

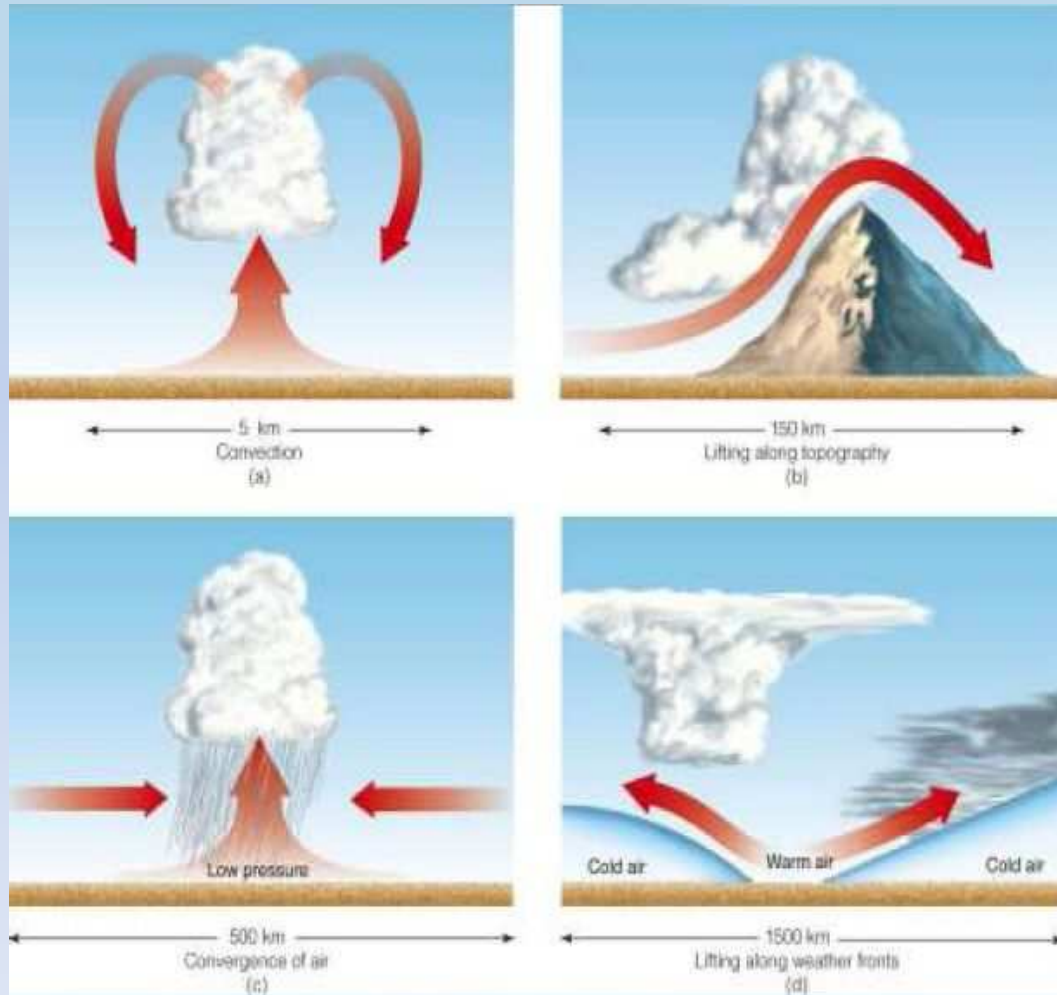
A JÉGESŐELHÁRÍTÁS MÓDSZEREI

OMSZ – Időjárás-előrejelző Osztály

feher.b@met.hu



Felhőkeletkezés: Folyamatok, amelyek feláramlásra készítik a levegőt.



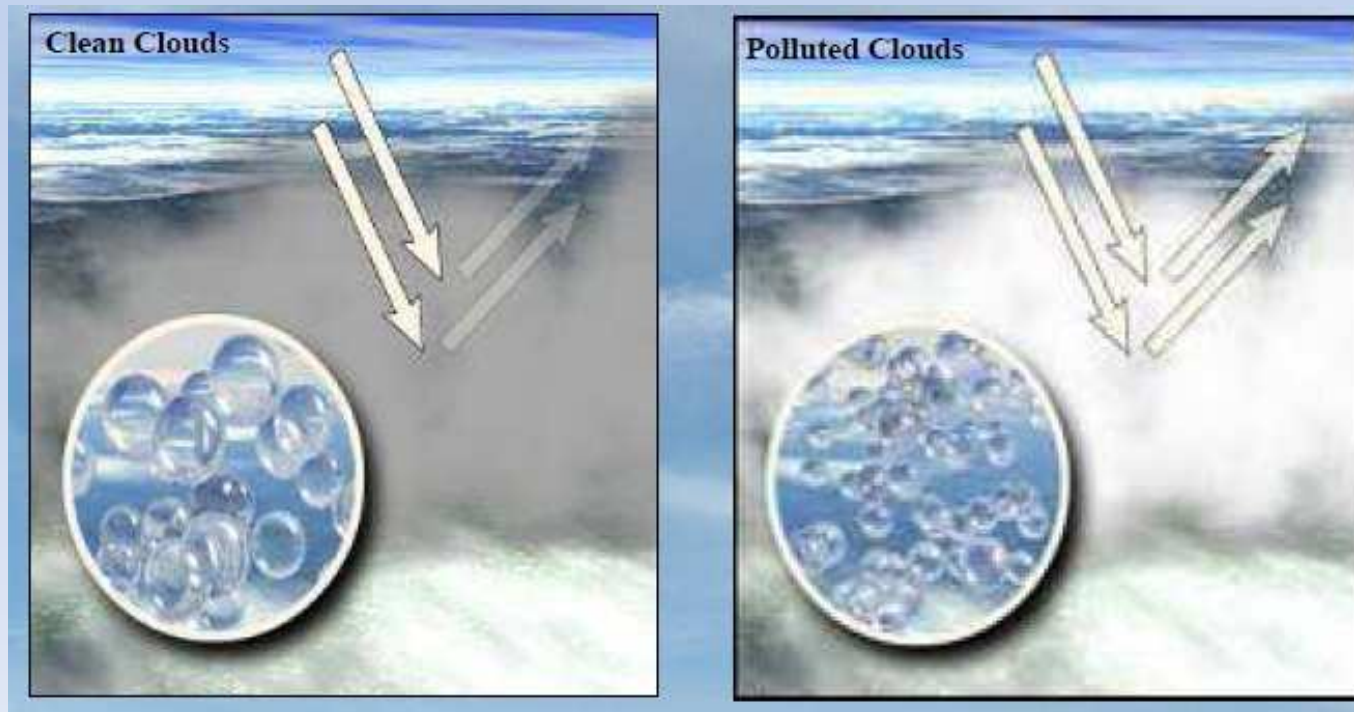
- Légtömegben belüli konvekció
- Orográfia
- Konvergencia
- Front

Tengermelléki felhők:

Kicsi bennük a felhőelemek koncentrációja, általában óceánok felett keletkeznek tiszta környezetben. Nagyok a felhőelemek, a felhő sötétebb.

Kontinentális felhők:

Nagy bennük a felhőelemek koncentrációja, kisebbek a felhőelemek. Általában szárazföldek felett alakulnak ki, szennyezett környezetben (szennyezett felhők). A felhő világosabb.



AEROSZOLOK

Természetes források:

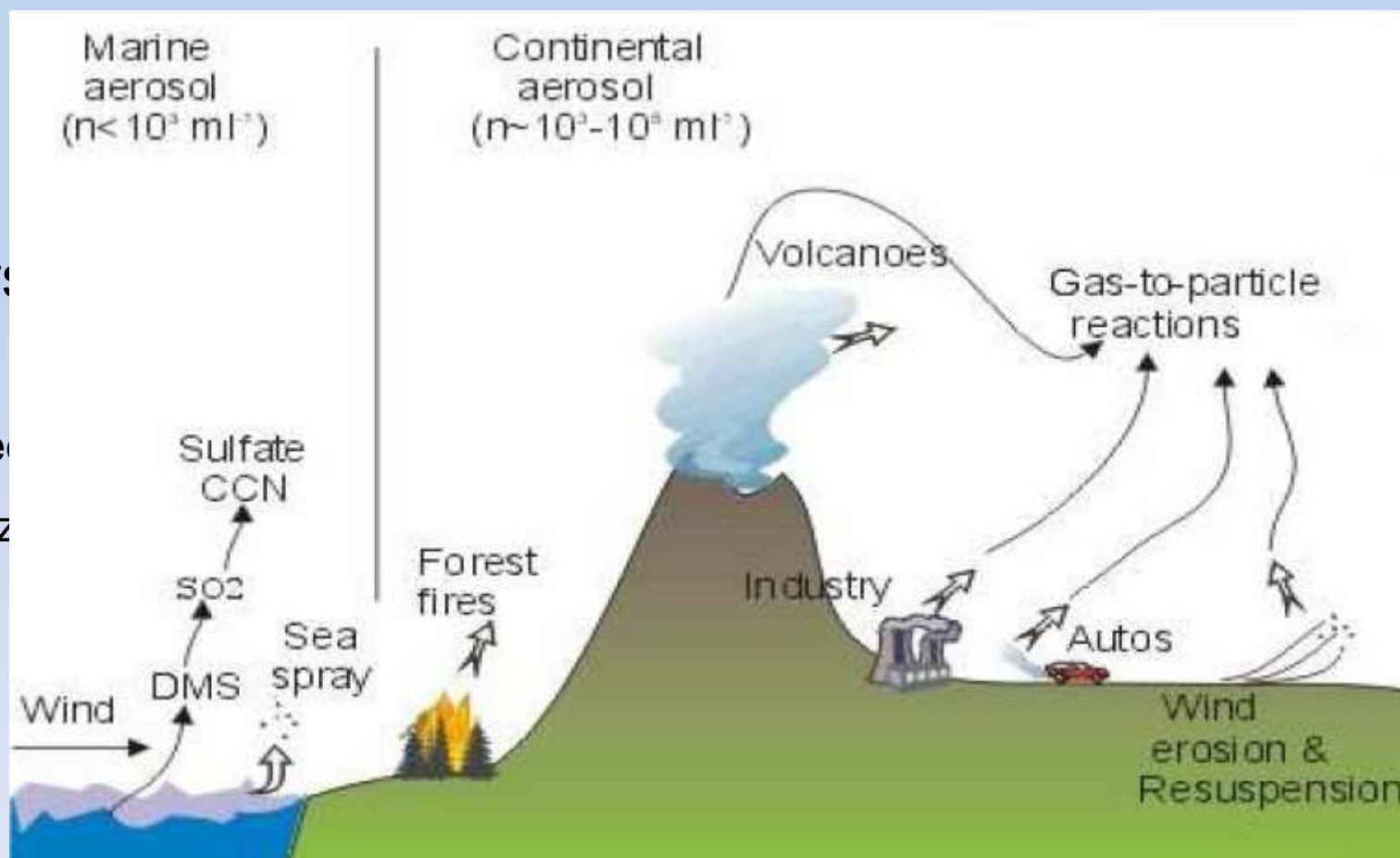
- Porvihar
- Tenger
- Vulkán
- Erdőtűz

Mesterséges források:

- Ipar
- Közlekedés
- Bányászat

Természetes típusok:

- Por, homok



CS

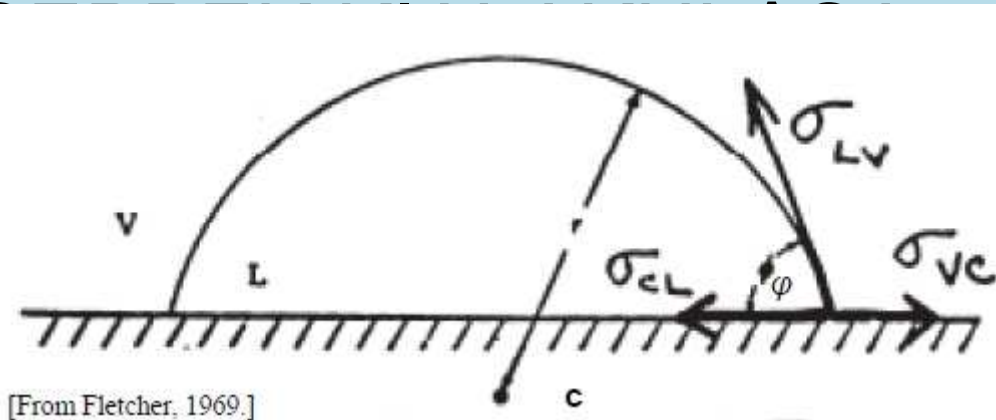
Homogén kond

A kondenzáció r
végbemegy, de
szükség. A te

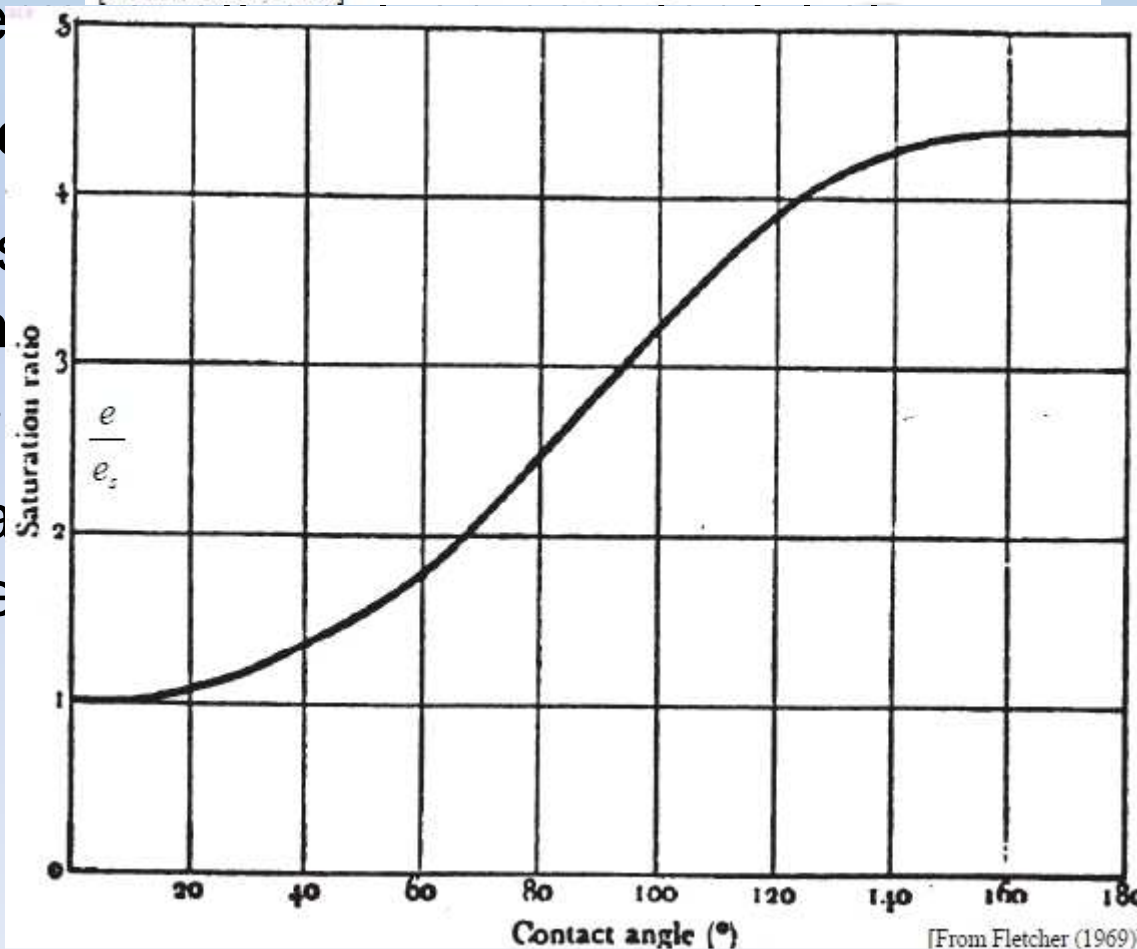
Heterogén k

Külső anyag s
anyag lehet h
higroszkópos

A legjobbak a
alacsony túlte



[From Fletcher, 1969.]



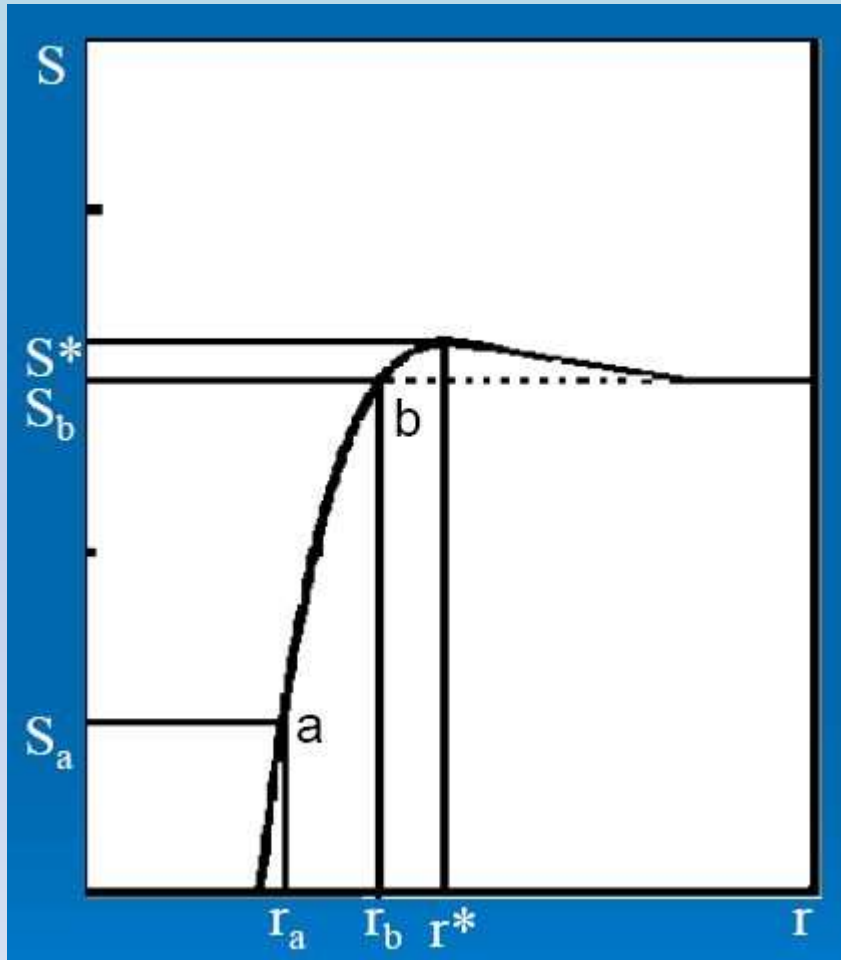
[From Fletcher (1969)]

öre van

. Ez az

ik, és
áció.

CSEPPNÖVEKEDÉS

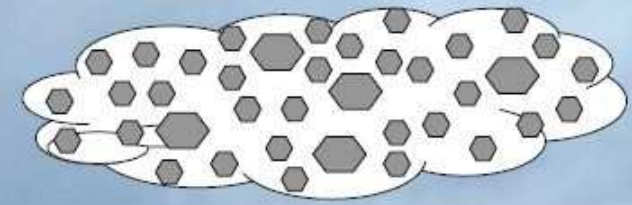


Köhler-görbe:

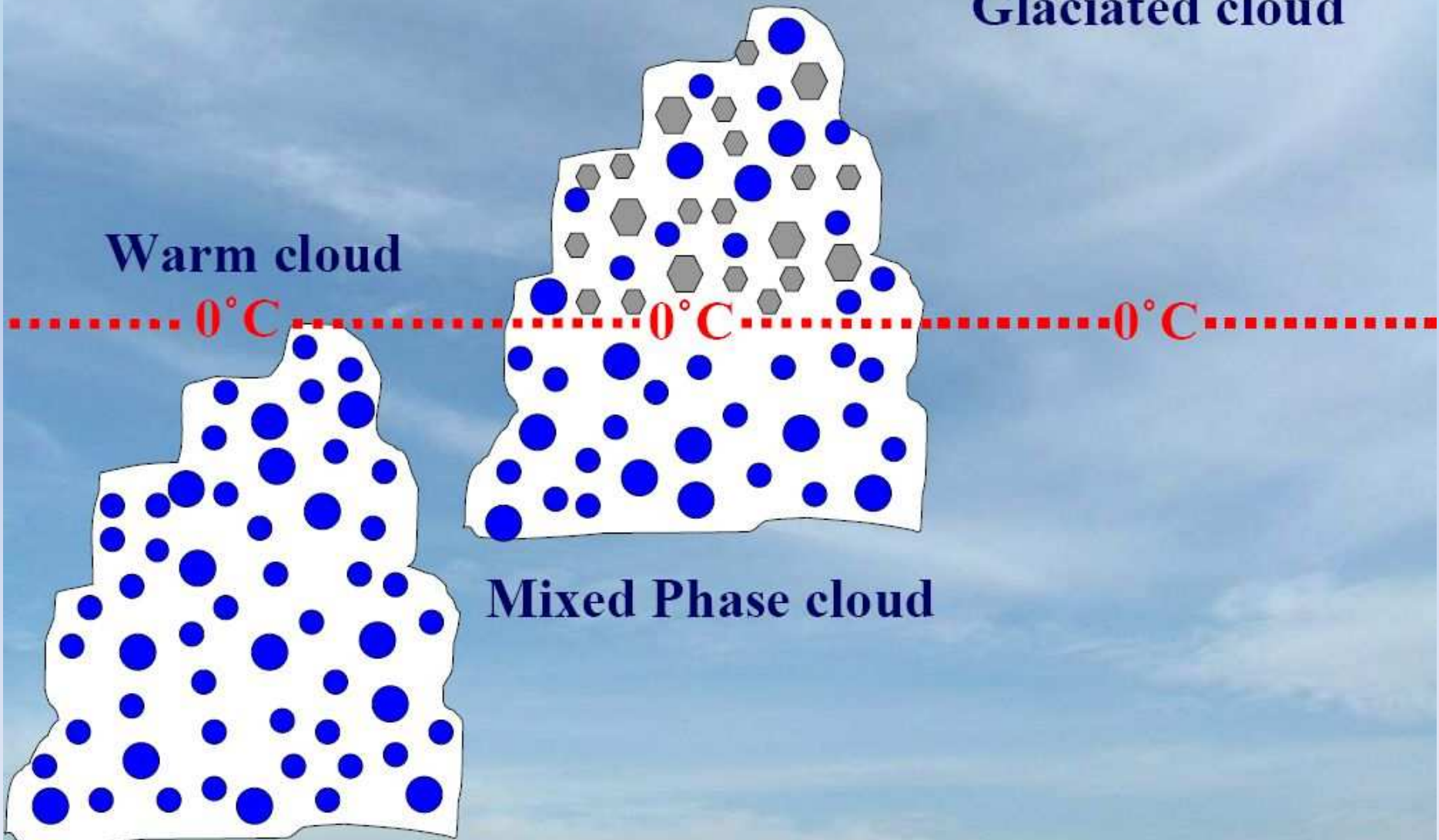
A tútelítettség növekedésével elkezdi növekedni a csepp, de egy kritikus sugár elérése után nem fog tovább növekedni.

A kritikus méretet elérve beszélünk felhőelemekről.

- Water drop
- ⬡ Ice crystal



Glaciated cloud



Warm cloud

Mixed Phase cloud

JÉGKRISTÁLYOK KIALAKULÁSA

Homogén fagyás:

A fagyás minden egyéb „segédanyag” nélkül végbemegy, de ehhez -40 fokos hőmérsékletre van szükség. A természetben ennél magasabb hőmérsékleten is vannak már jégkristályok.

Heterogén kondenzáció:

Külső anyag segítségével megy végbe a fagyás.

A fagyás végbemehet **depozícióval**, amikor vízgőzből közvetlenül jég alakul ki, kihagyva a vízfázist, illetve a túlhűlt vízből történő **kifagyással**.

A legjobb jégmag tulajdonságai:

- szilárd
- hidrofób
- a kristályszerkezete a jégéhez hasonló



Syringae

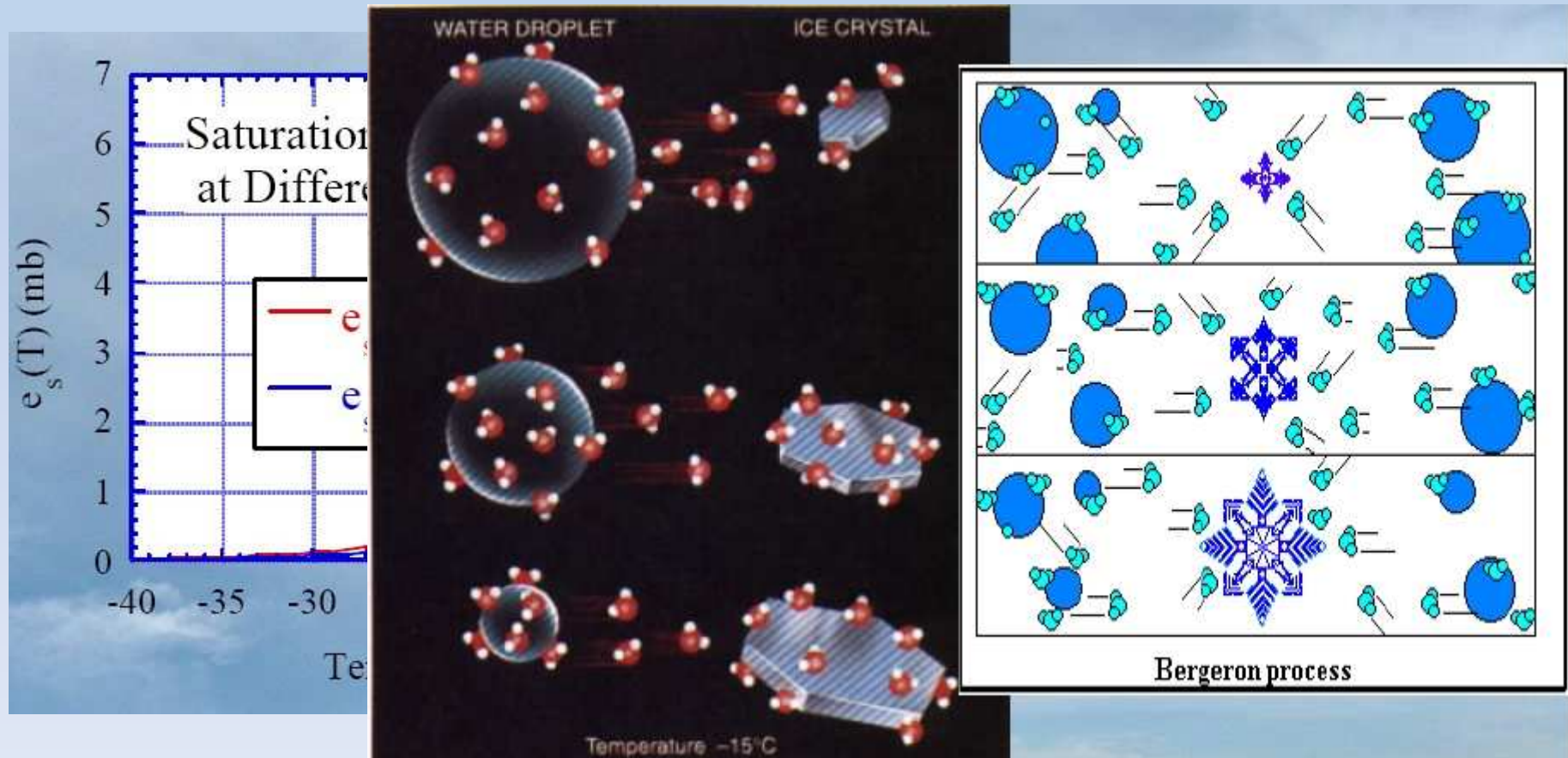
substances nucleate ice. (From)

| Temperature nucleate ice (°C) | Comments |
|-------------------------------|-------------------------|
| 0 | — |
| -4 | Insoluble |
| -6 | Slightly soluble |
| -7 | Insoluble |
| -7 | Insoluble |
| -8 | Insoluble |
| -8 | Insoluble |
| -12 | Soluble |
| -12 | Soluble |
| -7 | (Silicate) |
| -9 | |
| -13 | |
| -13 | |
| -15 | |
| -16 | |
| -2 | |
| -2 | |
| -5 | |
| -8.5 | |
| -9.4 | |
| -2.6 | (Bacteria in leaf mold) |

A baktériumok közül a legjobb: pseudomonas syringae(-2 fok). Ezt tartalmazza a SNOWMAX nevezetű anyag, amit a sípályák használnak a hóágyúzás során.

JÉGKRISTÁLYOK NÖVEKEDÉSE

Bergeron-Findeisen folyamat: A víz felett nagyobb a telítési gőznyomás, mint a jég felett => A vízcsepp felett több vízmolekula van. Amíg a jégkristály túltelített, a vízcsepp csupán telített állapotban van, a jégkristály a vízcsepp kárára fog növekedni.



JÉGKRISTÁLYOK NÖVEKEDÉSE

Összeolvadás:

A jégkristályok koagulálnak egymással, és egy nagyobb jégdarab keletkezik. Így alakul ki a hópehely. Az esési sebesség, a hőmérséklet és a kristályok alakja határozza meg, hogy milyen hatékonyságú a folyamat.

Zúzmarásodás:

A jégkristály esés közben túlhűlt vízcseppekkel találkozik, amik azonnal ráfagynak a jégkristályra.

A keletkező hidrometeorok:

Graupel: Zúzmarásodással keletkezik, a kristályok elvesztik hatszögletes alakjukat. Jégmagként is funkcionálnak. 2-5 mm átmérőjűek.

Jégeső: Kis jéggolyóból indul, majd a Cb-felhőben többször le-fel mozog, ahogy az áramlások mozgatják, és hatalmasra megnőhet.

BEAVATKOZÁS A TERMÉSZETES FOLYAMATBA

A **felhőmagvasítás** az a folyamat, amikor mesterségesen juttatunk a felhőbe kondenzációs magvakat, vagy jégmagvakat. Ezzel megváltoztatható a felhőből hulló csapadék mennyisége és/vagy típusa.

Meleg felhők magvasítása:

Higroszkópikus magvasítás, amelynek során sókristályokat juttatnak a felhőbe, amelyekre kikondenzálódik a víz, és addig növekszik, amíg elég nagy nem lesz ahhoz a csepp, hogy csapadék formájában kihulljon a felhőből.

Vegyes halmazállapotú felhők magvasítása:

Statikus mód: Jégkristályokat vagy ezüst-jodidot juttatnak a felhőbe, ezzel megnövelik a jégmagvak számát, hogy több, de kisebb méretű jég keletkezzen.

Dinamikus mód: Fokozzák a feláramlást, hogy több vizet fel tudjon venni a felhő, és több csapadék keletkezzen.

Statikus mód:

A legjobb felhők azok, amelyek

- kontinentálisak
- alacsony a felhőalapjuk
- a felhőtető -25 fok felett van
- elegendő mennyiségű túlűlt víz van benne

Dinamikus mód:

A túlűlt víz megfagy a magvasítás hatására, ami melegíti a környezetét. Növekszik a labilitás, amitől nő a feláramlás sebessége. A felhő így több vizet tud magába fogadni és több csapadékot képes adni.

Túlmagvasítás:

Sokkal több mesterséges anyagot juttatnak a felhőbe, ami azt eredményezi, hogy nagyon kicsi jégdarabok, vagy nagyon kis vízcseppek keletkeznek, amik nem érik el azt a méretet és tömeget, hogy kihulljanak a felhőből. Így történik a csapadék-redukció.

Jégeső-elhárítás során használt eszközök:

- Föld-levegő rakéták
- Ágyúk
- Repülőök
- Talajgenerátorok

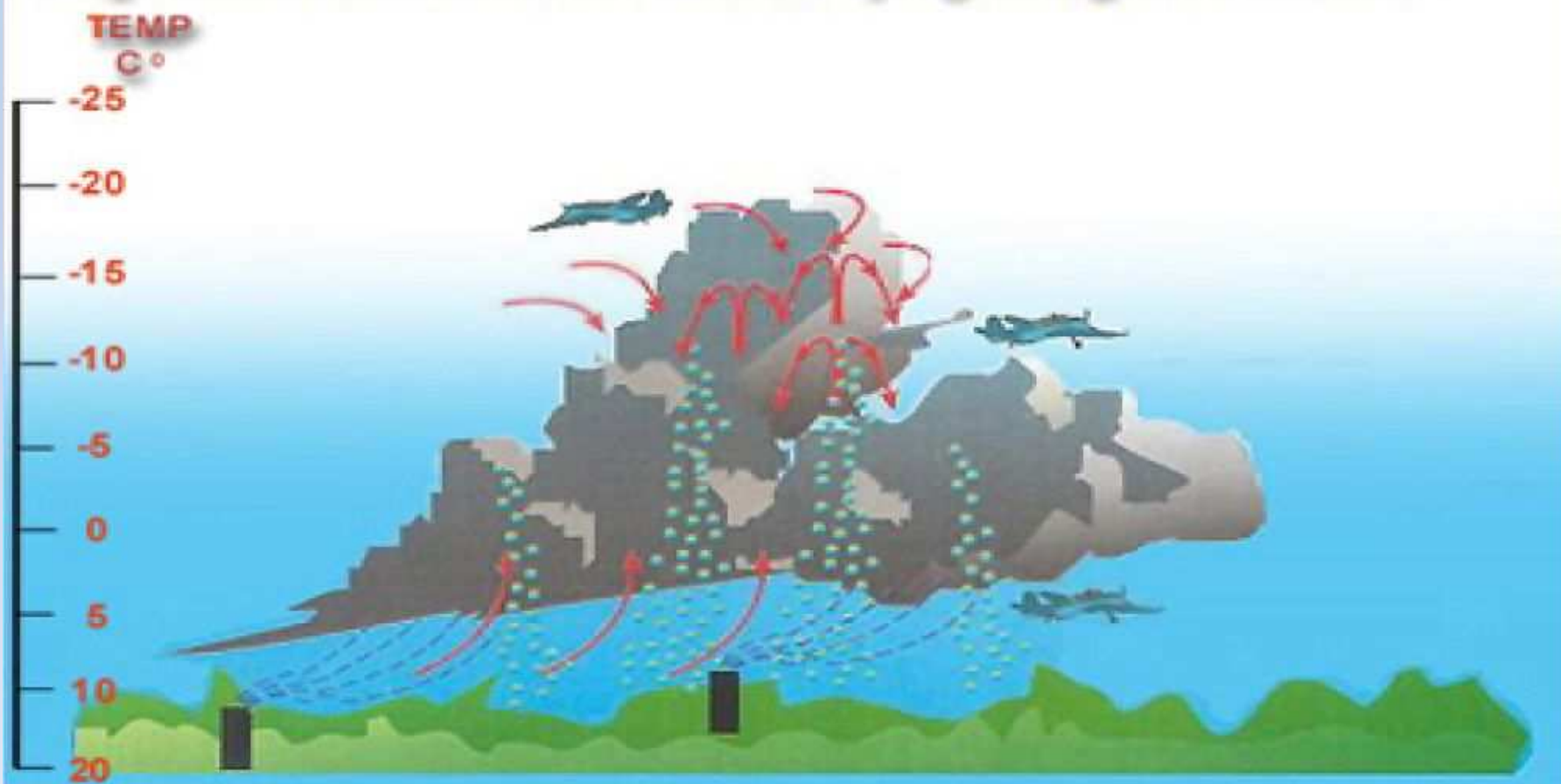
A lényeg mindegyiknél ugyanaz, vagyis magvasító anyagot, ezüst-jodidot juttassunk a légkörbe.



SEEDING METHODS

Three Possible Methods :

- Ground based AgI Generators
- "Static Seeding" -
Airborne continuous AgI seeding near the cloud base
- AgI flares released from aircraft flying at higher altitudes



Országok, ahol folyik valamilyen időjárásmódosítás



IDŐJÁRÁS-MÓDOSÍTÁSOK KÍNÁBAN



Egyéb időjárás-befolyásoló tevékenységek: ködoszlatás, villám-redukció, csapadékkeltés

IDŐTÁRÁS-MÓDOSÍTÓ ESZKÖZÖK KÍNÁBAN



Ezen kívül vannak repülőket, amelyek a magvasítást.



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

