

Швидкий циклогенез

Зміст

- Зовнішній вигляд на знімках супутників METEOSAT другого покоління
- Метеорологічні фізичні основи
- Ключові параметри
- Типовий зовнішній вигляд у вертикальних поперечних перерізах атмосфери
- Синоптичні ситуації та явища

Зовнішній вигляд на знімках супутників METEOSAT другого покоління

Зовнішній вигляд на знімках базових супутникових каналів

Зображення IR10.8

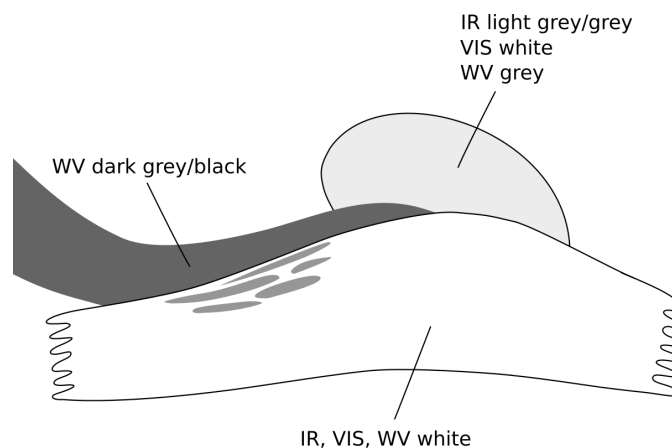
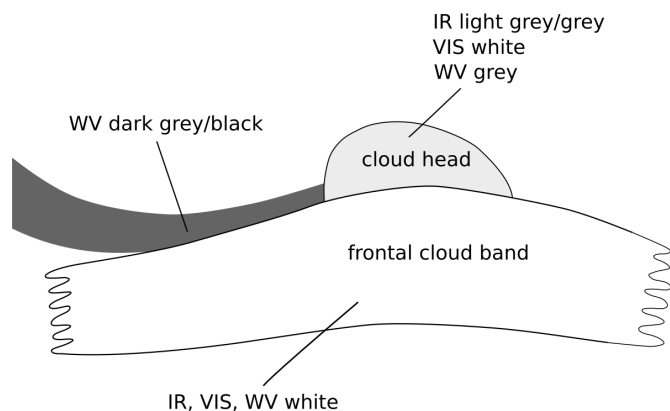
- На початкових стадіях швидкого циклогенезу спостерігаються дві основні конфігурації хмар: фронтальна смуга хмар, зазвичай орієнтована зі сходу на захід, і хмари з більш теплими верхівками, які утворюють дедалі щільніший хмарний щит, так звану «голову хмари». Така "голова хмари", в процесі розвитку, змінюється колір від сірого до світло-сірого на зображеннях IR-каналів.
- ◦ Сухе повітря що походить із нижніх рівнів стратосфери на циклонічній стороні струминного потоку, направляється вниз за течією. Це виглядає на зображеннях як темна, безхмарна ділянка, що розташовується між хмарною смугою холодного фронту та верхівкою хмари, таким чином створюючи V-подібний візерунок (вищеописану ділянку ще називають dry slot).
- Під час наступних стадій розвитку, вершина хмари зростає до циклонічно вигнутої хмарної спіралі з широкою темною областю між спіраллю та фронтальною смугою хмари; крім того, тилова частина холодної фронтальної хмари часто розчиняється внаслідок опускання сухого повітря.
- Подальший розвиток, що веде до зрілої стадії циклону, часто включає хмарну спіраль навколо центру улоговини.

Зображення WV6.2

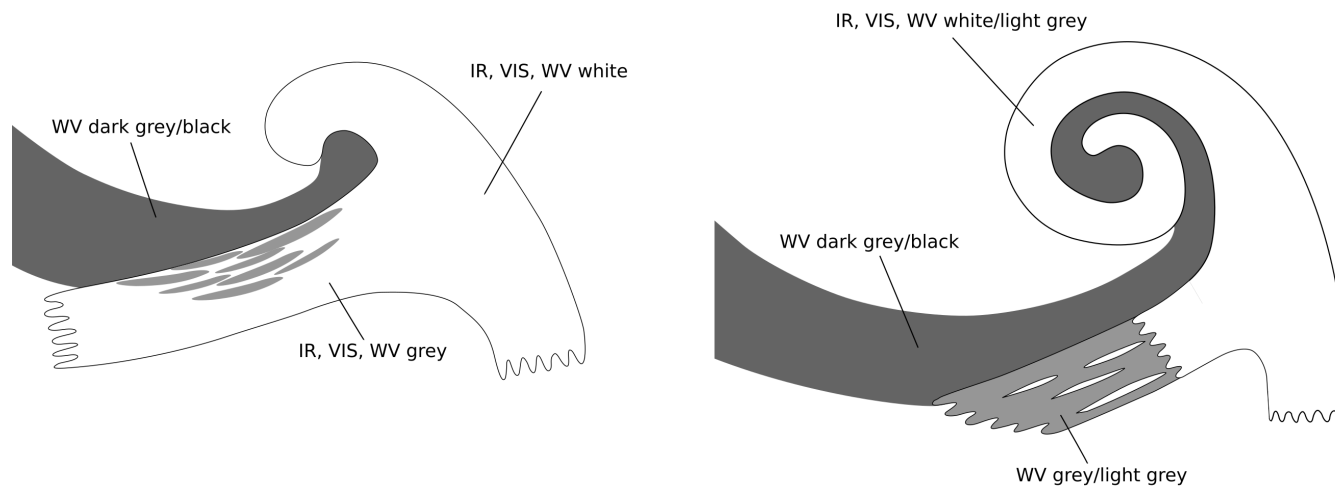
- Зображення WV відіграють важливу роль у визначенні ймовірності початку швидкого циклогенезу.
- На початковій стадії розвитку можна побачити темно-сіру смугу вздовж північного краю фронтальної хмарності. Ця смуга представляє сухе повітря, що опускається зі стратосфери вздовж циклонічної сторони струминної течії.
- На наступному етапі розвитку темно-сіра смуга наближається до вершини хмари, стаючи все темнішою (вказуючи на те, що сухе повітря рухається вниз у верхній частині тропосфери) і, нарешті, утворює типовий V-подібний візерунок.
- На пізніших стадіях верхівка хмари переростає в циклонічно вигнуту спіраль хмари з широкою чорною областю між спіраллю та фронтальною смугою хмарності.
- Надалі темна смуга часто розвивається вздовж північно-східної межі верхівки хмари, всередині холодної повітряної маси.

Зображення VIS0.6

- На початкових стадіях фронтальна хмарна смуга, спрямована із заходу на схід, та вершини хмар виглядають білими на VIS зображеннях, це вказує на масивні, щільні хмари. Хмари мають неоднорідну структуру та іноді волокнисті краї.
- Оскільки верхівки хмар у фронтальній смузі хмарності розташовуються вище верхньої частини так званої "хмарної голови", то такі фронтальні хмари можуть відкидати чітку тінь, яку видно на зображеннях VIS.



Схеми етапів швидкого циклогенезу, які видно через основні канали IR, WV та VIS .
Початковий етап – зліва, стадія розвитку – справа.



Схеми етапів швидкого циклогенезу, які видно через основні канали IR, WV та VIS.
Розвинена стадія – зліва, зріла стадія – справа.

Зовнішній вигляд на зображеннях базових RGB-продуктів:

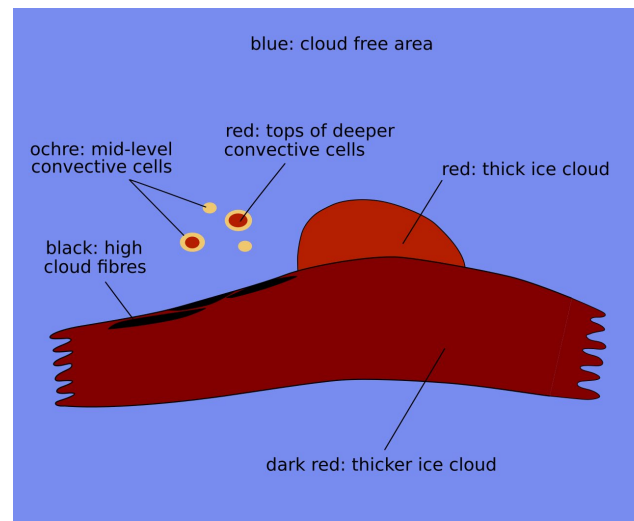
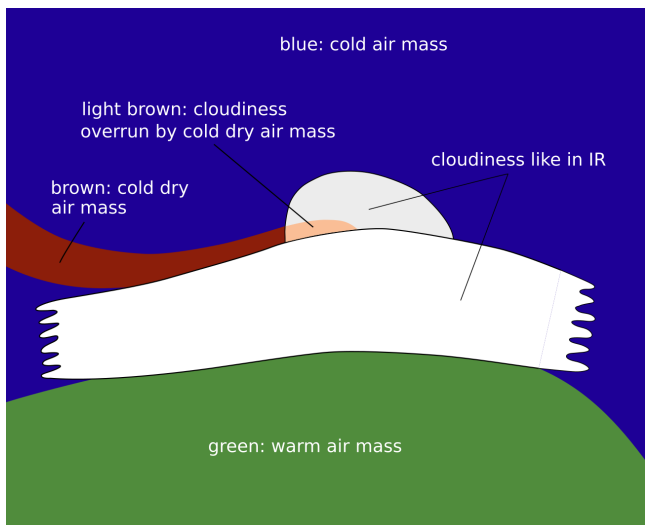
Airmass RGB

Найважливішою особливістю, яку можна виявити на зображеннях Airmass RGB протягом процесу циклогенезу, є темно-коричнева смуга вздовж і в тилівій частині фронтальної смуги хмар. Це свідчить про опускання холодного та сухого стратосферного повітря. Як правило, на початковій фазі здебільшого відмічається лише одна смуга, що простягається із заходу на північний захід, до заднього краю вершин хмарності. В процесі розвитку, ця смуга розширюється та посилюється у виразну V-подібну структуру між верхньою частиною хмари та фронтальною хмарною смугою. Нарешті, під час розвиненої стадії V-подібна структура переходить у структуру O-подібної форми в центрі хмарної спіралі, що починає розвиватись. Цей розвиток робить чітко помітним прискорення швидкого циклогенезу. Від розвиненої до зрілої стадії, дуже інтенсивні темно-коричневі кольори заповнюють всю область всередині вищезгаданої хмарної спіралі.

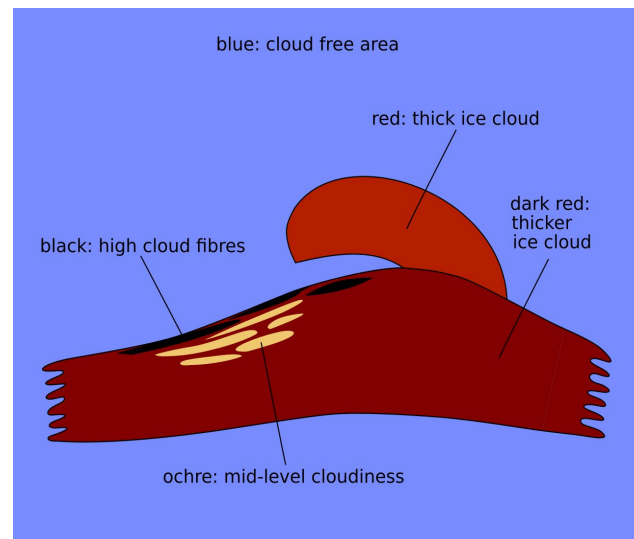
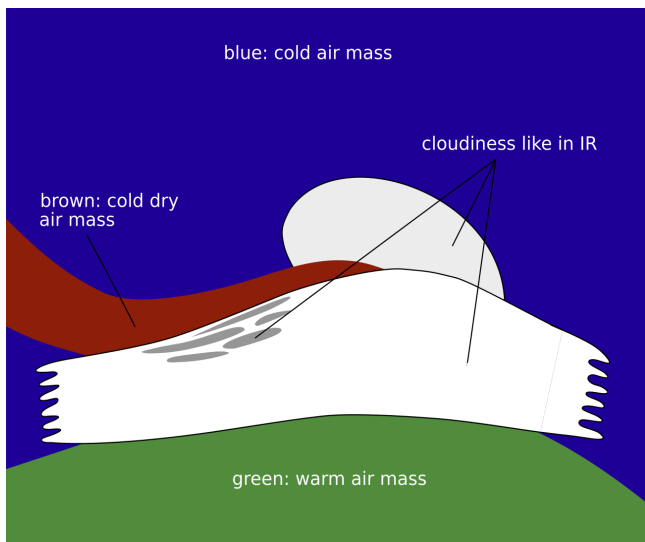
На IR та Airmass RGB зображеннях хмари виглядають дуже схоже. Ноді, на початковій стадії, південна частина вершин хмарності переповнена сухим повітрям, що призводить до деяких коричневих тіней.

Dust RGB

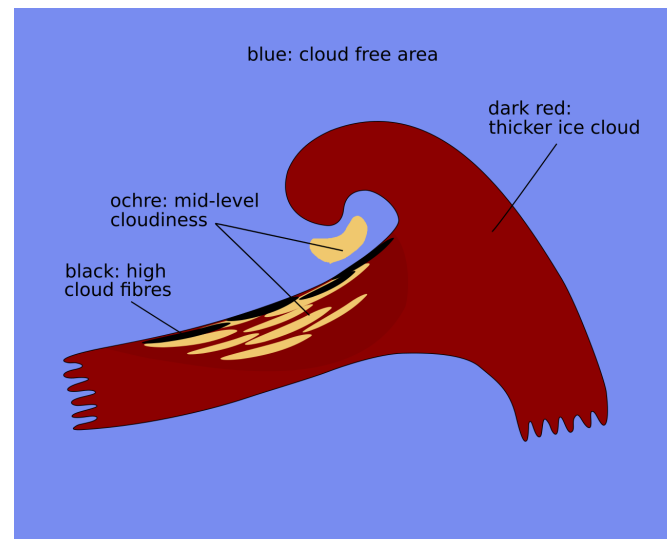
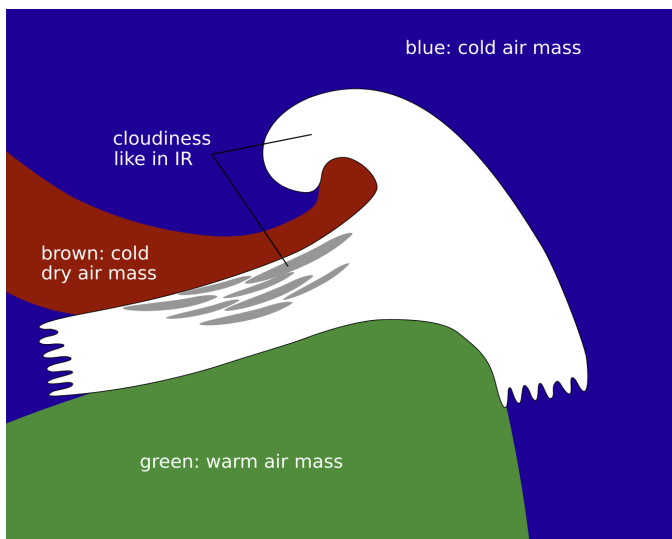
Навколишнє середовище хмарної системи, що зазнає швидкого циклогенезу, має сині кольори на всіх стадіях розвитку. Якщо присутні тонкі низькі або середнього рівня хмари – то відмічаються плями охристо-зеленого забарвлення. На початковій стадії верхня частина хмарності виглядає менш яскравою (так як вона є холоднішою), ніж сама фронтальна хмарність. Пізніше, на розвиненій та зрілій стадії, хмарність виглядає темно-червоною внаслідок наявних масивних крижаних хмар.



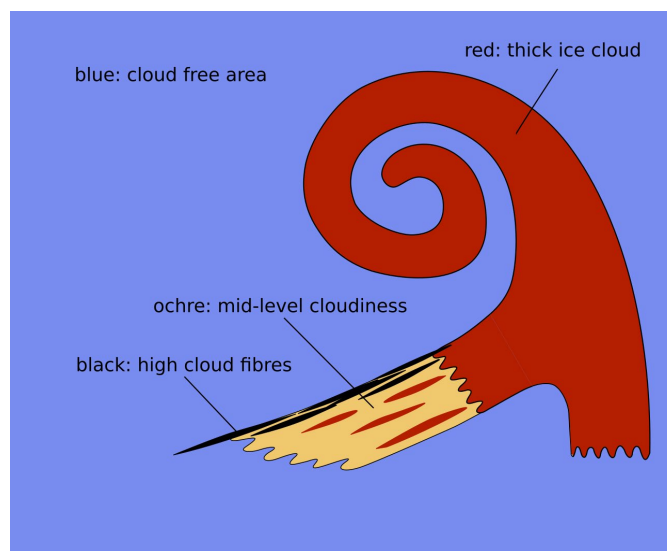
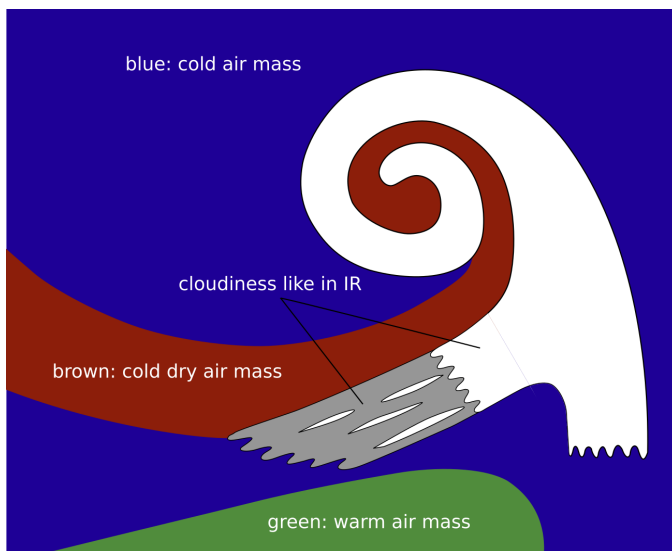
Схеми основних RGB, початкова фаза: Airmass RGB – зліва, Dust RGB – справа.



Схеми основних RGB, фаза розвитку: Airmass RGB – зліва, Dust RGB – справа.



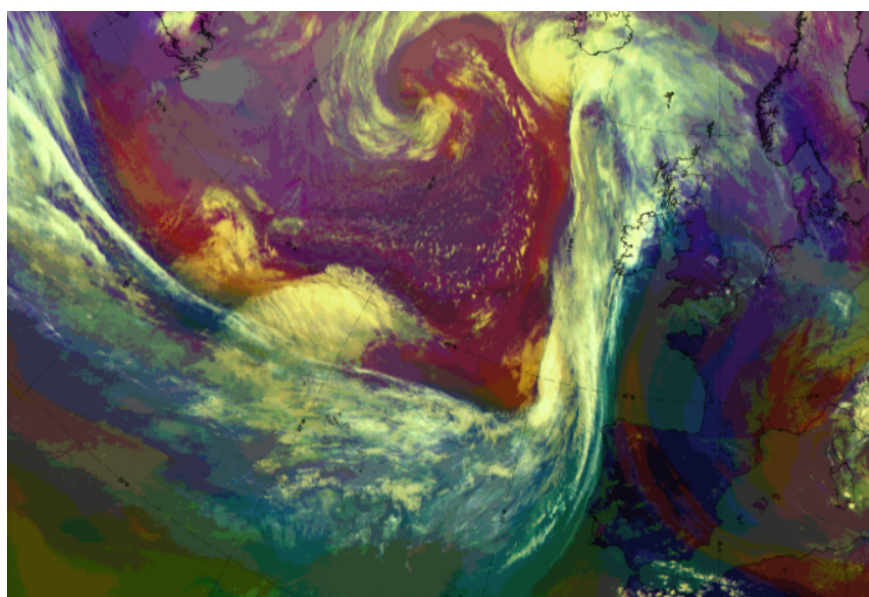
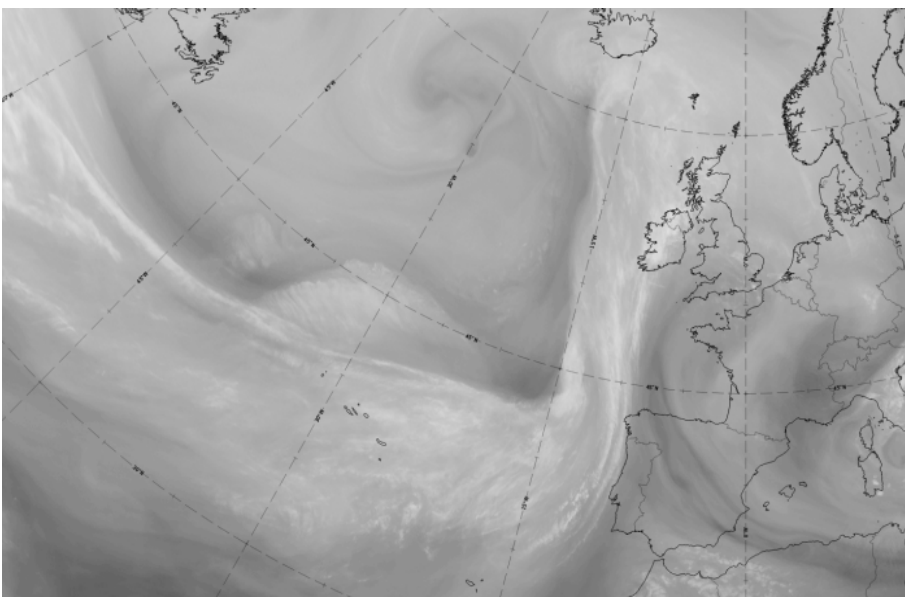
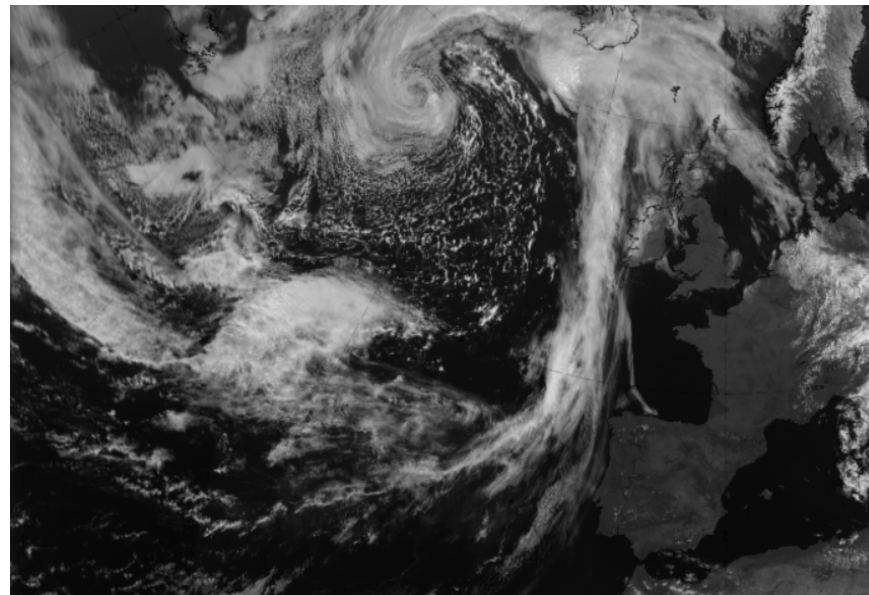
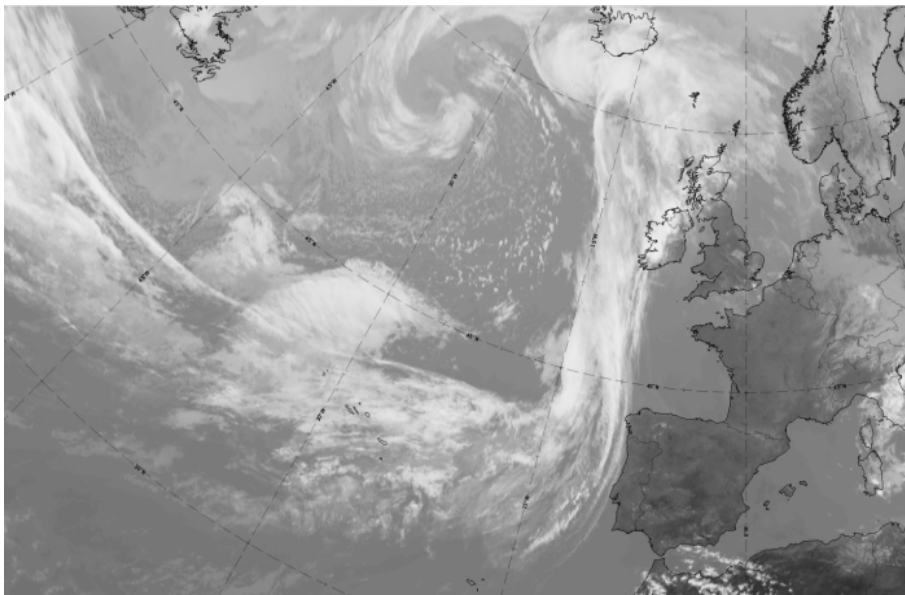
Схеми основних RGB, розвинена фаза: Airmass RGB – зліва, Dust RGB – справа.



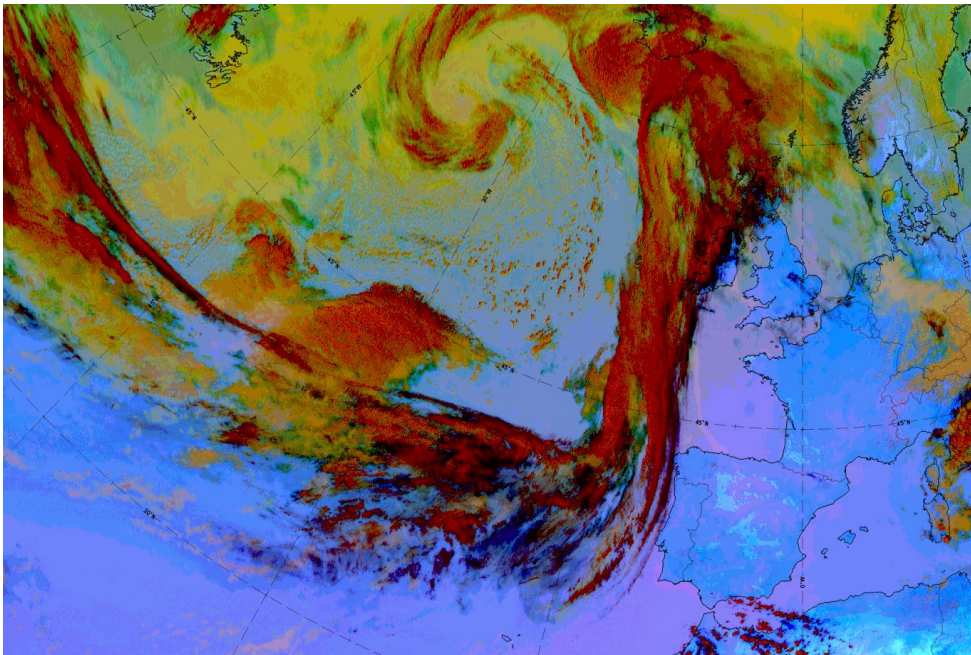
Схеми основних RGB, зріла фаза: Airmass RGB – зліва, Dust RGB – справа.

Випадок за 20–21 травня 2020 року є яскравим прикладом, який дуже добре демонструє всі етапи розвитку швидкого циклогенезу. Розвиток відбувається в Атлантиці, починаючи приблизно з 45 пн.ш., 30 зах.д., рухаючись трохи на північний захід до Британських островів. Швидкий розвиток відбувається з 20 травня 18 UTC по 21 травня 06 UTC з падінням тиску в центрі – 25 гПа на висоті 1000 гПа. На початковій стадії та стадії розвитку на захід від так званої "голови хмарності" є хмара, схожа на кому. Зауважимо, що комоподібна хмара є особливістю цього випадку, яка не відноситься до швидкого розвитку циклогенезу і розсіюється протягом усього процесу.

Швидкий циклогенез: початкова стадія



20 травня 2020, 12 UTC: **початкова стадія**, зображення IR (зверху зліва) та HRV (зверху справа); зображення WV (знизу зліва) та Airmass RGB (знизу справа).



20 травня 2020, 12 UTC: **початкова стадія**, Dust RGB.

IR зображення: вершини хмарності дуже яскраві; фронтальна хмарна смуга має темно-сіре забарвлення.

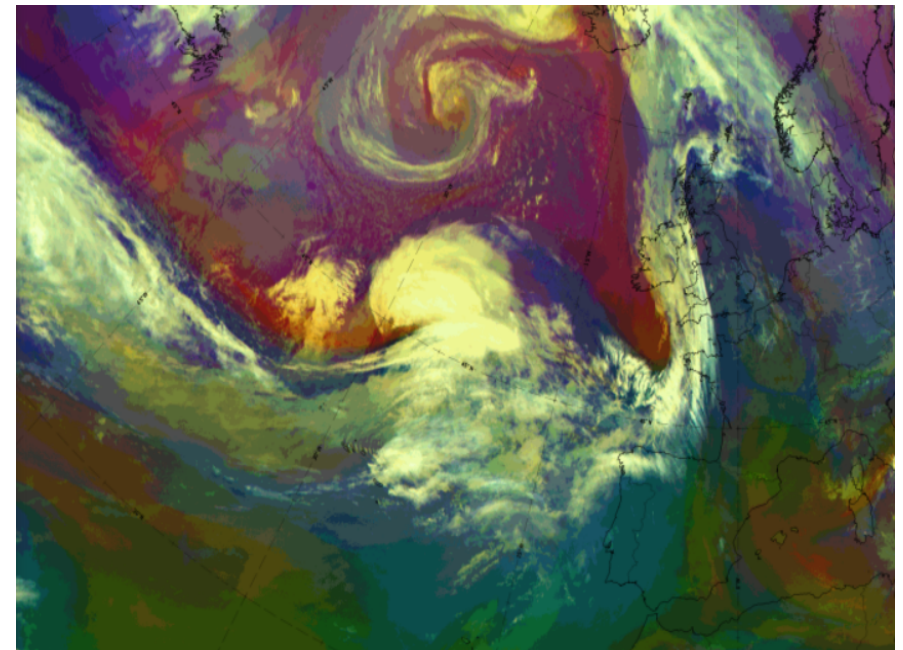
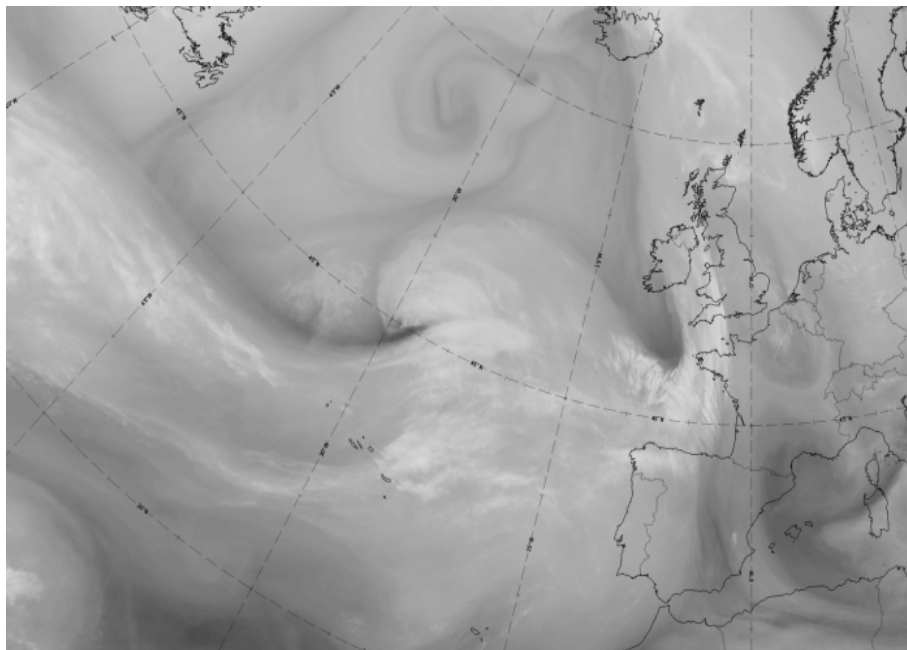
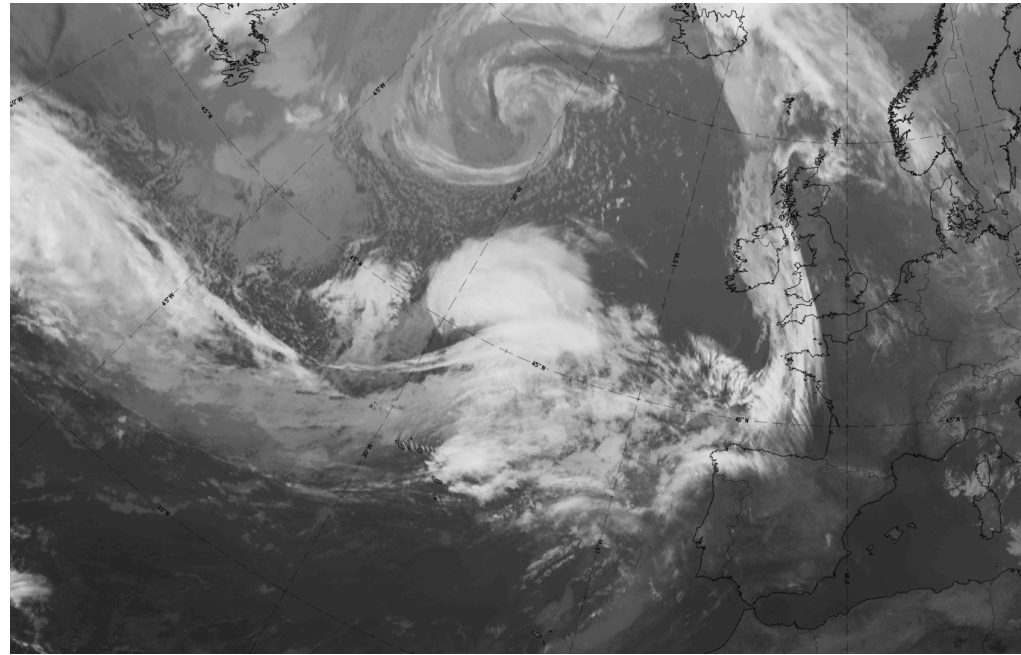
HRV зображення: вершини хмарності дуже яскраві; фронтальна хмарна смуга сіра.

WV зображення: вершини хмарності мають світло-сірий колір; присутня темна смуга, що простягається із заходу на схід. Це означає наближення сухого стратосферного повітря.

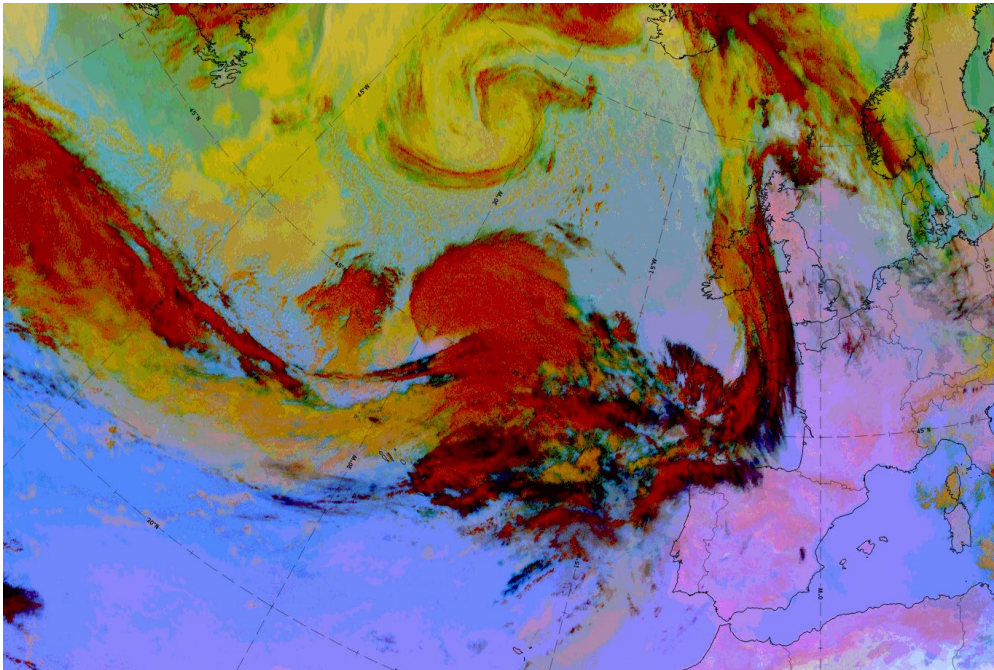
Airmass RGB зображення: широка синя смуга в області фронтальної хмарності представляє холодну повітряну масу; темно-коричнева смуга на півночі, вказує на опускання сухого стратосферного повітря.

Dust RGB зображення: верхівки хмарності мають темно-червоні кольори; кольори охри для фронтальної хмарної смуги.

Швидкий циклогенез: стадія розвитку



21 травня 2020, 00 UTC: **стадія розвитку**. Зображення IR (зверху), WV (знизу зліва), Airmass RGB (знизу справа).



21 травня 2020, 00 UTC: **стадія розвитку**. Зображення Dust RGB.

IR зображення: вершини хмарності та східна частина холодного фронту – дуже яскраві. Найважливіша особливість – чорний V-подібна форма між так званою "хмарною головою" та фронтальною смугою хмарності; це вказує на початок швидкого поглиблення атмосферної улоговини.

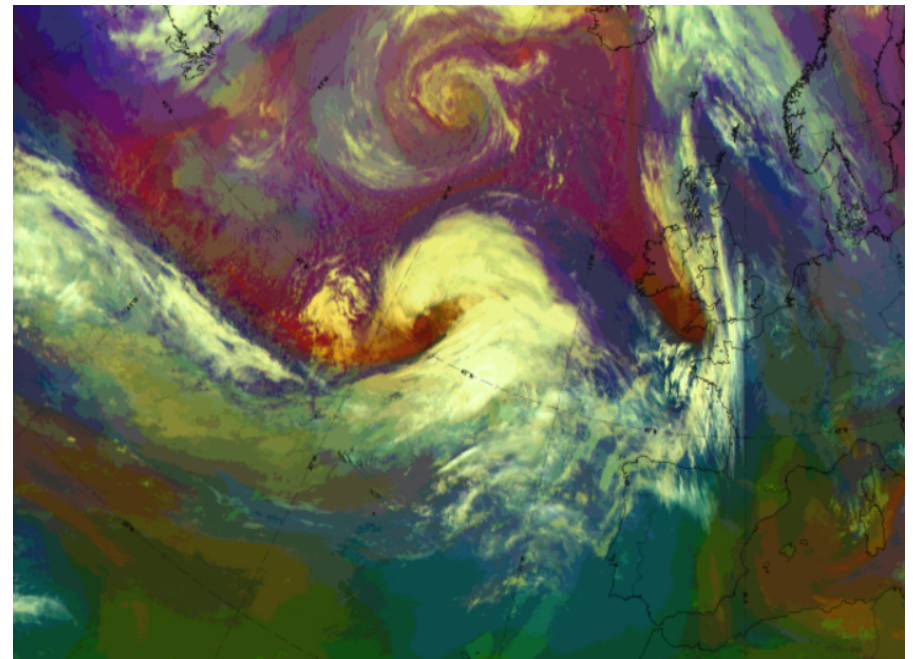
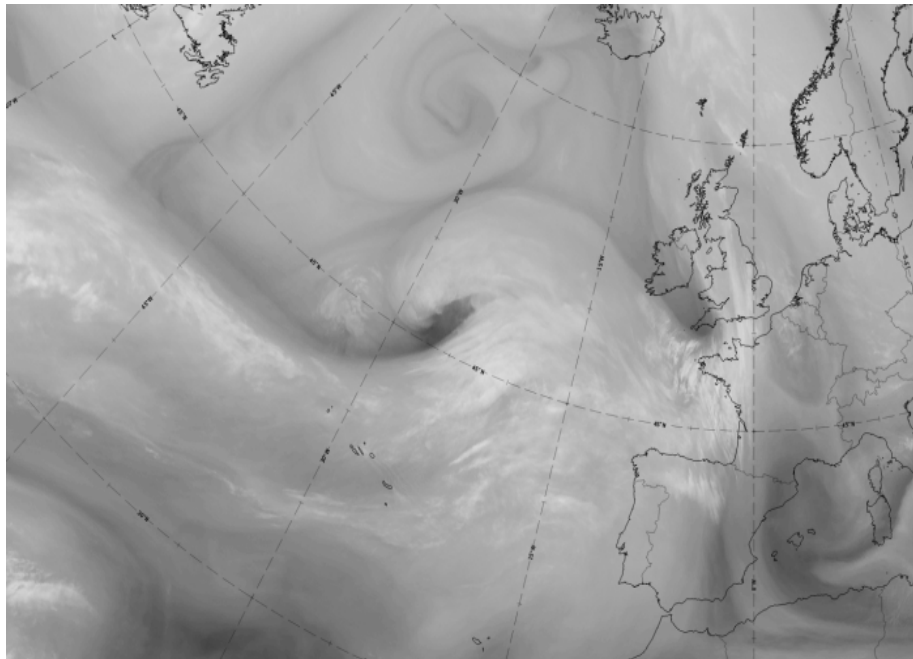
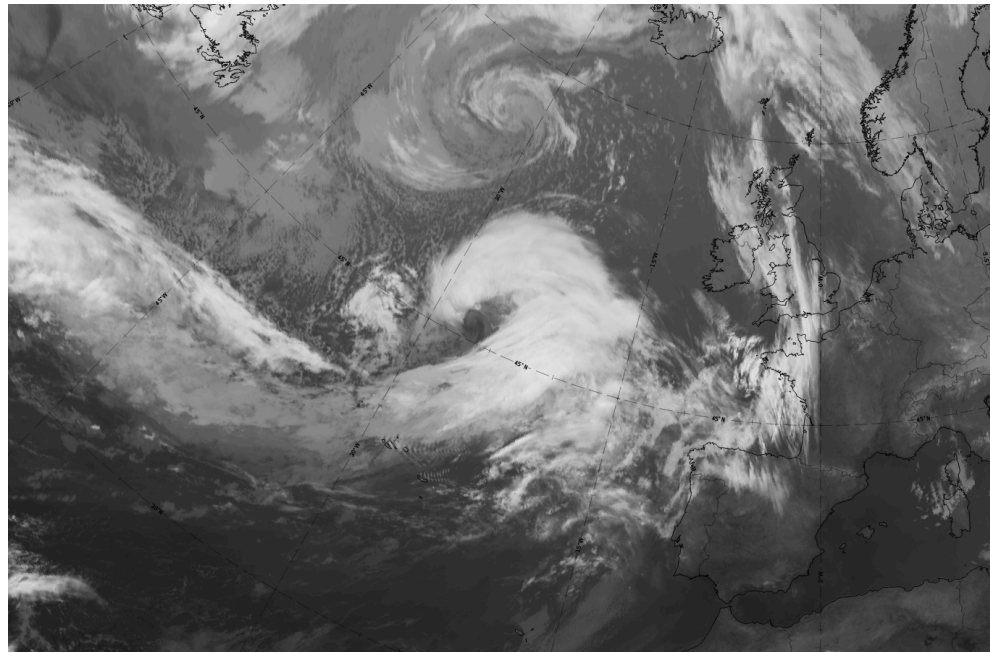
HRV зображення: не доступно.

WV зображення: так звана "голова хмарин" та східна частина холодного фронту – дуже яскраві; чорна смуга на північ від фронтальної хмарності закінчується V-подібним утворенням, що вказує на проникнення сухого стратосферного повітря.

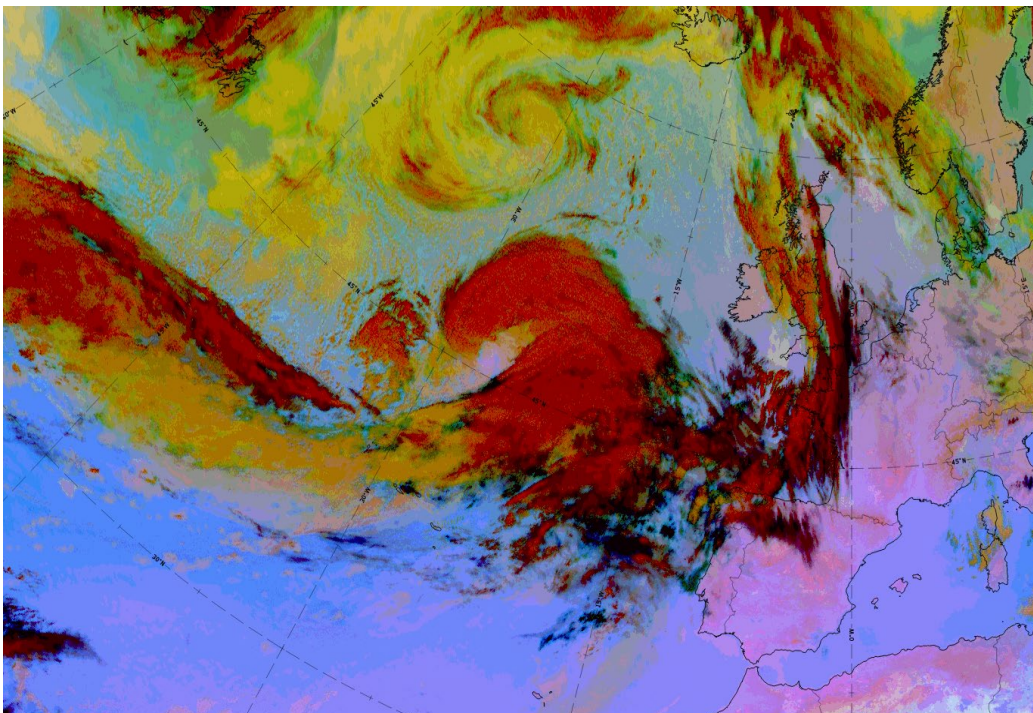
Airmass RGB зображення: відповідно до WV-зображення, темно-коричнева смуга закінчується V-подібним утворенням і вказує на проникнення сухого стратосферного повітря.

Dust RGB зображення: так звана "хмарна голова" має темно-червоні кольори; фронтальна смуга хмарності – охристі кольори.

Швидкий циклогенез: розвинена стадія



21 травня 2020, 03 UTC: **розвинена стадія**. Зображення IR (зверху), WV (знизу зліва) + Airmass RGB (знизу справа).



21 травня 2020, 03 UTC: розвинена стадія.
Зображення Dust RGB.

IR зображення: хмарна спіраль і східні частини фронтальної смуги хмарності дуже яскраві.

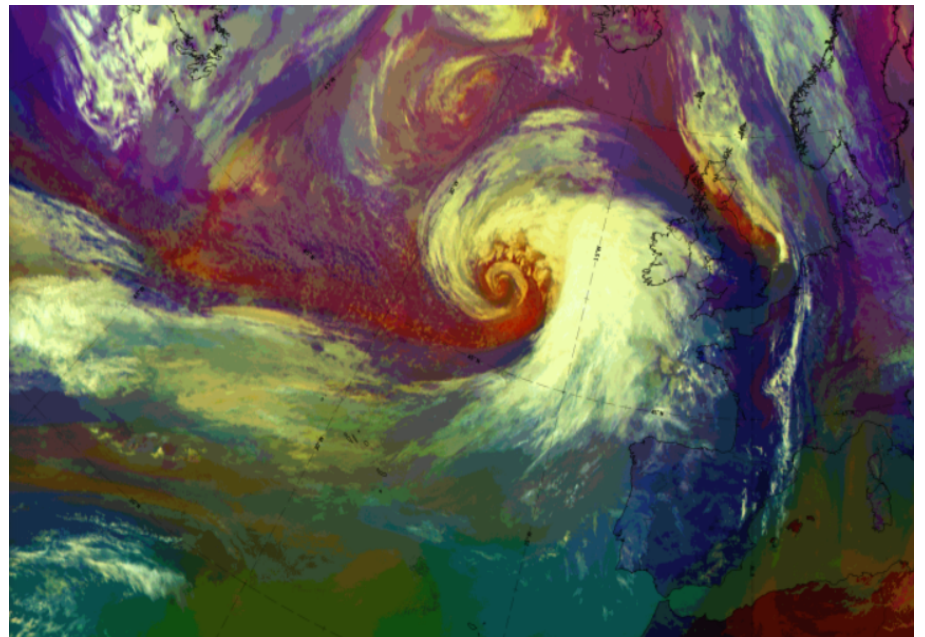
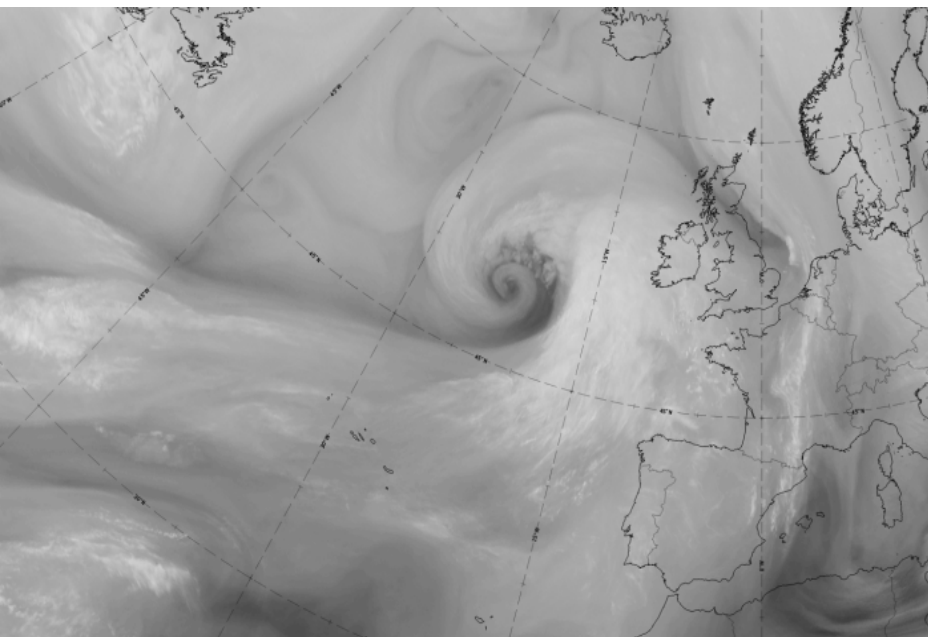
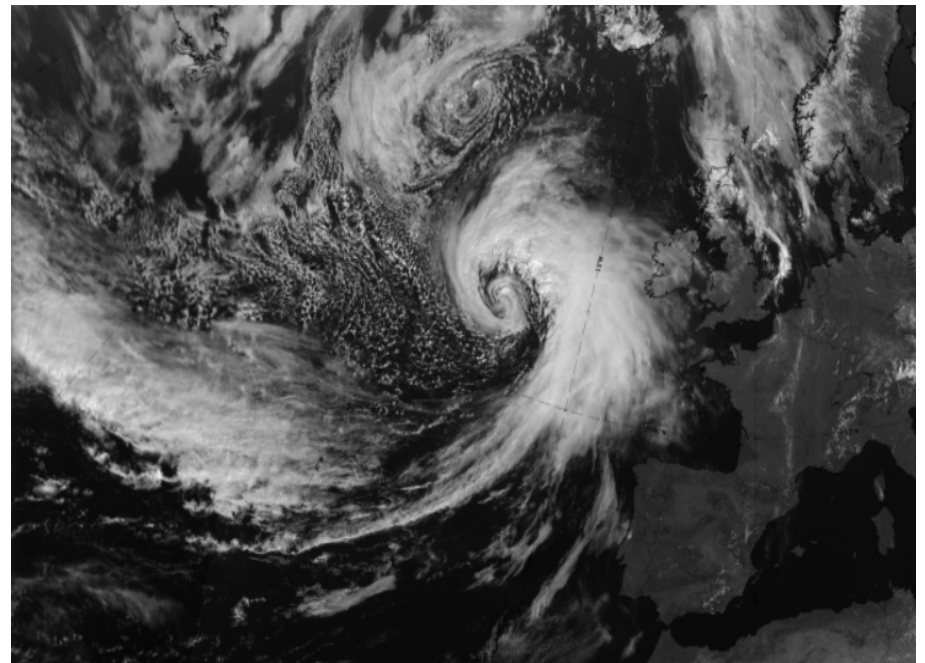
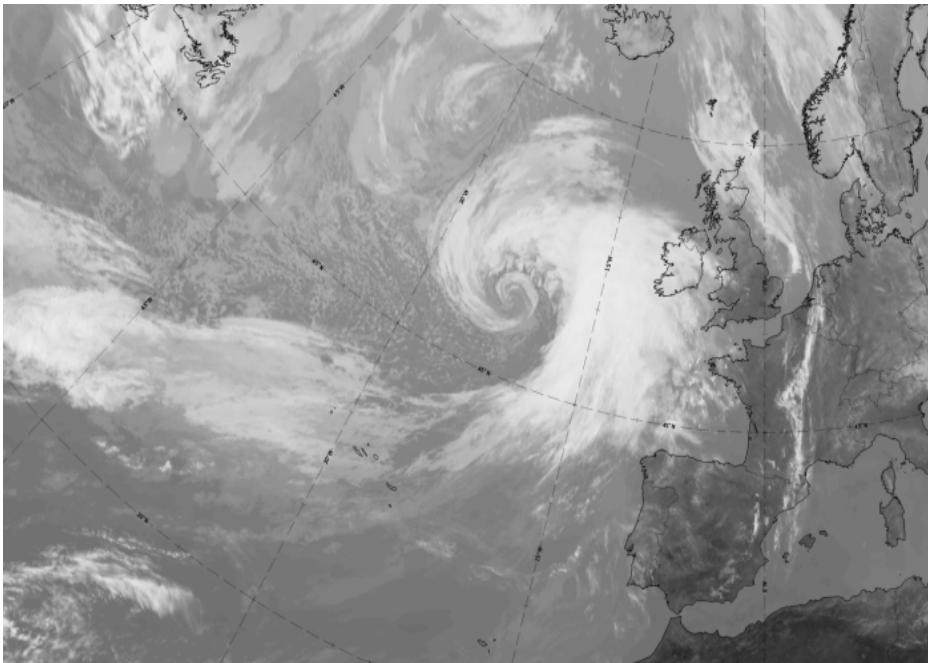
HRV зображення: не доступно.

WV зображення: вся фронтальна система має забарвлення від білого до світло-сірого. Чорна смуга на північному краю холодного фронту перетікає у великий "отвір" чорного кольору в центрі хмарної спіралі (яка розвивається)

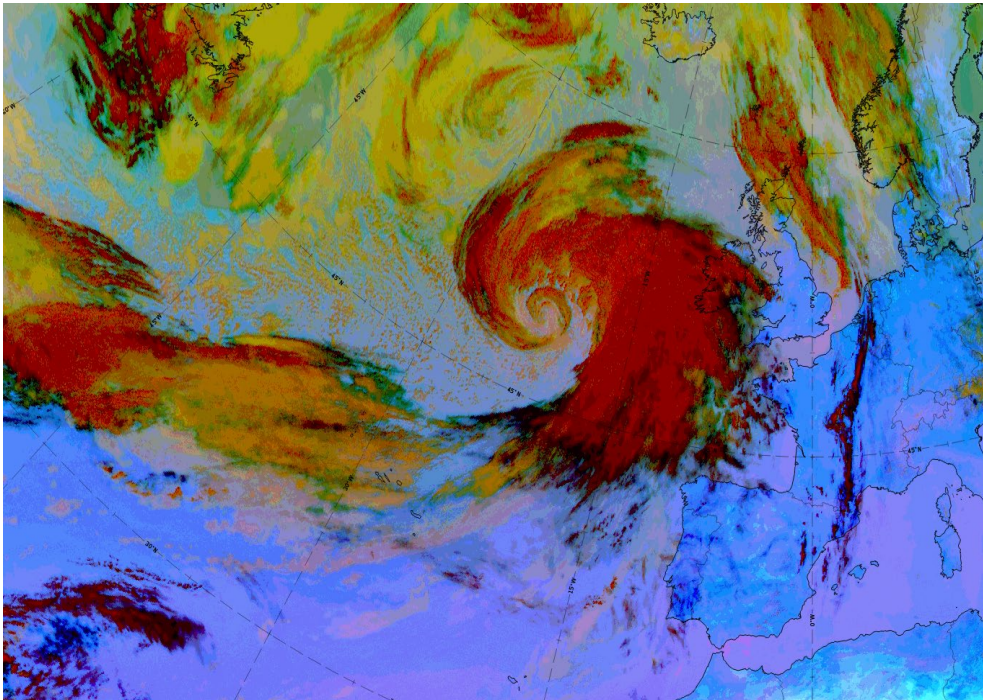
Airmass RGB зображення: відповідно до зображення WV, темно-коричнева смуга, яка закінчується в центрі хмарної спіралі, вказує на те, що сухе стратосферне повітря опускається в центр оклюзії.

Dust RGB зображення: темно-червоні кольори в хмарній спіралі циклогенезу та східних частинах фронтальної хмарності; охристі кольори позначають смуги хмар холодного фронту. Центр хмарної спіралі частково блакитний там, де немає хмар, і частково охристий там, де присутні низькі хмари.

Швидкий циклогенез: зріла стадія



21 травня 2020 р., 12 UTC: **зріла стадія**. Зображення IR (зверху зліва), HRV (зверху справа); WV (знизу зліва), Airmass RGB (знизу справа).



21 травня 2020 р., 12 UTC: зріла стадія. Зображення Dust RGB.

Метеорологічні фізичні основи

Швидкий циклогенез супроводжується чіткими та типовими конфігураціями хмар на супутникових зображеннях. У літературі використовуються також інші назви для опису тієї самої концептуальної моделі, такі як «вибуховий циклогенез» або «бомба».

1. Теорія полярного фронту та швидкий циклогенез

Найбільші відмінності між розвитком класичних полярних фронтів і швидким циклогенезом спостерігаються в першій фазі. У той час як класичний циклогенез часто відбувається повільно і хмарна спіраль виникає лише через декілька днів – то розвиток швидкого циклогенезу відбувається набагато швидше. V-паттерн (який ще називають dry slot) зазвичай перетворюється на хмарну спіраль протягом 12 годин. Після досягнення зрілої стадії між цими двома процесами вже немає помітної різниці.

Розвиток швидкого циклогенезу на його початковій стадії не можна пояснити в рамках класичної теорії полярного фронту, розробленої Б'єркнесом і Солбергом. Отже, ми повинні враховувати інші процеси та умови, які призводять до швидкого та інтенсивного розвитку. З особливостей зображень WV і Airmass RGB очевидно, що опускання сухого повітря має значний вплив на конфігурацію хмарності в системі циклогенезу.

2. Модель Конвеєрної Стрічки (Conveyor Belt Model)

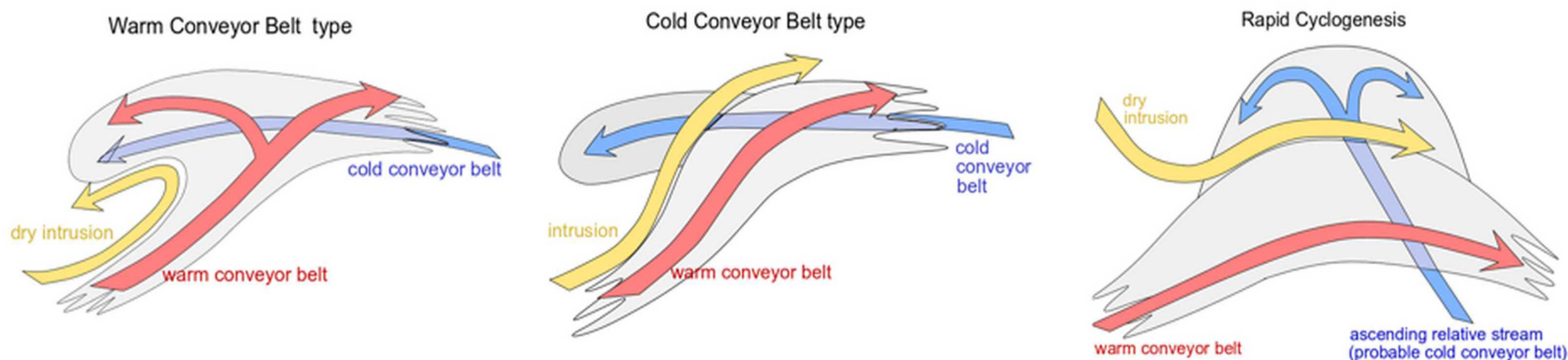
Теорія конвеєрної стрічки — це концепція в метеорології, яка описує циркуляцію та рух океанічних течій в океанах Землі. Цю модель ще називають «глобальним конвеєром» або «термохалінною циркуляцією». Ця теорія пояснює, як різні водні маси рухаються навколо світового океану, переносячи тепло, частинки солі і поживні речовини та впливаючи на особливості клімату нашої планети.

Як описано в концептуальних моделях «Оклюдія: холодний тип конвеєрної стрічки» та «Оклюдія: теплий тип конвеєрної стрічки», існує кілька типів так званих "Конвеєрних Стрічок", залучених до розвитку циклогенезу, що призводить до утворення різних хмарних систем. Це можна побачити на схемах нижче. Хмарність головної фронтальної зони створюється типовою теплою конвеєрною стрічкою разом із вологим відносним потоком в тилу, тоді як сухий потік позаду, суха інтрузія, з'являється за краєм фронтальної хмарної смуги. Цей потік часто містить стратосферне повітря.

Як показують схеми, на початкових етапах теплий конвеєр і суха інтрузія також беруть участь у швидкому циклогенезі. Але існують також відмінності від класичних типів оклюзії: хмарність швидкого циклогенезу формується в межах нижнього та середнього рівнів тропосфери, швидким висхідним відносним потоком (т.з. конвеєрною стрічкою) з півдня, який приносить вологе повітря з нижніх широт. Цей відносний потік швидкого циклогенезу має кілька подібностей із холодним типом конвеєрної стрічки в теорії циклогенезу полярного фронту. Але такий холодний тип конвеєрної стрічки зазвичай походить зі сходу і зазвичай менш теплий та вологий.

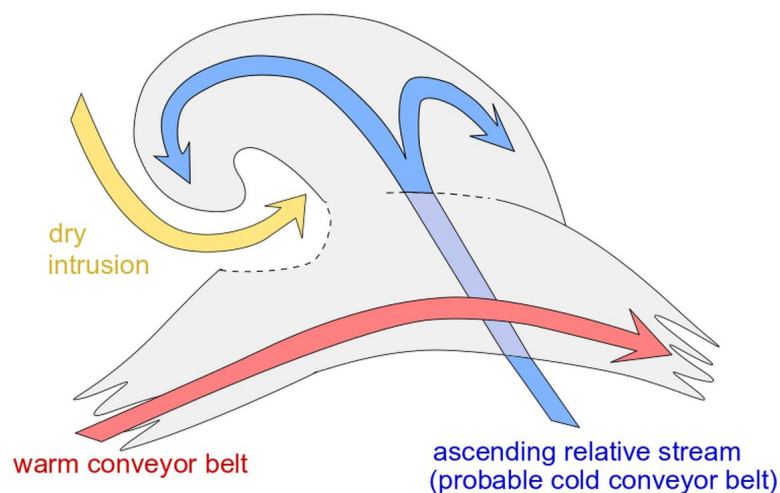
Після перетину зони холодного фронту, висхідна конвеєрна стрічка часто розпадається на дві гілки, які течуть на схід і захід.

Оскільки адвектоване повітря сухої інтрузії походить із верхньої тропосфери та нижньої стратосфери, цей потік характеризується високими значеннями потенційної завихреності. Потенційно нестабільна стратифікація тропосфери розвивається в районі сухого інтрузійного потоку по висхідному потоці з півдня. Це один із факторів, які сприяють розвитку інтенсивних конвективних явищ.



Етапи розвитку швидкого циклогенезу

Advanced stage of rapid cyclogenesis development



Розвинена стадія швидкого циклогенезу

3. Струмені, струминні смуги та 4-квADRантна модель Уччелліні

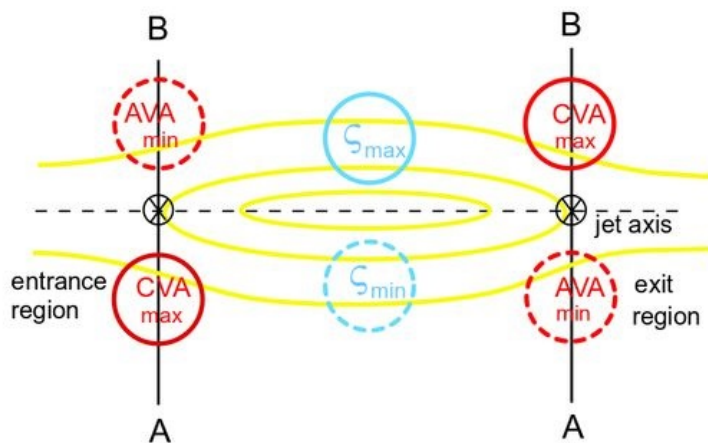
Як зазначалося вище, швидкість розвитку даного типу циклогенезу не можна пояснити лише теорією полярного фронту; для більш детального пояснення потрібен інший процес. Швидкий розвиток відбувається в лівій області виходу струменів та струминних смуг. Структура темних смуг уздовж заднього краю фронтальної хмарності, яку найкраще видно на WV-зображеннях і Airmass RGB, також вказує на те, що струмені відіграють важливу роль у процесі швидкого циклогенезу.

Таким чином, на додаток до моделей розвитку полярних фронтів і конвеєрних стрічок, такі моделі як "4-квADRантна струменева смуга" від Уччелліні, беруться до уваги та також відіграють значну роль.

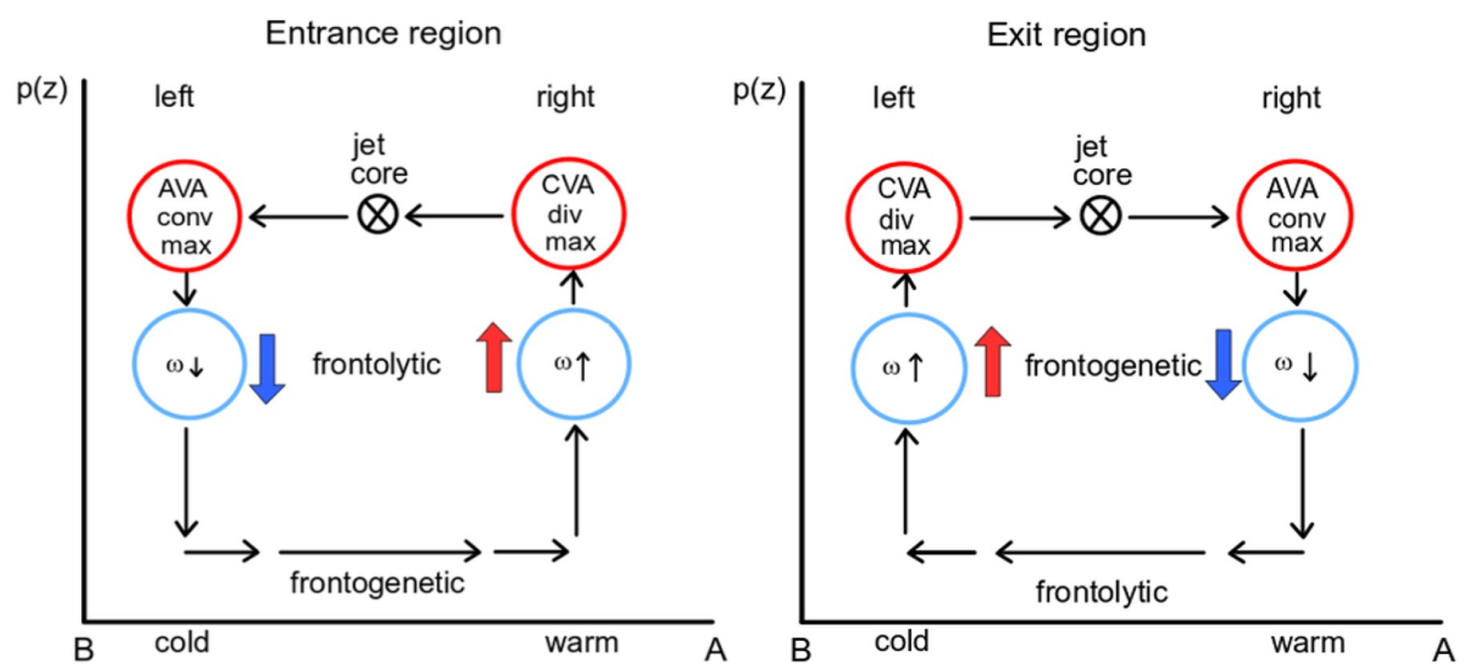
Струменеві смуги можуть мати прямі або вигнуті осі; на початкових стадіях швидкого циклогенезу осі є переважно прямими.

Струменеві смуги – це області максимальної швидкості вітру в струминних течіях. Найцікавішими областями з точки зору циклонічного розвитку є область входу, де частинки повітря прискорюються, і область виходу, де частки повітря сповільнюються. Як наслідок цих прискорень у цих регіонах розвиваються агеострофічні компоненти вітру, що призводить до вертикальних рухів.

Модель струменевої смуги



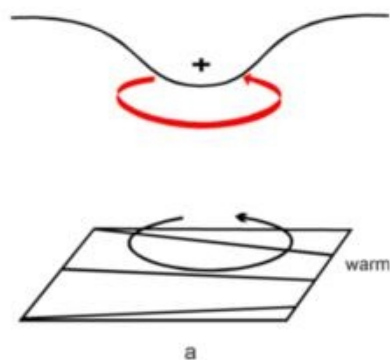
Вертикальний переріз струменя



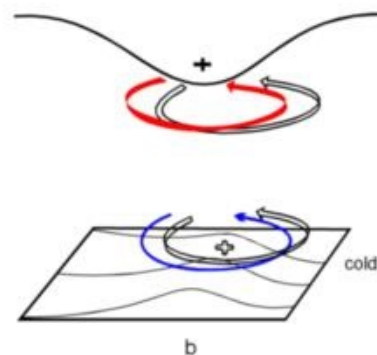
4. Потенційна завихреність (Potential Vorticity)

Розвиток швидкого циклогенезу можна пояснити за допомогою теорії, описаної Хоскінсом та ін. за участю потенційних аномалій завихреності та їх взаємодії з бароклінічними зонами низького рівня. Коли стратосферне повітря просувається вниз у тропосферу, розвивається аномалія потенційної завихреності. Як наслідок, позитивна завихреність стане більш циклонічною через вплив менш стабільного середовища тропосфери.

На схемі нижче, товста суцільна стрілка навколо максимуму потенційної завихреності вказує на циклічне обертання. Це обертання відмічається на нижчих рівнях бароклінічної зони, як показано тонкою суцільною стрілкою циркуляції. Ця низька циркуляція спричиняє теплову адвекцію попереду, що призводить до аномалії температури, позначеної знаком «+» на правому малюнку. Ця температурна аномалія пов'язана з циклонічним вихором, який позначено відкритою стрілкою на нижчих рівнях. У свою чергу, ця циркуляція має позитивний зворотний зв'язок із верхньою тропосферою, що показано відкритою стрілкою циркуляції на вищих рівнях.



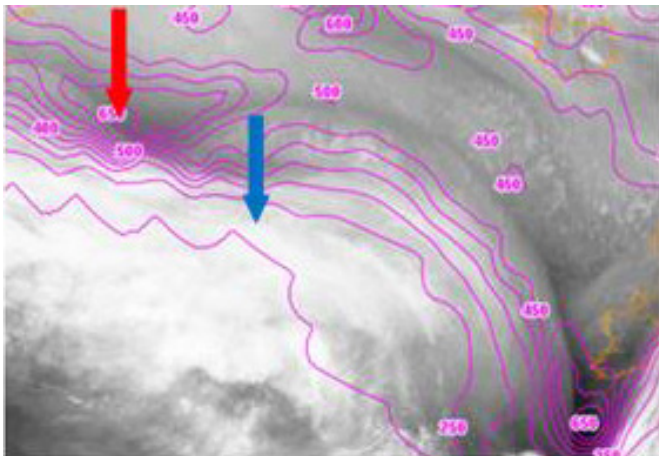
Позитивна аномалія потенційної завихреності



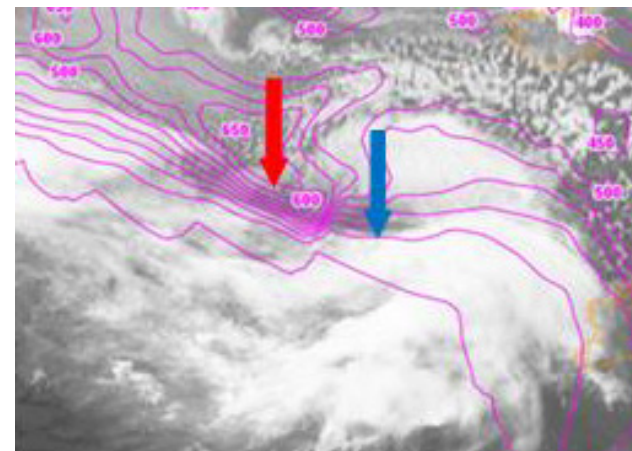
Позитивна аномалія потенційної завихреності, що спричиняє позитивну адвекцію температури.

Наступні три зображення показують розвиток швидкого циклогенезу. Аномалія потенційної завихреності – PV anomaly (червона стрілка) виступає вниз і наближається до розташування нижнього центру поверхні (синя стрілка), і одночасно хмарність перетворюється на так звану "хмарну спіраль".

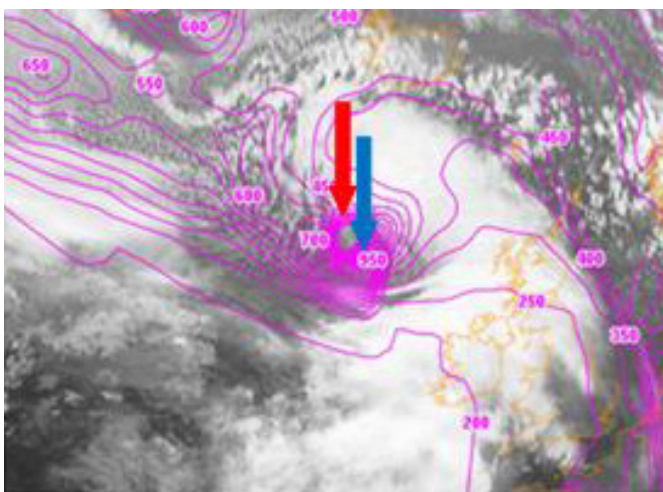
О 06 UTC інтенсивна аномалія потенційної завихреності розташовується паралельно фронтальній смузі хмар. Тропопауза, тут позначена висотою 1 PVU, знизилася до мінімального рівня 650 гПа. Через шість годин розвинувся V-подібний паттерн. О 18 UTC аномалія потенційної завихреності опустилася до 950 гПа.



8 січня 2015, 06:00 UTC – Meteosat 10; зображення WV 6.2. Рожеві лінії – висота потенційної завихреності; червона стрілка – потенційна завихреність; синя стрілка – низький тиск при 1000 гПа.



8 січня 2015 р., 12:00 UTC – Meteosat 10; зображення WV 6.2. Рожеві лінії – висота потенційної завихреності; червона стрілка – потенційна завихреність; синя стрілка – низький тиск при 1000 гПа.



8 січня 2015 р., 18:00 UTC – Meteosat 10; зображення WV 6.2. Рожеві лінії – висота потенційної завихреності; червона стрілка – потенційна завихреність; синя стрілка: низький тиск при 1000 гПа.

Ключові параметри

Контури висоти при 1000 гПа та 500 (300 гПа)

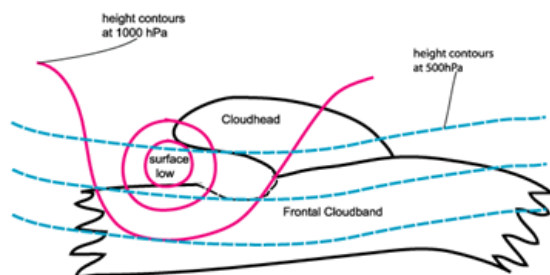
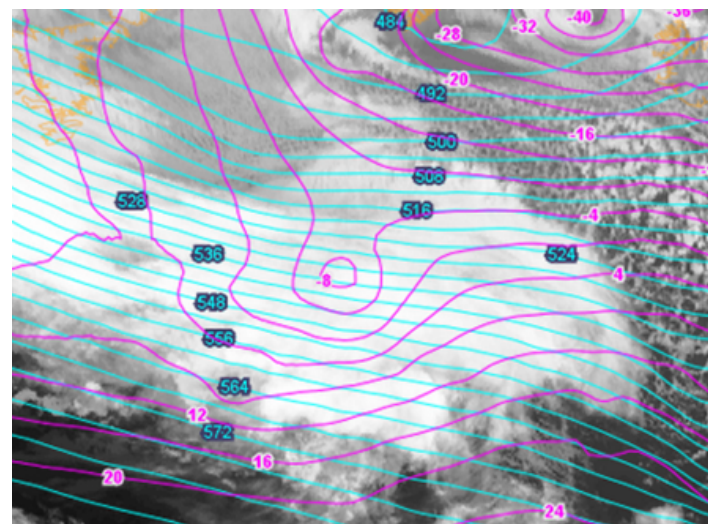
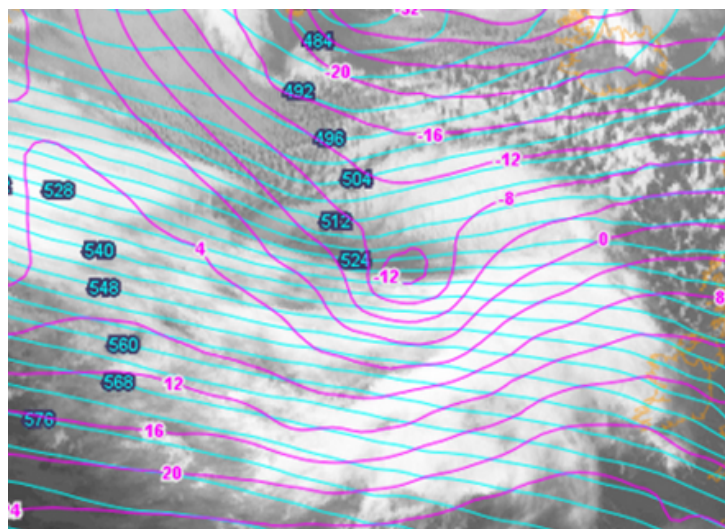


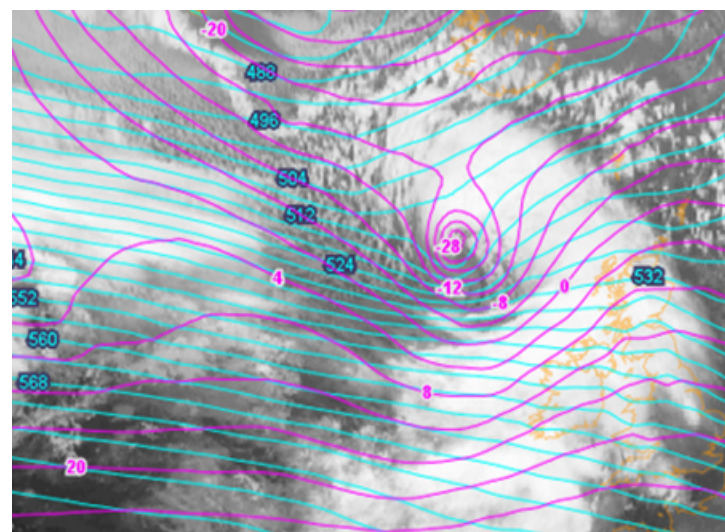
Схема контурів висоти при 1000 гПа та 500 гПа



8 січня 2015, 06:00 UTC – Meteosat 10, зобр. IR 10.8. Рожеві лінії – контури висоти при 1000 гПа, блакитні лінії – контури висоти при 500 гПа.



8 січня 2015, 12:00 UTC – Meteosat 10, зобр. IR 10.8. Рожеві лінії – контури вис. при 1000 гПа, блакитні лінії – контури висоти при 500 гПа.



8 січня 2015, 18:00 UTC – Meteosat 10, зобр. IR 10.8. Рожеві лінії – контури висоти при 1000 гПа, блакитні лінії – контури висоти при 500 гПа.

Температурна адвекція (ТА) при 700 гПа

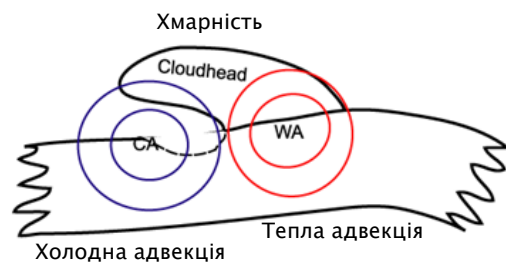
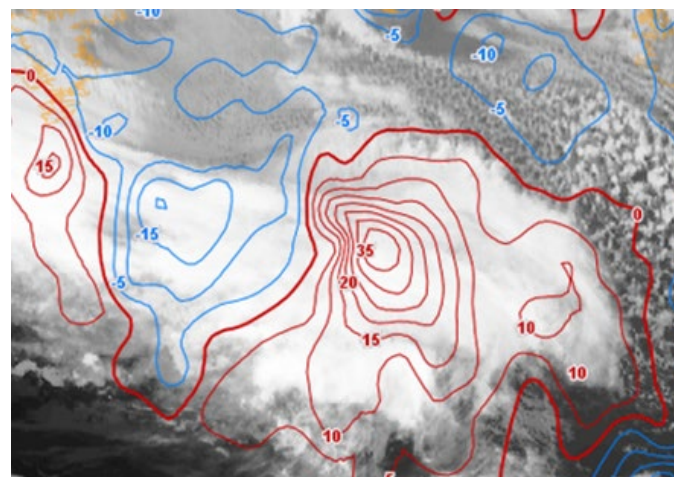
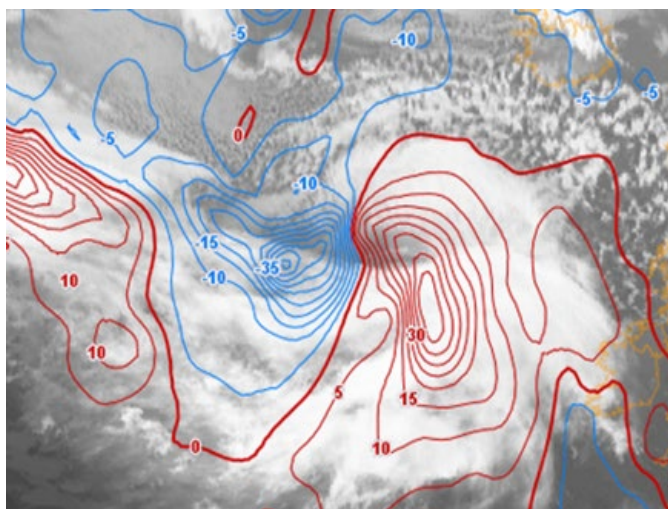


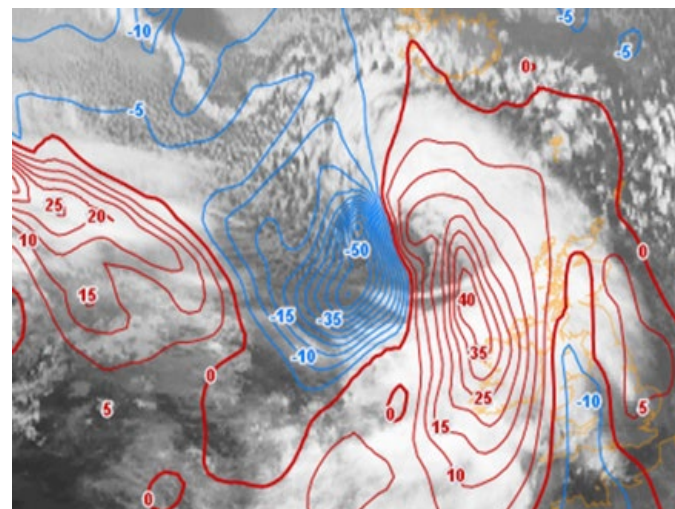
Схема температурної адвекції



8 січня 2015 р., 06:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Температурна адвекція при 700 гПа; червоні лінії – тепла адвекція; сині лінії – холодна адвекція.

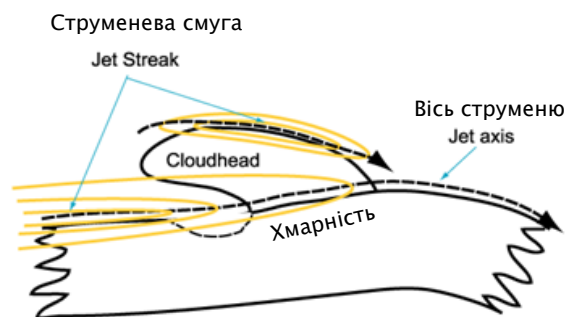


8 січня 2015 р., 12:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Температурна адвекція при 700 гПа; червоні лінії – тепла адвекція; сині лінії – холодна адвекція.

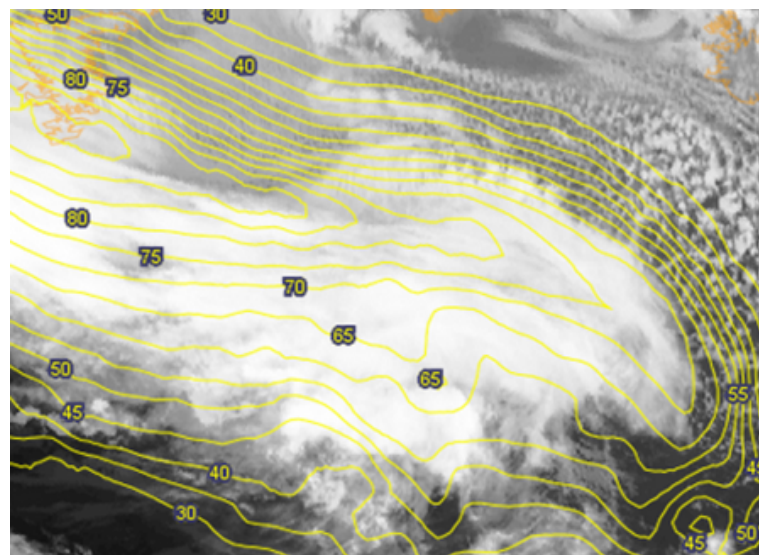


8 січня 2015 р., 18:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Температурна адвекція при 700 гПа; червоні лінії – тепла адвекція; сині лінії – холодна адвекція.

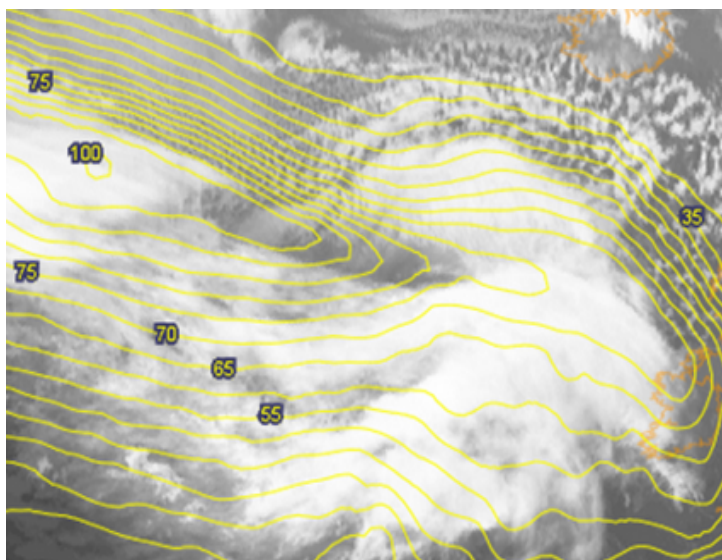
Ізотахи при 300 гПа



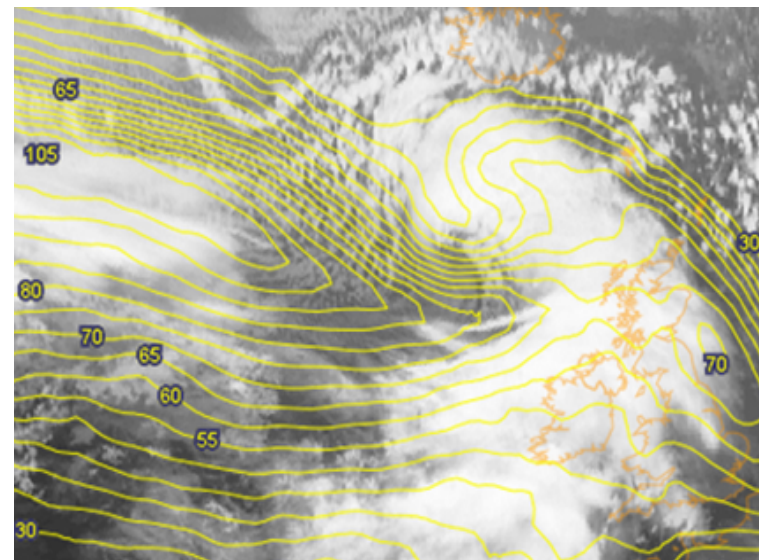
Схеми ізотях при 300 гПа



8 січня 2015, 06:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8.
Жовті лінії – ізотахи при 300 гПа.



8 січня 2015, 12:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8.
Жовті лінії – ізотахи при 300 гПа.



8 січня 2015, 18:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8.
Жовті лінії – ізотахи при 300 гПа.

Потенційна завихреність – Potential Vorticity (PV)

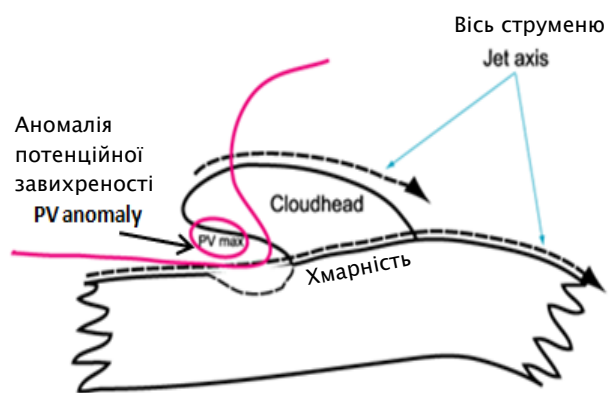
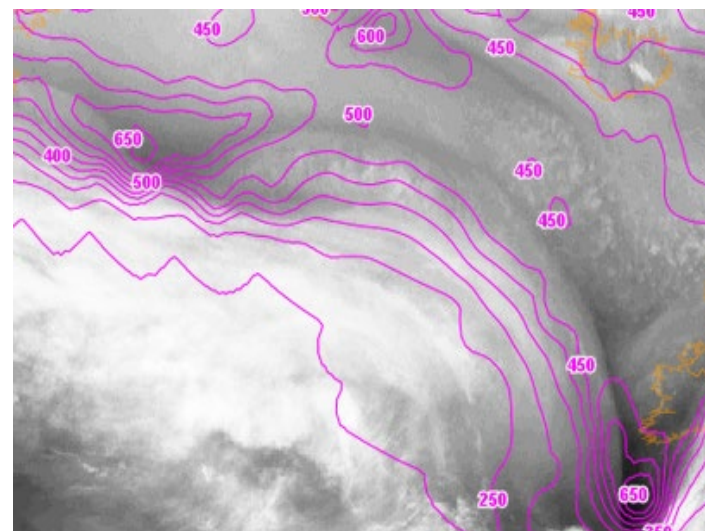
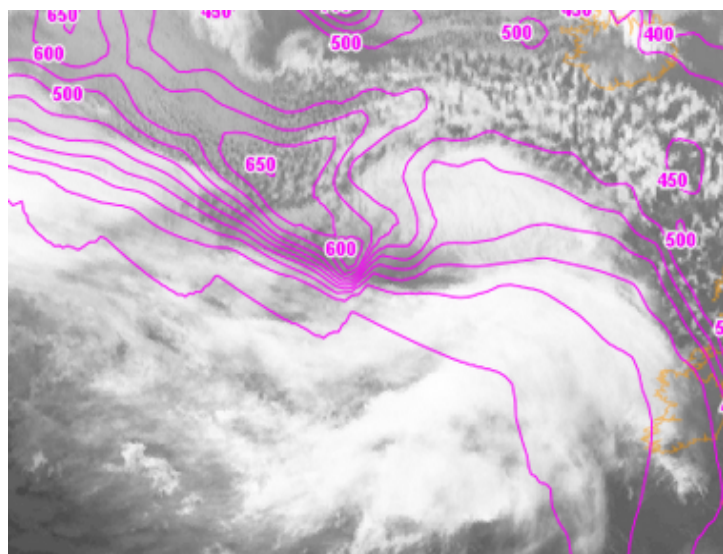


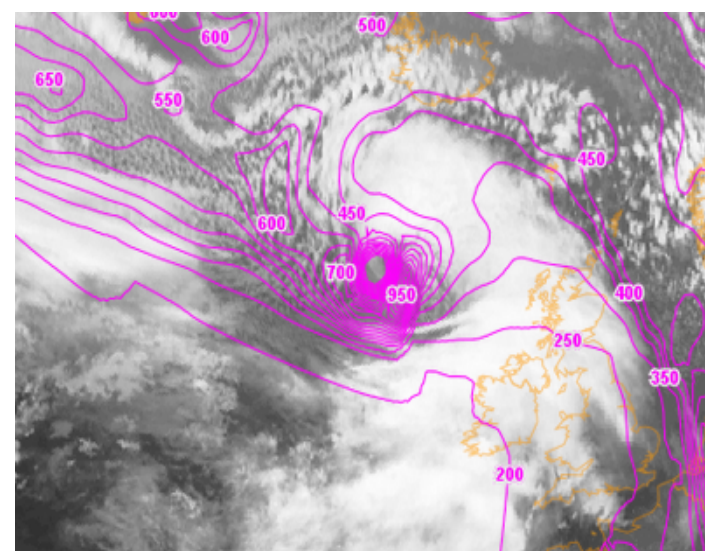
Схема потенційної завихреності



8 січня 2015, 06:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Рожеві лінії – висота потенційної завихреності >1 одиниці (height of PV >1 unit).



8 січня 2015, 12:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Рожеві лінії – висота потенційної завихреності >1 одиниці (height of PV >1 unit).



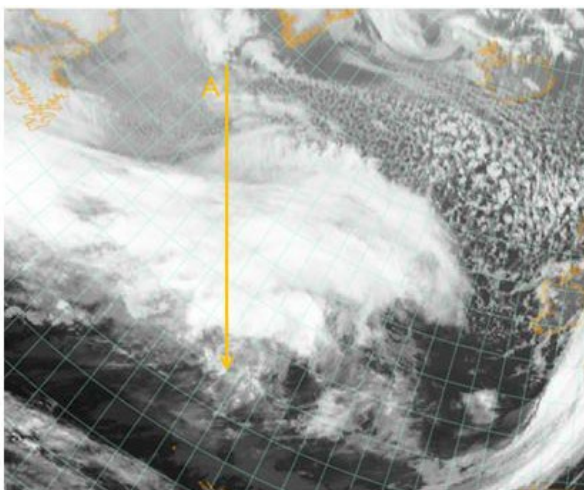
8 січня 2015, 18:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Рожеві лінії – висота потенційної завихреності >1 одиниці (height of PV >1 unit).

Типовий зовнішній вигляд у вертикальних поперечних перерізах атмосфери

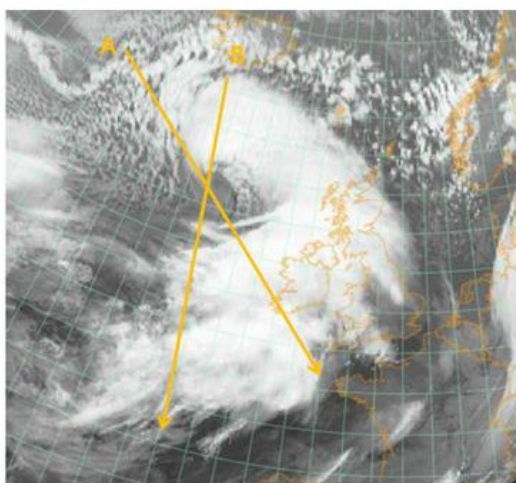
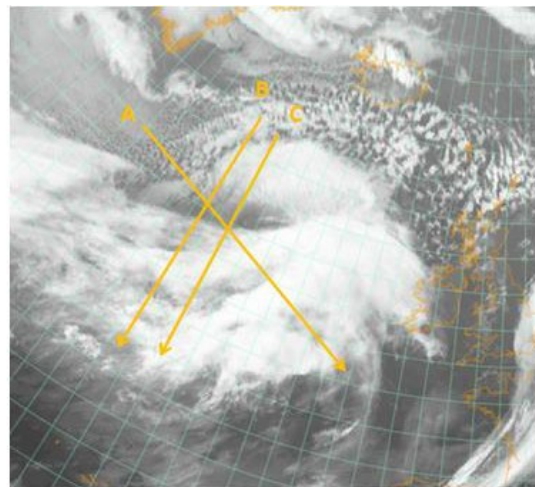
Зображення від 8 січня 2015 року показують три часові кроки в життєвому циклі швидкого циклогенезу в 06, 12 і 18 UTC.

Поперечні перерізи зроблені вздовж вершини хмари та холодного фронту з півночі-північного заходу на південь-південний захід. Для різних стадій розвитку були зроблені дещо різні поперечні зрізи, щоб показати найбільш показові особливості кожної стадії.

8 січня 2015, 06:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8.
Помаранчева лінія – розташування вертикального перерізу А.



8 січня 2015, 12:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8.
Помаранчеві лінії – розташування вертикальних перерізів А, В і С.



8 січня 2015, 18:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8.
Помаранчеві лінії – розташування вертикальних перерізів А і В.

Відносна вологість (Relative Humidity)

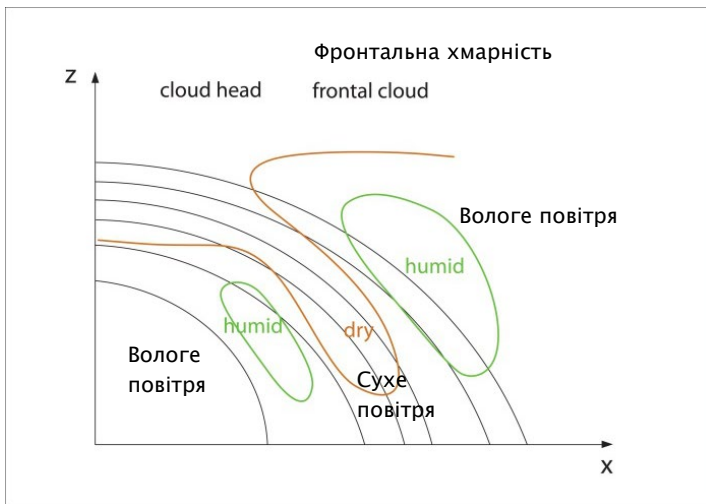
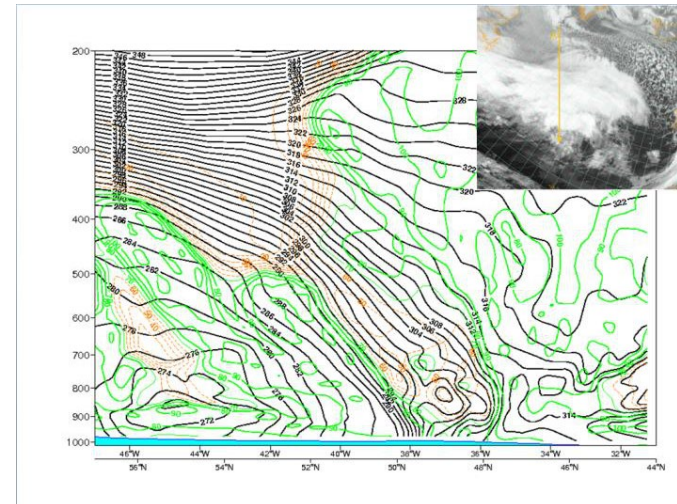


Схема для вологих ізентроп і відносної вологості: початкова стадія та стадія розвитку.



8 січня 2015 р., 06:00 UTC – вертикальний переріз А. Чорні лінії – вологі ізентропи (ThetaE), зелені/коричневі лінії – відносна вологість.

Потенційна завихреність (Potential Vorticity)

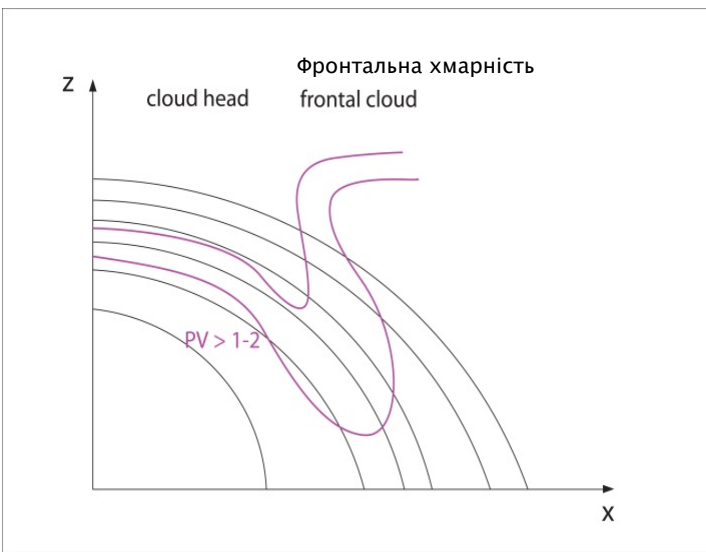
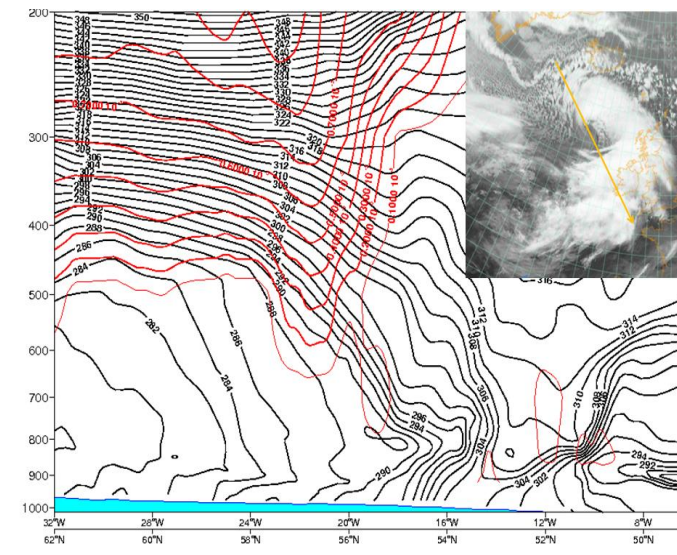


Схема для вологих ізентроп і потенційної завихреності (PV): усі етапи розвитку.



8 січня 2015 р., 18:00 UTC – вертикальний переріз А. Чорні лінії – вологі ізентропи (ThetaE), червоні лінії – потенційна завихреність.

Адвекція температури – Temperature Advection (TA)

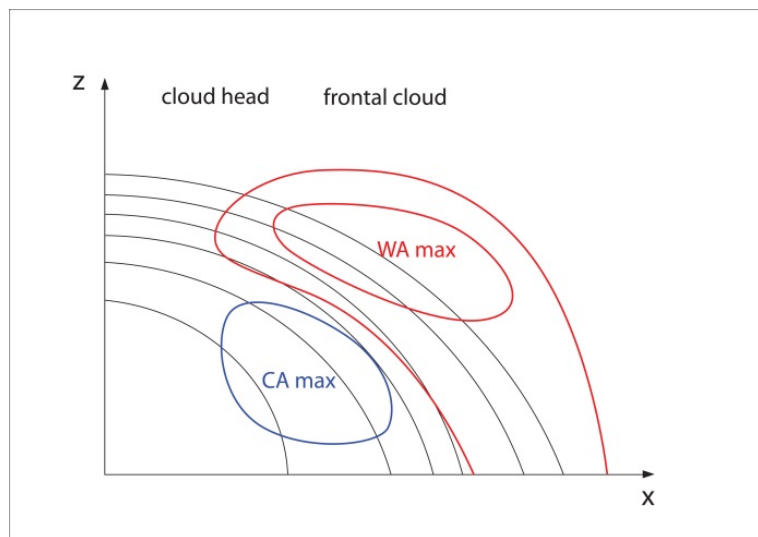
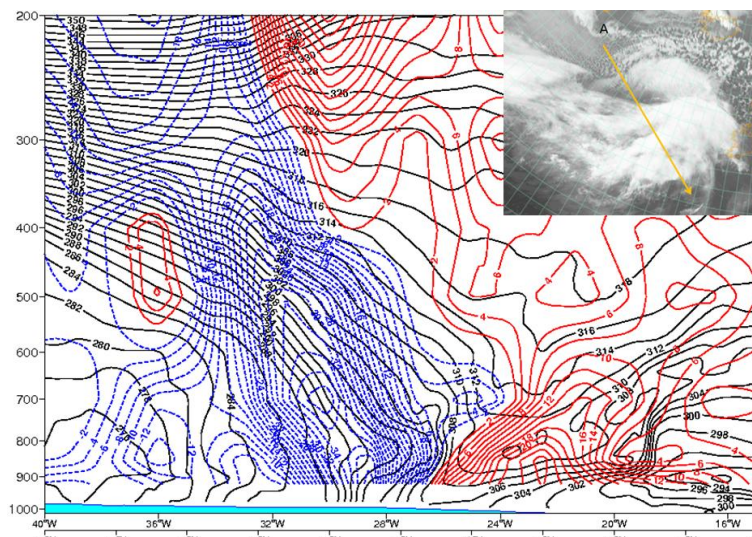


Схема для вологих ізентроп і температурної адвекції: від початкової до розвиненої стадій



8 січня 2015 р., 12:00 UTC – вертикальний переріз А. Чорні лінії – вологі ізентропи (ThetaE), червоні лінії – температурна тепла адвекція, сині лінії – температурна холодна адвекція.

Адвекція завихреності та ізотахи (Vorticity Advection and Isotachs)

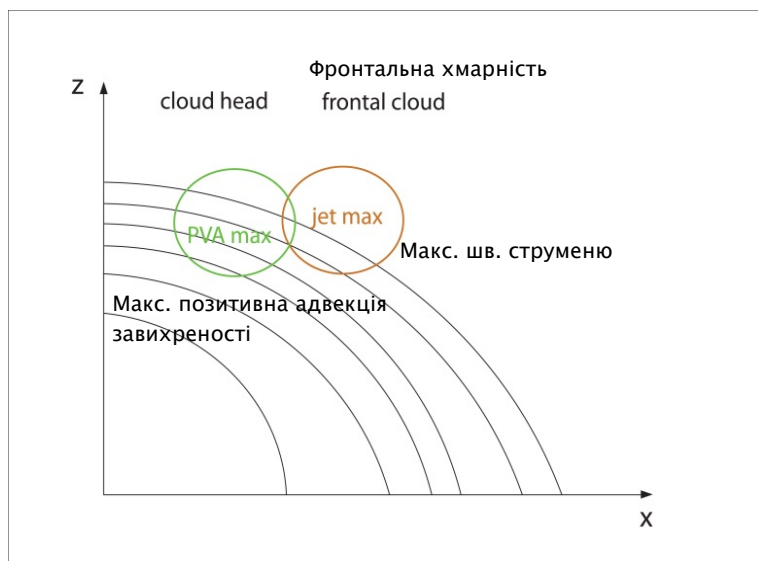
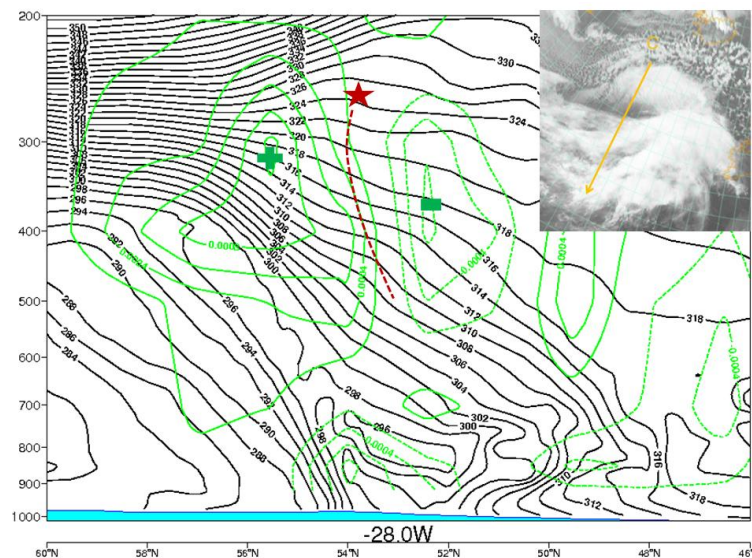


Схема для вологих ізентроп, ізотак та адвекції завихреності: від початкових до розвинутих стадій.



8 січня 2015 р., 12:00 UTC – вертикальний переріз А. Чорні лінії – вологі ізентропи (ThetaE), зелені лінії – адвекція завихреності.

Синоптичні ситуації та явища

Параметр

Опис

Опади

- Інтенсивні опади часто пов'язані з так званою теплою конвеєрною стрічкою (warm conveyor belt).
- Грози спостерігаються всередині внутрішнього краю хмарності, на західній стороні приземної улоговини.

Температура

- Значне підвищення приземної температури в зоні так званої теплої конвеєрної стрічки (warm conveyor belt).

Вітер (в тому числі пориви)

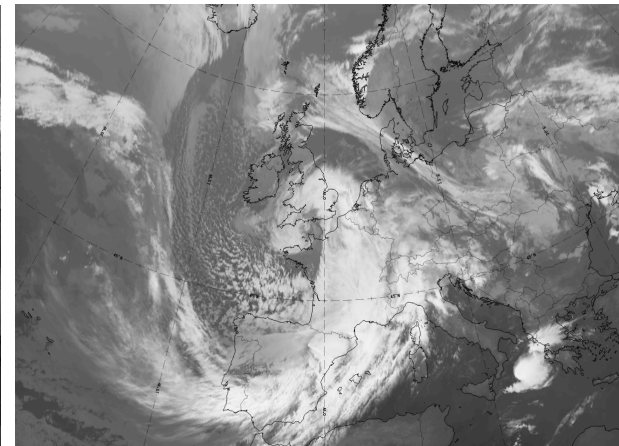
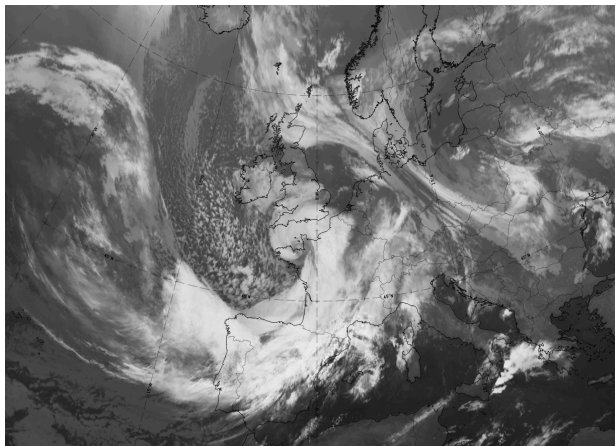
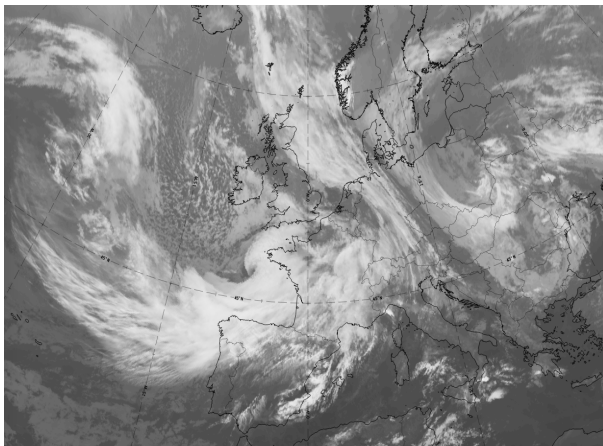
- Сильні вітри в ділянці верхньої частини хмари. У екстремальних випадках вітер може досягати ураганної сили.
- Дуже сильні пориви відмічаються в перехідній зоні між темним і білим забарвленням, поблизу холодного фронту, як це можна побачити на WV зображеннях.
- У випадках струминної течії, може спостерігатись ураганний вітер із поривами до 200 км/год.

Інша відповідна інформація

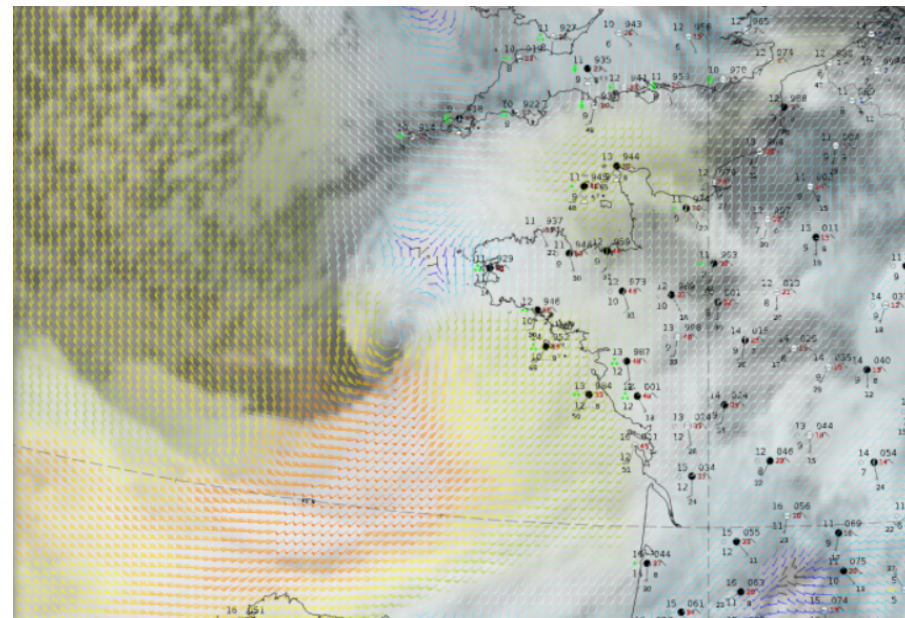
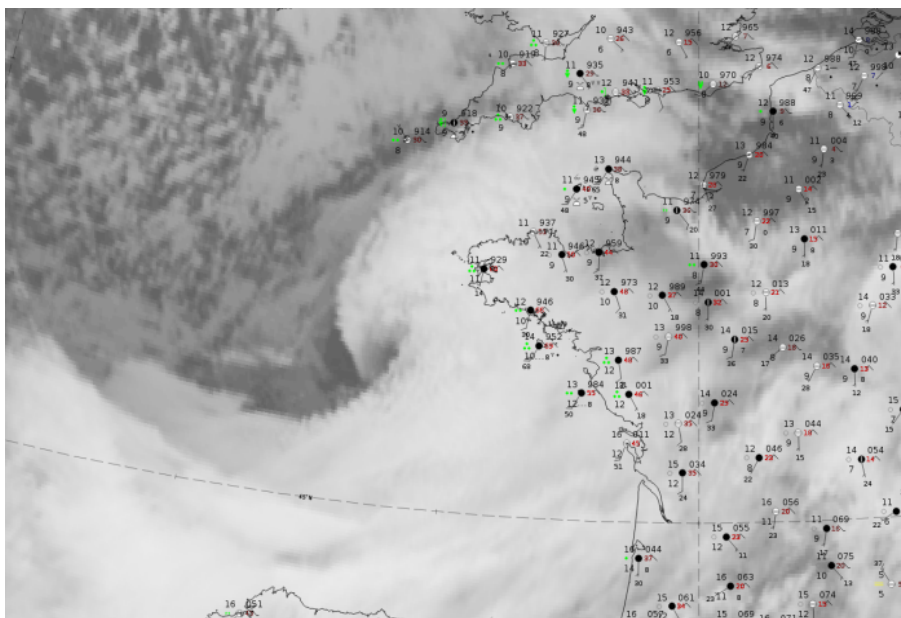
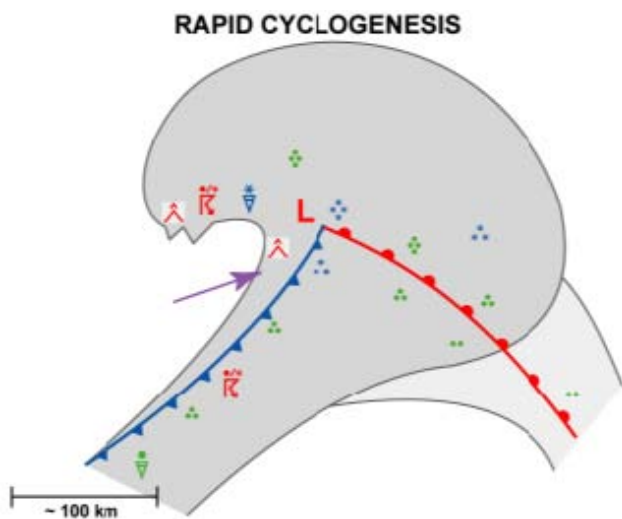
- Дуже сильні падіння та підйоми тиску.

Як описано вище, швидкий циклогенез часто пов'язаний з небезпечними або навіть катастрофічними погодними явищами. Оскільки розвиток зазвичай починається над Атлантикою, сувора погода спостерігається, коли вона вже досягла «розвиненої» та «зрілої» стадій. Щоб показати декілька прикладів погодних явищ, обрано випадок за 1–2 жовтня 2020 року.

IR зображення. Зліва – 1 жовтня 18 UTC, стадія розвитку; в центрі – 2 жовтня 00 UTC, розвинена фаза; справа – 2 жовтня 06 UTC, зріла фаза.

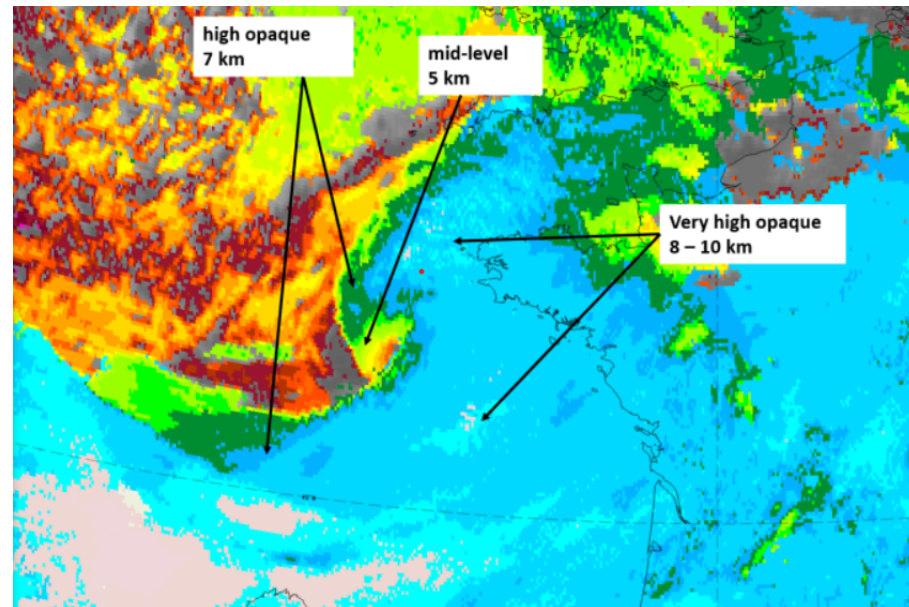
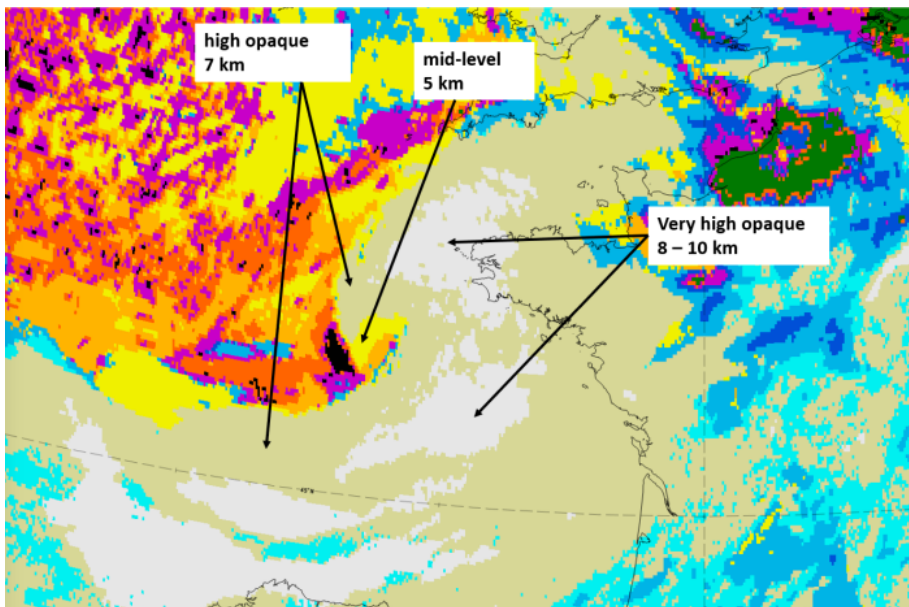


Швидкий циклогенез – стадія розвитку: 1 жовтня 2020 р., 18 UTC

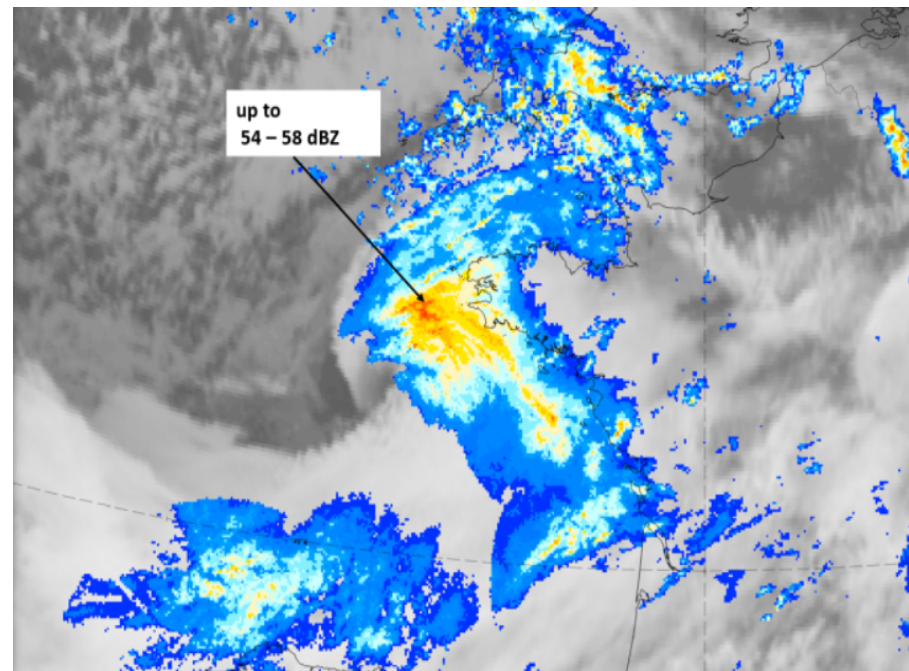
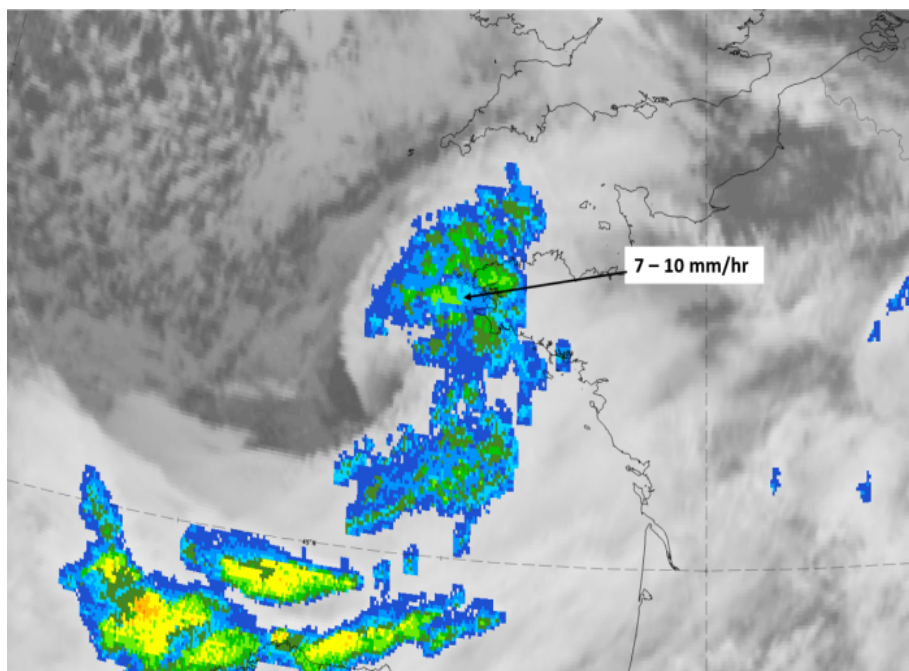


Погодні явища у приземному шарі.

1 жовтня 2020 р., 18 UTC: зображення IR + синоптичні вимірювання (зліва), ймовірність помірного дощу, продукт NWCSAF (справа).

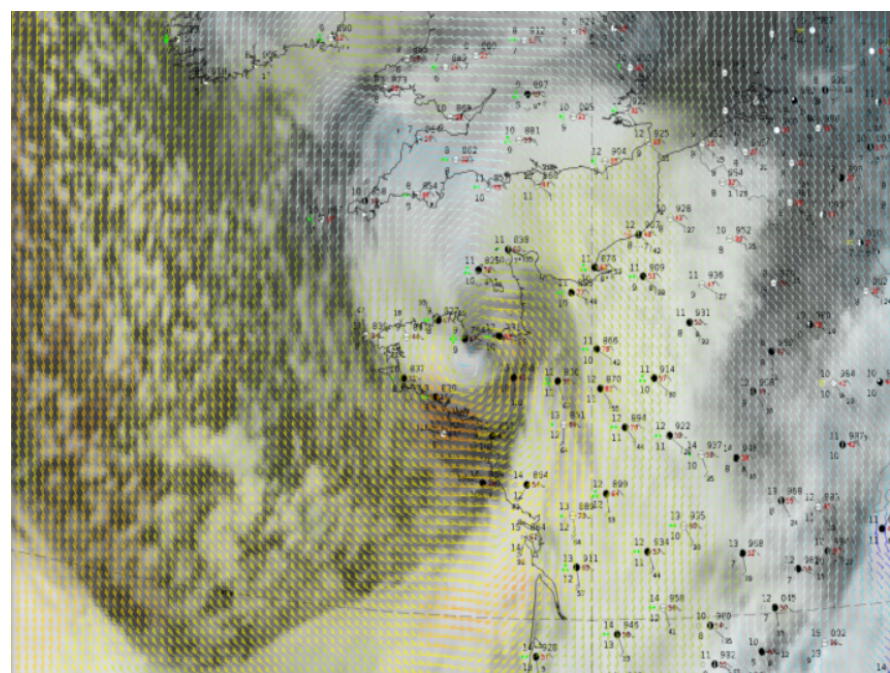
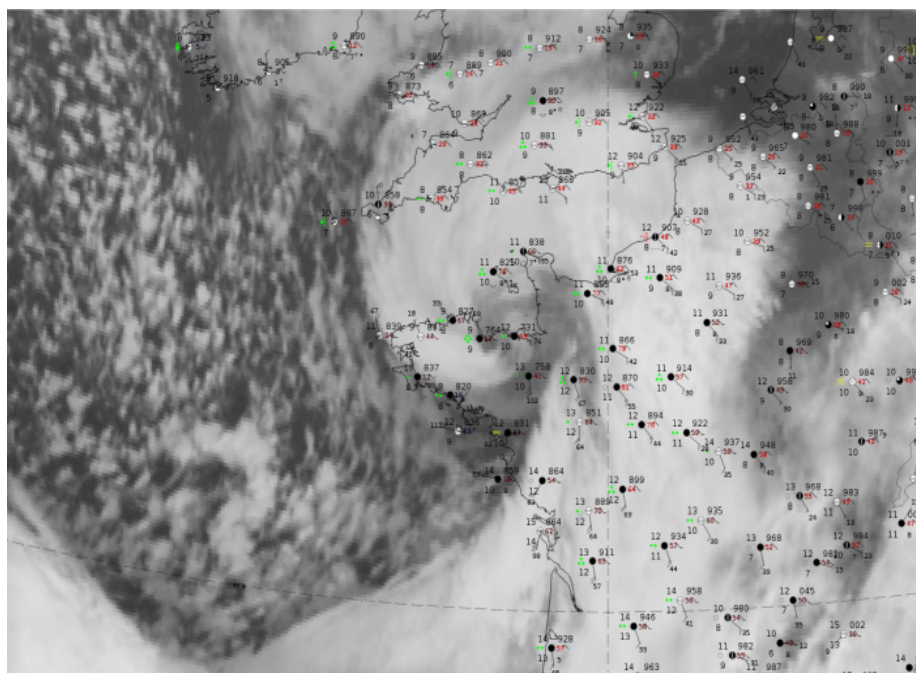
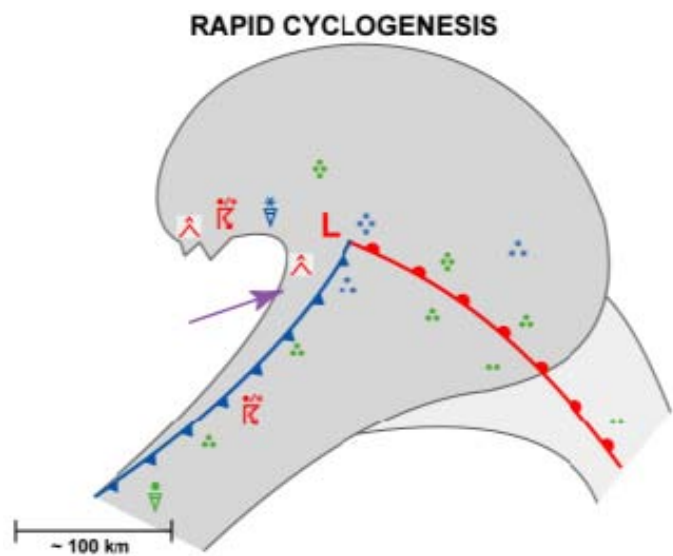


1 жовтня 2020 р., 18 UTC, зображення IR, superimposed. Cloud Type (зліва), IR + Cloud Top Height (справа).



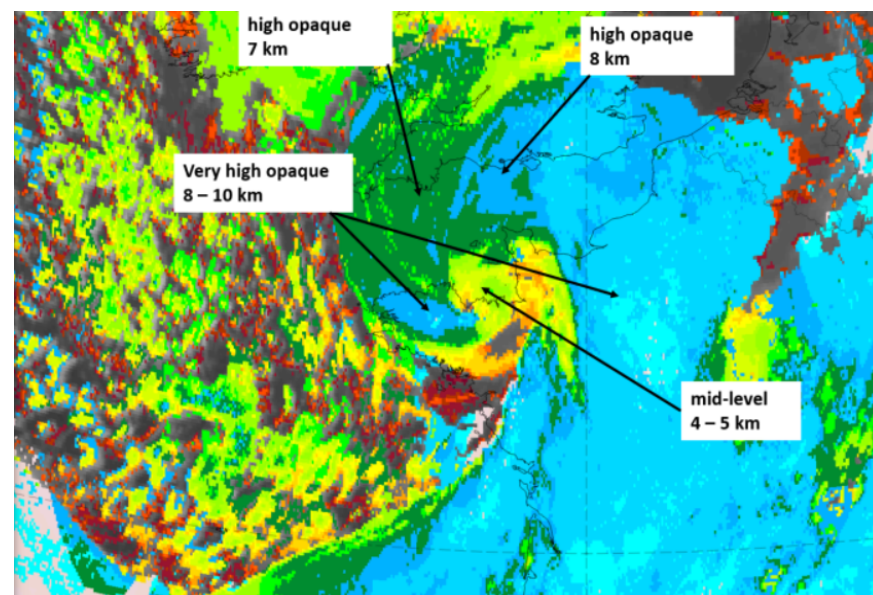
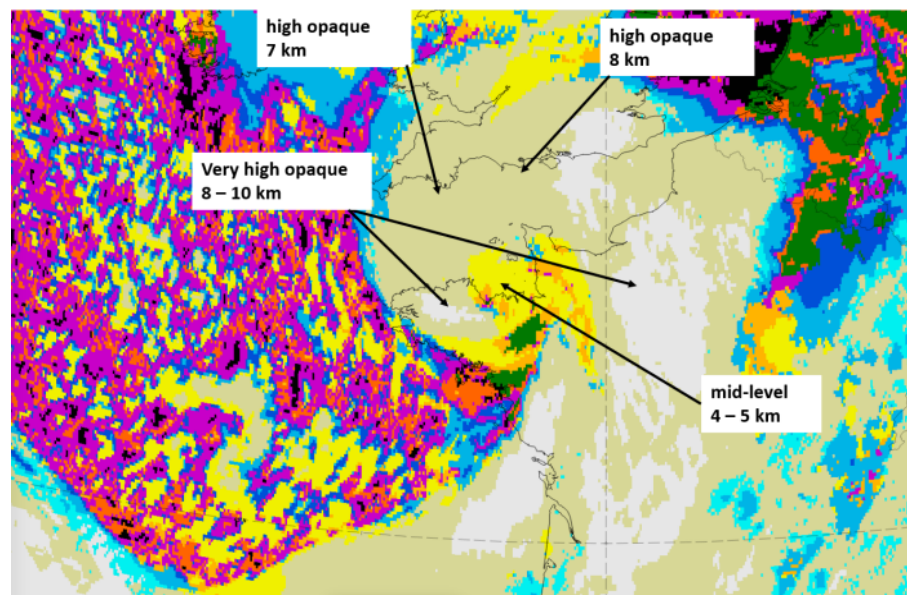
1 жовтня 2020 р., 18 UTC, зображення IR, superimposed. Convective Rainfall Rate (зліва), Інтенсивність радіолокації від радіолокаційної системи Орега (справа).

Швидкий циклогенез – розвинена стадія: 2 жовтня 2020 р., 00 UTC

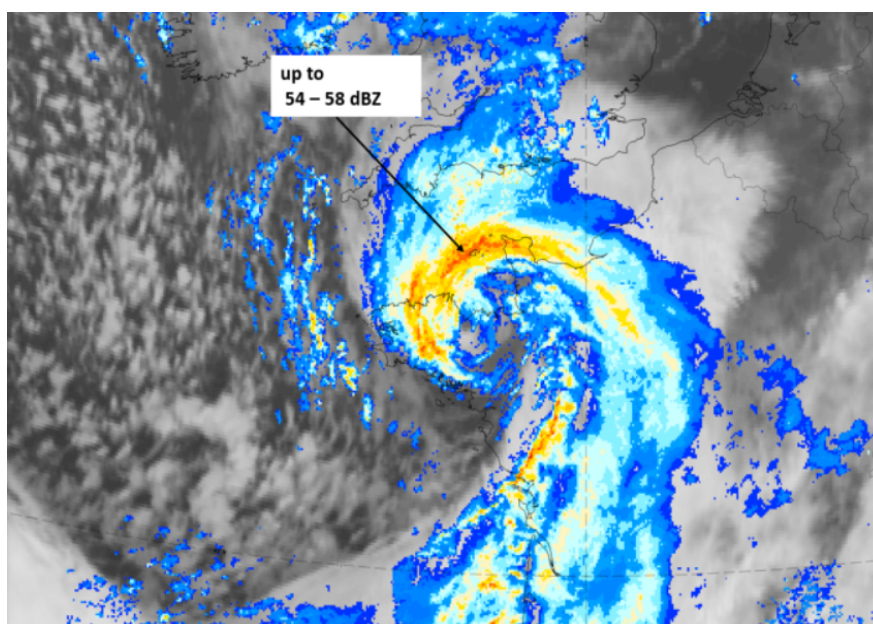
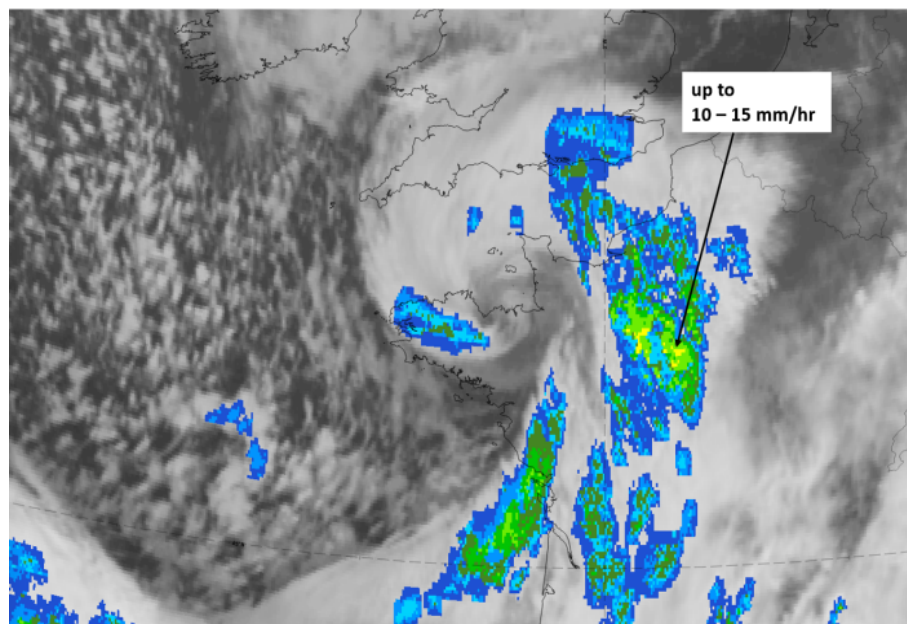


Погодні явища в приземному шарі

На розвиненій стадії швидкого циклогенезу, яку можна спостерігати над Бретанню та Нормандією, відмічаються інтенсивні опади на значній території. Найсильніші приземні вітри з'являються безпосередньо на південь від центру циклону зі значеннями швидкості до 50 вузлів.



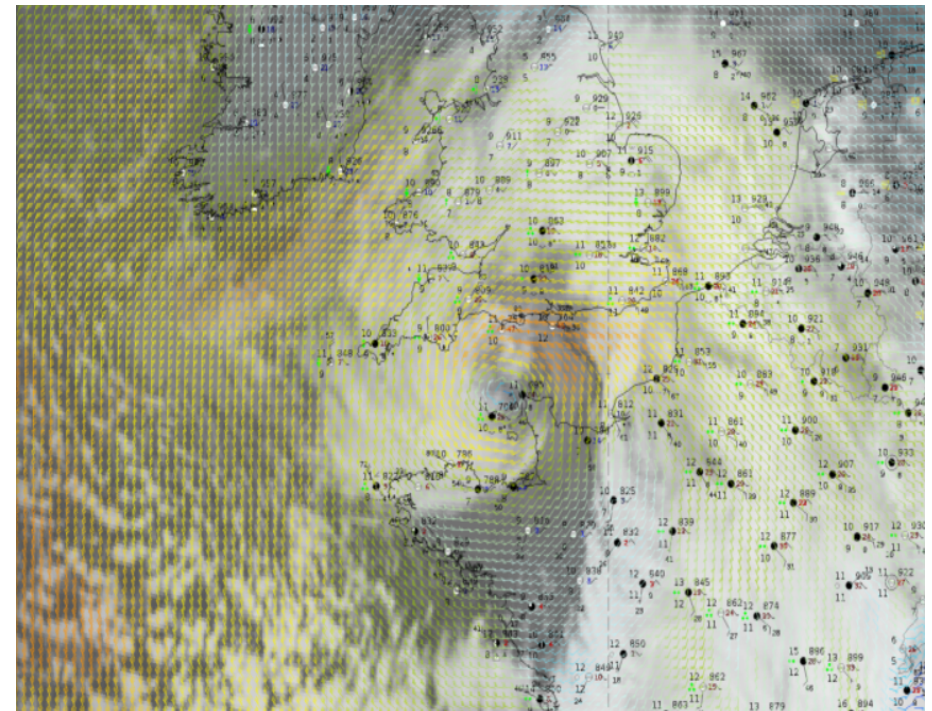
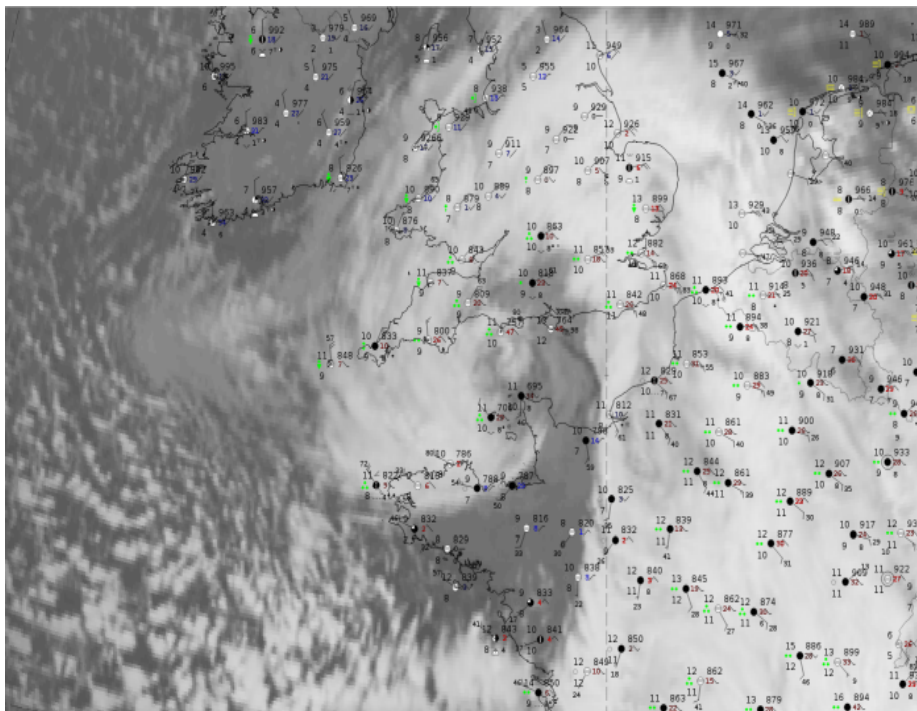
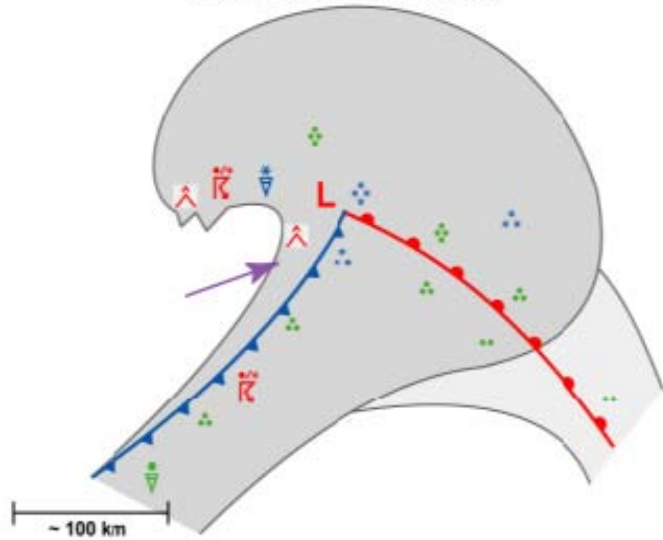
2 жовтня 2020, 00 UTC, зображення IR, superimposed. Cloud Type – продукт NWCSAF (зліва), Cloud Top Height – продукт NWCSAF (справа).



2 жовтня 2020, 00 UTC, зображення IR; superimposed. Convective Rainfall Rate – продукт NWCSAF (зліва), Інтенсивність радіолокації від радіолокаційної системи Opera (справа).

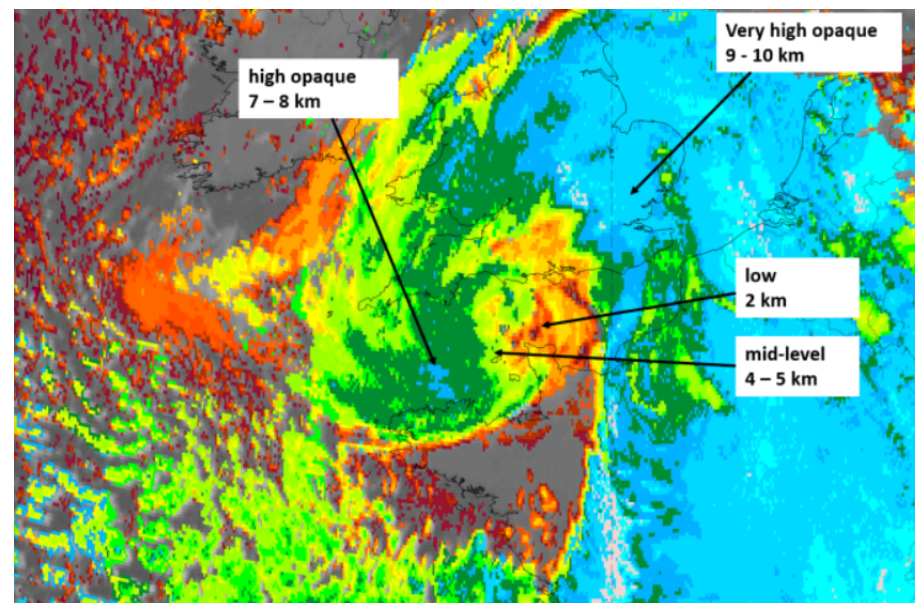
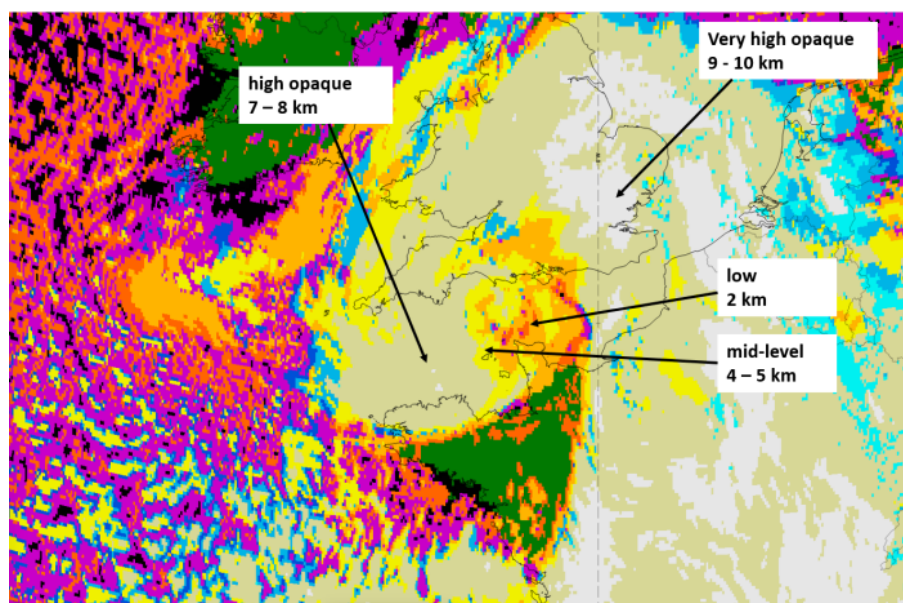
Швидкий циклогенез – зріла стадія: 2 жовтня 2020 р., 06 UTC

RAPID CYCLOGENESIS

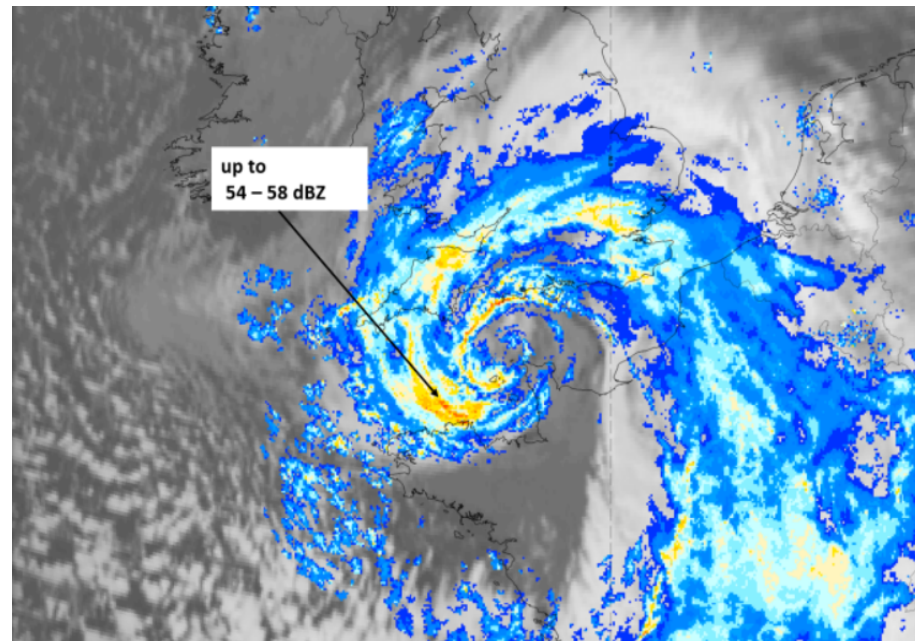
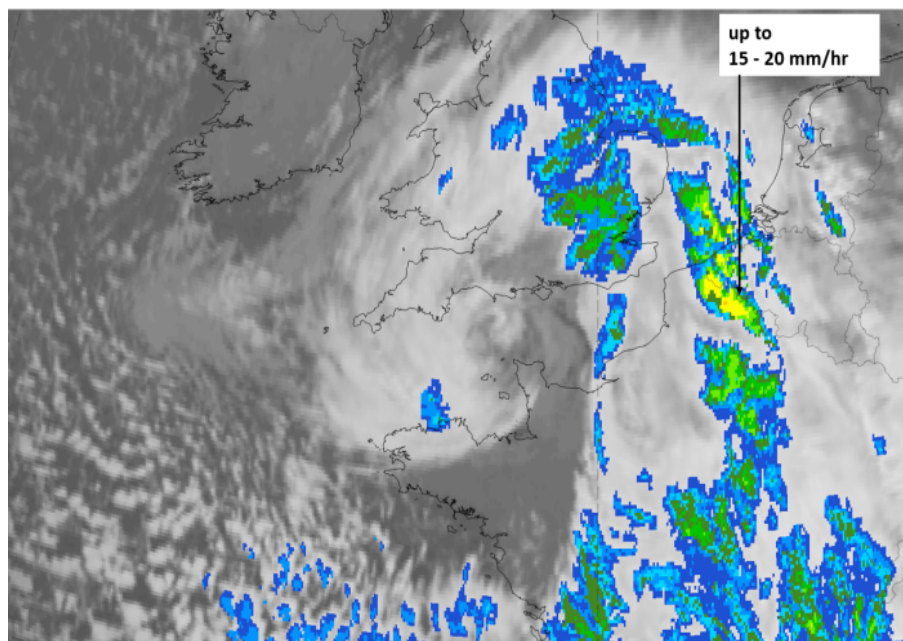


Погодні явища в приземному шарі

На зрілій стадії швидкого циклогенезу, що спостерігається над протокою Ла-Манш – все ще відмічаються інтенсивні опади на значній за площею території. Найсильніші приземні вітри з'являються безпосередньо на північний схід від центру циклону зі значеннями швидкості до 50 вузлів.



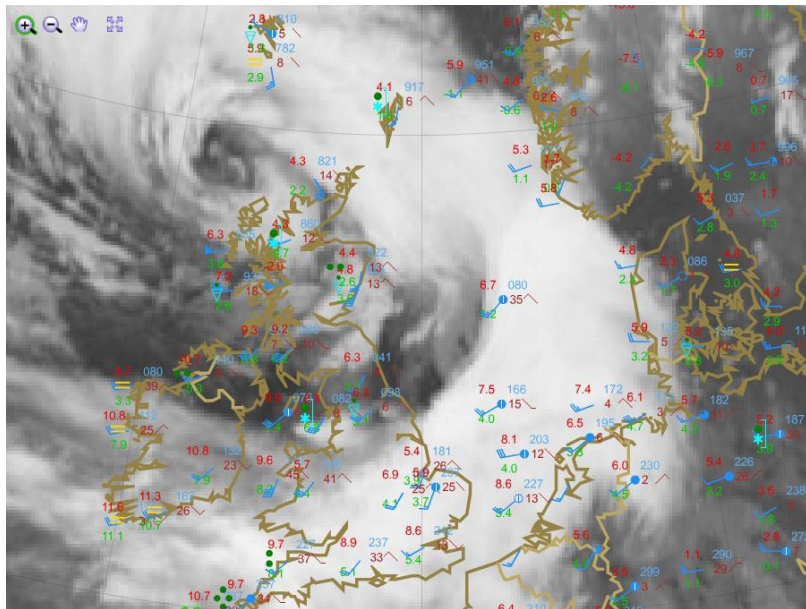
2 жовтня 2020 р., 06 UTC, зображення IR, superimposed. Cloud Type – продукт NWCSAF (зліва), Cloud Top Height – продукт NWCSAF (справа).



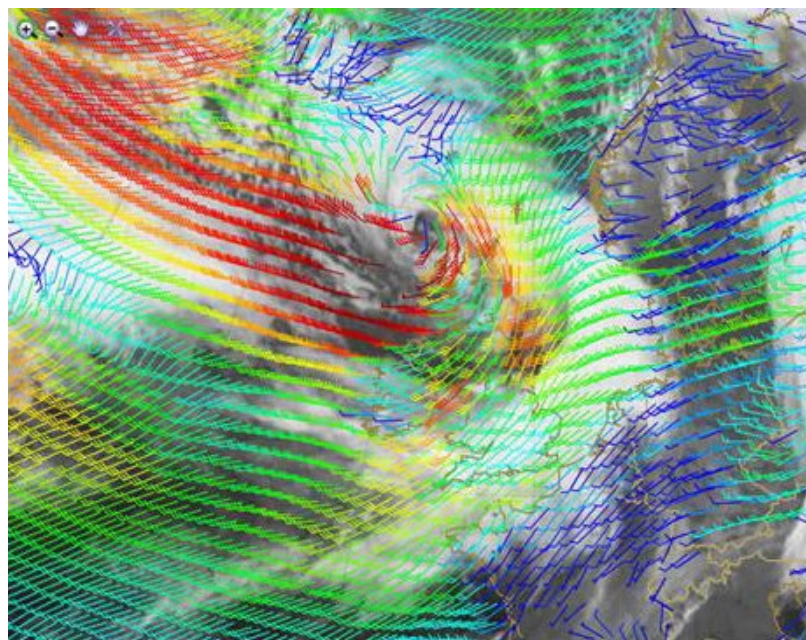
2 жовтня 2020 р., 06 UTC, зображення IR, superimposed. Convective Rainfall Rate – продукт NWCSAF (зліва), Інтенсивність радіолокації від радіолокаційної системи Опера (справа).

Однією важливою, навіть катастрофічною, погодою подією, що відмічалася на пізніших стадіях розвитку швидкого циклогенезу, є поява струминних потоків. Для демонстрації такої події використовується випадок за 9 січня 2015 року. Струминний потік можна спостерігати о 00 UTC.

Хоча так звана хмарна спіраль (центр циклону) не розміщується безпосередньо над сушею – сильні зливи та високу швидкість вітру можна спостерігати в синоптичних вимірюваннях над Гебридськими островами (північно-західна Шотландія).



9 січня 2015, 00 UTC, Meteosat; зображення IR 10.8 та синоптичні спостереження.



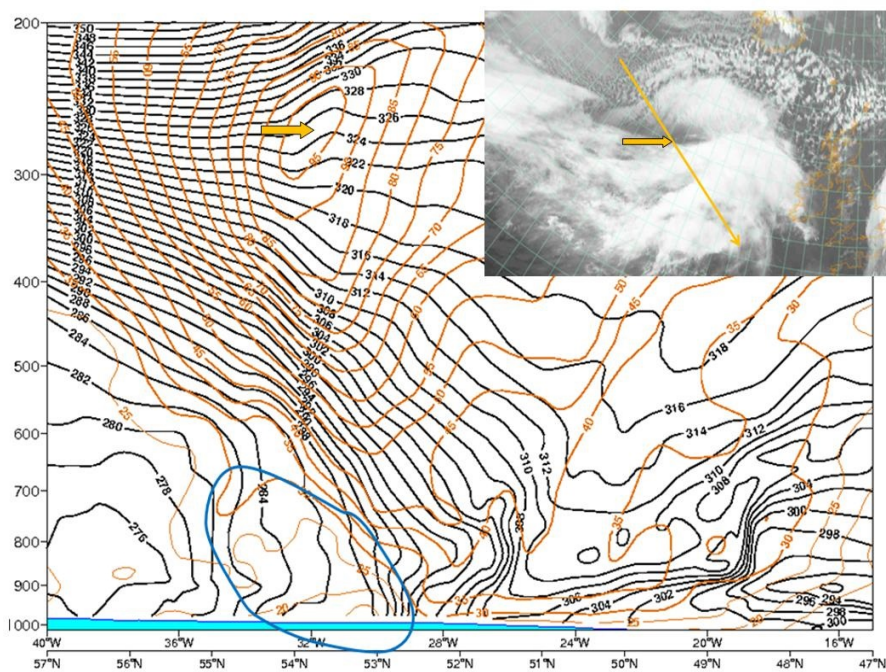
9 січня 2015, 00 UTC, Meteosat; зображення IR 10,8 та модельні дані ECMWF – шв. вітру на висоті 10 м.

Максимум швидкості вітру на висоті 10 метрів та його розташування, типове для струминного потоку, можна побачити на зображенні за 9 січня 2015 року, 00:00 UTC. Такі струминні потоки можуть з'являтися у внутрішній частині хмарної спіралі під час розвиненої та зрілої стадій швидкого циклогенезу.

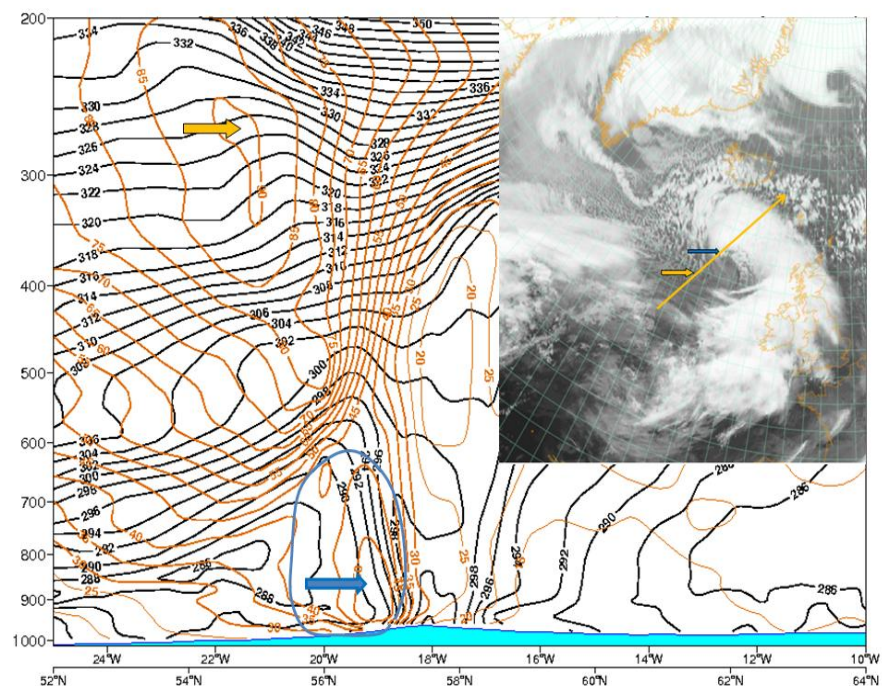
Струминний потік — це мезомасштабна (шириною не більше 100 км) зона повітря, що рухається дуже швидко та опускається з висоти 3–4 км до приземного шару на південь від центру улоговини. Сильні вітри тривають лише кілька годин, але вони можуть завдати великої шкоди у приземному шарі. У зв'язку з будь-яким інтенсивним циклогенезом можуть виникати струминні потоки. Їх будова та розвиток ще до кінця не вивчені.

Наступні два зображення показують вологі ізентропи та ізотехі у вертикальних поперечних перерізах за 8 січня 2015 року о 12:00 та 18:00 UTC. Обидва поперечні перерізи показують максимум швидкості висотного струминного потоку приблизно між 250 і 300 гПа. Але протягом цих 6 годин, у нижніх шарах атмосфери розвинувся другий максимум вітру на висотах між 950 і 800 гПа.

Незважаючи на те, що не так легко визначити, чи це струминний потік чи якийсь інший максимум швидкості вітру – ці два зображення знизу демонструють важливість використання вертикальних атмосферних перерізів для більш детального дослідження сильних вітрів і можливості їхнього руйнівного впливу.



8 січня 2015, 12:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Чорні лінії – вологі ізентропи; коричневі лінії – ізотехія; жовта тонка стрілка – орієнтація лінії вертикального перерізу атмосфери; жовта товста стрілка – положення серцевини висотного струминного потоку; синя лінія – площа під фронтом від приземного шару до 700 гПа.



8 січня 2015, 18:00 UTC – Meteosat 10, зображення IR 10.8. Чорні лінії – вологі ізентропи; коричневі лінії – ізотехія; жовта тонка стрілка – орієнтація лінії вертикального перерізу; жовта товста стрілка – положення серцевини висотного струминного потоку; синя стрілка – положення струменя низького рівня; синя лінія – площа під фронтом від приземного шару до 700 гПа.