الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

ميدان: علوم طبيعة وحياة

الشعبة: العلوم البيئية

تخصص: بيئة ومحيط

العمل التوجيهي الخامس

الإشعاع، الألبيدو، الحرارة وطرق انتقالها

أعمال موجهة خاصة بطلبة السنة الثالثة ليسانس (ل.م.د)

من إعداد الدكتور: خزاني بشير

أستاذ محاضر قسم (أ)

الموسم الجامعي:2022-2023

العمل التوجيهي الخامس

الإشعاع، الألبيدو، الحرارة وطرق انتقالها

من المعلوم أن الأرض تدور حول الشمس وفي ذات الوقت فإنها تدور حول نفسها أيضا مما يجعل تعرضنا لأشعة الشمس نظريا متوازنا ومقسما بين أجزاء الكرة الأرضية. لكن أجزاء الكرة الأرضية تختلف في مقدار تعرضها لأشعة الشمس فالمناطق الواقعة في منتصف الأرض ويعبر عنها بالمناطق الاستوائية تتعرض لطاقة حرارية أكبر من تلك التي تتعرض لها الأجزاء الأخرى من الأرض كالقطبين مثلا.

هذه الطاقة الحرارية التي تتعرض لها الكرة الأرضية من الشمس بكمية مختلفة بين منطقة وأخرى هي التي تقود غلافنا الجوي وهي المسؤولة عن حالات الطقس المختلفة وهي محرك الرياح.

أولا: تعريف الحرارة

هي إحدى أشكال الطاقة والتي يترافق معها حركة الذرات أو الجزيئات أو أي جسيم يدخل في تركيب المادة. بالإمكان الحصول على الحرارة عن طريق التفاعلات الكيماوية مثل الاحتراق، أو التفاعلات النووية كالاندماج النووي الذي يحدث في الشمس أو الإشعاع الكهرومغناطيسي كما يحدث في المواقد الكهرومغناطيسية أو الميكانيكي الحركي مثل الآلات والاحتكاك. يمكن للحرارة أن تتنقل بين الأجسام عن طريق **الإشعاع** أو **التوصيل حراري** أو **الحمل الحراري**. لا يمكن للحرارة أن تنتقل بين جسمين أو بين نقطتين في جسم واحد إلا أن كانت درجات الحرارة بينهما مختلفة.

نحن نستخدم تعبير الحرارة دائما لتحديد مقدار سخونة أو برودة الأشياء ولكن علمياً حرارة الهواء أو أي جسم آخر هو سرعة حركة جزيئاته حيث درجة الحرارة الأعلى تعني حركة جزيئات أكثر ومثال ذلك عندما نسخن الماء فإن جزيئاته تبدأ بالحركة وكلما زاد التسخين زادت الحركة وكلما بردناه قلت حركة جزيئاته حتى نصل إلى التجمد. في الصفر المطلق (الصفر الكالفيني) أو -273.15 درجة مئوية، لا تحتوي المادة على أي طاقة حيث لا حركة. وكذلك فإن تسخين الهواء يجعله أخف وأكثر حركة وفي حالة حركة تصاعدية. والهواء البارد هو على العكس أكثر كثافة وأكثر وزناً وحركته تكون للأسفل.

ثانيا: الاشعاع Radiation

الإشعاع الشمسي Solar Radiation

الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة المستخدمة على الأرض التي تحرك جميع العمليات الطبيعية في الغلاف الجوي وتتحكم في المناخ والحياة على الأرض. تصدر الأشعة الشمسية بكثافة عالية وعلى شكل موجات كهرومغناطيسية يتراوح طول موجاتها القصيرة جداً كأشعة جاما والأشعة السينية إلى أمواج الراديو الطويلة وتنبعث من الشمس طاقة هائلة تشع في جميع الاتجاهات، ولكن تستقبل الأرض جزء بسيطاً جداً من تلك الطاقة فهو أقل من نصف جزء من كل بليون جزء، وتصل الأشعة الشمسية على الأرض خلال حوالي 8 دقيقة بعد أن تكون قطعت مسافة حوالي 150 مليون كلم وتقسم الأشعة الشمسية حسب طول موجاتها إلى عدة أقسام هي:

1-1 الإشعاع قصير الموجة Shortwave Radiation

وهي أشعة ذات طول موجي قصيرة جدا (أقل من 0.1 ميكرون) كأشعة جاما والأشعة السينية. والتي تستعمل في العديد من الميادين كالطب.

2-1 الأشعة فوق البنفسجية: Ultraviolet Radiation

وهي الأشعة ذات الموجات الأقصر والتي يقع طول موجاتها بين 0.1 و0.4 ميكرون (المتر = مليون ميكرون) وتشكل الأشعة فوق البنفسجية حوالي 9 % من مجموع الأشعة الشمسية الواصلة لسطح الغلاف الجوي.

ويعمل غاز الأوزون في طبقة الإستراتوسفير على امتصاص الجزء الأكبر من هذه الأشعة القاتلة فلا ينفذ منها إلى الأرض إلا جزءاً ضئيلاً جداً ولكنه رغم صغره فإنه يضر بالإنسان إذا ما تعر ض للأشعة فوق البنفسجية لفترة زمنية طويلة وخاصة عندما تكون زاوية الشمس مرتفعة في منتصف النهار بينما تعد الأشعة فوق البنفسجية نافعة إذا ما تعرض لها الإنسان لفترة قصيرة وعندما تكون الشمس مائلة في الصباح أو المساء.

3-1 الأشعة المرئية (الضوئية): Visible Radiation (Light)

تستجيب العين البشرية للأشعة المرئية فتميز ألوان الطيف: البنفسجي والأزرق والأخضر والأصفر والبرتقالي والأحمر، ويتراوح طول موجات الأشعة المرئية من حوالي 0.4 إلى 0.7 ميكرون فلكل لون موجات محددة أطولها موجات اللون الأحمر واقصرها اللون البنفسجي وإن طريقة انتشارها أو امتصاصها أو اختلاطها تعطي جميع الألوان التي يراها الإنسان. تشكل الأشعة الضوئية حوالي 45 % من مجموع الأشعة الشمسية.

4-1 الأشعة تحت الحمراء (الحرارية): Infrared Radiation

وهي الأشعة الشمسية التي يتراوح طول موجاتها 0.8- 3.2 ميكرون وتشكل حوالي 46 % من مجموع الأشعة الشمسية وتعرف بالأشعة الحرارية لأنها تسبب ارتفاع درجة حرارة الأجسام.

5-1 الإشعاع طويل الموجة Longwave Radiation

يزيد طول هذا الإشعاع عن 4 ميكرون وتتمثل في أمواج الراديو والرادار والبث التلفزي.

2- الإشعاع الأرضي: Terrestrial Radiation

قبل أن يصل الإشعاع الشمسي إلى الأرض يكون قد فقد نصيبا كبيرا منه في الغلاف الغازي البعيد وكذلك في الغلاف القريب من سطح الأرض بواسطة الامتصاص من ناحية والانعكاس من ناحية أخرى ، فالمعروف أن سطح الأرض يمتص قدرا من أشعة الشمس التي تسقط عليه بينما يرد الباقي إلى الفضاء بتأثير الألبيدو الأرضي ، ويقوم سطح الأرض بتحويل الأشعة الشمسية التي امتصها إلى طاقة حرارية تنطلق إلى الغلاف الجوي في شكل موجات طويلة ، وبالتالي يستمد الغلاف الجوي حرارته من هذه الموجات الطويلة الصادرة من سطح الأرض ، ولذلك يمكن القول بأن الهواء يستمد حرارته بشكل رئيسي من الإشعاع الأرضي.

ويختلف الإشعاع الأرضي عن الإشعاع الشمسي في أن أشعته غير مرئية وحرارية وطويلة (يتراوح طول موجاتها ما بين 3 إلى 80 ميكرون) بينما تتفاوت أطوال موجات الإشعاع الشمسي ما بين 0.17 إلى 4.0 ميكرون، ويتميز كذلك الإشعاع الأرضي عن الإشعاع الشمسي بأنه يستمر طوال الأربع والعشرين ساعة (طول اليوم . ليلا ونهارا) في حين أن الإشعاع الشمسي يبدأ مع شروق الشمس وينتهي عند غروبها، كما يتزايد الإشعاع الأرضي تدريجيا بعد شروق الشمس ويبلغ أقصاه بعد الظهر (الزوال) بقليل ، ويرجع ذلك لأن الأرض تستمر محافظة على حرارتها فترة من الوقت بعد تعامد الشمس في وقت الزوال ، بينما يأخذ الإشعاع الشمسي في الهبوط تدريجيا بعد أن يمر وقت الزوال مباشرة.

3- الإشعاع الجوي Atmospheric Radiation

يقصد بالإشعاع الجوي تلك الموجات الإشعاعية التي تنطلق من الغازات التي يتكون منها الغلاف الغازي وما به من المواد العالقة سواء كانت ذرات الغبار أو ذرات بخار الماء ، ويجب أن نعرف أن المصدر الأصلي لهذا الإشعاع الجوي والذي هو ما استمدته مكونات الغلاف الغازي من الإشعاع الشمسي، وبعد ذلك تقوم الغازات والمواد العالقة بإشعاعه مرة ثانية في جميع الاتجاهات في صورة إشعاعات حرارية وضوئية ، ويصل جزء من هذه الإشعاعات إلى سطح الأرض ، خاصة تلك الإشعاعات الحرارية التي تنطلق من بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الغازي.

ثالثا: طرق انتقال الحرارة Heat Transfer

التوصيل Thermal Conduction

يمكن لأيّ منا أن يلاحظ بوضوح لو قام بتسخين قضيب معدني بتعريضه للنار، حينها سيجد أن الحرارة تنتقل إلى الأصابع هذا الإنتقال للحرارة من خلال القضيب المعدني يسمى الإنتقال بواسطة التوصيل.

مع الأخذ في الإعتبار أن هناك أجسام موصلة جيدة للحرارة وأجسام أقل توصيلا للحرارة وما يهمنا في نطاق الرصد الجوي هو أن نعرف أن الهواء موصل ضعيف للحرارة ولذلك لا يستطيع أحدنا أن يلمس معدن تم تسخينه بالنار ولكن نستطيع وضع أصابعنا بجواره وبالقرب منه وذلك بسبب ضعف انتقال الحرارة عبر الهواء.

الحمل الحراري Thermal Convection

الحمل الحراري هو انتقال الحرارة عن طريق نقل الكتلة نفسها ولا يحدث الحمل الحراري إلا في المواد السائلة كالماء والغازية كالهواء بسبب سهولة تحريرهما وتفعيل التيارات خلالهما. والحمل الحراري يحدث بصورة مستمرة في الغلاف الجوي حيث أن بعض المناطق من الأرض تكتسب طاقة حرارية من الشمس بشكل أكبر من مناطق أخرى لعدة أسباب مختلفة.

عندما يسخن سطح الأرض يسخن تبعا لذلك الهواء المجاور لسطح الأرض (إنتقال الحرارة من سطح الأرض إلى الهواء المجاور تم بطريقة التوصيل (وعندما يسخن الهواء المجاور لسطح الأرض يتمدد ويصبح أخف وزنا ويصعد إلى الأعلى وعند صعود الهواء إلى أعلى يصل إلى طبقات باردة فيبرد ويثقل ويتمدد أفقياً ثم يهبط ويتجه مرة أخرى نحو المكان الذي يتم فيه التسخين ليصعد مرة أخرى وهكذا تستمر الدورة . وهذه الحركة العمودية للهواء صعوداً وهبوطاً تسمى في علم الرصد الجوي الحمل الحراري.

الإشعـــــاع Radiation

في الطاقة المنتقلة عبر الإشعاعات ميزة وهي انتقال الحرارة من جسم إلى آخر من دون التأثير على ما يقع بين هذين الجسمين ومثال ذلك لو الإنسان أمام شمس الظهيرة الحارقة فإنه سوف يحس بالحرارة تلفح وجهه رغم أن الهواء بينه وبين الشمس ليس بتلك السخونة.

من الثابت علمياً أن جميع الأجسام التي تكون درجة حرارتها فوق الصفر المطلق ترسل إشعاعاً وهذا الإشعاع ناتج عن نشاط الإلكترونات الموجودة بالملايين في كل جسم. كما أن الأجسام المتعرضة لأشعة الشمس تمتص الحرارة وفي نفس الوقت هذه الأجسام هي مشعة أيضا. إذن هناك **إشعاع** وهناك **إمتصاص** وهذا يقودنا إلى الحديث عن التوازن.

الأجسام التي تمتص حرارة أكثر مما تشع تسخن والأجسام التي تشع حرارة أكثر مما تمص تبرد، ففي نهار مشمس، الأرض تمتص طاقة حرارية من الشمس اكثر من الطاقة الحرارية التي تشعها ولذلك يسخن سطح الأرض بينما في الليل الأرض تشع طاقة حرارية أكثر من التي تمتصها ولذلك تبرد وكذلك الأمر ينطبق على باقي الأجسام الأخرى، ولو تعادل الإشعاع مع الإمتصاص لبقيت حرارة الجسم كما هي.

سبب الإختلاف بين الأجسام في قوة الإشعاع أو قوة الإمتصاص يعود إلى الخواص السطحية للجسم من لون وكثافة ونعومة ورطوبة إضافة إلى درجة حرارته كما أسلفنا.

ومن المعروف كذلك أن الألوان الداكنة أكثر امتصاصا للحرارة من الأجسام الفاتحة اللون وهذا الأمر على علاقة بظاهرة الألبيدو.

رابعا: الإلبيـــــدو Albedo

الألبيدو يعني الإنعكاسية ونستطيع تلخيص مفهوم الألبيدو في أنه نسبة الإشعاعات التي يعكسها جسم ما مقارنة بما يتلقاه من إشعاعات.

وتختلف الأجسام في قدرتها على عكس الأشعة بحسب خصائصها وتكوينها فبينما يستطيع الثلج أن يعكس من 75 إلى 95 في المئة من أشعته لا يستطيع الماء عكس أكثر من 10 في المئة من الأشعة التي يتلقاها والرمل يعكس من 15 إلى 40 في المئة والسحب تعكس إلى 80 في المئة بحسب كثافتها وإذا كانت خفيفة فتقل قيمة الألبيدو بها إلى 30 في المئة، وفي هذه الإختلافات بين خصائص الأجسام في القدرة على عكس الأشعة تأثيرات مهمة في عالم المناخ وإسهامات ضرورية في حفظ التوازن الحراري على سطح الأرض.

درجة الحرارة الافتراضية والفعلية للأرض

الأرض بخواصها السطحية المختلفة تمتص الحرارة من أشعة الشمس التي تبعد عنها بمسافة 150 مليون كيلو متر تقريباً بقدر معيّن وبنسبة ثابتة، ولو نظرت إلى كوكب الأرض من الفضاء فإنك ترى نصفها تحت أشعة الشمس ونصفها الآخر مظلم. الجزء المنير يمتص الحرارة ليدفأ والجزء المظلم يشع تلك الحرارة ليلا ليبرد.

حسابياً فإن الأرض تمتص حرارة مساوية للحرارة التي تفقدها وهذا ضروري لتكون الأرض صالحة للعيش حيث لو كانت الأرض تمتص حرارة أكثر مما تفقد لحدث ارتفاع متنامي في درجة الحرارة حتى تستحيل الحياة ولو حدث العكس لبردت الأرض بدرجة تستحيل أيضاً معها الحياة.

حتى مع هذا التوازن الضروري في كمية **الإكتساب** الحراري من خلال الإمتصاص وكمية **الفقد** الحراري من خلال الإشعاع فإن معدل درجة الحرارة المفترض على وجه الأرض سيبلغ 18-درجة مئوية تقريباً مع تفاوت بين مناطق وأخرى. وهذه الدرجة باردة جداً وليست مناسبة لاستمرار الحياة على وجه الأرض.

فقد وجد العلماء أن بخار الماء وبعض الغازات التي تحيط بالأرض تعيد بعض إشعاعات الأرض ولا تسمح لها بالخروج إلى الفضاء وهذا الأمر يمنع فقد الأرض للحرارة وبالتالي يمنع زيادة برودتها رغم أن هذه الغازات تسمح بدخول أشعة الشمس ولا تردها، لكنها تردُ الإشعاعات الصادرة من الأرض وقد وُجد أيضا أن من صفات بعض هذه الغازات أنها انتقائية في السماح والمنع بحسب نوع الموجة الإشعاعية التي تمر من خلالها وهذه العملية توفر 33 درجة مئوية إضافية وهو الرقم المطلوب لجعل معدل درجة الحرارة على وجه الأرض 15 درجة مئوية تزيد وتنقص من منطقة إلى أخرى بحسب موقعها الجغرافي.

علماً بأن أقل درجة حرارة ليلية (قرب سطح الأرض) تحدث في الليلة الطويلة الجافة ذات الرياح الهادئة والسماء الصافية. لماذا ؟

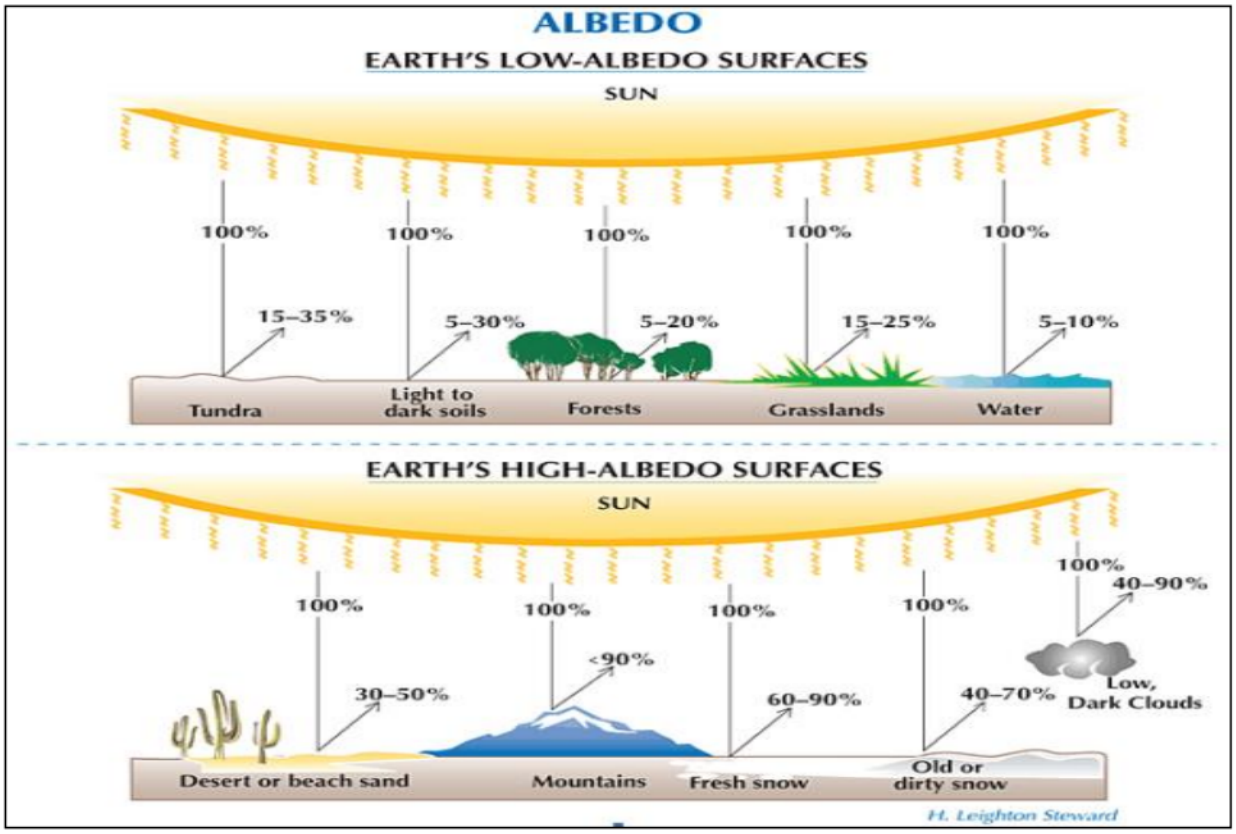
+ الليلة الطويلة تعطي وقتا طويلا للإشعاع الأرضي وفقد الحرارة الليلة.

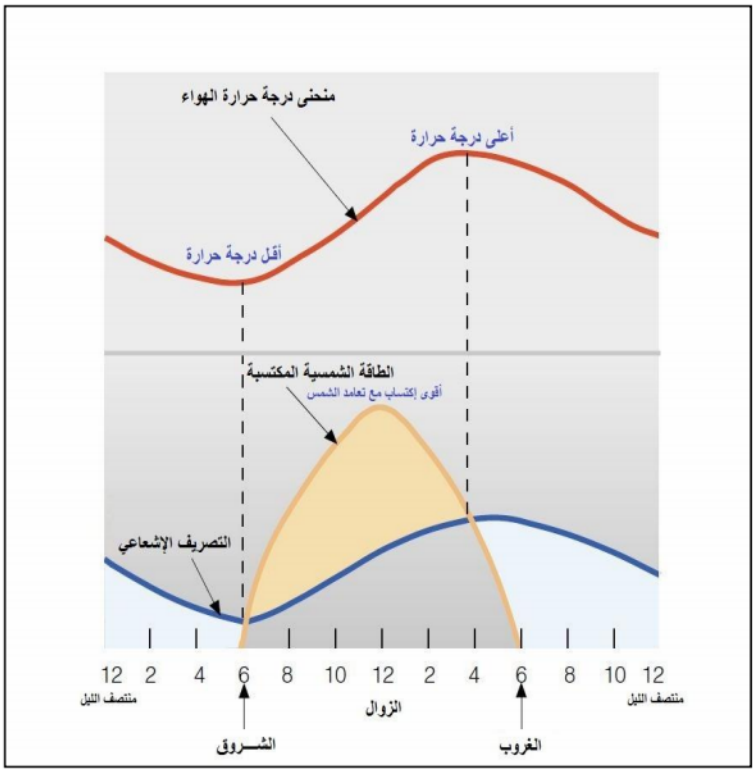
+ الجافة لكون الرطوبة أيضاً تمتص إشعاعات الأرض بواسطة بخار الماء وتعيد إشعاعها إلى الأسفل مرة أخرى مثل السحب.

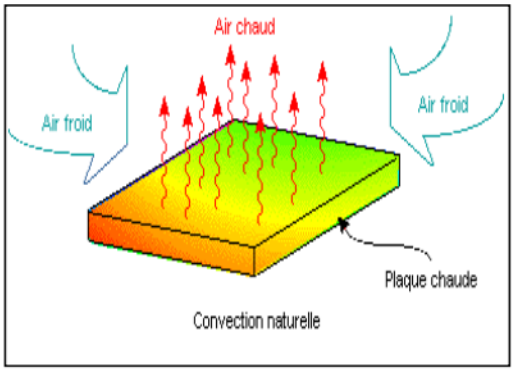
+ الليلة هادئة الرياح كون الرياح تجبر الهواء البارد الملامس لسطح الأرض والذي تبرد بفعل برودة سطح الأرض على الخلط مع الهواء الدافئ الموجود فوقه وبالتالي يعيد الدفء إلى الأرض

+ السماء الصافية لكون السحب تعكس الأشعة وتعيدها.

الوثائق المرفقة







L' Albédo (Tableau)

C'EST LE POUVOIR RÉFLÉCHISSANT D'UN CORPS

$$0 \leq A = \frac{\Phi_1(\text{diffusé})}{\Phi_1(\text{incident})} \leq 100$$

RAYONNEMENT REFLECHI / RAYONNEMENT INCIDENT

Substance	Albédo (%)
Corps noir	0
Lave	4
Basalte	5
Océans	7
Forêts	5-10
Sol noir (cendres)	5-16
Sol	16
Champs	14-17
Béton	17-27
Sable	25-30
Chaux	36
Glace	30-50
Neige tassée	52-81
Craie, Papier	85
Neige Fraiche	81-92
Mirroir parfait	100

La couverture de survie est un miroir parfait à 98%

© Alain Morel

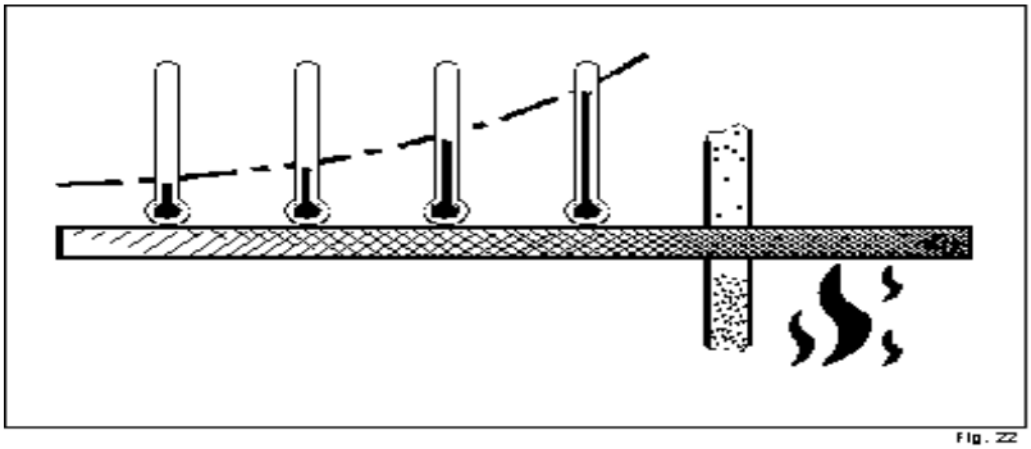
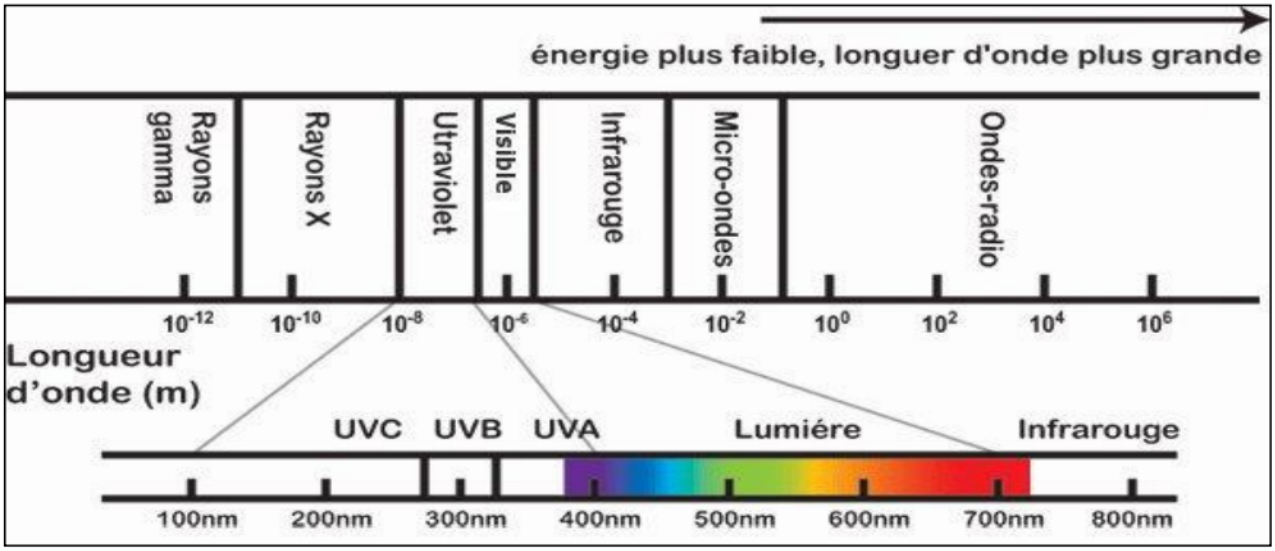
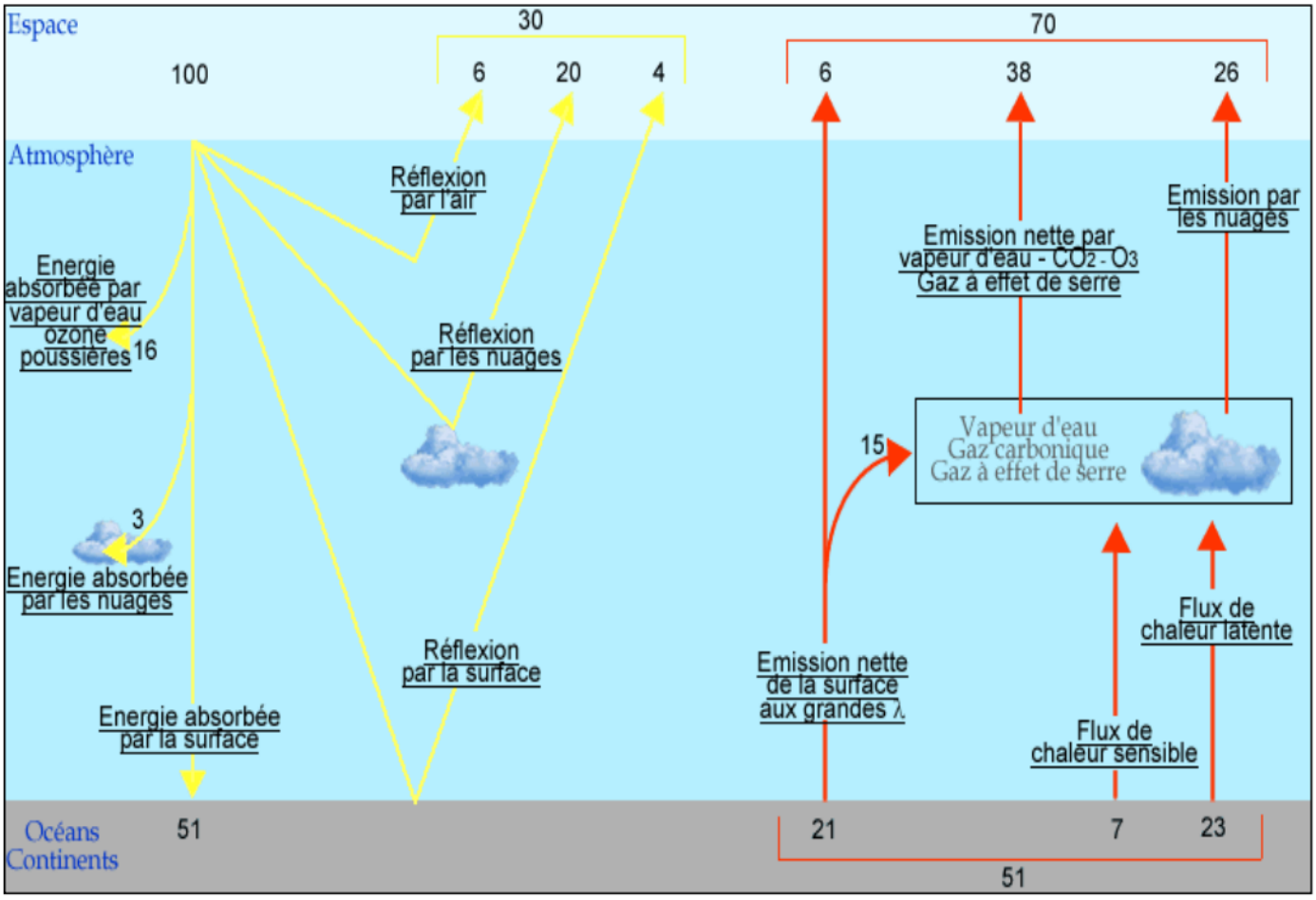
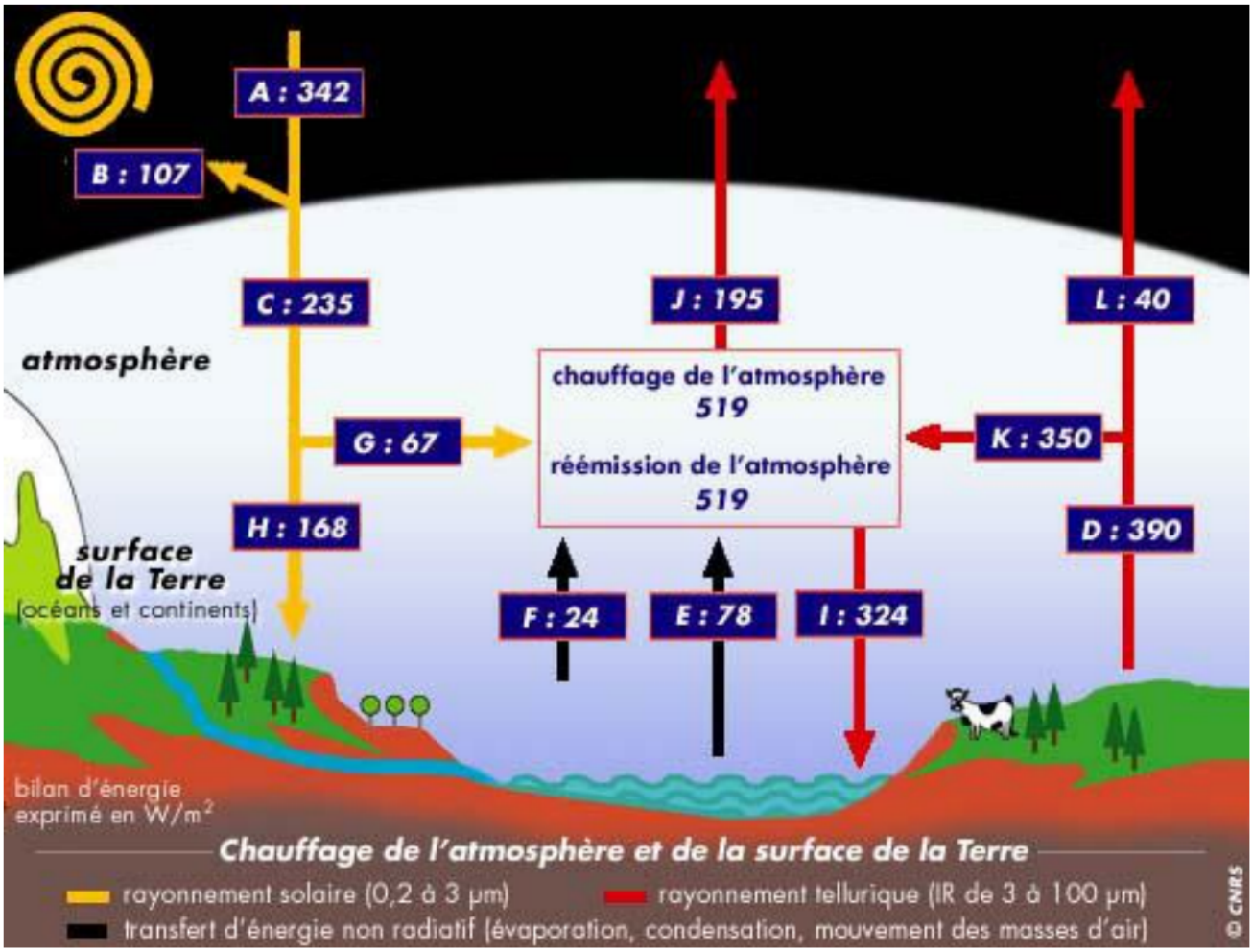


Fig. 22


énergie plus faible, longuer d'onde plus grande
Rayons gamma
Rayons X
Utraviolet
Visible
Infrarouge
Micro-ondes
Ondes-radio
10^{-12} 10^{-10} 10^{-8} 10^{-6} 10^{-4} 10^{-2} 10^{0} 10^{2} 10^{4} 10^{6}
Longueur d'onde (m)
UVC UVB UVA Lumiére Infrarouge
100nm 200nm 300nm 400nm 500nm 600nm 700nm 800nm


Espace
100
30
6
20
4
70
6
38
26
Atmosphère
Réflexion par l'air
Energie absorbée par vapeur d'eau ozone poussières 16
Réflexion par les nuages
Emission par les nuages
Emission nette par vapeur d'eau - CO_2 - O_3 Gaz à effet de serre
15
Vapeur d'eau Gaz carbonique Gaz à effet de serre
3
Energie absorbée par les nuages
Réflexion par la surface
Flux de chaleur latente
Emission nette de la surface aux grandes λ
Energie absorbée par la surface
Flux de chaleur sensible
Océans Continents
51
21
7
23
51


A : 342
B : 107
C : 235
J : 195
L : 40
atmosphère
chauffage de l'atmosphère
519
réémission de l'atmosphère
519
G : 67
K : 350
H : 168
D : 390
surface
de la Terre
(océans et continents)
F : 24
E : 78
I : 324
bilan d'énergie
exprimé en W/m²
Chauffage de l'atmosphère et de la surface de la Terre
rayonnement solaire (0,2 à 3 µm)
rayonnement tellurique (IR de 3 à 100 µm)
transfert d'énergie non radiatif (évaporation, condensation, mouvement des masses d'air)
© CNRS