a big difference in the intensity estimate
 - When available and appropriate, use of VIS CDO is preferable to use of IR embedded center
-
- La conf. “centre noyé sous la masse” s’applique lorsque le FT d’il y a 12h était à 3.5 ou plus.
 - Définir les limites du CDO est subjectif
 - Pour un CDO elliptique, prendre une moyenne des axes long et court
 - La configuration a centre noyé dans la masse est la configuration la moins fiable de la méthode ... (sensibilité sur la position du centre)
 - Quand c’est possible et approprié, l’utilisation de la conf. CDO VIS est préférable par rapport à l’IR centre noyé.

CDO/ Emb. Center exercises !

Exercices sur conf. CDO / embedded center!

CCC – Central Cold Cover pattern

Conf. à nébulosité centrale froide

- This is not a pattern in the same sense as other pattern types (no DT derived)
- Known as the “bursting” pattern and is often seen as a large area of shapeless cold top clouds that masking the CSC.
- It means “arrested development” with direct implication on the FT
- Can resemble shear or CDO/embedded center patterns
- Ce n'est pas une configuration à proprement parlé.
- La configuration se présente comme une vaste zone de nuages denses ou froids sans forme qui recouvre le centre de surface.
- Elle veut dire “développement arrêté”, implication directe sur le FT (on ne déduit pas de DT avec cette configuration)
- Peut ressembler aux conf. Cisaillement ou CDO / centre noyé.

CCC – Central Cold Cover pattern

Conf. à nébulosité centrale froide

3

"Configuration à nébulosité centrale froide"

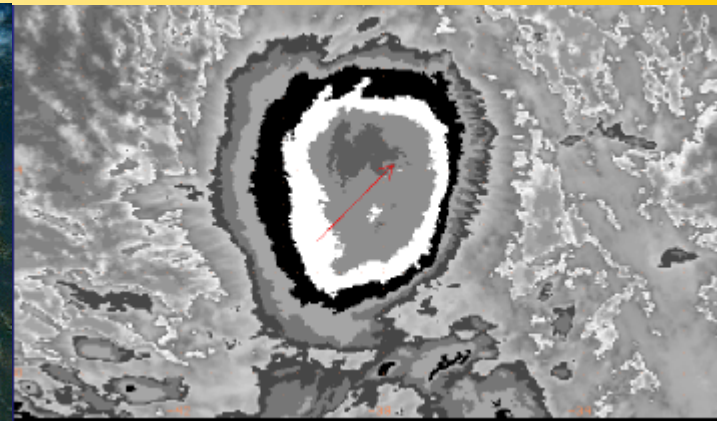
Règles: Si le précédent nombre $T \leq T_3$, maintenir la tendance du modèle pendant 12 heures; puis conserver le même nombre T . Si le précédent nombre $T \geq T_{3.5}$, conserver le même nombre T et l'utiliser à titre définitif. Passer ensuite à l'étape 9.

Central Cold (Dense) Cover Pattern

Rules: When past T-no. inf. or equal to T_3 , maintain model trend for 12 hours; then hold same. When past T-no sup. or equal $T_{3.5}$ hold T-no same. Use as final T-no; then go to Step 9

CCC – Central Cold Cover pattern

Conf. à nébulosité centrale froide



Tropical storm Danielle (2010)
Tempête tropicale Danielle (2010)

Tropical storm Erika (08/2015)
spreading over the lesser Antilles
Tempête tropicale Erika (08/2015)
abordant les Petites Antilles

A process in 5 main steps

1. Find the center

2. Assessment / measurement

Measurement of the convective pattern:

- Curved band
- Shear
- Eye
- CDO
- Embedded center

→ **Data T. number (DT)**

24h comparison:

→ **Model Expected T. number (MET)**

Pattern matching:

→ **Pattern adjusted model T. number (PT)**

3. Choose the best estimate between **DT / MET** or **DT/PT**

4. Apply constraints

5. → **Final T. number - FT** and **Current Intensity – Ci**

Determine 24 hr Trend and MET

Determiner la tendance en 24 hr (MET)

- 24 hr comparison are made to avoid the strong diurnal effects often observed in tropical cyclone patterns
- For trend purposes, always use 24 hr comparisons even though classifications are made every 6 hr or 3 hours
- 24 hr trends are reported as Developing, Weakening, or Steady
- Les comparaisons à 24h d'intervalle sont faites pour éviter les variations de configuration liées au cycle diurne de la convection.
- Les estimations de tendance se font toujours en comparant les images à 24h d'intervalle (même si les analyses se font toutes les 6 ou 3 heures)
- Les tendances en 24h sont reportées en tant que: Developing, Weakening, or Steady

24 hr Trend : Developping

Tendance en 24 hr: Developing

- Increase in convection near CSC (larger or colder CDO)
 - Increase in curved banding (either primary band or bands around the CDO)
 - Eye forms, or becomes warmer, or more distinct
 - Exposed center closer to overcast
 - Increased curvature of low clouds near CSC
-
- Augmentation de la convection près du centre (CDO plus large avec / ou des sommets plus froids)
 - Augmentation de la courbure des bandes incurvées (aussi bien la bande principale que les bandes autour d'un CDO)
 - Un oeil se forme ou devient plus chaud et plus distinct
 - Centre exposé se rapprochant de la convection
 - Augmentation de la courbure des nuages de basses couches près du centre

24 hr Trend: Weakening

Tendance en 24 hr: Weakening

- **Convection decreases near CSC (smaller or warmer CDO)**
 - **Decrease in curved banding**
 - **Eye disappears, or becomes cooler, or less distinct**
 - **Exposed center further from overcast or previously covered center becomes exposed**
 - **Less curvature of low clouds near CSC**
-
- **La convection d'affaiblit près du centre (CDO plus petit avec / ou des sommets plus froids)**
 - **Perte de courbure des bandes incurvées**
 - **L'oeil disparaît ou devient plus froid et/ou moins distinct.**
 - **Le centre exposé s'éloigne de la convection ou un centre non exposé devient exposé.**
 - **Moins de courbure dans les nuages de BC**

24 hr Trend: Steady

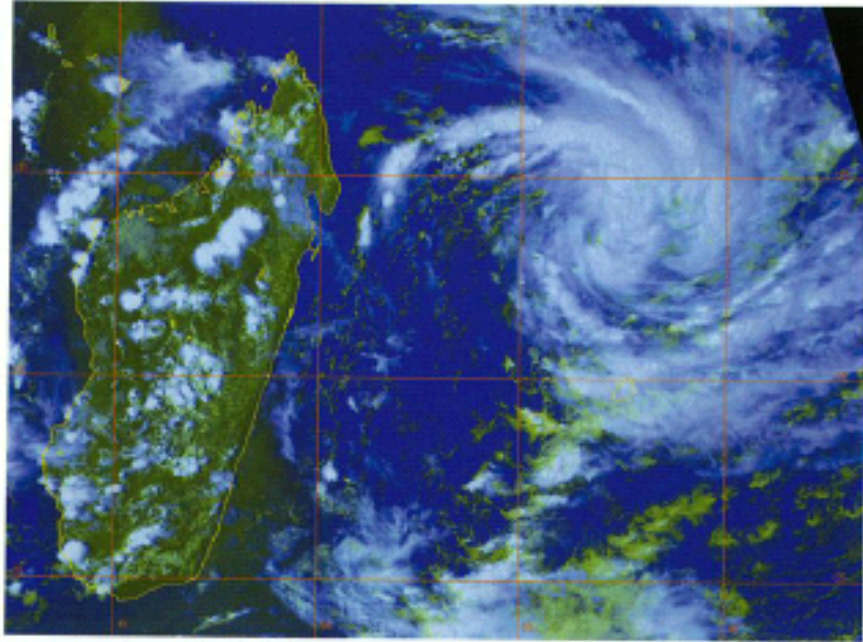
Tendance en 24 hr: Stationnaire

- **No noticeable 24 hr change**
 - **Mixed signals (both developing and weakening signs present)**
 - **CCC pattern in a cyclone T3.5 or greater or CCC for 12 hr or more in a weaker cyclone**
-
- **Pas de changement significatif en 24h.**
 - **Des signes contradictoires (présence de signes à la fois d'affaiblissement et de développement)**
 - **Configuration CCC pour un SDT avec un FT à 3.5 ou plus. Configuration CCC depuis 12 hr ou plus pour un SDT avec un FT < 3.5.**

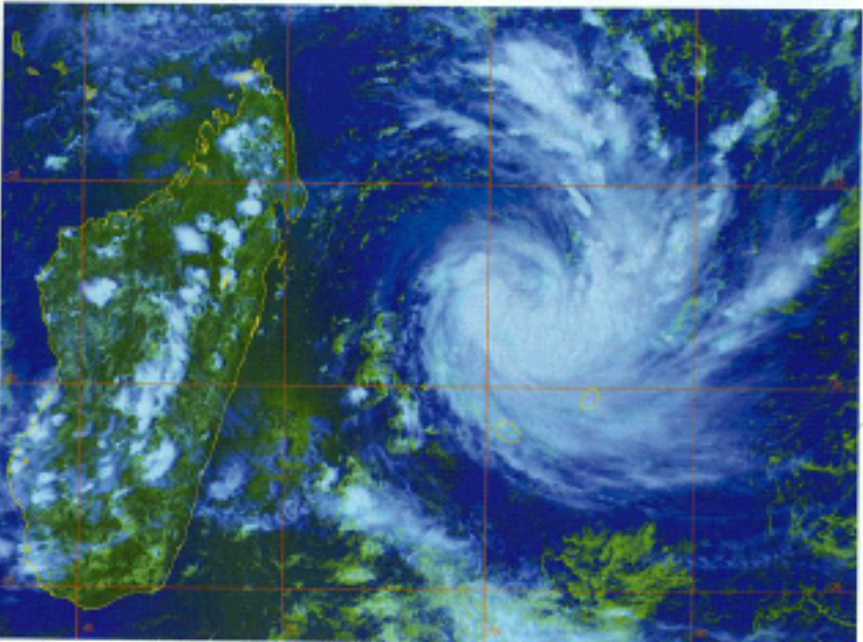
24hr TREND exercises !

Exercices sur la tendance en 24h!

24 hr Trend: Exercises

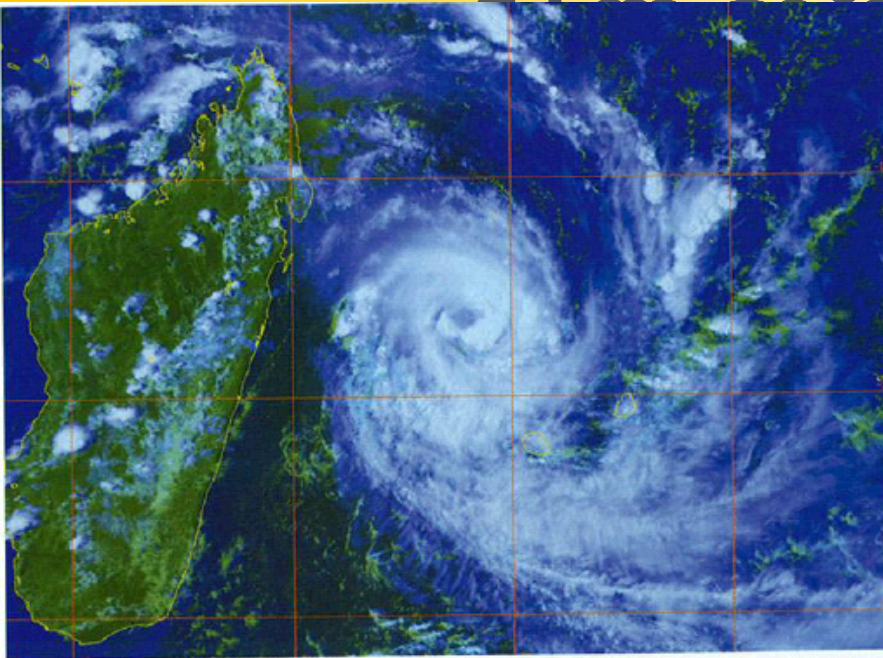


24 hr old

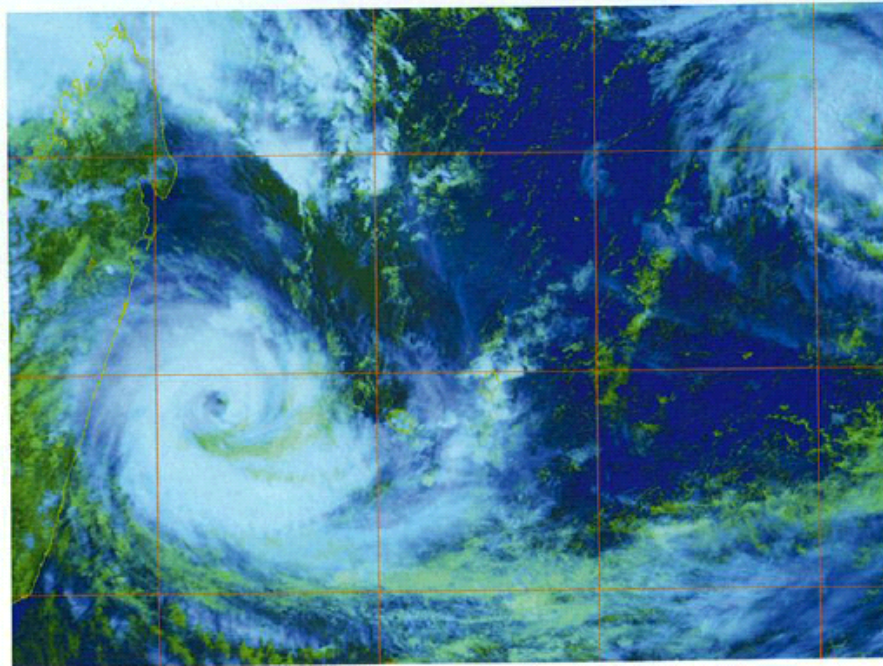


D

24 hr Trend: Exercises

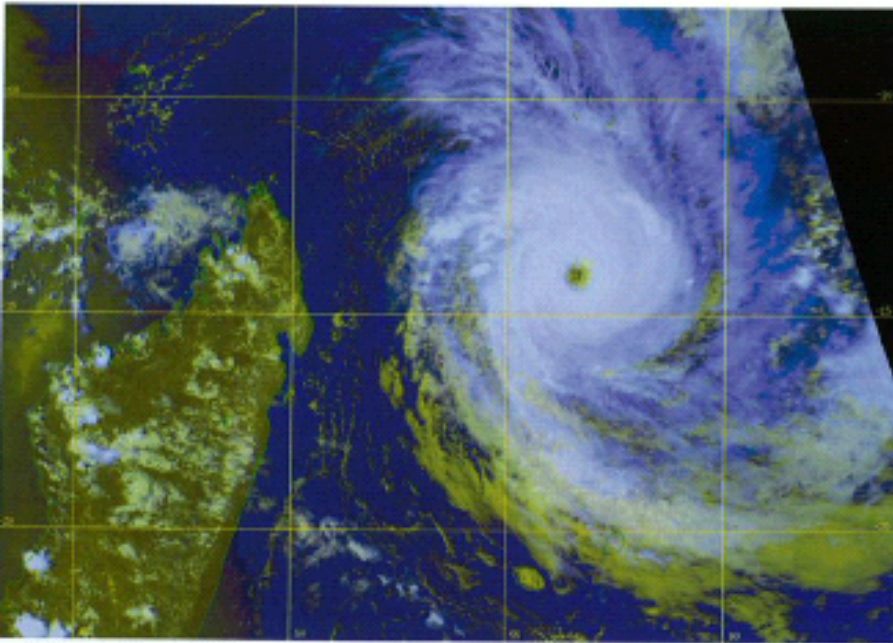


24 hr old

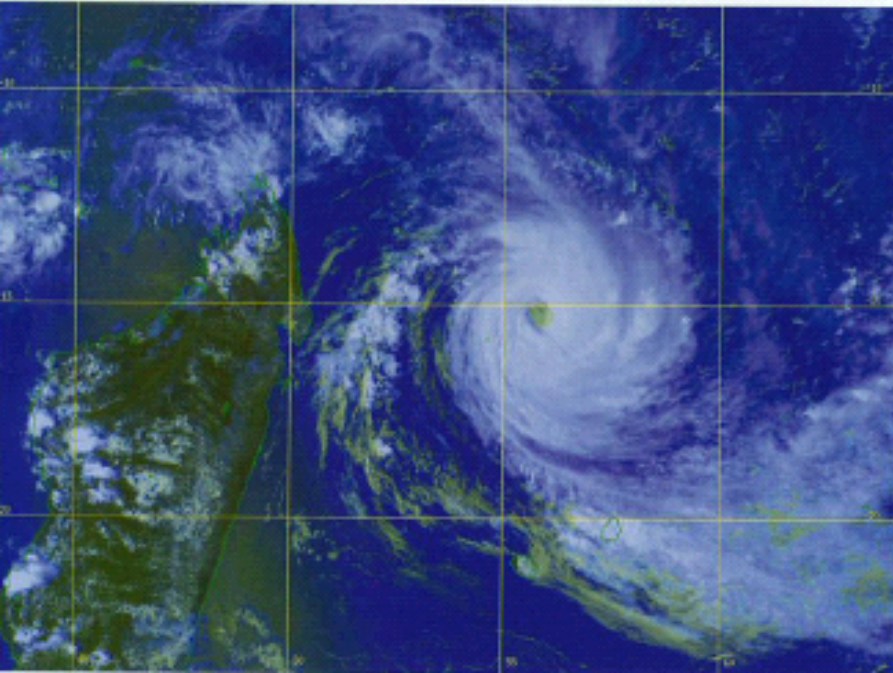


D

24 hr Trend: Exercises

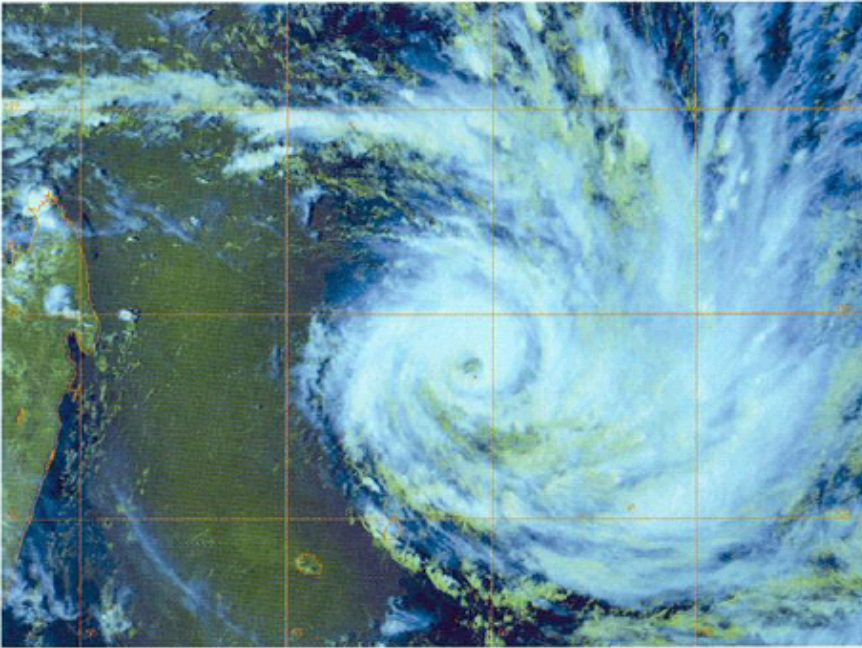


24 hr old

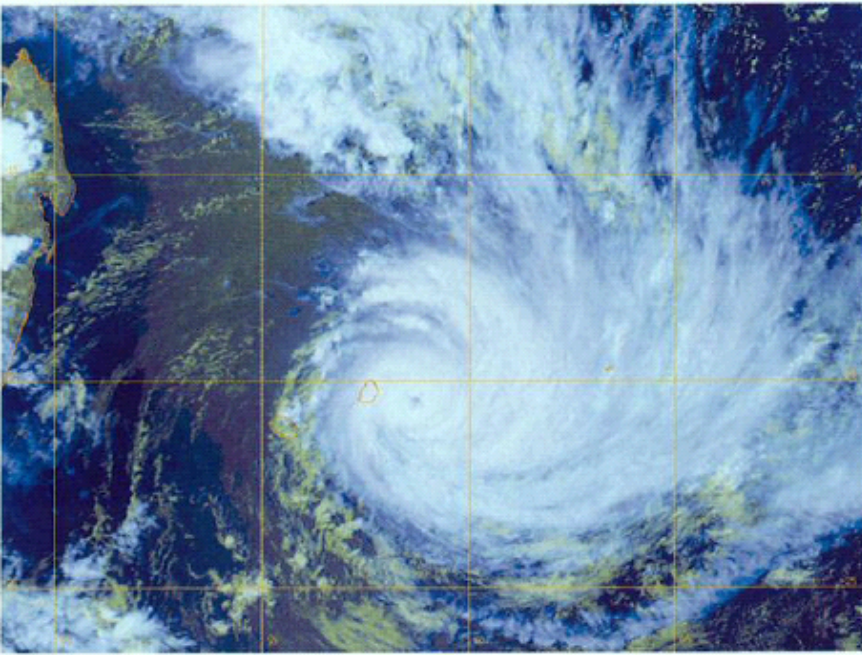


W

24 hr Trend: Exercises

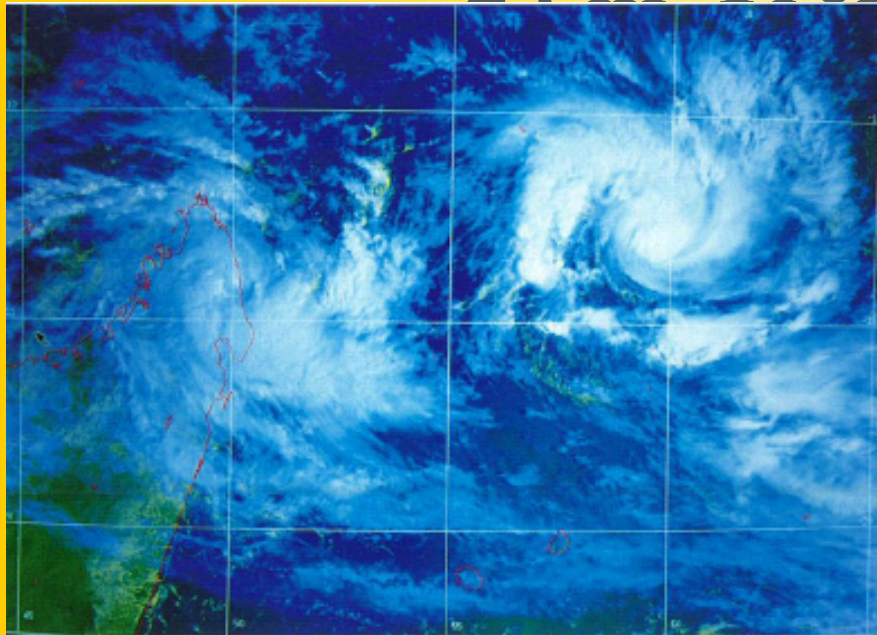


24 hr old

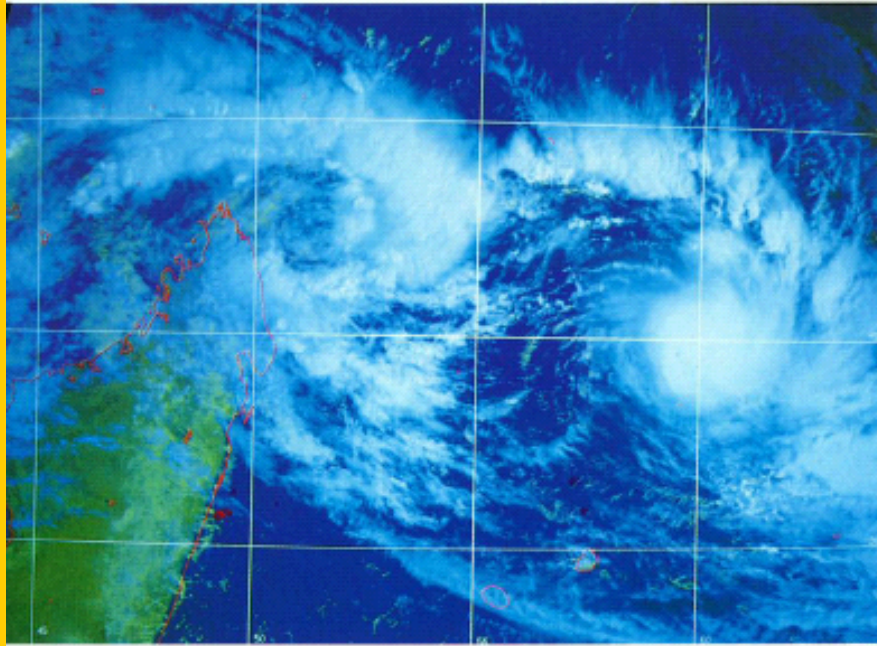


D

24 hr Trend: Exercises



LE 03 JANVIER 1995 À 0523 UTC (ORBITE 51860 DU SATELLITE NOAA 9)
03 JANUARY 1995 AT 0523 UTC (SATELLITE NOAA 9, ORBIT 51860)



24 hr old

S

24 hr Trend: Exercises

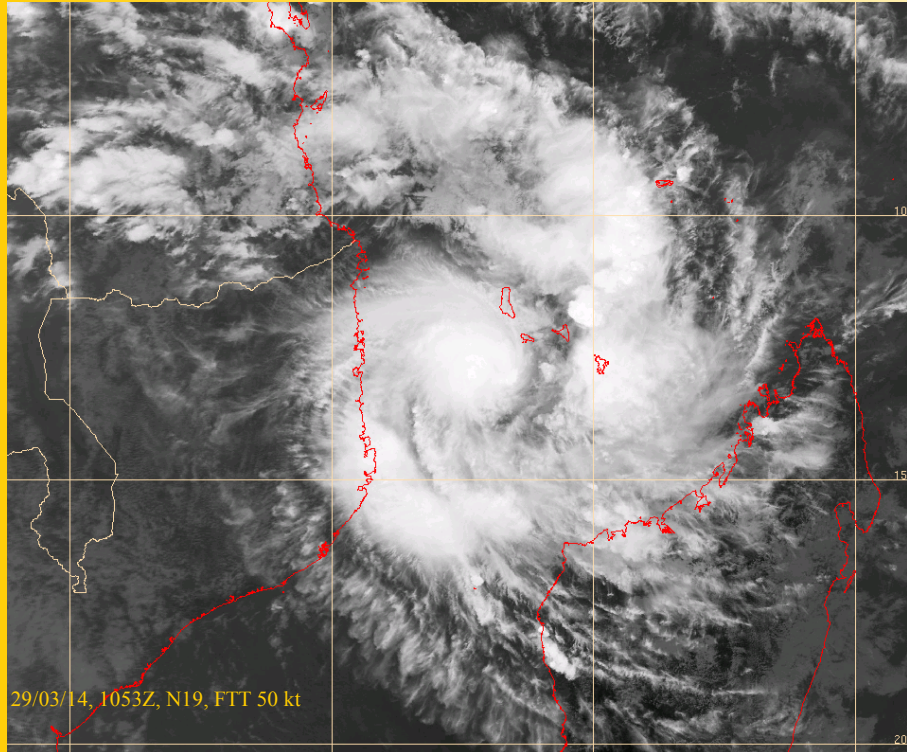
24 hr old

1: W
2: D

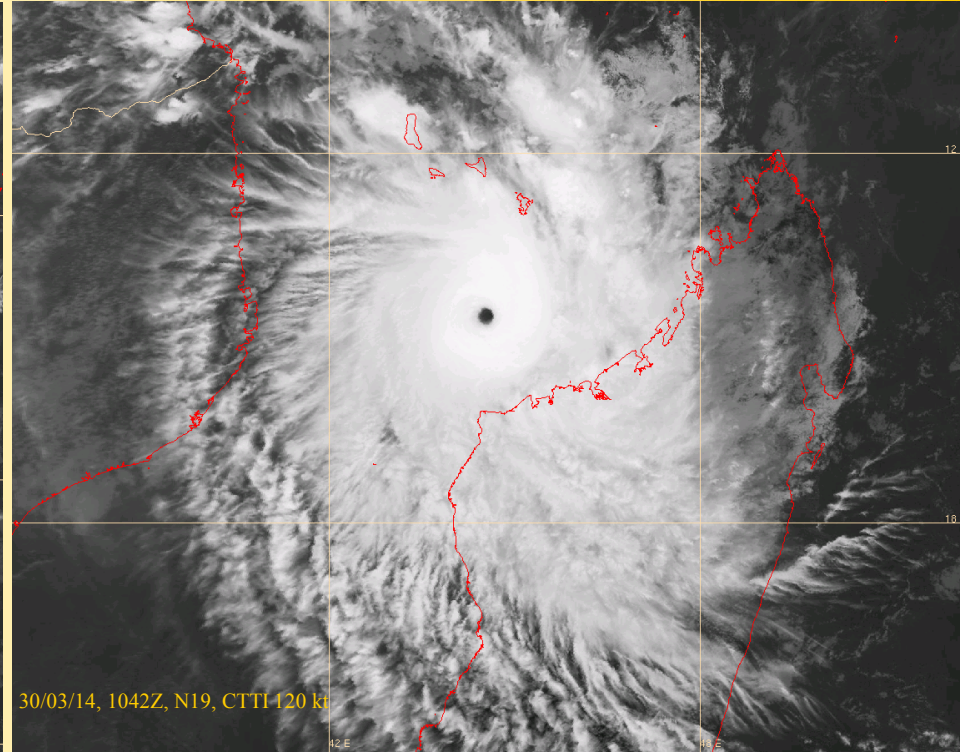
LE 05 JANVIER 1995 À 0457 UTC (ORBITE 51888 DU SATELLITE NOAA 9)
05 JANUARY 1995 AT 0457 UTC (SATELLITE NOAA 9, ORBIT 51888)

Crazy 24 hr trend !

Evolution exceptionnelle en 24 h !



24 hr old



HELLEN

D

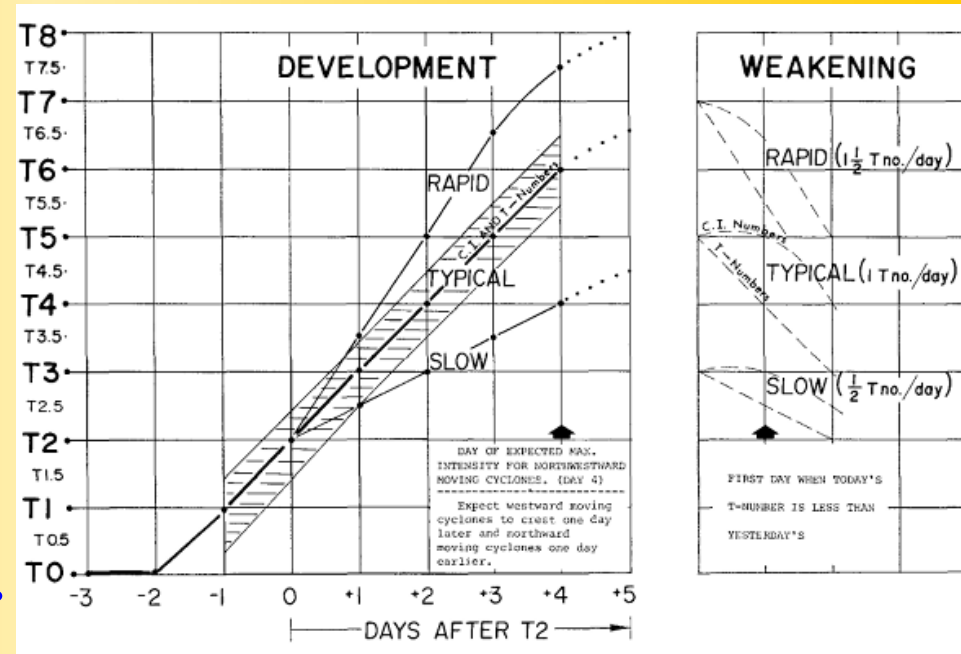
Model Expected T-Number: MET

- The MET is a first guess estimate of the intensity
 - It is based on the 24 hr old Final T-Number and the determined 24 hr trend
 - For a Steady trend, the MET = the 24 hr old FT
-
- Le MET est un “first guess” pour l’estimation d’intensité.
 - Il est basé sur le FT d’il y a 24h et de la tendance sur les dernières 24h.
 - Pour une tendance stable ou stationnaire, le MET est égal au FT d’il y a 24h.

Dvorak model development curves

Courbes de développement du modèle de Dvorak

- In the Dvorak conceptual model, 'normal' strengthening or weakening is 1 T-number/day. Rapid changes are 1.5 T-numbers per day, while slow changes are 0.5 T-numbers/day.
- Dans le modèle conceptuel de Dvorak, une intensification «normal» correspond à 1 T / jour. Les variations rapides à 1.5 T / jour et les variations lentes à 0.5 T / jour.



Model Expected T-Number: MET

- For normal Development or Weakening,
MET= 24 hr old FT $\pm$ 1.0
 - For rapid Development (D+) or Weakening (W+) ,
MET= 24 hr old FT $\pm$ 1.5
 - For slow Development (D-) or Weakening (W-),
MET= 24 hr old FT $\pm$ 0.5
-
- Pour un développement (D) / affaiblissement (W) typique,
MET= FT (J-1) $\pm$ 1.0
 - Pour un développement (D+) / affaiblissement (W+) rapide,
MET= FT (J-1) $\pm$ 1.5
 - Pour un développement (D-) / affaiblissement (W-) lent,
MET= FT (J-1) $\pm$ 0.5

Model Expected T-Number: MET

Rapid or slow changes

Changements rapides ou lents

- **Two consecutive previous Dvorak measurements of rapid or slow development/weakening are needed to establish rapid or slow 24 hr changes**
 - **Look at the previous two FT values and compare them to the respective FT values from 24 hours prior**
 - **If the difference between both of these values is more (less) than 1.0, then you have rapid (slow) development/weakening (add the +/- to the D or W)**
 - **This does not count the measurement you're currently making**
- **Or, one previous Dvorak measurement and signs of strong intensification or weakening**

Model Expected T-Number: MET

Rapid or slow changes

Changements rapides ou lents

- **Deux estimations Dvorak précédentes avec des variations rapides ou lentes en 24h du FT sont nécessaires pour établir une tendance 24h rapide ou lente.**
 - **Regardez les deux dernières estimations du FT et les comparer au FT 24h avant.**
 - **Si les différences sont supérieures (inférieures) à 1, alors on a un développement rapide (lent) (ajoutez le +/- au D ou W)**
 - **Celà ne tient pas compte du fix en cours.**
- **Ou, une seule estimation Dvorak précédente répondant au critère et des signes d'intensification (affaiblissement) rapide.**

Model Expected T-Number: MET

Rapid or slow changes

Changements rapides ou lents

- **Example:**

Dvorak Fix History

Name	Satellite Image Info		Cloud System Center Location		Classification Type	Tropical Pattern	FT	CI	FT -24h	FT 24h Change	FT 1
	Date	Time	Lat	Lon							
AL072014 Print Edit	13 Oct	17:45	33.7	-51.0	Weak	---	1.5	2.5	4.5	-3.0	
AL072014 Print Edit	13 Oct	11:45	34.2	-53.6	Trop	shr	2.5	3.5	4.0	-1.5	
AL072014 Print Edit	13 Oct	5:45	34.4	-57.0	Trop	shr	3.5	4.5	3.5	0.0	
AL072014 Print Edit	12 Oct	23:45	35.7	-59.0	Trop	embctr	4.5	4.5	3.5	1.0	
AL072014 Print Edit	12 Oct	17:45	34.3	-62.2	Trop	embctr	4.5	4.5	3.0	1.5	
AL072014 Print Edit	12 Oct	11:45	33.1	-63.8	Trop	embctr	4.0	4.0	3.0	1.0	

Model Expected T-Number: MET

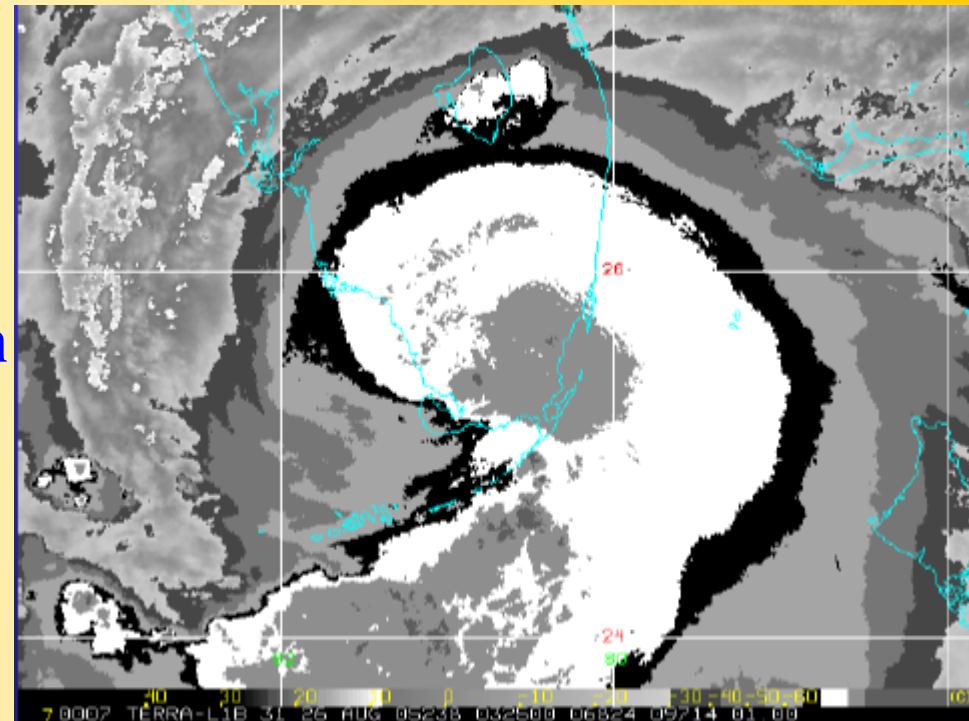
Rapid or slow changes

Changements rapides ou lents

- Strong signs of intensification:

Signes très marqués d'intensification:

- Cold comma cloud pattern
- Virgule froide
- Multiple outflow channels
- Plusieurs canaux d'évacuation



Katrina (2005) – cold comma cloud pattern

Model Expected T-Number: MET

Rapid or slow changes

Changements rapides ou lents

- Strong signs of weakening:

Signes très marqués d'affaiblissements:

- ➔ Persistent convective warming for > 12 hrs
- ➔ **Réchauffement des sommets convectifs > 12h**
- ➔ Signs of shear or pattern elongation
- ➔ **Signes de cisaillement ou d'élongation de la configuration**

Model Expected T-Number: MET

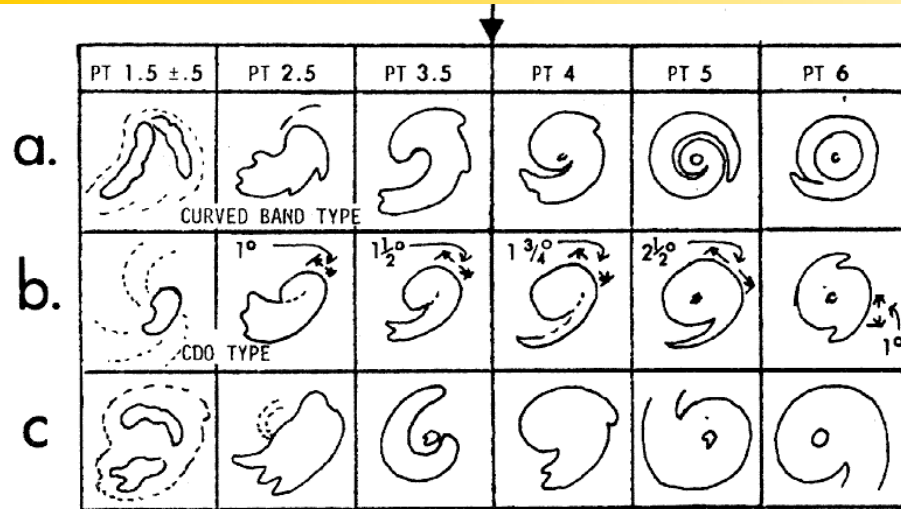
Notes

- The trend is determined by examining satellite images 24 hours apart.
- La tendance est déterminé en examinant les images à 24h d'intervalle.
- The trend for the initial classification is always a normal D.
- La tendance pour la classification initiale est toujours un D normal
- You need at least 24 hours of Dvorak classifications to change the development trend. The first 18 hours after the initial T1 are always a normal D.
- Il faut au moins 24h de classifications Dvorak pour changer la tendance. Les 18 premières heures après la classification initiale à T1 ont toujours une tendance à D “normal”.
- Changes in the development rate from D to D- or D+ (or W to W-or W+) need to use the technique rules. Just because you think you are on a different development rate does not allow you to change it arbitrarily!
- Les changements de taux de D à D- ou D+ (ou W à W- ou W+) doivent respecter les règles de la technique. L'impression d'être sur un taux de développement différent n'autorise pas de changer le taux arbitrairement.

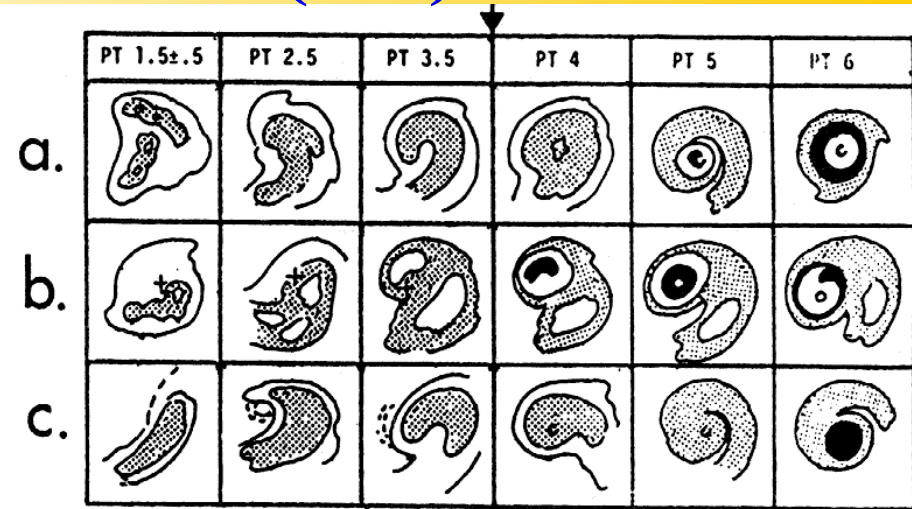
Pattern T-Number (PT)

- The Pattern T-number is chosen by comparison of the cyclone cloud pattern to the diagrams on the flow charts
- PATs above T6 require extrapolation
- PT est établi en comparant la configuration du SDT avec les exemples établis par Dvorak.
- Une interpolation est parfois requise (pas d'exemple tous les 0.5 T). Pour les $PT > 6.0$, il faut extrapoler (pas d'exemple)

Pattern T-Number (PT)



When cloud comma is extremely small ($< 2\frac{1}{2}^{\circ}$ lat), subtract 1 from pattern number.



*When hatched part of these patterns is white or colder, add .5 to pattern number.

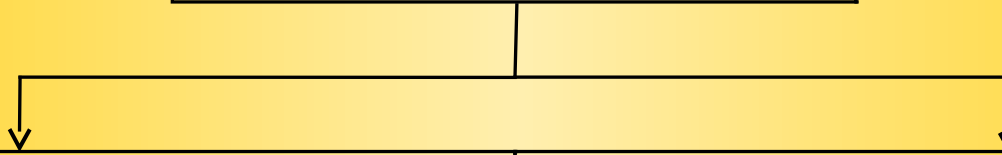
- PT depends on MET: $PT = MET \pm 0.5$ (adjusted MET)
- From the MET, adjust if necessary to the right ($PT = MET + 0.5$) or left ($PT = MET - 0.5$)
- If no change is required, $PT = MET$
- PT dépend du MET: $PT = MET \pm 0.5$ (PT = MET ajusté)
- Partir de la colonne correspondant au MET, puis voir si il faut ajuster vers la colonne de droite ($PT = MET + 0.5$) ou de gauche ($PT = MET - 0.5$)
- Si aucun changement nécessaire, $PT = MET$

A process in 5 main steps

1. Find the center



2. Assessment / measurement



Measurement of the convective pattern: -Curved band -Shear -Eye -CDO -Embedded center → Data T. number (DT)	24h comparison: → Model Expected T. number (MET) Pattern matching: → Pattern adjusted model T. number (PT)
---	---



3. Choose the best estimate between **DT / MET** or **DT/PT**



4. Apply constraints



5. → **Final T. number - FT** and **Current Intensity – Ci**

Final T-Number

- Use DT when cloud features are clear-cut
 - Use PT when DT is not clear and when PT is different from MET
 - For all other cases, use the MET
 - Beware constraints!
-
- Utiliser / préférer le DT lorsqu'il n'y a aucune ambiguïté dans son calcul
 - Utiliser le PT quand le DT n'est pas clair et que le PT est différent du MET (MET ajusté)
 - Pour tous les autres cas, utiliser le MET
 - Attention aux contraintes !

What comprises a clear cut DT ?

Que veut dire “DT fiable” ?

- What comprises clear cut:

- An unambiguous cloud pattern measurement. For example, an infrared eye measurement is often considered clear cut.

- Une configuration bien définie. Per exemple, une configuration en oeil en IR est souvent considérée comme «non ambigu».

- Measurements using multiple cloud pattern types that give the same DT

- Lorsque des mesures avec des configurations différentes donnent le même DT.

- What does not:

- Ambiguous or hard to measure/interpret cloud pattern measurements. For example, shear pattern measurements are often not clear cut.

- Une configuration bizarre, ambiguë, avec des mesures difficiles à faire. Par exemple, la configuration en cisaillement est souvent pas fiable.

- Measurements using multiple cloud pattern types that give different DTs

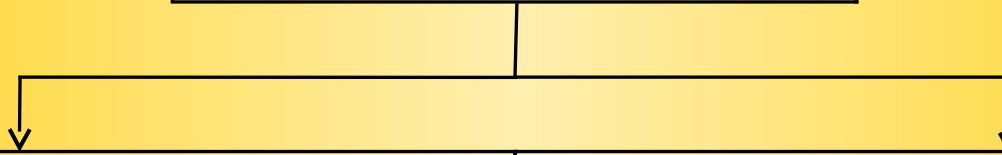
- Des mesures avec des configurations différentes n’aboutissant pas au même DT

A process in 5 main steps

1. Find the center



2. Assessment / measurement



Measurement of the convective pattern:

- Curved band
- Shear
- Eye
- CDO
- Embedded center

→ **Data T. number (DT)**

24h comparison:

→ **Model Expected T. number (MET)**



Pattern matching:

→ **Pattern adjusted model T. number (PT)**



3. Choose the best estimate between **DT / MET** or **DT/PT**



4. Apply constraints



5. → **Final T. number - FT** and **Current Intensity – Ci**

FT constraints

Les contraintes sur le FT

- Initial classification must be T1 or T1.5
 - During first 24 Hr of development, FT cannot be lowered at night
 - 24 hr after initial T1, FT must be ≤ 2.5
 - Modified FT limits (next slide)
 - FT must = MET ± 1
-
- Classification initiale à 1.0 ou 1.5
 - Durant les premières 24h de développement, le FT ne peut diminuer pendant la nuit
 - 24h après FT=1.0, le FT doit être ≤ 2.5
 - Limites autorisées sur les modifications du FT (diapo suivante)
 - FT doit être = MET ± 1

Modified FT limits

Limites autorisées des variations du FT

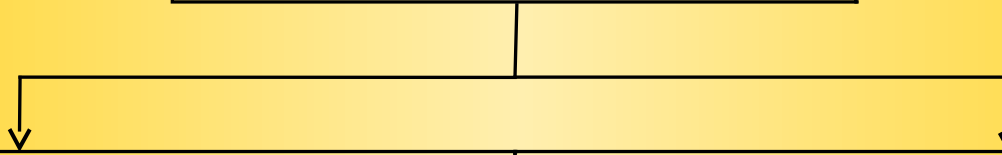
- When $FT < 4$, authorised max variation is 0.5/6h
- Pour $FT < 4$, le maximum autorisé est de 0.5 en 6h.
- When $FT > 4$, apply the following rules:
 - Pour $FT > 4$, appliquer les limites suivantes:
 - **1.0 / 6h**
 - **1.5 / 12 hr**
 - **2.0 / 18 hr**
 - **2.5 / 24 hr**
- Applicable for developing and weakening trend
- Valable aussi bien en développement qu'en affaiblissement

A process in 5 main steps

1. Find the center



2. Assessment / measurement



Measurement of the convective pattern: -Curved band -Shear -Eye -CDO -Embedded center → Data T. number (DT)	24h comparison: → Model Expected T. number (MET) ↓ Pattern matching: → Pattern adjusted model T. number (PT)
--	--



3. Choose the best estimate between **DT / MET** or **DT/PT**



4. Apply constraints



5. → **Final T. number - FT** and **Current Intensity – Ci**

Current Intensity Number (Ci)

- **CI = FT except when FT shows a change to a weakening trend, or when redevelopment is indicated**
 - **For weakening systems, hold the CI to the highest FT during the preceding 12 hr period, but never more than 1.0 above the current FT**
 - **CI is never < FT!**
-
- **Ci = FT sauf en phase d'affaiblissement ou de redevelopment.**
 - **En phase d'affaiblissement, le Ci doit être maintenu au FT max des 12h précédentes. Toutefois le Ci ne doit jamais dépasser de plus de 1.0 le FT.**
 - **Ci n'est jamais inférieur au FT !**

Examples

Exemples

(6 hrs interval / intervalle de 6 h)

FT/CI	FT/CI	FT/CI	FT/CI
1.5/1.5	6.0/6.0	6.0/6.0	5.5/5.5
2.0/2.0	5.5/6.0	5.0/6.0	5.0/5.5
2.5/2.5	4.5/5.5	4.5/5.5	4.5/5.5
3.0/3.0	4.0/5.0	4.5/5.0	3.5/4.5
3.5/3.5	3.5/4.5	4.5/4.5	4.0/4.5
4.0/4.0	3.0/4.0	4.0/4.5	4.5/4.5
5.0/5.0	2.5/3.0	3.5/4.5	5.0/5.0

What's wrong ?

Qu'est ce qui ne va pas ?

(6 hrs interval / intervalle de 6 h)

FT/CI	FT/CI	FT/CI	FT/CI
1.0/1.0	6.0/6.0	6.0/6.0	5.5/5.5
2.5/2.5	5.0/6.0	5.5/6.0	5.0/5.5
3.5/3.5	4.5/6.0	4.5/5.5	5.0/5.5
5.0/5.0	4.0/5.0	4.5/5.5	5.0/5.5
6.5/6.5	3.5/4.5	4.5/5.5	5.0/5.5
7.0/7.0	2.5/4.0	4.0/5.0	5.0/5.5
7.5/7.5	2.0/3.5	3.5/4.5	5.0/5.5

What's wrong ?

Qu'est ce qui ne va pas ?

(6 hrs interval / intervalle de 6 h)

FT/CI	FT/CI	FT/CI	FT/CI
1.0/1.0	6.0/6.0	6.0/6.0	5.5/5.5
2.5/2.5	5.0/6.0	5.5/6.0	5.0/5.5
3.5/3.5	4.5/6.0	4.5/5.5	5.0/5.5
5.0/5.0	4.0/5.0	4.5/5.5	5.0/5.5
6.5/6.5	3.5/4.5	4.5/5.5	5.0/5.5
7.0/7.0	2.5/4.0	4.0/5.0	5.0/5.5
7.5/7.5	2.0/3.5	3.5/4.5	5.0/5.5

Why are there constraints ?

Pourquoi des contraintes ?

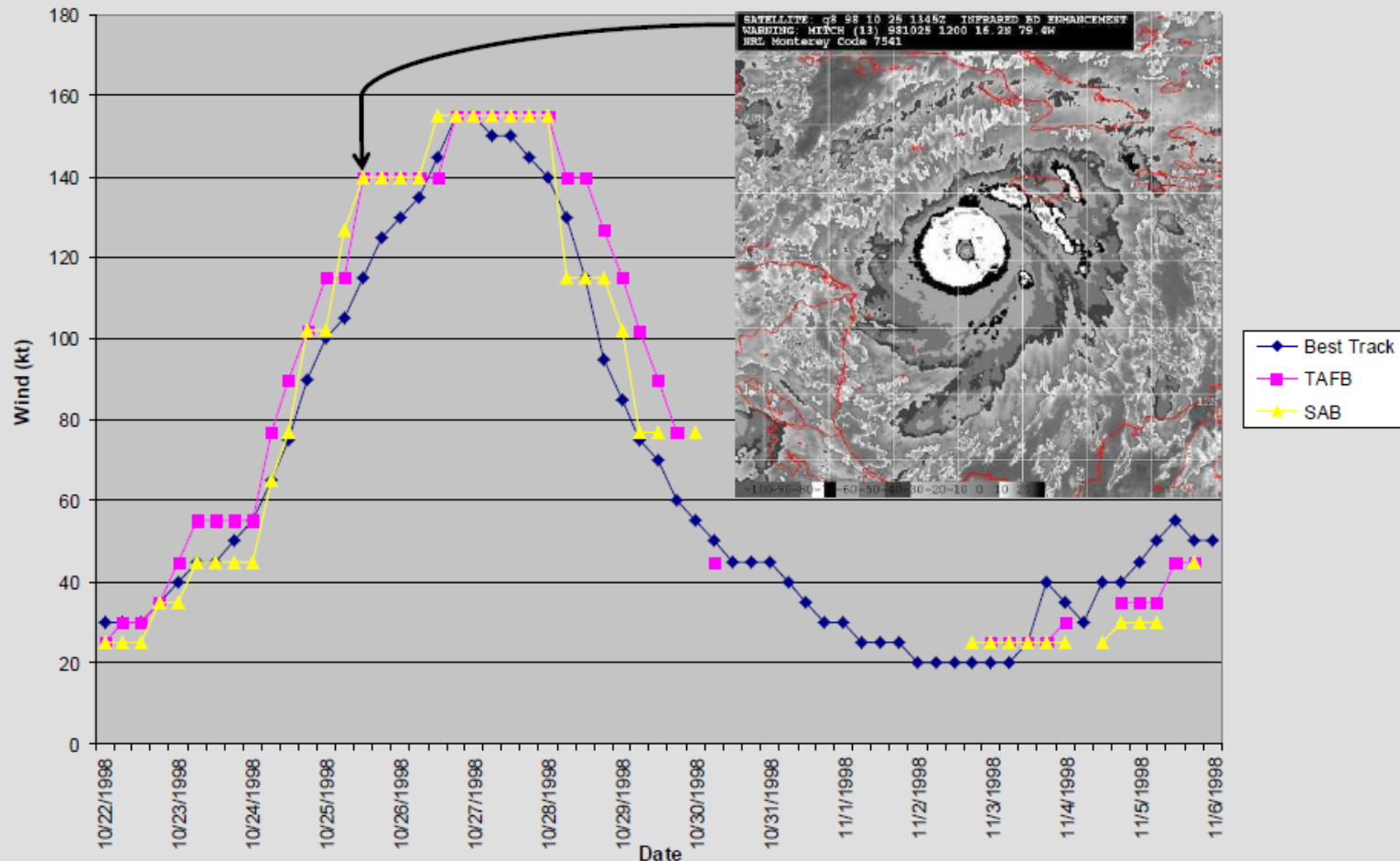
- **Weak systems sometimes lose all convection during the diurnal minimum**
 - **Cloud patterns for weak systems sometimes look unrealistically strong**
 - **Strong systems sometimes don't intensify as quickly as the cloud pattern suggests**
 - **In weakening systems, the decay of winds and pressures usually lags behind that of the cloud pattern**
-
- **Les faibles systèmes perdent parfois toute leur convection durant le minimum convectif du cycle diurne.**
 - **La configuration nuageuse des faibles systèmes apparaît parfois forte de façon non réaliste.**
 - **Les systèmes forts ne s'intensifient pas forcément aussi vite que ce que suggère la configuration nuageuse.**
 - **Dans les systèmes s'affaiblissant, inertie du champs de vents et de pression par rapport à la configuration nuageuse.**

Why are there constraints ?

Pourquoi des contraintes ?

Hurricane Mitch (1998)

1998 Mitch BT vs. Fix Intensity

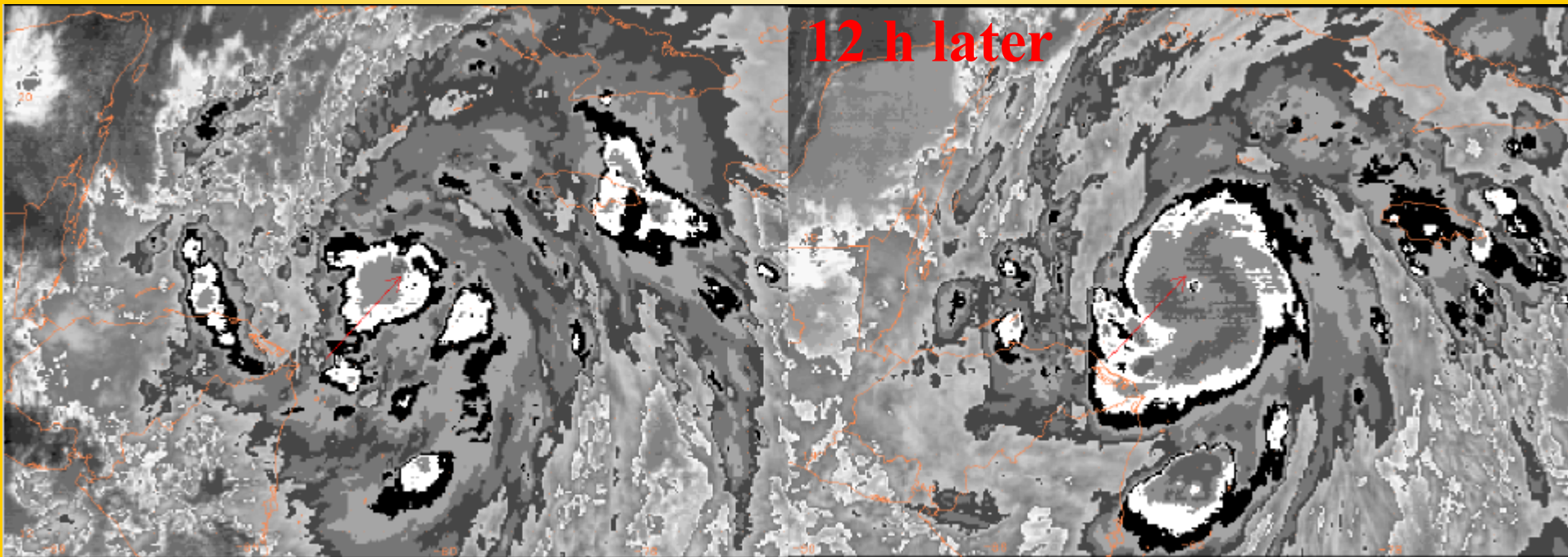


Air recon intensity lagged behind Dvorak estimates during intensification.

Why are there constraints ?

Pourquoi des contraintes ?

WILMA, 2005



75 kt / 975 hPa

150 kt / 892 hPa

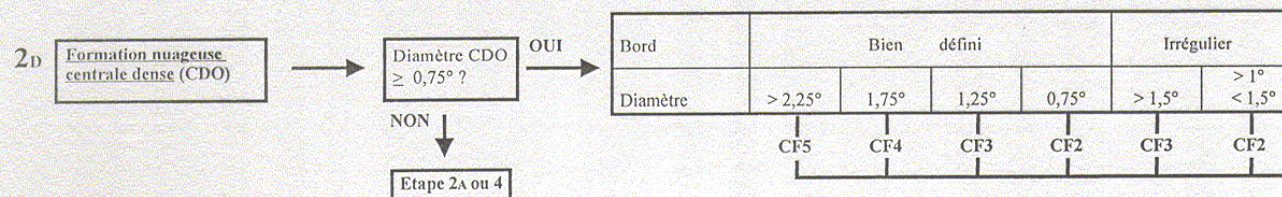
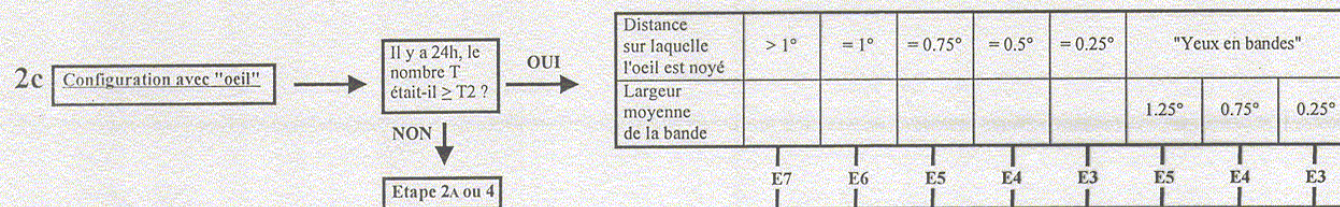
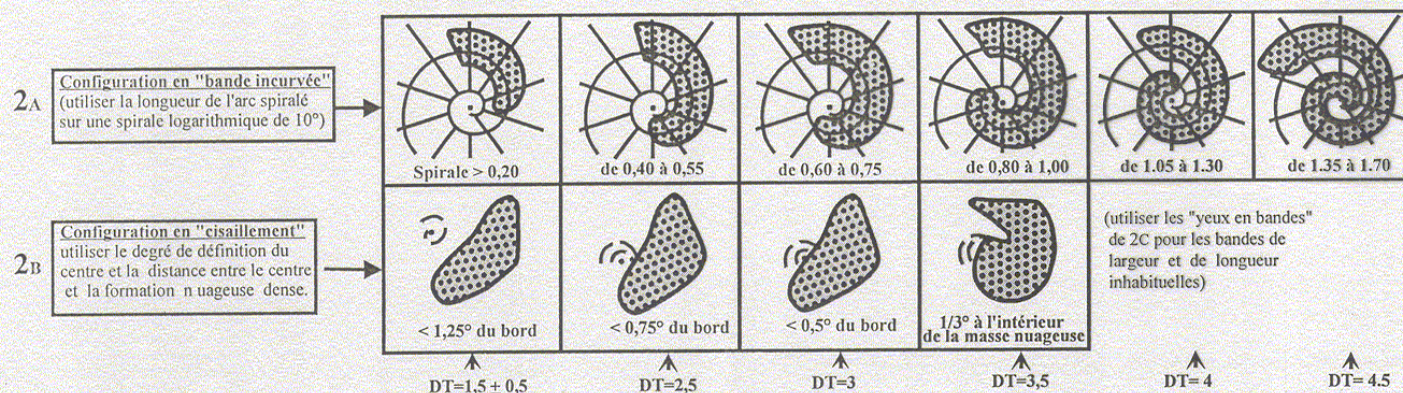
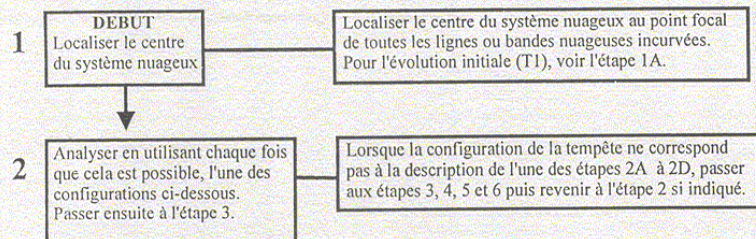
Some tropical cyclones clearly violate the Dvorak development constraints.
Certains phénomènes cycloniques cassent clairement les contraintes ...

Diagramme d'analyse dans le canal visible, 1^{ère} partie

Vernon f. Dvorak (sept. 1984).

Visible (VIS) Analysis

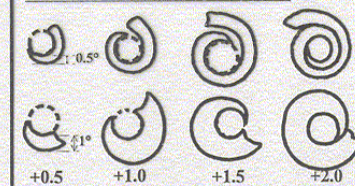
Diagram, part I Vernon f. Dvorak (sept. 1984)



Règles d'ajustement de l'oeil

1. Configuration à oeil mal défini ou déchiqueté: soustraire 0,5 si $E \leq 4,5$ et 1 si $E \geq 5$.
2. Configuration à oeil de grande dimension: limite de $T = T6$ si l'oeil est rond et bien défini limite de $T = T5$ si l'oeil est grand et déchiqueté.
3. Si $MET \geq 6$, on peut ajouter 0,5 ou 1 à DT dans le cas d'un oeil bien défini au sein d'une CDO lisse, lorsque $DT < MET$.

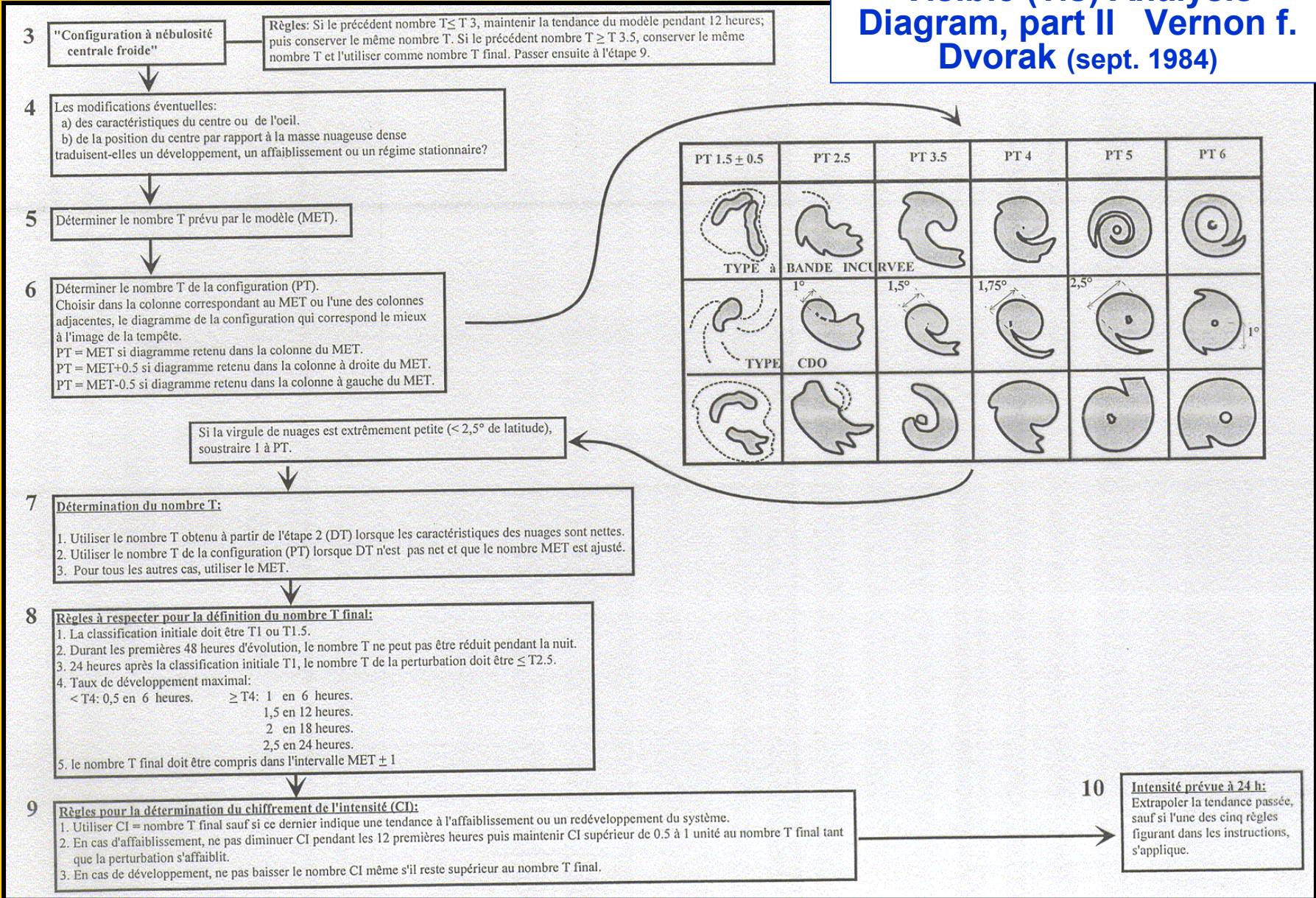
Addition de la structure en bandes



Ajustement de l'oeil?
Nombre E + ajustement = CF

Structure en bandes (BF)?
CF + BF = DT

Visible (VIS) Analysis Diagram, part II Vernon f. Dvorak (sept. 1984)



Vernon f. Dvorak (sept. 1984).

Enhanced infra-Red (EIR) Analysis Diagram, part I Vernon f. Dvorak (sept. 1984)

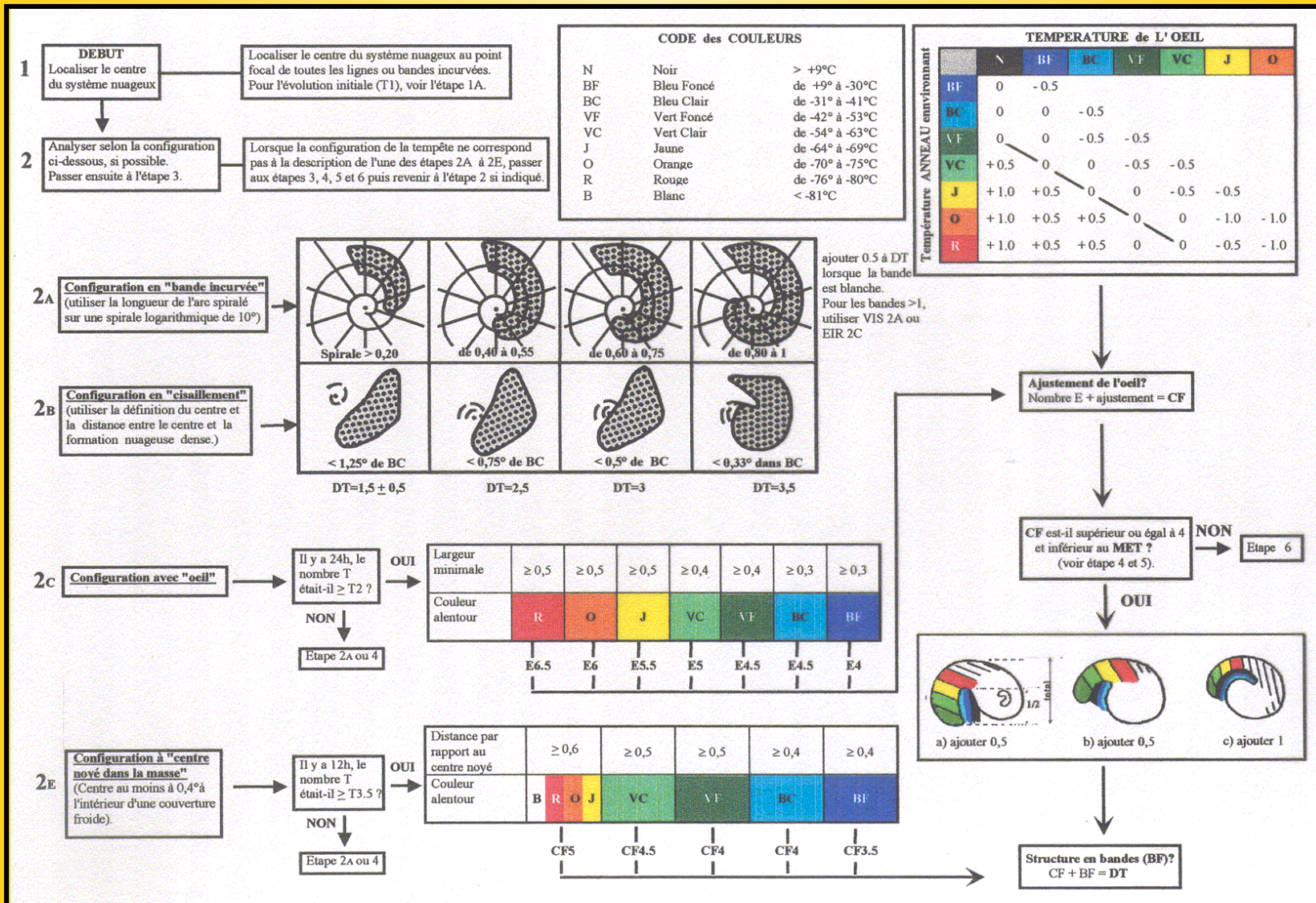


Diagramme d'analyse dans le canal infrarouge renforcé, 2^{ème} partie

Vernon f. Dvorak (sept. 1984).

Enhanced infra-Red (EIR)

Analysis Diagram, part II

Vernon f. Dvorak (sept. 1984)

3 "Configuration à nébulosité centrale froide"

Règles: Si le précédent nombre $T \leq T 3$, maintenir la tendance du modèle pendant 12 heures; puis conserver le même nombre T. Si le précédent nombre $T \geq T 3.5$, conserver le même nombre T et l'utiliser à titre définitif. Passer ensuite à l'étape 9.

4 Déterminer la tendance des dernières 24 heures et s'il y a évolution, affaiblissement ou régime stationnaire décelable par une modification:
a) des caractéristiques du centre ou de l'oeil.
b) de l'emplacement du centre dans la nébulosité froide.

5 Déterminer le nombre T prévu à l'aide d'un modèle (MET).

6 Déterminer le nombre T de la configuration. Choisir dans la colonne du MET ou l'une des colonnes adjacentes, le diagramme de la configuration qui correspond le mieux à l'image de la tempête. Ajuster $MET \pm 0,5$ si indiqué.

Lorsque la partie hachurée de ces diagrammes est blanche ou d'une nuance plus froide, ajouter 0,5 au nombre T de la configuration.

7 Détermination du nombre T:

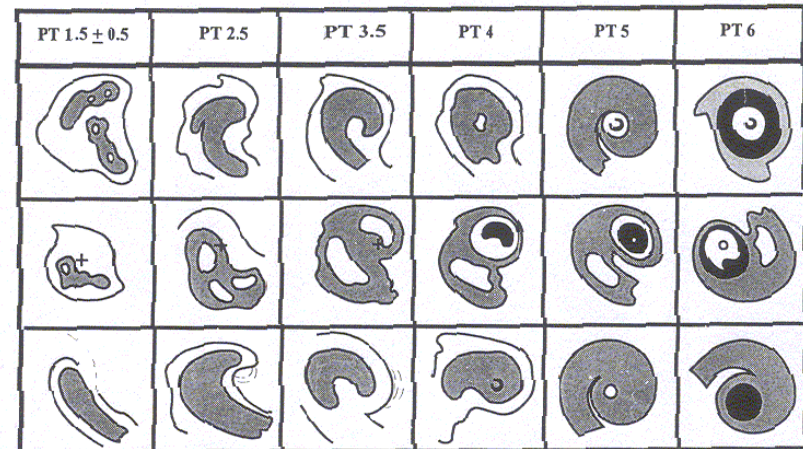
1. Utiliser le nombre T obtenu à partir des données à l'étape 2 lorsque les caractéristiques des nuages sont nettes.
2. Utiliser le nombre T de la configuration lorsque DT n'est pas net et que le nombre MET est ajusté.
3. Pour tous les autres cas, utiliser MET.

8 Règles relatives à la détermination du nombre T définitif:

1. La classification initiale doit être T1 ou T1.5.
2. Durant les premières 48 heures d'évolution, le nombre T ne peut pas être réduit pendant la nuit.
3. 24 heures après la classification initiale T1, le nombre T de la tempête doit être $< T2.5$.
4. Limites du nombre T définitif:
 $< T4$: modifier de 0,5 en 6 heures.
 $> T4$: modifier de 1 en 6 heures.
modifier de 1,5 en 12 heures.
modifier de 2 en 18 heures.
modifier de 2,5 en 24 heures.
5. le nombre T final doit être égal à $MET \pm 1$

9 Règles concernant le nombre indicatif de l'intensité du courant (CI):

1. Utiliser CI = nombre T définitif sauf si ce dernier indique une tendance à l'affaiblissement ou qu'une nouvelle évolution est signalée.
2. En cas d'affaiblissement initial, CI doit être inchangé pendant 12 heures puis supérieur au nombre T de 0,5 ou 1 suivant l'affaiblissement de la tempête.



10

Intensité prévue:
Extrapoler la tendance passée, sauf si l'une des cinq règles figurant dans les instructions, s'applique.

Tropical Cyclone Analysis Worksheet

[illegible]