

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**  
**SEDE DI CESENA**  
**SECONDA FACOLTÀ DI INGEGNERIA CON SEDE A CESENA**  
**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA BIOMEDICA**

**EVIDENZE DELL'INDUZIONE DI SEGNALI**  
**ELETTROMAGNETICI A BASSA FREQUENZA**  
**DA PARTE DI DNA IN SOLUZIONE**

Elaborato in  
**Biochimica**

Relatore  
Dott. Emanuele Giordano

Presentata da  
Ermanno Tufano

Sessione II  
Anno Accademico 2011/2012



*Imparare è un'esperienza;  
tutto il resto è solo informazione.  
Albert Einstein*

## Indice

|   |    |
|---|----|
| Sinossi .....   | 6  |
| <b>Capitolo 1 Concetti generali</b>   |    |
| 1.1 La cellula.....   | 7  |
| 1.1.1 La cellula come base della vita.....                                    | 7  |
| 1.1.2 Componenti della cellula.....   | 7  |
| 1.2 I batteri.....  | 12 |
| 1.3 Virus .....   | 14 |
| 1.3.1 Virus.....  | 14 |
| 1.3.2 Retrovirus e HIV.....   | 14 |
| 1.4 L'Acqua.....  | 18 |
| 1.5 Il DNA.....   | 21 |
| 1.6 Onde elettromagnetiche.....   | 25 |
| 1.6.1 L'onda elettromagnetica.....  | 25 |
| 1.6.2 Caratteristiche delle onde elettromagnetiche.....                       | 25 |
| 1.6.3 Risonanza di Schumann.....  | 27 |
| 1.7 Tecniche di analisi del DNA.....  | 30 |
| 1.7.1 PCR.....  | 30 |
| 1.7.2 Nested PCR.....   | 32 |
| 1.7.3 Elettroforesi su gel di agarosio.....                                   | 32 |
| <b>Capitolo 2 Fase sperimentale</b>   |    |
| 2.1 Gli esperimenti.....  | 35 |
| 2.1.1 Il punto di partenza.....   | 35 |
| 2.1.2 Strumentazione utilizzata per la lettura dei segnali....                | 35 |
| 2.1.3 Dati rilevati e punti fondamentali.....                                 | 36 |
| 2.1.4 Condizioni per il <i>verificarsi</i> della produzione<br>degli EMS..... | 39 |
| 2.1.5 Trasmissione di sequenze di <i>DNA</i><br>attraverso onde e acqua.....  | 39 |

|  |    |
|--|----|
| 2.1.6 Variabili che sopprimono la trasmissione<br>degli <i>EMS</i> nella provetta d'acqua..... | 40 |
| 2.1.7 Ultima fase dell'esperimento.....  | 41 |
| <b>Capitolo 3 Le Teorie proposte</b>   |    |
| 3.1 Concetti generali.....   | 43 |
| 3.1.1 Fisica classica vs fisica quantistica.....   | 43 |
| 3.1.2 Fisica quantistica e Teoria quantistica dei campi.....                                   | 43 |
| 3.2 La teoria proposta.....  | 46 |
| 3.2.1 La teoria.....   | 46 |
| 3.2.2 Possibili applicazioni mediche.....  | 54 |
| Conclusioni.....   | 58 |
| Bibliografia.....  | 59 |
| Ringraziamenti.....  | 61 |

## Sinossi

Negli ultimi sessanta anni i progressi incessanti nel campo della ricerca bio medica hanno visto crescere la collaborazione tra biologi (molecolari), chimici, ingegneri, fisici e medici. Tecnologie come la risonanza magnetica (RMN) e la risonanza magnetica funzionale (FMRI), oggi, indispensabili per la diagnosi precoce di neoplasie e malattie neurodegenerative, ne sono un esempio.

Molti passi in avanti nel campo della medicina e della biologia negli ultimi decenni sono stati possibili grazie a scoperte e applicazioni che hanno riguardato il *DNA*.

Il presente lavoro si concentra sulla descrizione di una nuova proprietà del *DNA*, correlata all'induzione di campi elettromagnetici a frequenze ultra basse (ELF) da parte di *DNA* batterici e virali, che potrebbe portare ad applicazioni innovative e rivoluzionarie .

Gli esperimenti che mostrano tale nuova proprietà sono stati condotti da due gruppi di ricercatori: uno francese coordinato dal *premio Nobel* per la medicina Luc Montagnier (scopritore del *virus* dell'HIV) comprendente i biologi Lavallè e Aissa, e un secondo gruppo di ricerca di fisici, Emilio Del Giudice, (Iib, *InteRNAtional Institute for Biophotonics*, di Neuss in Germania e INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare esperto sui temi della fisica delle particelle elementari e della fisica dei sistemi biologici), Giuseppe Vitiello (Fisico teorico del Dipartimento di matematica e informatica dell'Università di Salerno e ricercatore presso l'INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) e Alberto Tedeschi, ricercatore (White Hb di Milano).

Il presente lavoro di tesi ha riassunto i risultati di tali esperimenti, tuttora in corso, e tratteggia i loro possibili ambiti applicativi.

# Capitolo 1

## Concetti generali

### 1.1 La cellula

#### 1.1.1 La cellula come base della vita

La cellula è l'unità *morfofunzionale* di un organismo, la più piccola struttura, pochi micrometri ( $\mu\text{m}$ ) di diametro in media, classificabile come vivente.

Ogni cellula può essere definita come un'entità chiusa e autosufficiente: essa è infatti in grado di scambiare energia e materia con l'esterno, di svolgere funzioni specializzate e di riprodursi.

Le cellule possono essere eucariotiche o procariotiche; i due termini si riferiscono rispettivamente alla presenza e all'assenza del nucleo.

#### 1.1.2 Componenti della cellula

La cellula è composta dalle seguenti strutture:

Membrana plasmatica: racchiude tutto il contenuto della cellula e ne consente (a) l'equilibrio ionico e molecolare tramite un complesso sistema di gestione del traffico ai due capi e (b) il mantenimento del potenziale di membrana cellulare ( $-70\text{mV}$  a riposo).

Essa si compone di:

- un doppio strato fosfolipidico attraversato da proteine;
- proteine che agiscono come “*gates*”, controllando il traffico ionico e molecolare;

- proteine che agiscono come siti recettoriali per il legame con ligandi solubili;

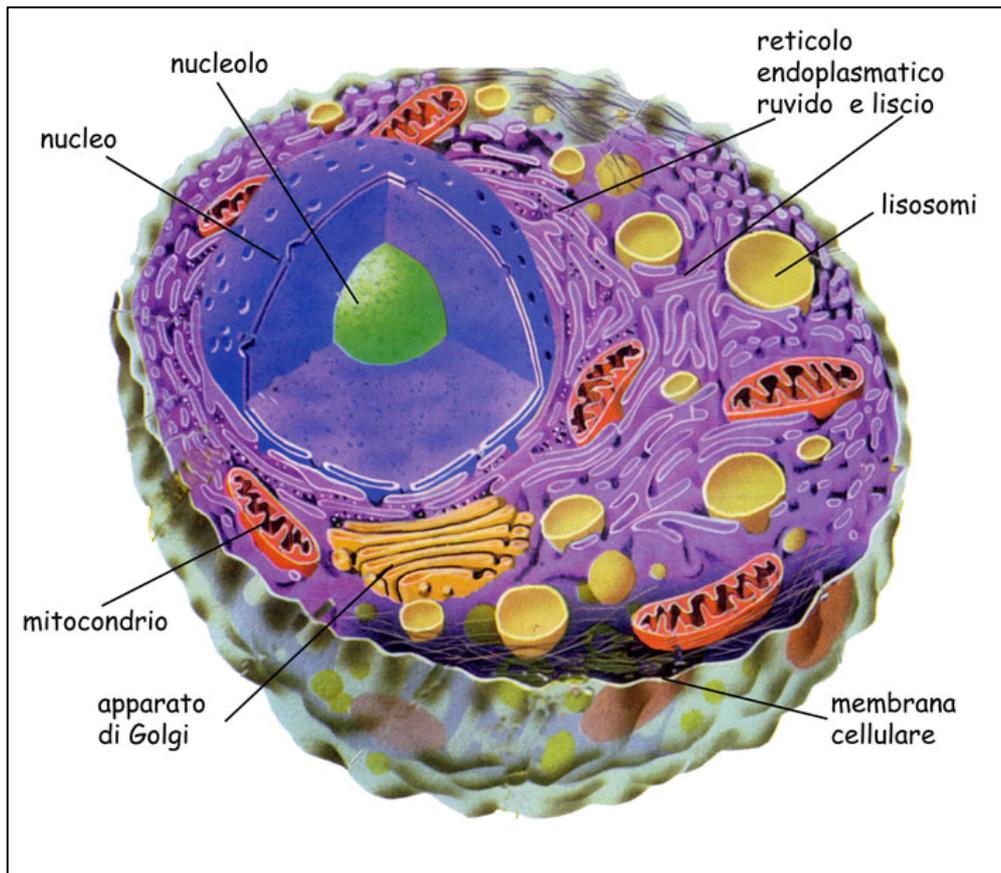


Fig.1 Struttura di una cellula eucariotica

- *glicoproteine* presenti sulla superficie esterna della membrana che consentono il riconoscimento delle cellule;
- *glicoproteine* presenti sulla superficie interna della membrana che forniscono siti di ancoraggio per le fibre del citoscheletro che conferiscono la forma fisica alla cellula;
- *colesterolo*, che ne modula la flessibilità e la permeabilità.

Citoplasma: è una soluzione acquosa di sostanze organiche e inorganiche che contiene il nucleo e gli organelli cellulari ed è delimitato dalla membrana citoplasmatica.

Ribosomi: sono addetti alla sintesi proteica e sono composti da due sub-unità (*RNA* e *proteine*) che si associano tra loro nella sintesi delle

proteine assicurando il corretto allineamento fra gli amminoacidi che le compongono. Per questa operazione il *ribosoma* "legge" la molecola di *mRNA* (*RNA messaggero*) e ne permette l'associazione a quelle di *tRNA* (*RNA transfer*).

*Reticolo endoplasmatico*: sistema complesso di compartimenti isolati da membrane contenuto nel citoplasma, Ne esistono due tipi: il *reticolo endoplasmatico rugoso (RER)* se presenta *ribosomi* sulla sua superficie esterna e il *reticolo endoplasmatico liscio (REL)* se non ne presenta. La sua funzione principale del primo è la modifica post-traduzionale delle proteine. Il secondo presiede alla sintesi dei lipidi.

*Mitocondri*: "centrali energetiche" cellulari dove si realizza una reazione chimica aerobica altamente esotermica (p.es.  $C_6H_{12}O_6 + O_2 = H_2O + CO_2 + \text{Energia}$ ). Ogni mitocondrio è racchiuso da due membrane, che individuano cinque regioni dalle proprietà differenti: la membrana esterna, lo spazio intermembrana, la membrana interna, lo spazio delle creste (formate dalle inflessioni della membrana interna) e la matrice.



*Fig.2 Mitocondrio cellulare*

*Apparato del Golgi*: composto da un insieme di membrane che hanno la funzione di "carrier" di sostanze utili da un compartimento cellulare a un altro.

Lisosomi: vescicole che contengono *enzimi idrolitici* capaci di distruggere molecole indesiderate o che sono arrivate alla fine del loro compito biochimico.

Citoscheletro: impalcatura molecolare che svolge il ruolo di tensostruttura cellulare, E' formato da *microtubuli*, *microfilamenti* e *filamenti intermedi* che si intersecano nell'intera cellula conferendole una forma specifica.

Il *citoscheletro* è una struttura plastica poiché i filamenti che lo compongono possono modificare la loro reciproca posizione (rendendo, p. es., possibili i movimenti cellulari).

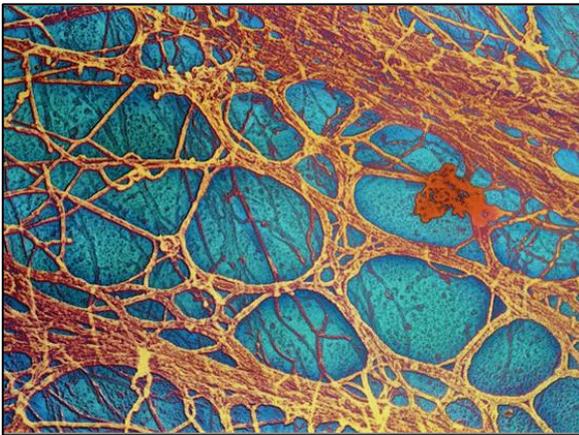


Fig 3 Citoscheletro

Centrioli: organuli, costituiti da 9 triplete di microtubuli della proteina contrattile *tubulina*, situati in prossimità del nucleo. Prima di ogni divisione cellulare si duplicano formando due copie, ciascuna delle quali si sposta ad un polo della cellula in divisione per presiedere alla distribuzione del corretto patrimonio cromosomico in ciascuna delle due cellule figlie.

Nucleo: è una struttura subsferica, delimitata da una membrana che contiene il materiale genetico, *DNA*, e che sintetizza l'*RNA* messaggero, acido nucleico che, passando attraverso i pori della membrana nucleare, trasporta al citoplasma "le istruzioni" per la sintesi delle proteine.

Il *nucleo* contiene la *cromatina*, i *nucleoli*, il *nucleoplasma*.

La *cromatina* è un complesso di *DNA*, legato alle proteine istoniche e non-istoniche, che contiene l'informazione genetica della cellula.

Il *nucleolo* è un organulo, non limitato da membrana, contenente *RNA* e proteine; è il sito dove avviene la trascrizione dell'*rRNA* (*RNA ribosomiale*) e dove vengono prodotte le subunità ribosomiali che, una volta formate, passano, attraverso i pori nucleari, nel *citoplasma*, dove si combinano e diventano funzionanti.

Il *Nucleoplasma* è la sostanza semiliquida presente nel nucleo in cui sono in sospensione proteine, granuli e matrice nucleare.

## 1.2 I batteri

Tra gli organismi viventi i *batteri* sono i più piccoli e più semplici. La dimensione dei batteri varia da frazioni (*Mycoplasma*) a multipli (*cianobatteri*) di  $\mu\text{m}$ . Possono essere di forma sferica (*cocchi*), allungata (*bacilli*) o spiralizzata (*spirilli* e *spirochete*). Le forme più resistenti di batteri sono le *spore* che resistono a condizioni ambientali estreme, riducendo al minimo le proprie funzioni e creando una membrana impermeabile: sopravvivono anche diversi decenni in condizioni estreme.

Sono dotati di una membrana plasmatica che racchiude il compartimento citoplasmatico unico, privo di strutture organizzate e all'interno del quale sono contenuti *DNA*, *RNA*, proteine e piccole molecole. La membrana plasmatica batterica ha funzioni simili a quelle

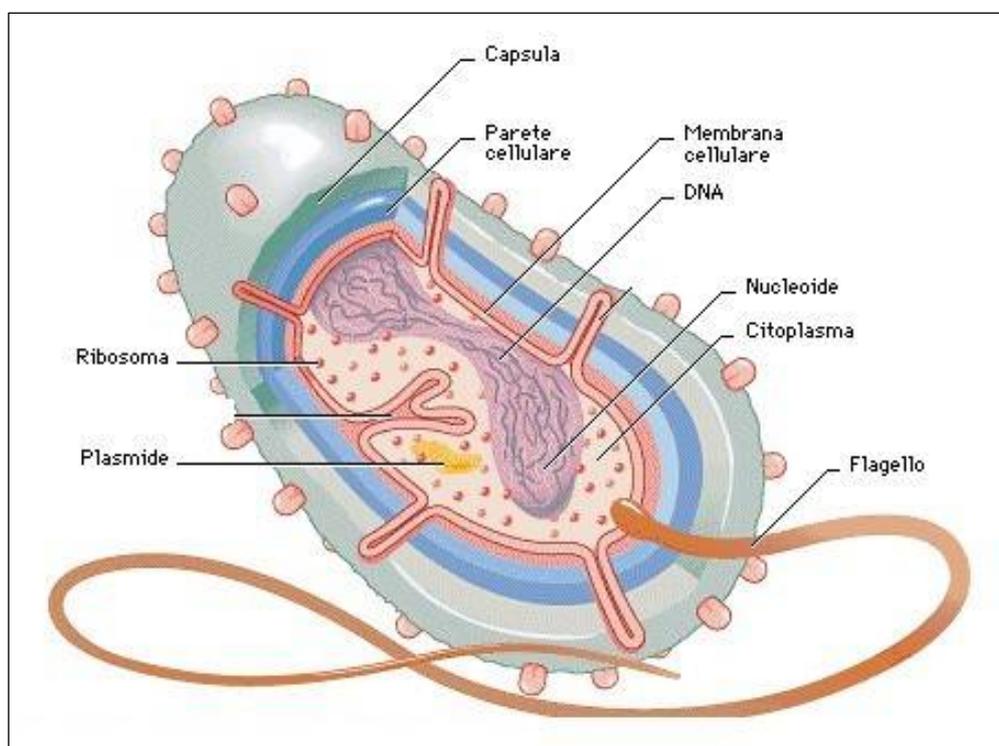


Fig. 4 Struttura di un batterio

della membrana delle cellule *eucariotiche*, quindi svolge un ruolo nella gestione del traffico molecolare ai suoi due capi.

I suoi di recettori superficiali per i *ligandi* esterni sono responsabili della risposta a sollecitazioni ambientali.

All'interno della cellula il *DNA* si addensa in una struttura (*nucleoide*) meno definita del nucleo delle cellule eucariotiche.

Accanto al *DNA* genomico convivono *DNA* circolari di piccole dimensioni denominate *plasmidi* che contengono geni responsabili dell'adattamento agli antibiotici e sono in grado di replicarsi in modo autonomo.

## 1.3 Virus

### 1.3.1 Virus

La parola "*virus*" deriva dalla forma latina *vīrus*, che significa "tossina" o "veleno".

I *virus* sono entità biologiche caratterizzate dall'assenza di una struttura cellulare e dall'incapacità di accrescersi e moltiplicarsi in modo autonomo. Essi quindi penetrano in una cellula ospite, infettandola e forzandone il genoma a sintetizzare le proteine virali e a riprodurre l'acido nucleico virale. Pur essendo dotati di un proprio materiale genetico, i *virus* non possono quindi essere considerati esseri viventi in senso stretto ma solo parassiti della materia vivente. Li si può considerare come pura informazione genetica.

I *virus* si dividono in due categorie a seconda della tipologia chimica del loro genoma: *virus* a *DNA* [a singolo (*ssDNA*) o doppio (*dsDNA*) filamento] e *virus* a *RNA*.

### 1.3.2 Retrovirus ed HIV

Alcuni *virus* a singola filamento di *RNA*, denominati *retrovirus*, sfruttano un particolare processo di *trascrizione inversa* per propagare il loro genoma: fisiologicamente, nelle cellule, l'informazione passa dal *DNA* all'*RNA* (processo di trascrizione); nei *retrovirus* avviene il contrario.

Un noto *retrovirus* è l'*HIV*, il virus dell'immunodeficienza umana responsabile della *sindrome da immunodeficienza acquisita (AIDS)*, responsabile di infezioni croniche che deprimono la risposta immunitaria ed evolvono lentamente e progressivamente verso un esito mortale in assenza di terapia.

Il ciclo di un *retrovirus* è il seguente: l'*RNA* virale penetra nella cellula e funge da stampo per un filamento di *DNA*; quest'ultimo fungerà da

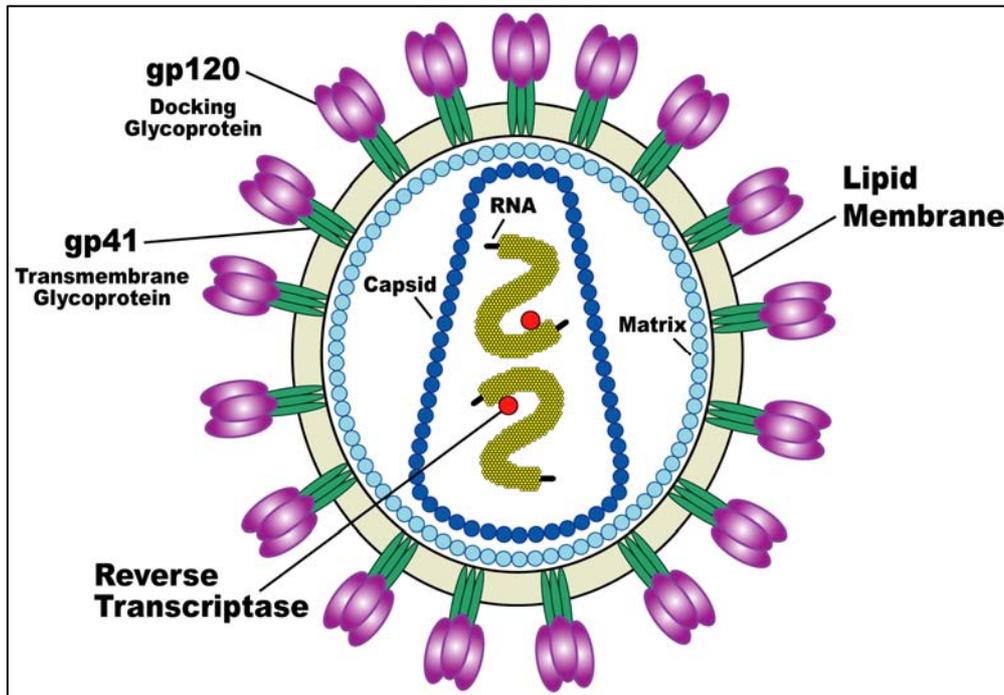


Fig. 5 Versione schematica del virus HIV

stampo per il secondo filamento di un duplex a *DNA*. L'enzima che catalizza la formazione del primo filamento di *DNA* a partire dall'*RNA* è una *DNA polimerasi RNA-dipendente* nota come *trascrittasi inversa*. Il *DNA* neformato penetrerà quindi nel nucleo della cellula infettata e si integrerà in uno dei suoi cromosomi. A ciò farà seguito la trascrizione dell'intero genoma virale e quindi la sintesi di proteine virali.

Nel caso dell'*HIV*, il singolo virus (*virione*) di *HIV* ha una struttura sferica del diametro di circa 100-120 *nm*, con due membrane esterne, che ospitano le *glicoproteine* di membrana virali *gp120* e *gp41*. La *gp120* è una "chiave" che il virus utilizza per interagire con particolari recettori superficiali delle cellule umane in grado di replicarlo. Questi recettori sulle cellule bersaglio sono le proteine *CD4* dei linfociti.

La *gp41*, invece, interviene quando i virus sono già agganciati, fondendo le membrane virali con la parete cellulare e consentendo la penetrazione del virus all'interno delle cellule, per questo è denominata

proteina di fusione. Agendo su queste proteine si può rallentare il processo di contagio.

Nella cellula ospite il *virus* recupera tutto il corredo biochimico necessario per la sua propagazione: la *trascrittasi inversa* (per la trascrizione del genoma virale a *RNA* in *DNA*), le *integrasi* (per l'inserimento del *DNA* prodotto per trascrizione inversa nel *DNA* della cellula ospitante) e le *proteasi* (per la co-fabbricazione di nuovi *virus*).

La cellula infettata può attivare subito la replicazione virale, oppure può rimanere inattiva per un periodo di tempo anche di anni, comportandosi nel frattempo come una cellula normale. Tali cellule infettate in forma *latente* costituiscono un serbatoio di *HIV* ineliminabile, che garantisce al virus la sopravvivenza nell'organismo per l'intera durata della vita del soggetto.

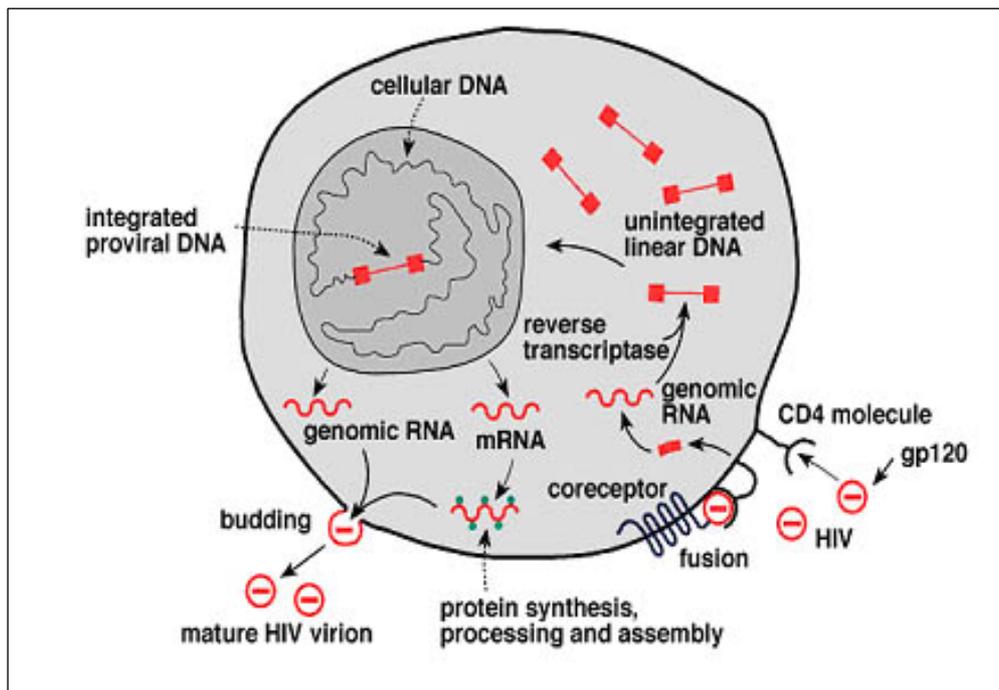


Fig 6 Ciclo di replicazione del virus HIV

Come tutti i *retrovirus* l'*HIV* possiede i tre geni fondamentali per la sua replicazione *Gag*, *Pol* ed *Env*. *Gag* (*Glicosaminoglicane*) codifica per le proteine del *core* del *virione*. Da *Pol* (*Polymerase*) derivano

*trascrittasi inversa, proteasi e integrasi*. Infine *Env (Envelope)* codifica per le proteine dell'involucro esterno.

Sono presenti altri sette geni accessori con funzioni regolatorie del ciclo virale e della sintesi proteica: *Tat, Rev, Nef, Vpr, Tef, Vif, Vpu*. Agli estremi si trovano due sequenze (*long terminal repeats, LTR*) contenenti elementi regolatori dell'espressione genica che presentano regioni di legame per fattori di origine virale e/o cellulare, i quali possono aumentare o inibire il livello di trascrizione del genoma virale.

## 1.4 L'Acqua

L'acqua è la sostanza maggiormente presente negli organismi viventi. Essa ha formula chimica  $H_2O$ ; l'atomo di ossigeno forma due legami covalenti con altrettanti atomi di idrogeno, formando un angolo di legame di circa  $105^\circ$ . In questa molecola, i sei elettroni esterni dell'atomo di ossigeno sono distribuiti in quattro orbitali atomici ibridi di tipo  $sp^3$ , diretti ai vertici di un tetraedro al centro del quale è situato il nucleo dell'atomo. Due orbitali sono occupati da due coppie di elettroni con spin opposto, i restanti due ospitano un elettrone ciascuno.

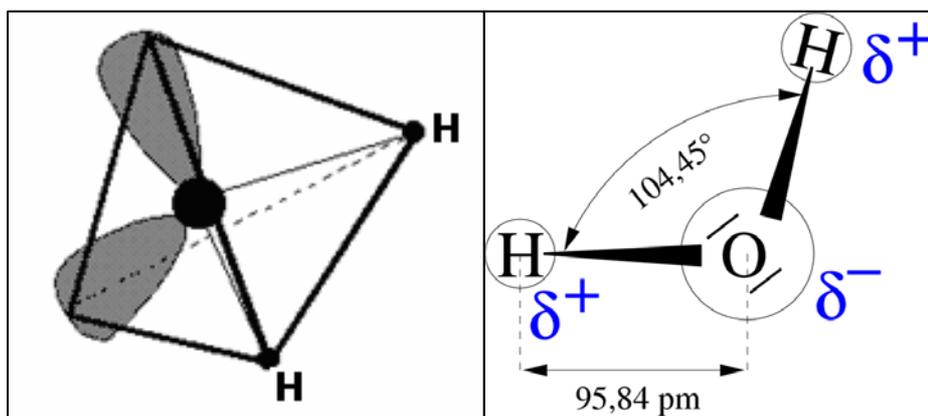


Fig. 7 Struttura a tetraedro e angolo di legame  $H_2O$

Questi ultimi partecipano alla formazione dei legami con gli atomi di idrogeno. I due legami O-H sono "polarizzati". Gli atomi di H possiedono una parziale carica positiva e tendono a respingersi reciprocamente. Conseguentemente l'angolo di legame è leggermente maggiore di quello prevedibile per una disposizione tetraedrica regolare degli orbitali atomici  $sp^3$  dell'atomo di ossigeno. Una deformazione maggiore riguarda i due orbitali  $sp^3$  che ospitano le coppie di elettroni liberi: l'angolo tra questi è di circa  $120^\circ$ .

La struttura della molecola  $H_2O$  è dunque quella di un tetraedro irregolare; al centro l'atomo di ossigeno, due vertici occupati da altrettanti atomi di idrogeno e i restanti due vertici ospitanti le coppie di

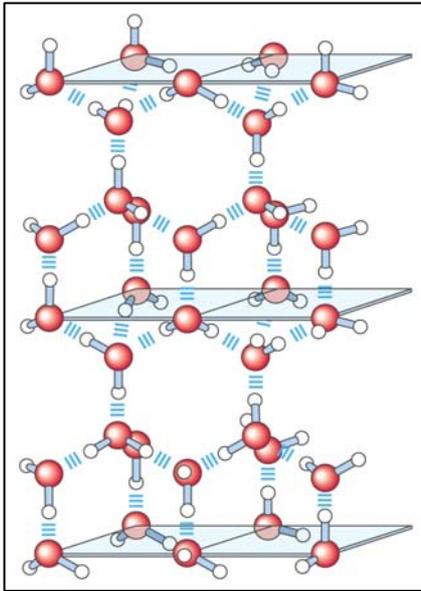


Fig. 8 H-Bonds tra molecole d'acqua

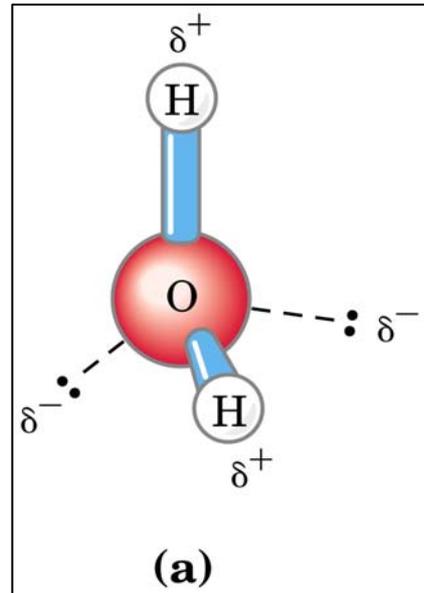


Fig. 9 Dipoli elettrici

elettroni liberi. Le molecole d'acqua, allo stato solido o allo stato liquido, non appena vengono a contatto tra loro in numero adeguato, tendono a disporsi in modo da formare dei "clusters" a geometria tetraedrica, quella che caratterizza la singola molecola  $H_2O$ .

Sebbene la formula chimica dell'acqua permetta di risalire approssimativamente alle proprietà chimico fisiche dell'acqua gassosa, tuttavia, essa non "corrisponde" affatto alle proprietà della sostanza "acqua" allo stato solido o allo stato liquido, dove l'entità molecolare più semplice è un oligomero,  $(H_2O)_n$ , interagente con entità simili mediante ponti a idrogeno.

L'acqua ha un ruolo fondamentale nella formazione delle molecole di interesse biologico; la struttura e le funzioni caratteristiche delle biomolecole sono fortemente influenzate sia dalle forze di attrazione tra le molecole d'acqua, sia dalla loro scarsa tendenza ionizzare (12.6 eV). Le interazioni non covalenti (prodotti di ionizzazione  $H^+$  e  $OH^-$ ) svolgono un ruolo chiave nell'influencare il riconoscimento tra biomolecole e le proprietà dei componenti cellulari.

Tali interazioni deboli nei sistemi acquosi possono essere schematizzate come segue:

- Legami idrogeno
- Legami ionici (o salini)
- Interazioni di Van der Waals
- Interazioni idrofobiche

Prese singolarmente sono interazioni deboli, ma complessivamente sono responsabili della forma tridimensionale delle biomolecole e fanno sì che l'acqua non raggiunga l'ebollizione al di sotto della temperatura di 100 °C.

In assenza di tali legami deboli, infatti, l'acqua bollirebbe a -80°C.

Una molecola d'acqua allo stato liquido forma una media di 3.4 legami *H* con altre molecole. La vita media di ogni legame idrogeno è in media di 1-20 *psec*. I legami idrogeno si formano facilmente tra un atomo molto elettronegativo e un atomo di idrogeno legato covalentemente a un altro atomo elettronegativo.

Le leggi della termodinamica e della fisica classica governano moltissime funzioni e proprietà delle biomolecole; la forza trainante di molti eventi all'interno della cellula è rappresentata dall'incremento di entropia che si genera nelle molecole d'acqua del soluto quando si verifica una reazione come la formazione della struttura delle membrane biologiche, la stabilizzazione della struttura 3D delle proteine, il legame di un substrato polare alla superficie polare complementare.

## 1.5 Il DNA

Il *DNA* (*Acido Desossiribonucleico*) è la sostanza nella quale è depositata l'informazione genetica di tutte le cellule e che trasporta tale informazione da una generazione cellulare all'altra.

Fu isolato per la prima volta dal medico tedesco F. Miescher nel 1896, ma solo nel 1953 James Watson e Francis Crick ne chiarirono la struttura, formata da due filamenti polinucleotidici avvolti a formare una doppia elica molto lunga e spiralizzata.

Ciascun filamento dell'elica è formato dalla successione di unità monomeriche dette *nucleotidi*, costituiti dallo zucchero *desossiribosio*, da un gruppo fosfato e da una base azotata.

Gli scheletri di desossiribosio fosfato, che sono fortemente polari, sono esposti all'esterno della catena e interagiscono con l'acqua; le cariche negative dei gruppi fosfato ionizzati sono regolarmente distanziate alla periferia della doppia elica e quindi in grado di interagire elettrostaticamente con cationi organici e inorganici.

Vi sono due tipi di basi azotate: le pirimidine, con un solo anello e le purine, che presentano una struttura a due anelli; nel *DNA* compaiono due *purine*, l'*adenina* (A) e la *guanina* (G) e due *pirimidine*, la *citocina* (C) e la *timina* (T)\*.

Le basi appartenenti ai due filamenti si incontrano sull'asse centrale dell'elica e si uniscono mediante legami a idrogeno, secondo una specifica *complementarità delle basi* che vede sempre la *citocina* di fronte alla *guanina* e la *timina* legata all'*adenina*. Accoppiamenti diversi deformerebbero la doppia elica.

La stabilità della doppia elica è possibile grazie a due tipi di interazione:

- legami idrogeno tra le coppie di basi che sporgono da ciascun filamento (due legami idrogeno per la coppia A-T e tre legami per la

---

\* Nell'*RNA* la *timina* è sostituita dall'*uracile*.

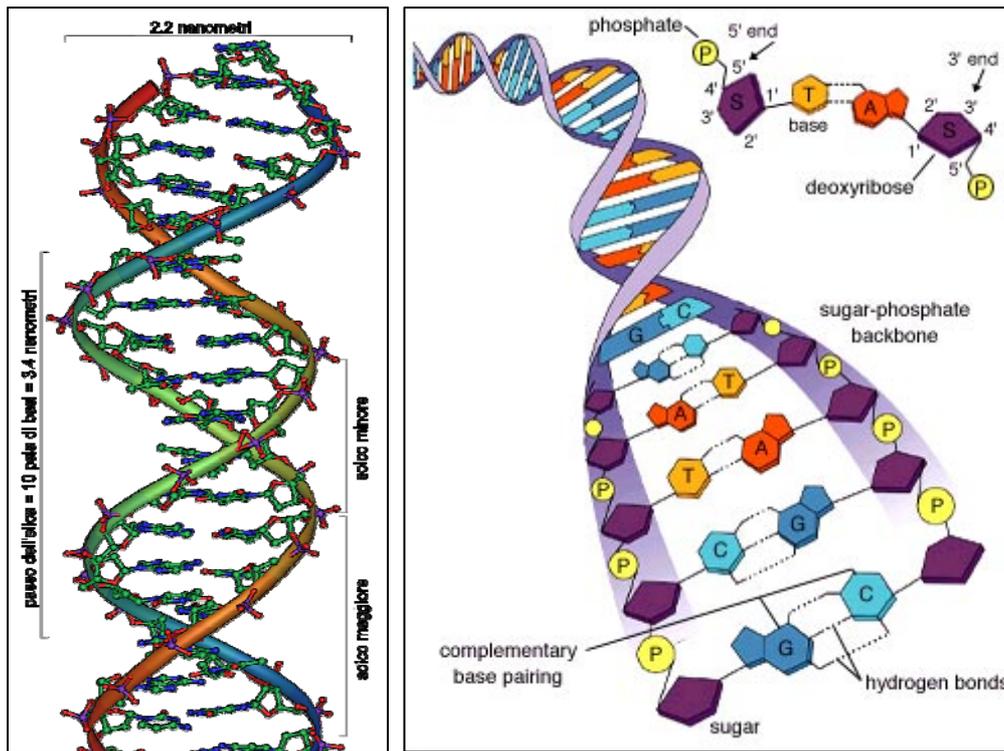


Fig. 10 Rappresentazioni schematiche della struttura a doppia elica del DNA

la coppia G-C)

- interazioni di *van der Waals* che avvengono tra basi sovrapposte e che possono dare origine a interazioni estese nella catena polimerica.

Il passo della spirale del duplex è di 3,4 *nm* e sono presenti 10 basi azotate per ogni giro dell'elica, nella quale i due filamenti evolvono con *andamento antiparallelo*. La doppia elica può essere anche paragonata a una doppia vite nella quale la filettatura è rappresentata dagli scheletri di desossiribosio fosfato dei due filamenti.

In questa configurazione il duplex presenta alternativamente un *solco maggiore* e un *solco minore*.

Il solco maggiore ha notevole importanza biologica perché consente il riconoscimento di diverse *sequenze-segnale* da parte di specifiche proteine che devono identificare le zone di inizio e fine di un gene (ovvero una sequenza codificante per un prodotto biologicamente attivo).

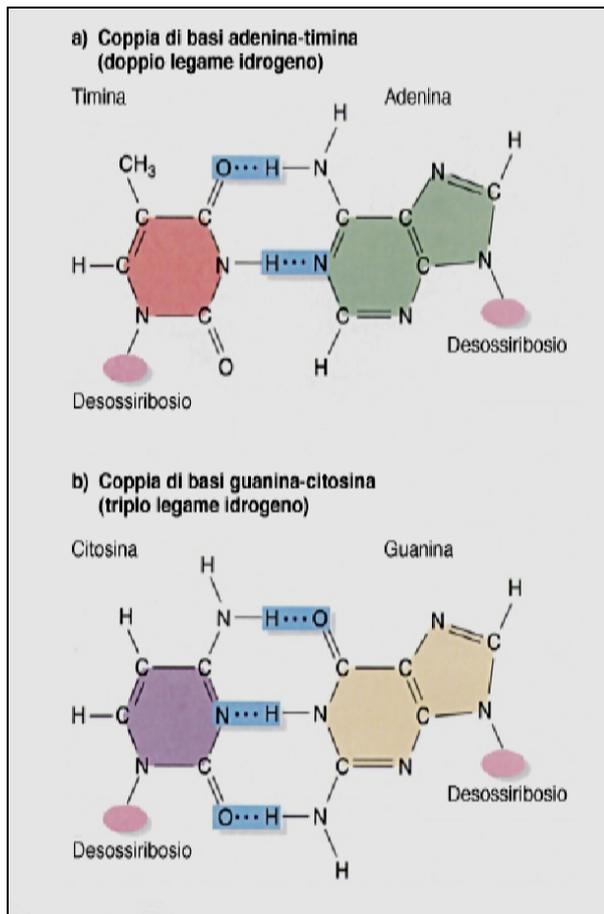


Fig. 11 Legame H in basi complementari

La quantità di informazione contenuta nella molecola di *DNA* è proporzionale alla sua lunghezza. I *virus* contengono da  $10^3$  a  $10^4$  basi azotate mentre il *DNA* umano contiene più di tre miliardi di paia di basi.

Per questa ragione l'informazione genetica di organismi semplici come i batteri, è contenuta in un'unica molecola di *DNA* (cromosoma della cellula) immerso nel citoplasma assieme a tutti gli altri organelli cellulari. Negli organismi più complessi, gli *eucarioti*, l'informazione è contenuta a livello nucleare ed è costituita da svariate molecole di *DNA* (*cromosomi*). Il genoma umano è costituito da 23 cromosomi diversi; in generale il numero e le dimensioni dei cromosomi sono variabili e sono caratteristici di ogni specie.

Le principali caratteristiche del *DNA* possono essere schematizzate come segue:

- è presente in tutte le cellule in grado di riprodursi;
- consente di contenere informazioni, codificate come sequenza delle basi azotate;
- la sua quantità, a prescindere dall'età e da fattori esterni, è costante in tutte le cellule di un dato organismo;
- la sua morfologia gli consente di essere duplicato con facilità,
- la sua stabilità assicura la costanza dell'informazione genetica.

## 1.6 Onde elettromagnetiche

### 1.6.1 L'onda elettromagnetica

Un'onda elettromagnetica è costituita dalla vibrazione alternata nello spazio di un campo elettrico (E) e un campo magnetico (B) tra loro perpendicolari che oscillano in fase e viaggiano in linea retta alla velocità della luce (nel vuoto).

Essa consiste in realtà di due componenti accoppiate: una elettrica e una magnetica.

Una carica elettrica immobile genera una forza elettrica nello spazio circostante (*campo elettrico*) che decresce con il quadrato della distanza.

Una carica elettrica oscillante nello spazio perturba il campo elettrico da esso generato a causa del cambiamento dello spostamento oscillatorio. Conseguentemente la variazione di campo elettrico genera un *campo magnetico*.

Queste oscillazioni del campo elettrico, e quindi anche del campo magnetico, generano *onde elettromagnetiche*.

Una carica immobile che viene investita da tale campo elettromagnetico comincerà a oscillare, generando a sua volta un campo elettromagnetico.

L'onda elettromagnetica può essere vista come un flusso di energia che si propaga sotto forma di campi elettrici e magnetici. Ognuna delle due componenti dell'onda elettromagnetica trasporta la medesima quantità di energia.

### 1.6.2 Caratteristiche delle onde elettromagnetiche

Le onde elettromagnetiche si propagano in linea retta (in un mezzo omogeneo) e alla velocità della luce ( $c = 300.000 \text{ Km/s}$  nel vuoto) e sono descritte dalle equazioni delle onde. Il campo elettromagnetico è

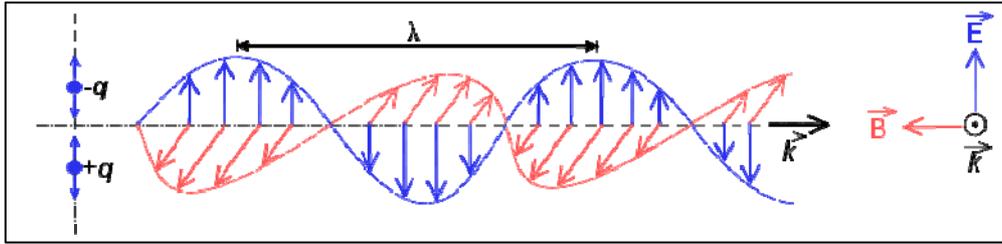


Fig. 12 Onda elettromagnetica piana polarizzata

descritto dalle equazioni di Maxwell e dalla forza di Lorentz.

I parametri caratteristici di un'onda EM sono: *frequenza*, *lunghezza d'onda*, *intensità* e *ampiezza*.

La *frequenza*  $f$  [Hz] è il numero di oscillazioni al secondo compiute dall'onda, ovvero l'inverso del *periodo* di oscillazione ( $T=f^{-1}$ ) che è invece definito come il tempo che impiega l'onda a compiere una singola oscillazione completa.

La *lunghezza d'onda* di un'onda periodica è la distanza tra due creste della sua forma d'onda, e viene indicata dalla lettera  $\lambda$  [m].

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$\lambda$  = lunghezza d'onda;  $\nu$  = frequenza in Hz ;  $c$  = velocità propagazione nel vuoto

L'*intensità* di un'onda elettromagnetica è l'energia che passa per unità di area nell'unità di tempo ( $watt/m^2$ ), cioè l'energia che attraversa in ogni secondo una superficie di un metro quadrato.

Essendo l'intensità proporzionale al prodotto delle ampiezze del campo elettrico e del campo magnetico e poiché questi ultimi due sono proporzionali tra loro, se ne deduce che l'intensità è proporzionale al quadrato dell'ampiezza del campo elettrico.

Infine, per *ampiezza* si intende il valore massimo che viene raggiunto dall'oscillazione. In un'onda elettromagnetica le ampiezze dei due campi (E , B) sono tra loro legate, cioè, i due campi sono accoppiati.

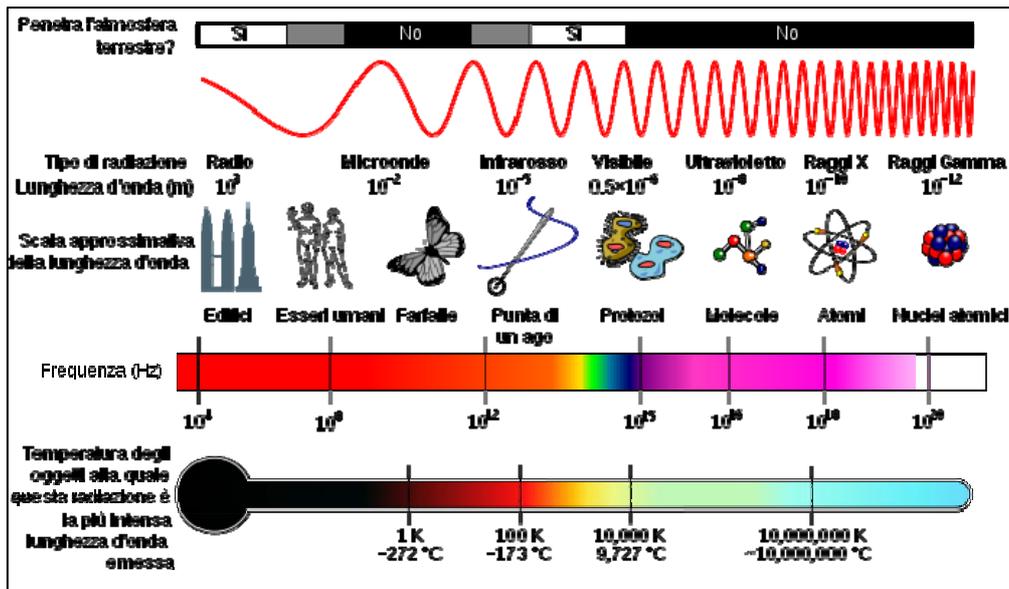


Fig.13 Suddivisione e scala di grandezza dello spettro elettromagnetico

| range           | abbreviazione | Nome                         |
|-----------------|---------------|------------------------------|
| 0,1 Hz – 3 KHz  | ELF           | Frequenze estremamente basse |
| 3 – 30 KHz      | VLF           | Frequenze molto basse        |
| 30 – 300 KHz    | LF            | Frequenze basse              |
| 300 – 3.000 KHz | MF            | Frequenze medie              |
| 3 – 30 MHz      | HF            | Frequenze alte               |
| 30 – 300 MHz    | VHF           | Frequenze molto alte         |
| 300 – 3.000 MHz | UHF           | Frequenze ultra alte         |
| 3 – 30 GHz      | SHF           | Frequenze super alte         |
| 30 – 300 GHz    | EHF           | Frequenze estremamente alte  |

Fig. 14 Range di frequenze e relative abbreviazioni

### 1.6.3 Risonanza di Schumann

La Risonanza di Schumann è un gruppo di picchi nella gamma ELF del campo elettromagnetico terrestre di fondo “campo di background”,

eccitato principalmente dalle scariche elettriche dei fulmini nella cavità compresa tra la superficie terrestre e la ionosfera.

Questi segnali sono molto deboli, ma la guida d'onda *Terra-Ionosfera* si comporta come un risonatore alle frequenze *ELF* e amplifica le componenti spettrali dei fulmini alle frequenze di risonanza. I fulmini si comportano come un'enorme antenna che irradia energia elettromagnetica come segnali impulsivi a frequenze sotto i 100 kHz.

Il fisico Otto Schumann descrisse matematicamente tale fenomeno nel 1952.

In una cavità ideale, la frequenza di risonanza del modo ennesimo  $f_n$  è determinata dal raggio terrestre  $a$  e dalla velocità della luce  $c$ .

$$f_n = \frac{c}{2\pi a} \sqrt{n(n+1)}$$

Le frequenze rilevabili sperimentalmente sono però lievemente più basse di quelle attese dai calcoli teorici.

Ciò è dovuto al fatto che la guida d'onda *Terra-Ionosfera* reale non è

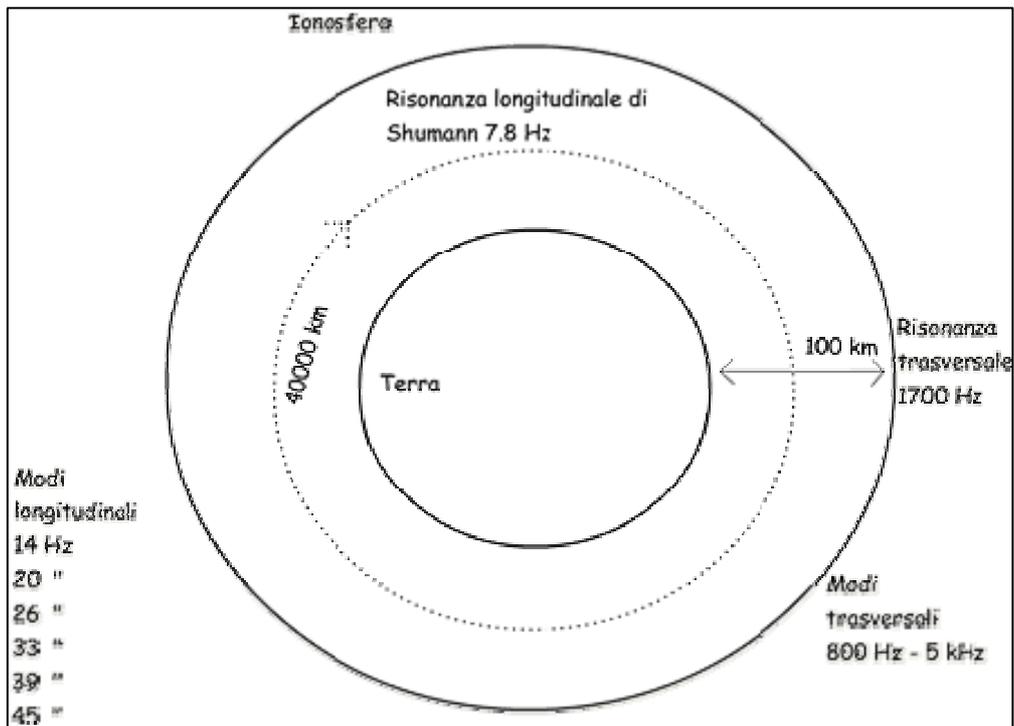
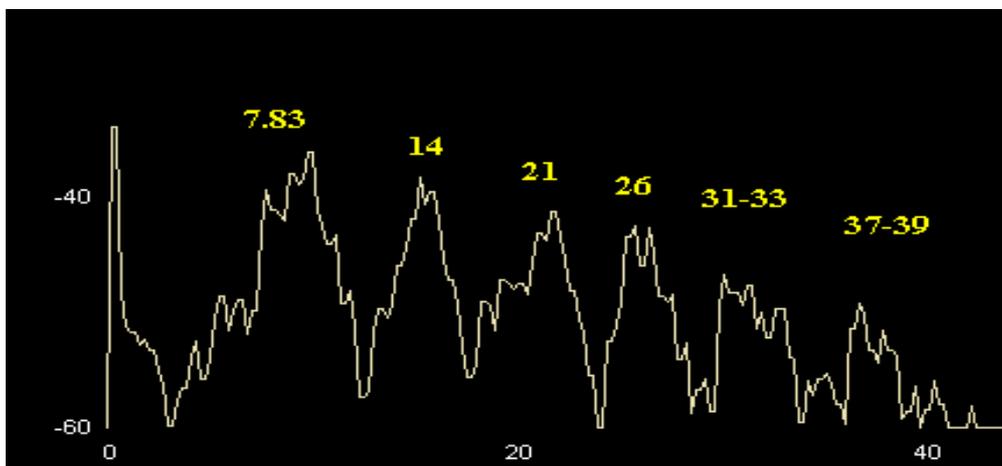


Fig. 15 Risonanza di Schumann nella cavità terra-ionosfera

una cavità elettromagnetica perfetta e sono, quindi, presenti perdite dovute alla conduttività elettrica finita della ionosfera, che fanno risonare il sistema a frequenze più basse. Esistono inoltre asimmetrie orizzontali (transizioni circadiane giorno-notte, cambiamenti latitudinali nel campo magnetico terrestre, disturbi improvvisi nella ionosfera) che complicano lo spettro.

La frequenza fondamentale è circa  $7,83 \text{ Hz}$ . Il nono ipertono si pone a circa  $60 \text{ Hz}$  e ipertoni rilevabili si estendono fino al range dei  $\text{kHz}$  di  $f$ . La frequenza fondamentale di  $7.83 \text{ Hz}$  ha una lunghezza d'onda uguale alla circonferenza della Terra.

Le frequenze di Schumann vengono utilizzate per valutare l'attività globale dei fulmini e, vista la connessione tra l'attività dei fulmini e il clima terrestre, possono anche essere usate per sorvegliare le variazioni della temperatura globale e del vapore acqueo presente nell'atmosfera terrestre.



*Fig. 16 Frequenze di Schumann - Stazione di Kilpisjärvi Finlandia del Nord*

## 1.7 Tecniche di analisi del DNA

### 1.7.1 PCR

La *reazione a catena della polimerasi*, detta comunemente *PCR* (da *Polymerase Chain Reaction*), è tra le tecniche maggiormente usate per l'analisi del *DNA* grazie alla sua sensibilità, efficienza e semplicità. Sviluppata a metà degli anni '80, consente di amplificare in modo specifico e selettivo una piccola regione del genoma. L'amplificazione richiede due *oligonucleotidi* complementari alle due estremità opposte della sequenza da amplificare mediante cicli ripetuti, ognuno dei quali è costituito da tre fasi:

- **denaturazione** a temperatura elevata (95°C) del *DNA* contenente la regione da amplificare;
- **appaiamento degli oligonucleotidi** alle due estremità opposte della sequenza da amplificare a temperature comprese tra 50 e 60 °C. Tale fase ha lo scopo di creare inneschi (*primers*) per la sintesi di *DNA*;
- **sintesi di *DNA*** a 70°C per opera di una specifica *DNA polimerasi*, che utilizza come stampo i due filamenti di *DNA* da amplificare. La successione di cicli ripetuti producono amplificazione esponenziale del tratto di *DNA* compreso tra i due *primers*.

Indicando con  $n$  il numero di cicli e  $C$  il numero di copie ottenute avremo  $C = 2^n$ . L'amplificazione evolve infatti in maniera geometrica (2,4,8,16,32 , . . . . .,  $2^n$ ).

La tecnica si rivela veloce e flessibile anche grazie all'utilizzo di *DNA polimerasi* termostabili quali la *Taq polimerasi*, estratta dal batterio termofilo *Thermus aquaticus*, che consente, la sua costante presenza in ogni ciclo della reazione, anche nella fase di denaturazione a 95 °C. La reazione è quindi veloce e può essere completamente automatizzata tramite l'utilizzo di strumentazione dedicata (termociclatori).

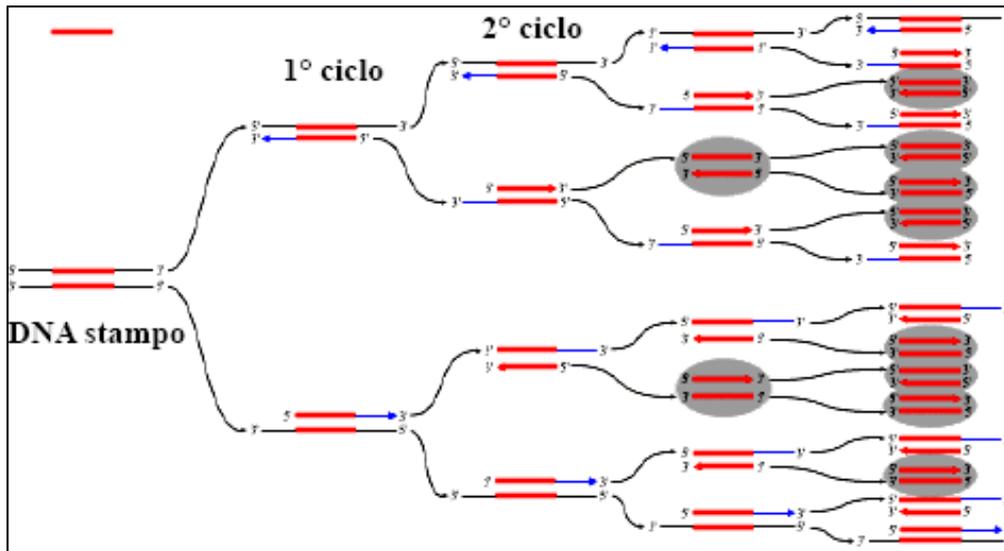


Fig. 17 Amplificazione geometrica del DNA

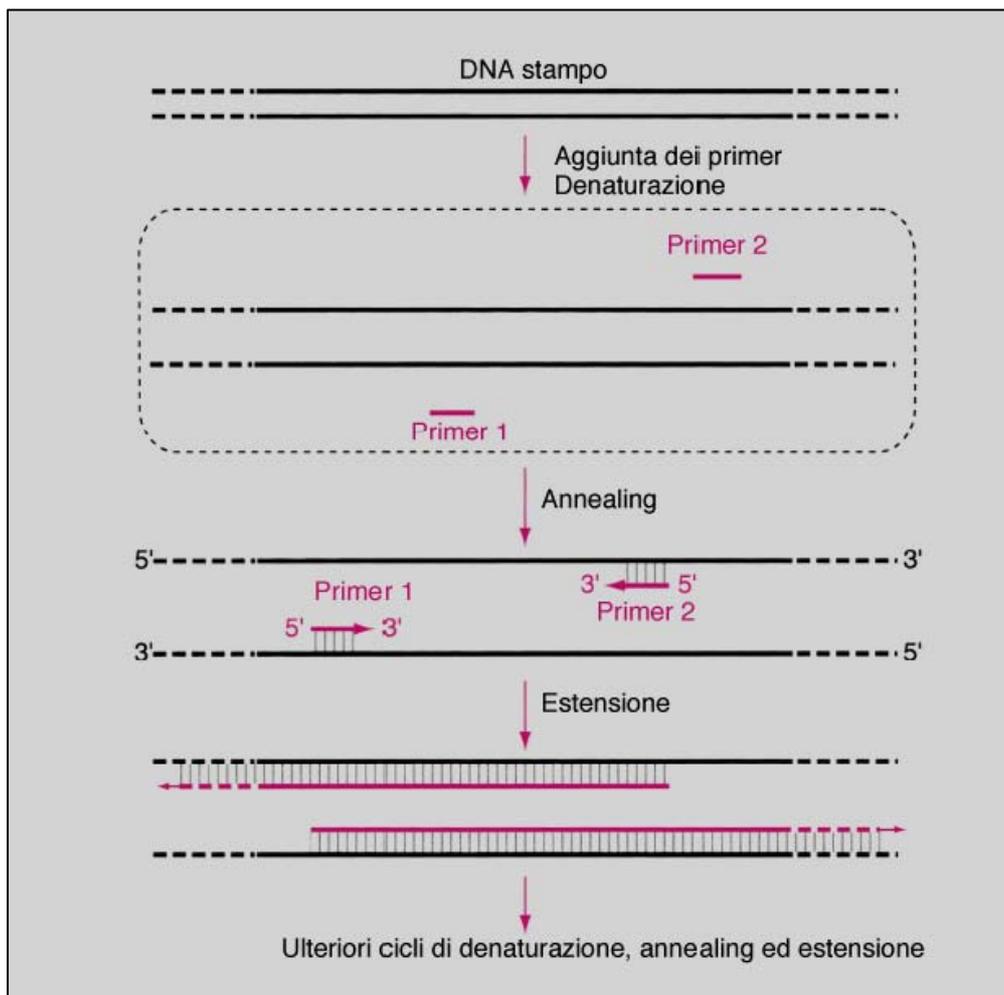


Fig. 18 Le tre fasi della PCR

### 1.7.2 Nested PCR

La *Nested PCR* consiste in una seconda *PCR* condotta sui prodotti di una prima *PCR* usando *primers* complementari a regioni dello stesso segmento di *DNA* più interne rispetto alle regioni di appaiamento della precedente *PCR*.

E' altamente improbabile che tale coppia di *primers* possa dare un prodotto di amplificazione se il primo non fosse specifico. La presenza di un prodotto di amplificazione dopo la seconda *PCR* garantisce una maggiore specificità della reazione globale.

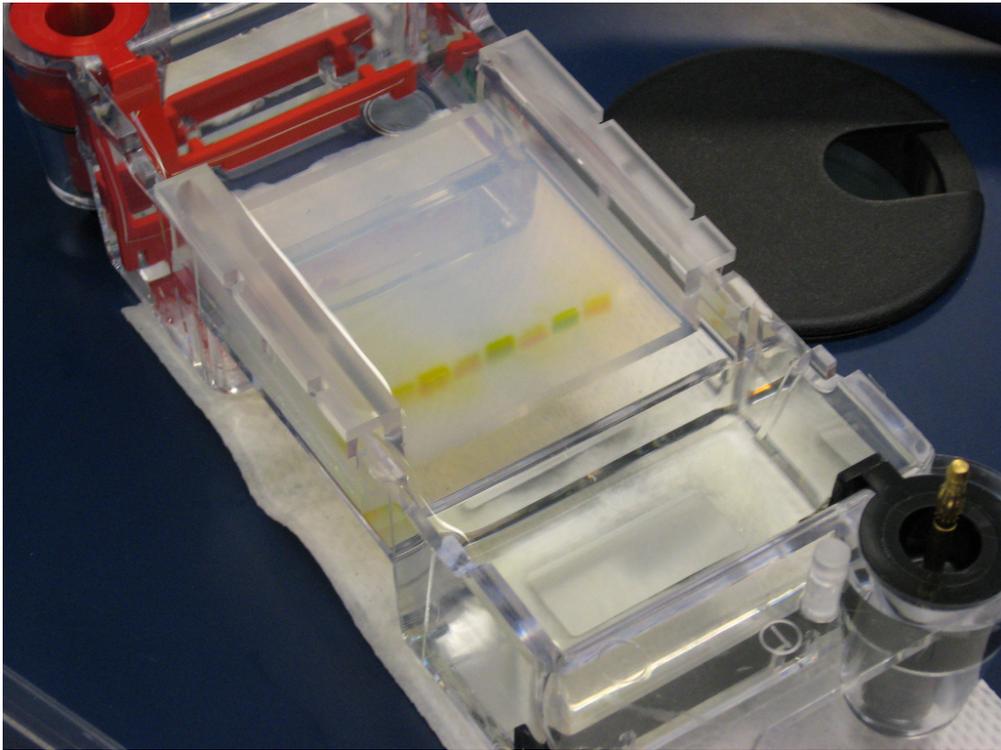
### 1.7.3 Elettroforesi su gel di agarosio

Le tecniche di elettroforesi su gel sono uno strumento di analisi largamente impiegato sia per gli acidi nucleici sia per le proteine.

La procedura consiste nella migrazione delle molecole di interesse sotto l'influenza di un campo elettrico che avviene in un mezzo di supporto costituito da gel di *agarosio* o *poliacrilammide* e permette di separare sequenze di *DNA* risolte in base alle loro dimensioni.

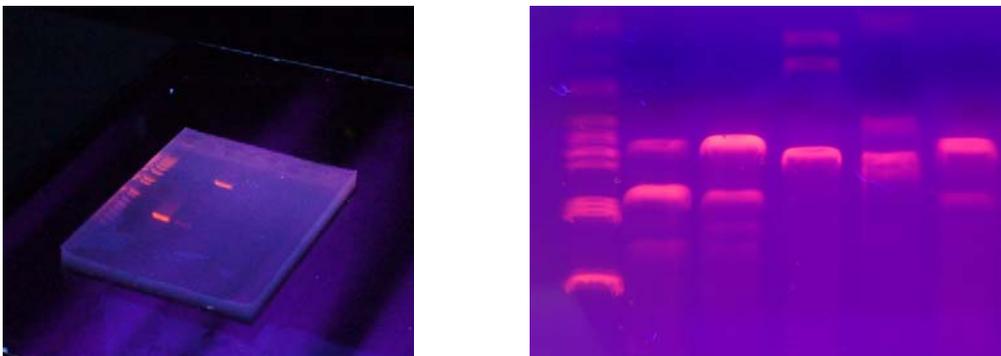
L'*agarosio*, uno zucchero ottenuto dalla purificazione dall'agar-agar delle alghe rosse. Presenta la caratteristica di essere solubile in acqua ad alte temperature mentre diventa solido man mano che si raffredda, formando una matrice attraverso la formazione i legami a idrogeno tra le catene lineari. Questa matrice di gel agisce impedendo disturbi meccanici e di convezione durante la migrazione serve da setaccio molecolare per separare molecole provviste di una stessa carica, in base alle loro dimensioni. La mobilità della particella dipende dalla forza elettrostatica netta che agisce sulla particella.

Le molecole di *DNA* che sono cariche negativamente a causa della presenza di gruppi fosfato, migrano verso il polo positivo a velocità che è funzione del loro peso molecolare; in buona approssimazione, entro certi intervalli di PM, tale velocità è inversamente proporzionale al logaritmo del peso molecolare.



*Fig. 19 Cella elettroforetica*

Al termine del processo di separazione otteniamo frammenti incolore, che possono essere individuati tramite immersione del gel in una vaschetta contenente un colorante. Il colorante più usato è il *Bromuro d'Etidio*, molecola planare che si inserisce tra le basi dell'acido nucleico a doppio filamento (intercalante) e in questa condizione ha la peculiarità di emettere luce fluorescente quando irradiata con luce ultravioletta (300 nm) tramite, p. es., una lampada di Wood.



*Fig. 20 Fluorescenza di frammenti di DNA sottoposto a elettroforesi.*

## Capitolo 2

### Fase sperimentale

*In questo capitolo viene descritta una “nuova” proprietà del DNA: la capacità di alcune sequenze di DNA batterico di produrre onde elettromagnetiche in particolari condizioni. Sembra essere un fenomeno di risonanza stimolato dal “background elettromagnetico” ambientale a frequenze ultra basse, le frequenze di risonanza di Schumann. In particolare, il DNA genomico dei batteri più patogeni sembrerebbe contenere alcune sequenze che sono in grado di generare tali segnali.*

*Questo fenomeno apre la strada allo sviluppo di “detection systems”, altamente sensibili, di infezioni batteriche croniche umane e animali.*

*Di seguito alcune fra le principali tappe nel campo della ricerca sugli acidi nucleici:*

- 1944 *Trasformazione dei batteri mediante DNA (O. Avery, McLeod C. e M. McCarty);*
- 1953 *Scoperta della struttura della doppia elica (J. Watson, F. Crick, M. Wilkins, R. Franklin);*
- 1956 *DNA polimerasi (A. Kornberg);*
- 1968 *Enzimi di restrizione (W. Arber);*
- 1969 *Trascrizione inversa dei retrovirus (H. Temin, D. Baltimore );*
- 1976 *Sequenziamento del DNA (A. Maxam, W. Gilbert, F. Sanger );*
- 1986-88 *Reazione a catena della polimerasi (K. Mullis) Taq polimerasi (RK Saiki);*
- 2001 *Prima sequenza del genoma umano;*
- 2004-10 *Sequenziamento del DNA su larga scala (high-throughput).*

## 2.1 Gli esperimenti

### 2.1.1 Il punto di partenza

Dieci anni fa, Luc Montagnier stava studiando lo strano comportamento di un piccolo batterio che si accompagna frequentemente all'*HIV*, il *Mycoplasma pirum*, che come l'*HIV*, è un parassita dei linfociti umani. In particolare Montagnier cercava di separare il batterio, delle dimensioni di circa 300 *nm*, dalle particelle virali, che hanno dimensione di circa 120 *nm*, tramite filtri.

Con questa procedura, partendo da colture pure del batterio adeso ai linfociti, i filtrati ottenuti erano completamente sterili per il batterio. La reazione a catena della polimerasi e la *Nested PCR* basate su inneschi (*Primers*) di *Adesina*, derivati da un gene del *Mycoplasma pirum* precedentemente clonato e sequenziato, davano risultati negativi. Tuttavia quando il filtrato veniva incubato con una coltura di linfociti umani, negativi al *Mycoplasma pirum*, si finiva col recuperare puntualmente il *Mycoplasma* stesso.

A questa osservazione fece seguito la verifica di una proprietà inattesa del *Mycoplasma pirum*, ovvero l'emissione di onde elettromagnetiche a bassa frequenza da parte di soluzioni diluite del filtrato.

Da qui, è nata una lunga ricerca sulle proprietà fisiche del *DNA* nell'acqua che è stata estesa anche ad altri *DNA* batterici e virali.

### 2.1.2 Strumentazione utilizzata per la lettura dei segnali

La strumentazione usata per rilevare gli *EMS* (fig.22) comprendeva un sensore induttivo per il rilevamento dei segnali elettromagnetici emessi dalle soluzioni di *DNA* contenuto in provette, un amplificatore di segnale, un sistema di acquisizione del segnale interfacciato a un PC e un software per l'elaborazione del segnale (trasformazione di Fourier, visualizzazione dello spettro, ecc).

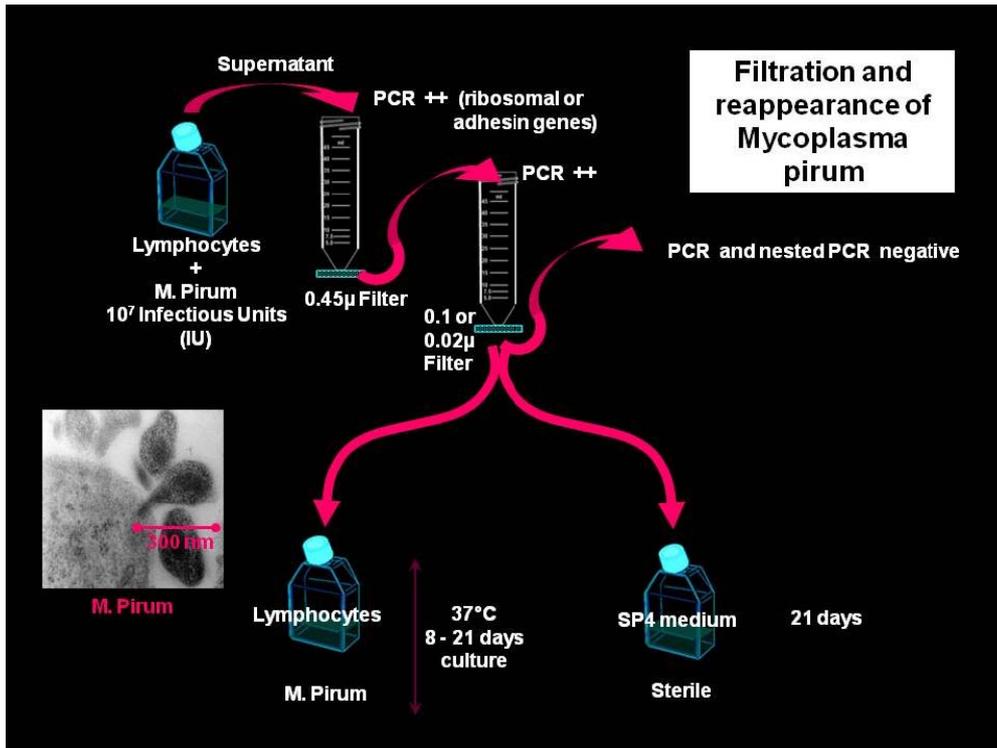


Fig. 21 Filtrazione e successiva ricomparsa del *Mycoplasma pirum*

### 2.1.3 Dati rilevati e punti fondamentali

1) Si individuano onde elettromagnetiche a frequenza ultra bassa (*ULF* 500-3000 Hz) in talune diluizioni di filtrati (100 nm, 20 nm) provenienti da colture di microorganismi (*virus, batteri*) o dal plasma umano infettato dagli stessi agenti. I medesimi risultati sono ottenuti dal *DNA* estratto da essi.

2) I segnali elettromagnetici (*EMS*) non sono correlati linearmente con il numero iniziale delle cellule batteriche prima della loro filtrazione. In un esperimento si è dimostrato che gli *EMS* erano simili in una sospensione di cellule di *Escherichia coli* compresa fra  $10^1$  e  $10^9$  cellule. Si tratta di un fenomeno assoluto.

3) Gli *EMS* sono osservati solamente in alcune alte diluizioni acquose dei filtrati. Per esempio, diluizioni da  $10^{-9}$  a  $10^{-18}$  in talune preparazioni di filtrati di *E. coli*.

4) Nel caso del *Mycoplasma pirum*, un gene isolato come l'*adesina*,

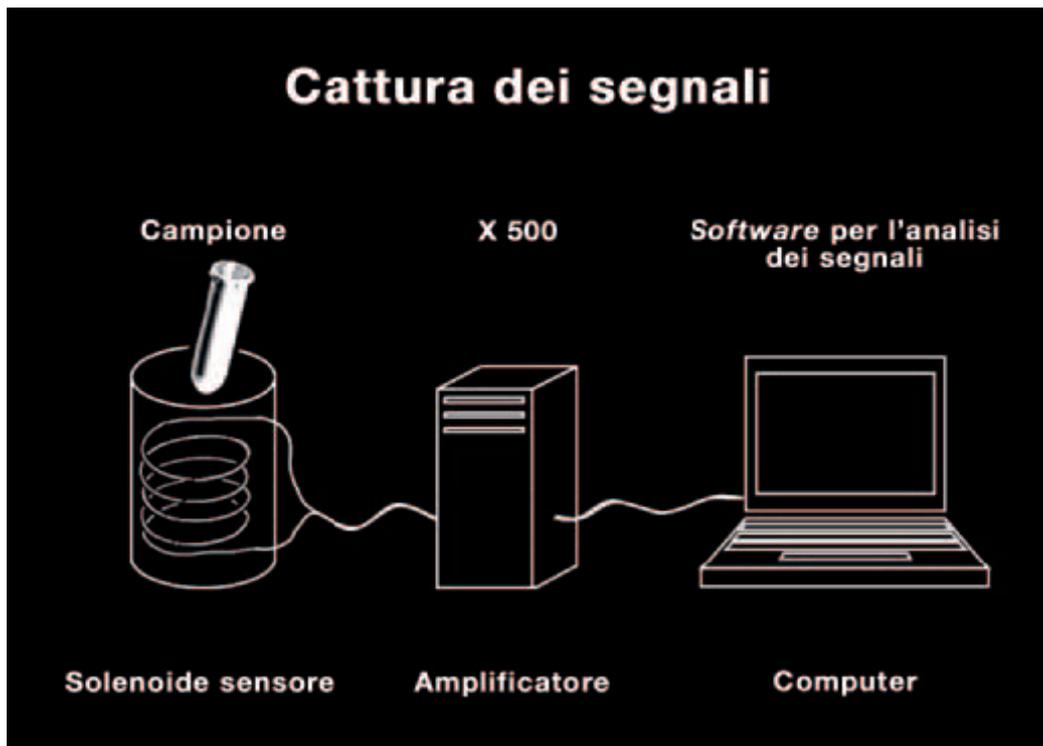


Fig. 22 Rappresentazione schematica del sistema usato per la cattura e l'analisi dei segnali elettromagnetici.

precedentemente clonata e sequenziata, riusciva a generare gli *EMS*. Man mano che il gene veniva clonato in due frammenti, ciascuno dei frammenti isolati era in grado di generare *EMS*, inducendo a pensare che una breve sequenza di *DNA* fosse sufficiente a generare tali segnali. In modo del tutto simile, come meglio descritto più avanti, anche una corta sequenza di *DNA* del *virus HIV* (104 paia di basi) si è rivelata sufficiente a produrre gli *EMS*.

5) Diversi altri *batteri* non producono *EMS*: è il caso dei batteri *probiotici* come il *Lactobacillus* e di alcune forme di *Escherichia coli* utilizzate come vettore di clonazione.

6) Prendendo in esame i *virus* (solo alcune famiglie di *virus* sono state analizzate finora) si individuano *EMS* provenienti da alcuni *retrovirus* esogeni (*HIV*, *FeLV*), dal *virus* dell'epatite (*HBV*, *HCV*) e *virus* dell'influenza A (colture in vitro). Generalmente, i segnali sono prodotti da filtrati 20 *nm* di sospensioni virali o dal *DNA* estratto. La

questione resta ancora aperta per i *virus RNA* (*HCV*, influenza), ossia se l'*RNA* delle particelle virali mature sia una sorgente di *EMS* o meno. (infatti nel caso dell'*HIV*, gli *EMS* non sono prodotti dall'*RNA* o da particelle virali, ma dal *DNA* provirale presente nelle cellule infette). Nel caso dei batteri, gli *EMS* sono prodotti da filtrati di 100 *nm* e non da quelli di 20 *nm*, il che significa che la dimensione delle strutture che generano *EMS* è compresa tra 20 e 100 *nm*. Ciò giustifica la denominazione di “nanostrutture”, qualsiasi sia la loro natura. Le teorie prodotte coinvolgono come nanostrutture “*clusters*” di acqua. La produzione di *EMS* da parte di questi *clusters* è resistente a: trattamento con *RNAasi*, *DNAasi* (che distrugge il *DNA* che genera gli *EMS*), *proteasi* (*proteinasasi K*), detergente (*SDS*). Inoltre, essi sono sensibili al calore (> 70°C) e al gelo (-80°C); tale sensibilità è ridotta quando si trattano corte sequenze di *DNA* purificato [1,2,3].

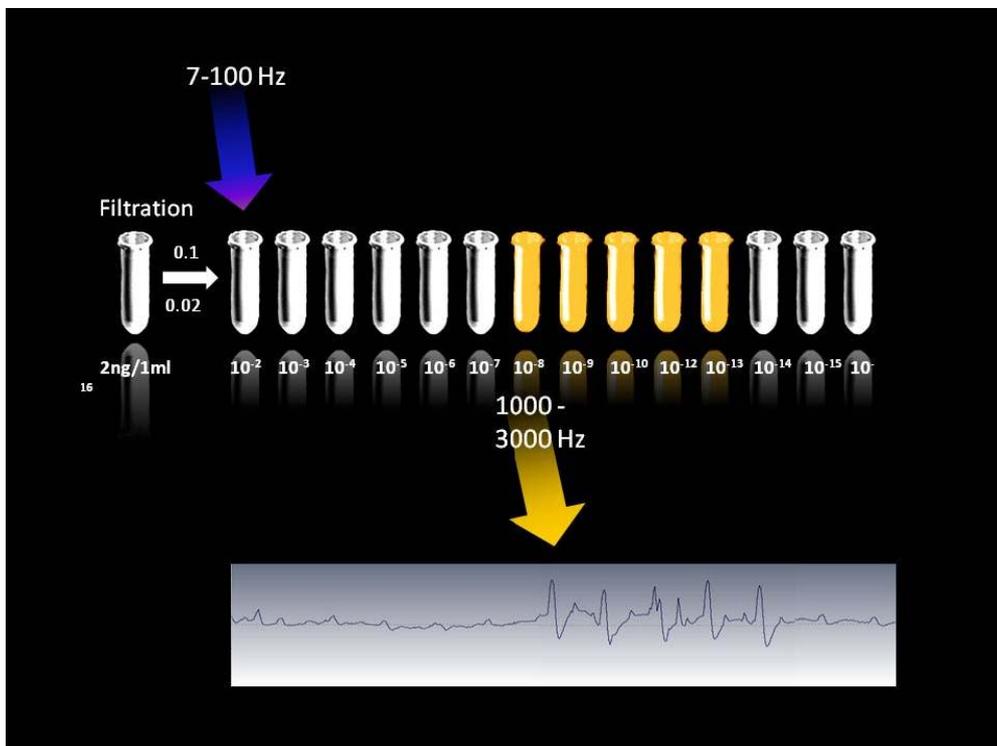


Fig. 23 Gamma tipica di diluizioni correlata alla trasmissione di *EMS*

#### 2.1.4 Condizioni per il verificarsi della produzione degli EMS

- Filtrazione: 450/100 nm per il *DNA* batterico; 450/20 nm per il *DNA* virale;
- Alta diluizione in acqua;
- Agitazione meccanica tra ciascuna diluizione;
- Eccitazione per mezzo di un sottofondo elettromagnetico *ELF* (*Extremely Low Frequency*) a partire da una frequenza molto bassa (7 Hz), che risulta bloccata da una lega di *mumetal*.

La stimolazione da parte del sottofondo elettromagnetico di frequenza molto bassa è assolutamente essenziale. Tale frequenza coincide con la frequenza di *background* elettromagnetico naturale (risonanza di Schumann, con *frequenza fondamentale* pari a 7.83 Hz) [4].

#### 2.1.5 Trasmissione di sequenze di *DNA* attraverso onde e acqua

Si è utilizzata, come fonte di *DNA*, un frammento di *DNA* di *HIV* selezionato dalla ripetizione terminale lunga (*LTR*). Questo frammento è stato amplificato mediante *PCR* (487 paia di basi) e quindi *nested PCR* (104 paia di basi) con *primers* specifici. Dapprima sono state preparate diluizioni di *DNA* dalle quale si è individuata la generazione di *EMS* in ambiente con sottofondo elettromagnetico.

Come mostrato in Fig. 24 si è posizionata una delle diluizioni positive (p. es. esempio la  $10^{-6}$ ) in un recipiente protetto da uno strato di *mumetal* dello spessore di 1 mm. In prossimità è stata collocata un'altra provetta contenente acqua pura.

Intorno alle provette è stato posizionato un induttore di rame alimentato a 7 Hz tramite un generatore elettrico a bassa potenza. Il campo magnetico prodotto è stato mantenuto per 18 ore a temperatura ambiente. Il contenuto di acqua di ciascuna provetta è stato filtrato con

filtri di 450 nm e di 20 nm e diluito da  $10^{-2}$  a  $10^{-15}$ . Gli EMS provenienti da ciascuna delle due provette sono quindi stati registrati: anche la provetta originariamente contenente solo acqua emetteva EMS, alle diluizioni che generano EMS nella provetta contenente DNA.

Questo indicava che, con un'eccitazione di 7 Hz, sono state trasmesse all'acqua pura le nanostrutture inizialmente originate dal DNA.

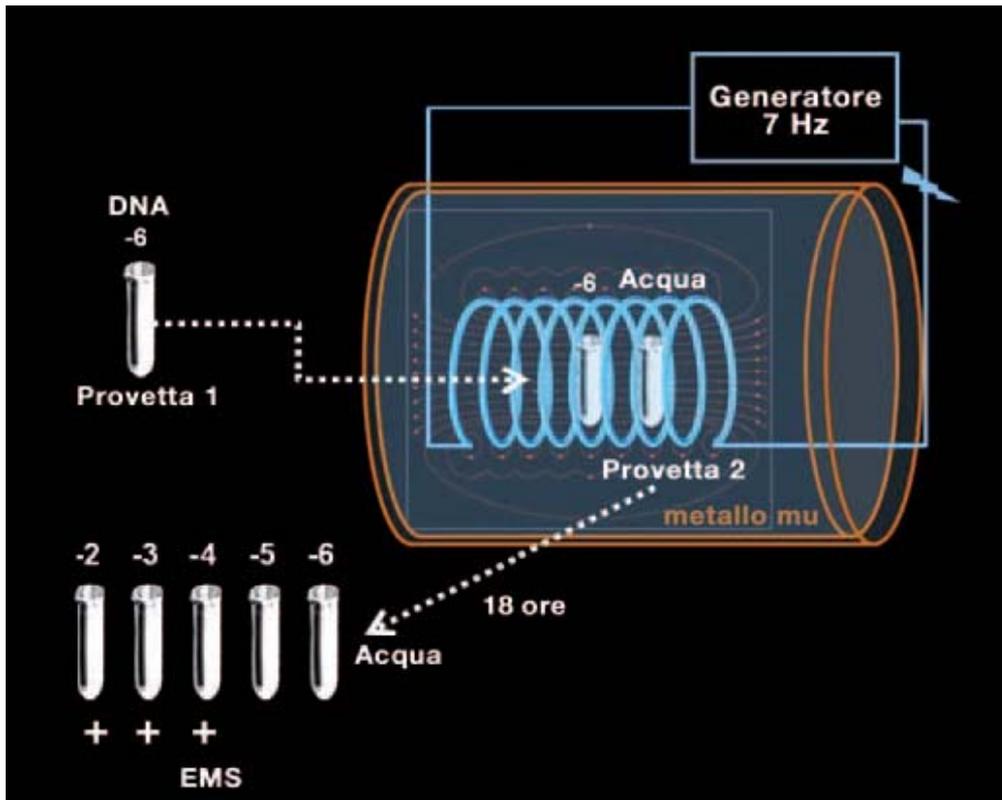


Fig. 24 Stimolazione delle nanostrutture d'acqua per risonanza

### 2.1.6 Variabili che sopprimono la trasmissione degli EMS nella provetta d'acqua

- Tempo di esposizione delle due provette < 16-18 ore;
- Assenza di bobina;
- Generatore di campo magnetico spento;
- Frequenza di eccitazione < 7 Hz;
- Assenza di DNA nella provetta 1.

### 2.1.7 Ultima fase dell'esperimento

Si è intrapresa, quindi, la fase più critica della sperimentazione: esaminare la specificità delle nanostrutture d'acqua prodotte ricreando, a partire da esse, la sequenza di *DNA*. A tal scopo si è aggiunta alla provetta, contenente acqua *segnalizzata*, tutti i componenti per sintetizzare il *DNA* attraverso la reazione a catena della polimerasi (*nucleotidi, primers, polimerasi*).

L'amplificazione è stata ottenuta in condizioni classiche (35 cicli) in un termociclatore. Il *DNA* prodotto è stato, poi, sottoposto a elettroforesi su gel di *agarosio*. È stata individuata una banda di *DNA* della dimensione del frammento originario *LTR*. Si è ulteriormente verificato che questo *DNA* avesse una sequenza identica o prossima alla sequenza del *LTR*. Tale sequenza era identica al 98% (solo 2 nucleotidi diversi su 104).

Si è verificato che questo esperimento (che è stato possibile ripetere con un'altra sequenza di *DNA* proveniente dal batterio *Borrelia*

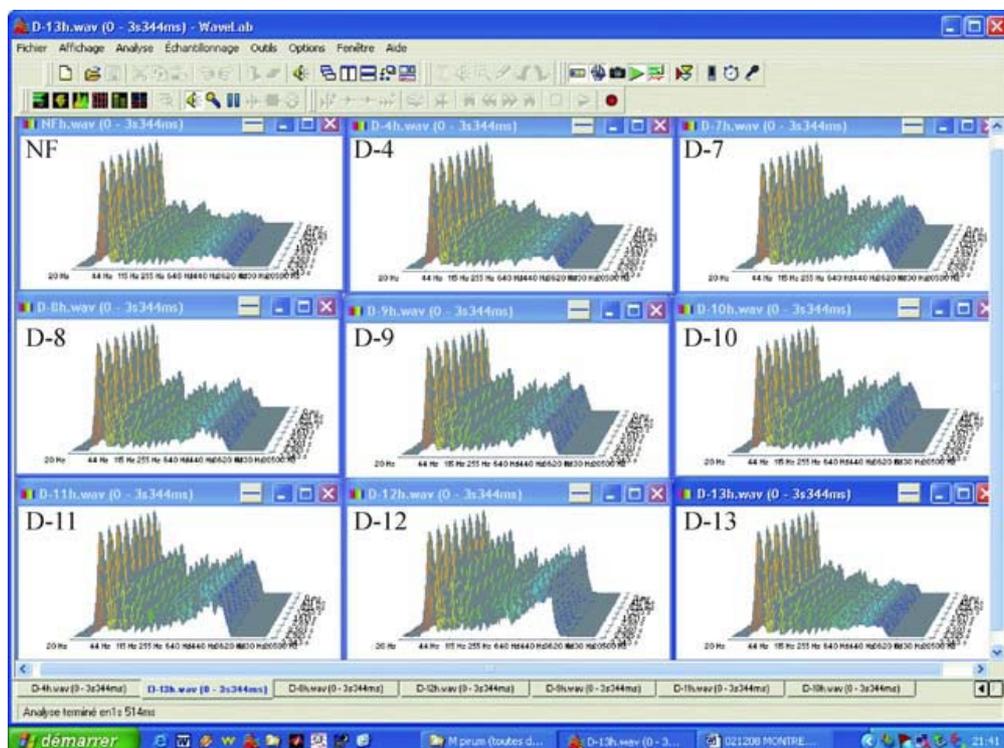


Fig. 25 Trasmissione EMS da D-7 a D-12 (1-3 kHz) *Mycoplasma Pirum*

*burgdorferi*, agente eziologico della *malattia di Lyme*) fosse altamente riproducibile (12 volte su 12).

Questi risultati indicano che le nanostrutture d'acqua e la loro risonanza elettromagnetica possano ripetere fedelmente le informazioni del *DNA* e forniscono supporto a una spiegazione dell'esperimento di filtrazione del *Mycoplasma pirum* nel quale le nanostrutture prodotte dal *DNA* di *Mycoplasma pirum* in acqua filtrata rappresenterebbero i differenti segmenti del suo *DNA* genomico [5].

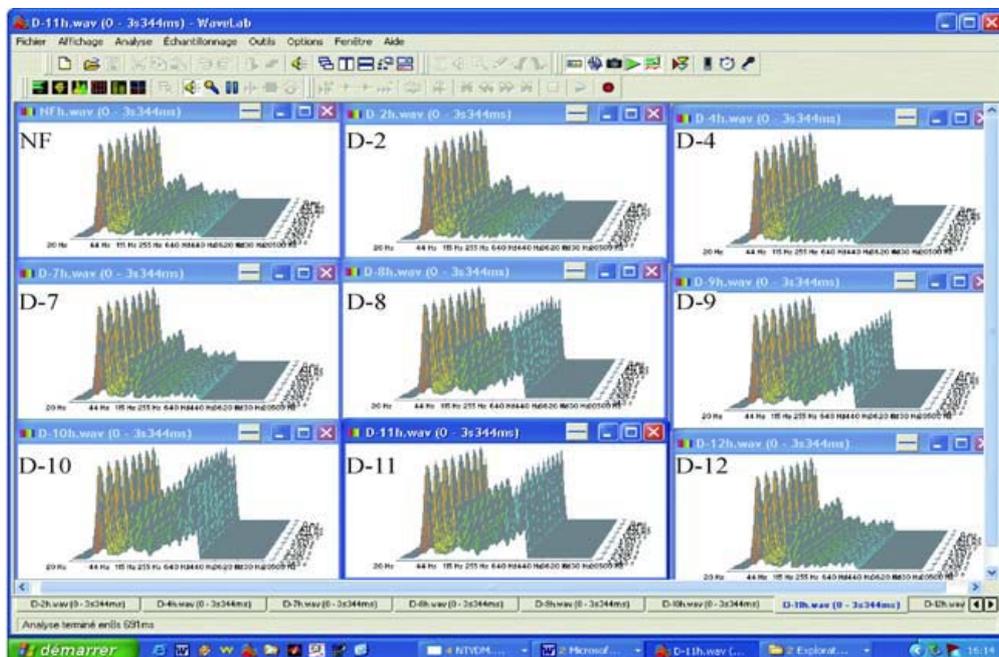


Fig. 26 Trasmissione EMS da D-8 a D-11 (1-3 kHz) *Escherichia coli*

## Capitolo 3

### Le Teorie proposte

Di seguito verranno prese in esame le teorie proposte dai fisici che collaborano con Luc Montagnier e si occupano di teoria quantistica dei campi (QFT).

#### 3.1 Concetti generali

##### 3.1.1 Fisica classica vs fisica quantistica

La differenza generale e profonda tra la fisica classica e quella quantistica è che nella prima la materia viene considerata per così dire “*intrinsecamente passiva*”, cioè la materia scambia energia tramite l’applicazione di forze; nella meccanica quantistica, invece, la materia viene considerata “*intrinsecamente fluttuante*”.

L’inconsistenza e l’impossibilità della meccanica classica di rappresentare la realtà della luce e dell’elettrone, viene invece spiegata con la meccanica quantistica. Nella meccanica classica la materia ha quindi l’*horror vacui*, cioè la natura aborre il vuoto, mentre nella meccanica quantistica la natura ha un opposto *horror quietis*.

##### 3.1.2 Fisica quantistica e Teoria quantistica dei campi

La meccanica quantistica descrive il comportamento della radiazione, della materia e delle loro interazioni, su scala atomica e subatomica. Per farlo, si basa sul fatto che alcune quantità di certi sistemi fisici, come l’energia o il momento angolare, possono variare soltanto di valori discreti, sono cioè quantizzate (*quanti*). Nella meccanica classica la luce è considerata un’onda e l’elettrone è una particella, nella

meccanica quantistica viene conferito carattere ondulatorio alla materia e carattere corpuscolare alla radiazione attraverso il *dualismo onda-particella*. Il cardine della fisica quantistica è il *principio di indeterminazione di Heisenberg*: *esistono coppie di grandezze che non possono venire misurate contemporaneamente con la stessa necessaria precisione; anzi, la precisione di misura dell'una è inversamente proporzionale alla precisione di misura dell'altra. Applicato all'atomo questo principio esprime l'impossibilità di misurare congiuntamente e con la stessa precisione posizione e velocità istantanea dell'elettrone*. Ogni fotone ha una lunghezza d'onda caratteristica e un'energia  $E = h \cdot \nu$ , dove  $\nu$  è la frequenza dell'onda,  $h$  la costante di Planck. La relazione che sussiste tra la lunghezza d'onda  $\lambda$  e la frequenza è  $c = \lambda \cdot \nu$ , dove  $c$  è la velocità della luce. L'energia associata al fotone è direttamente proporzionale alla sua frequenza. Le radiazioni ad alta frequenza, come i raggi X e i raggi gamma, hanno caratteristiche ionizzanti, perché sono ad alto contenuto energetico. La fisica quantistica introduce il concetto di probabilità di un evento abbandonando il determinismo assoluto della meccanica classica. L'elettrone, quindi, può essere descritto con una funzione d'onda  $\Psi$  il cui quadrato  $|\Psi|^2$  è legato alla densità di probabilità di trovare l'elettrone in una qualsiasi zona di spazio attorno al nucleo dell'atomo. Le fluttuazioni in fisica quantistica non riguardano solo gli atomi, ma anche il campo elettromagnetico e le fluttuazioni quantistiche del vuoto: anche il vuoto è un oggetto quantistico e quindi oscilla, come verificato nel 1948 attraverso il cosiddetto effetto Lamb. I fisici teorici calcolarono con esattezza l'energia dell'elettrone nell'atomo di idrogeno quando ruota attorno al protone. Tale valore fu poi verificato sperimentalmente dai fisici sperimentali che rilevarono una discordanza tra previsione teorica e valore misurato (circa una parte su un milione). Questo dimostrava l'esistenza delle fluttuazioni del vuoto. Infatti, l'elettrone che ruota attorno al nucleo è una carica in movimento che genera un campo elettromagnetico, il quale, viene perturbato dal campo elettromagnetico

dei fotoni che emergono dal vuoto spostando, così, l'energia dell'elettrone. Il vuoto quantistico dunque è qualcosa di altamente dinamico, possiede un certo livello di energia, detto *energia di punto zero* e dà origine alle fluttuazioni virtuali (un'altra conferma sperimentale di questo è data p.es dall'effetto Casimir, la lieve forza attrattiva misurata tra due piastre metalliche scariche e distanti tra loro pochi *micron*, in assenza di campi elettromagnetici e in un sistema sottovuoto).

Tra le numerose applicazioni permesse dalla fisica quantistica si ricorda il microscopio a *effetto tunnel quantistico (STM)* in grado di rilevare e mostrare immagini di superfici a livello atomico. L'elemento fondamentale del microscopio è la sonda ultrasottile, solitamente un filo elettrico che termina con una punta costituita da pochissimi atomi di tungsteno, platino-iridio, oro. La sonda viene avvicinata agli atomi della superficie a una distanza pari a circa 1 *nm*. La nube elettronica dell'atomo, all'estremità della sonda, e quella dell'atomo della superficie si sovrappongono. Applicando una piccola differenza di potenziale sonda-campione, tra le due nubi elettroniche scorrerà una piccolissima corrente per *effetto tunnel quantistico* che dipende dalla distanza tra le due parti non in contatto tra loro. La sonda seguendo i contorni delle nubi elettroniche, permette il rilevamento topografico della superficie.

La *teoria quantistica dei Campi (QFT)* è l'applicazione della meccanica quantistica ai campi e fornisce un sistema di riferimento ampiamente usato in fisica delle particelle e in fisica della materia condensata. In particolare, la teoria quantistica del campo elettromagnetico, conosciuta come *elettrodinamica quantistica*, è una teoria in grado di descrivere molto bene le proprietà fondamentali della natura e tratta l'interazione della radiazione elettromagnetica con la materia

## 3.2 Ipotesi

Dal punto di vista fisico gli esperimenti descritti da Montagnier potrebbero essere giustificati come un'alternanza di processi chimici e di interazioni elettromagnetiche. In altre parole, e in modo non-convenzionale, come una serie di reazioni biochimiche governate elettromagneticamente.

I risultati sperimentali dell'esperimento verrebbero descritti con una *teoria quantistica dei campi (QFT)* applicata all'acqua allo stato liquido. Questa teoria è intrinsecamente non lineare e fornisce gli strumenti adatti a descrivere un insieme complesso di processi anch'essi non lineari [6-11].

Essa concepisce l'acqua liquida come una sostanza che non è composta solo da legami puramente statici tra molecole (legami idrogeno e interazioni elettriche dipolo-dipolo), ma nella quale viene coinvolto, come nuovo elemento di interazione, il campo elettromagnetico. In accordo con un approccio teorico fondato sulla teoria quantistica dei campi l'acqua liquida infatti non sarebbe costituita da molecole indipendenti ma da voluminosi aggregati (domini di coerenza) di molecole tenute in fase dall'accoppiamento elettromagnetico.

### 3.2.1 La teoria

Tale teoria può essere schematizzata come segue [6-11]:

a) un insieme di molecole interagendo con un campo elettromagnetico acquisisce, sopra una soglia di densità e al di sotto di una temperatura critica, un nuovo stato di minima energia, differente da quello che si ha in assenza di campo elettromagnetico e nel quale il movimento delle molecole è scorrelato. Questo stato a bassa energia implica una configurazione nella quale le molecole racchiuse in una

porzione di spazio delimitato, denominato *dominio di coerenza*, oscillano all'unisono con la frequenza del campo elettromagnetico racchiuso all'interno di esso. La dimensione di questo dominio corrisponde alla lunghezza d'onda  $\lambda$  relativa alla frequenza di oscillazione dell'onda intrappolata. L'oscillazione collettiva coerente delle molecole componenti il *CD (coherence domain)* si verifica tra lo stato fondamentale e uno stato eccitato che ha volume, secondo la fisica atomica, più ampio rispetto al volume dello stato fondamentale. La lunghezza d'onda del campo EM intrappolato dipende dall'energia di eccitazione  $E_{exc}$  mediante l'equazione:

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E_{exc}} \quad (1)$$

Il *dominio di coerenza* è una cavità autoprodotta attraverso il campo elettromagnetico a causa del meccanismo di Anderson-Higgs-Kibble [9], che implica che il fotone del campo elettromagnetico intrappolato acquista una massa immaginaria, diventando quindi incapace di lasciare il *CD*. Questo *auto-trapping* del campo elettromagnetico garantisce che l'energia del *dominio di coerenza* abbia un valore limite più basso. A causa di questo autointrappolamento la frequenza del campo elettromagnetico del *CD* diventa molto più piccola della frequenza di oscillazione del campo libero, congruentemente con la formula  $E=h/f$  (dove  $f$  è la frequenza,  $h$  è la costante di Plank,  $E$  è l'energia associata all'onda). Questi risultati si applicano a tutti i liquidi.

La peculiarità dell'acqua è che l'oscillazione coerente avviene tra lo stato fondamentale (elettroni legati) e uno stato eccitato (elettroni *quasi-liberi*) di 12,06 eV, appena sotto la soglia di ionizzazione (12,60 eV). Nel caso dell'acqua liquida, il *dominio di coerenza* (della dimensione di 100 nm secondo l'equazione "1") comprende un insieme di elettroni *quasi-liberi* che sono in grado di accettare l'energia fornita

dall'esterno e la trasformano in eccitazioni coerenti (chiamate anche *vortici*) a entropia è più bassa dell'entropia dell'energia in ingresso. Di conseguenza, i *domini di coerenza* dell'acqua potrebbero diventare strutture dissipative, nel senso della termodinamica dei processi irreversibili [12-14].

Semplificando, si può dire che all'interno del dominio ci sarà quindi un sistema “*più ordinato*” rispetto all'esterno e in grado di riorganizzare in maniera “*più ordinata*” anche l'energia “*più disordinata*” che proviene dall'esterno.

b) la coerenza tra le molecole è contrastata dalle collisioni termiche che potrebbero mettere le molecole fuori fase (fuori risonanza), come nel modello *Landau* dell'elio liquido superfluido [15]. La competizione tra attrazione elettrodinamica e rumore termico produce un crossover permanente di molecole tra un regime *coerente* e uno *non coerente*. Per un dato valore di temperatura, il numero totale di molecole coerenti e non coerenti è costante, ma ogni molecola oscilla tra i due regimi producendo un continuo ricambio della distribuzione spaziale delle due frazioni e quindi la struttura spaziale dei domini di coerenza cambia continuamente nel tempo. Ogni esperimento che abbia un tempo di risoluzione, più lungo della vita media delle sopra menzionate strutture spaziali, rivela l'acqua come un liquido omogeneo mentre la sua struttura bifasica può essere rivelata negli esperimenti che abbiano un tempo di risoluzione breve a sufficienza. Questa proprietà vale solo per l'acqua *bulk*, cioè per quelle molecole d'acqua che sono distanti diverse taglie molecolari da membrane o molecole biologiche o altre sostanze. Vicino a una superficie di membrana, l'attrazione tra molecole d'acqua e la superficie può proteggere la struttura coerente dal rumore termico, dando origine a una stabilizzazione della struttura coerente. Questo è in particolare vero nel caso degli organismi viventi nei quali molecole d'acqua siano legate a membrane o a catene di biomolecole. L'acqua interfacciale è quindi permanentemente coerente e può esibire le

conseguenze di lungo periodo della coerenza. In un organismo biologico nessuna molecola d'acqua è più lontana da una superficie, più di poche centinaia di *Angstrom* cosicché la totalità dell'acqua in un organismo vivente si trova nello stato interfacciale ed è quindi coerente. E' noto, ormai da tempo, che le proprietà fisiche dell'acqua di interfaccia sono molto diverse da quelle dell'acqua *bulk*.

c) quando, come negli organismi viventi, i domini di coerenza dell'acqua vengono stabilizzati, importanti conseguenze nascono per la presenza di un serbatoio di elettroni quasi-liberi: è possibile ottenere, attraverso l'effetto tunnel quantistico o piccole eccitazioni esterne, elettroni liberi disponibili a rifornire reazioni ossido riduttive [16]. I *domini di coerenza* inoltre immagazzinano l'energia esterna sotto forma di *eccitazioni coerenti (vortici)*. L'aspetto di oscillazione coerente di questi vortici impedisce gli urti all'interno di esso, quindi, questi possono avere durata lunghissima cosicché le energie di questi vortici si sommano rendendo possibile il raggiungimento di valori molto alti a partire dalla piccolissima energia delle eccitazioni elementari. Quindi i sistemi viventi sono capaci di combinare  $n$  fotoni di frequenza  $\nu$  in un unico fotone di frequenza  $n*\nu$ .

d) quando la frequenza di oscillazione del *CD* corrisponde a quella di altre molecole presenti sulla superficie del dominio stesso, potrebbe accadere che, tali molecole, acquistino per risonanza l'energia accumulata nel dominio a patto che tale valore eguagli l'energia di attivazione della corrispondente molecola.

Inoltre, qualora lo spettro di frequenze del *dominio di coerenza* sia in grado di attrarre i componenti *monomeri* di un *polimero*, quest'ultimo sarebbe creato dall'attrazione dei *monomeri* sul *CD*, in una reazione a catena che addiziona tali *monomeri* purché essi siano presenti in soluzione. In questo modo è possibile indurre la polimerizzazione dei

*monomeri* fornendo, ai *domini di coerenza* della soluzione acquosa di *monomeri*, le frequenze elettromagnetiche tipiche per essi. La precedente dinamica spiega il carattere selettivo dell'interazione tra il campo elettromagnetico e le biomolecole. In particolare, una specie molecolare presente sulla superficie di un dominio di coerenza in grande quantità, può fissare un limite superiore all'energia che si può immagazzinare in tale dominio. Il tipo di reazione biochimica in una cellula determina la frequenza massima del campo elettromagnetico che può essere immagazzinato. La forma di un dominio di coerenza in un organismo vivente dipende dalla forma della superficie a cui essa aderisce.

e) una proprietà collettiva dei *CD* dell'acqua, che potrebbe dare origine a un'attività biochimica sincrona in una regione mesoscopica, dovrebbe richiedere una costanza energetica per tutti i *CD* coinvolti. Questo requisito è soddisfatto da un meccanismo che coinvolge gli ioni elettrolitici e che ha un ruolo riconosciuto nella dinamica biologica. Gli ioni prossimi ai *CD* d'acqua sono infatti attratti dal campo elettromagnetico intrappolato nei domini, di conseguenza sono mantenuti in orbita attorno al dominio muovendosi a una velocità circolare proporzionale alla cosiddetta frequenza di ciclotrone

$$v_c = \frac{1}{2\pi} \frac{q}{m} B \quad (2)$$

dove,  $q$  = carica elettrica,  $m$  = massa ionica e  $B$  = campo elettromagnetico.

Poiché le proteine e il *DNA* sono anche polielettroliti, essi sono circondati da una nube di contro-ioni positivi; ioni aventi una frequenza di ciclotrone nell'intervallo tra 1 e 100 Hz che svolgono un ruolo importante. È stato sperimentalmente rilevato da Zhadin e Giuliani [17,18] che, applicando un campo magnetico, avente una frequenza corrispondente alla frequenza di ciclotrone dello ione, su un sistema nel

quale tali ioni sono presenti, questi vengono deviati dalle loro orbite. Questo meccanismo è stato teoricamente spiegato [19]: a causa della conservazione del momento angolare, l'allontanamento degli ioni dalle orbite ciclotroniche produce un moto rotazionale degli elettroni quasi-liberi dei *CD* dell'acqua, che si eccitano energeticamente [20]. Nel caso nel quale la concentrazione di ioni può essere considerata uniforme in una regione mesoscopica e il campo elettromagnetico esternamente applicato ha anch'esso una dimensione mesoscopica, si può assumere che la quantità di energia di eccitazione sia uniforme in una regione che comprende un gran numero di *CD* di acqua, i quali vengono corrispondentemente eccitati in modo uniforme, garantendo così una intercoerenza tra domini. Abbiamo, quindi, tanti *domini di coerenza* che diventano coerenti tra loro.

L'applicazione di una combinazione di due campi magnetici paralleli (uno statico e l'altro alternato) a una corrente di ioni che fluisce perpendicolarmente alla direzione comune dei due campi, genera un notevole picco di ampiezza al flusso ionico quando la frequenza del campo alternato era uguale a una frequenza caratteristica (frequenza di ciclotrone), specifica di ogni data specie ionica e proporzionale all'intensità del campo statico. Si noti che l'intensità del campo alternato deve essere inferiore a una soglia molto bassa. Questo fenomeno può essere alla base del transito degli ioni attraverso la membrana cellulare, protetta da potenziali elettrici di membrana abbastanza elevati.

La persistenza nel tempo di una frequenza estremamente bassa dei campi magnetici garantisce una costante eccitazione dei *CD* dell'acqua e corrispondentemente delle attività biochimiche da essi catalizzate.

Il ruolo svolto dal campo elettromagnetico di *background* a frequenza bassa è reso più chiaro dall'osservazione che per fornire energia ai *CD* dell'acqua abbiamo bisogno di un campo elettromagnetico risonante. In organismi di alto grado, come gli esseri umani, questo campo può essere prodotto dal sistema nervoso. Microrganismi elementari, quali

batteri, utilizzerebbero i campi geomagnetici risonanti di Schumann [4] (cft. capitolo 1). Questi campi stazionari sono prodotti dall'attività magnetica (fulmini e altri fenomeni quali radiazioni solari) che si verificano nella porzione di spazio tra la superficie della terra e la ionosfera conduttiva. Queste onde stazionarie dovrebbero avere una frequenza  $\nu_s$  che nel caso ideale è [4]:

$$\nu_{s(n)} = \frac{c}{2\pi R} \sqrt{n(n+1)} \quad (3)$$

dove  $R$  è il raggio della Terra. A causa della non idealità della cavità Terra-Ionosfera le frequenze reali sono modestamente inferiori rispetto a quelle attese nel caso ideale dell'eq.3. Le frequenze rilevate sperimentalmente corrispondono a 7,83 Hz (fondamentale); 14,03 Hz; 20,08 Hz; 27,3 Hz; 33,8 Hz.

Di conseguenza, al fine di produrre l'energia di caricamento dei *CD*, il sistema biologico deve selezionare specie ioniche aventi un rapporto  $q/m$  tale che, dato il valore locale di  $B$  nell'organismo, il valore dato dall' eq.2 si accordi con una delle frequenze risonanti di Schumann. Ci si aspetta che il valore locale di  $B$  non sia molto diverso da quello del campo magnetico terrestre, che è dell'ordine di 50 microtesla.

Come precisato precedentemente (punto e), gli ioni vengono deviati dalle loro orbite quando il valore del campo magnetico  $B$  è scelto in modo che la  $\nu_s$  corrisponda alla frequenza di ciclotrone dello ione. Questo avviene in realtà alle frequenze di Schumann di 7,83 Hz del campo geomagnetico. Tali deviazioni degli ioni dalle loro orbite di ciclotrone producono a loro volta, a causa della conservazione del momento angolare, una contro-rotazione del plasma di elettroni *quasi-liberi* nei *CD*, che avrà una frequenza dipendente dalla loro concentrazione, che è quindi l'unica variabile rilevante. Come risultato, la rotazione indotta del plasma di elettroni *quasi-liberi* nei *CD* produce il segnale *EMS* osservato.

Una conferma del fatto che le frequenze osservate siano prodotte dall'attività magnetica è data dal fatto che l'eccitazione è impedita dall'assorbimento elettromagnetico dello strato di *mumetal*.

È interessante notare che, qualora le orbite di ciclotrone attorno al guscio d'acqua dovessero essere saturate da una specie ionica con frequenza di oscillazione non corrispondente alle risonanze di Schumann, l'attività del sistema biologico verrebbe inibita. Questa previsione è in accordo con l'evidenza dell'esistenza di ioni che promuovono attività biologiche e ioni che le inibiscono. Tali conclusioni valgono solo se il background elettromagnetico corrisponde a quello naturale (modi di Schumann). Si osserva inoltre che la presenza o meno del segnale elettromagnetico è legato alla dipendenza dalla concentrazione di diluizione della soluzione acquosa. Poiché il momento angolare è quantizzato, esiste una soglia di diluizione (concentrazione di ioni) al di sopra della quale non si ha il fenomeno, come previsto e osservato. Più in dettaglio, si supponga di essere in grado di estrarre  $n$  ioni per  $CD$ , allora il plasma di  $N$  elettroni quasi-liberi inizia a ruotare con una frequenza molto superiore alla frequenza di ciclotrone dello ione poiché la massa dell'elettrone è molto più piccola della massa degli ioni. Un corrispondente campo di co-risonanza appare nei dintorni dei  $CD$  rotanti e potrebbe essere all'origine di una coerenza estesa tra i  $CD$ . La frequenza di oscillazione del  $CD$  è diminuita con l'aumento di diluizione acquosa. L'esistenza di un range di diluizioni potrebbe essere compresa presumendo che il segnale prodotto da diluizioni inferiori potrebbe avere una frequenza superiore all'intervallo dei valori rilevabili dagli strumenti utilizzati. Diluizioni superiori, al contrario, potrebbero non produrre alcun segnale poiché la concentrazione di ioni è diminuita sotto la soglia in grado di eccitare i  $CD$ . Il campo associato al segnale elettromagnetico osservato, generato attraverso il meccanismo altamente non lineare descritto sopra, può anche innescare la coerenza tra i *domini di coerenza* in un secondo tubo di acqua pura

nel quale può penetrare alle condizioni descritte negli esperimenti. Una volta che i *domini di coerenza* dell'acqua del secondo tubo siano eccitati dal campo elettromagnetico proveniente dal primo tubo, il *DNA* potrebbe essere polimerizzato localmente in conformità al processo suggerito nel punto d) della presente sezione (cioè per addizione successiva come nel caso del polimero). Si riscontra infatti nel DNA riprodotto nella provetta 2 un'omologia del 98% rispetto alla molecola originale (102 paia di basi su 104). Ulteriori studi dal punto di vista quantitativo del fenomeno sono ancora in corso.

### **3.2.3 Possibili applicazioni mediche**

Da questo e numerosi altri esperimenti condotti dall'equipe di Montagnier è emerso che molteplici specie batteriche hanno la caratteristica di emettere segnali elettromagnetici a vari ordini di grandezza di diluizioni, gli stessi ordini di grandezza tipici per il *Mycoplasma pirum*. Tra queste specie batteriche elenchiamo: *B. Streptococcus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*.

Un'altra caratteristica fondamentale è che ogni specie batterica che manifesta tali proprietà presenta uno spettro di emissione in frequenza tipico per quella determinata specie. Tale evidenza emerge dall'analisi di Fourier dei segnali emessi per ogni specie batterica analizzata. E' possibile rilevare segnali elettromagnetici, anche, dal plasma di pazienti affetti da varie infezioni e malattie croniche. Il plasma deve essere mantenuto fresco e non congelato. Se il plasma viene congelato a  $-70^{\circ}$  C allora si deve estrarre il *DNA* per recuperare i segnali. Il *DNA* può anche essere estratto da biopsie di tessuto. Le malattie in cui sono stati osservati tali segnali elettromagnetici (Alzheimer, Parkinson, sclerosi multipla, varie neuropatie, sindrome di Lyme cronica, artrite

reumatoide) può essere considerato, alla luce di quanto sopra descritto, un indice della loro eziologia virale o batterica.

Un caso speciale è quello dell'*HIV*. *EMS* sono stati regolarmente rilevati nelle sequenze di *DNA* dell'*HIV* (Fig. 28,29) nel sangue dei pazienti trattati con terapie *antiretrovirali* (*ART*) e che rispondevano bene al trattamento, poiché, si aveva la scomparsa delle copie RNA virali nel sangue in circolazione. La produzione del *EMS* è, quindi, indotta da un singolo gene o da frammenti di gene. Usando un clone di *DNA* dell'*HIV* creato in laboratorio si è costruita la mappatura dei geni dei *virus* che sono in grado trasmettere *EMS*.

| HIV GENES |       | Sequence range | N° of base pair (bp) | DNA          | EMS | Positive dilutions (D) |
|-----------|-------|----------------|----------------------|--------------|-----|------------------------|
| GAG       | PCR   | 890→2278       | 1 388                | Clone        | -   |                        |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
|           | n-PCR | 1 491→2 038    | 547                  | Clone        | -   |                        |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
| POL       | PCR   | 3 219→4 805    | 1 586                | Clone        | -   |                        |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
|           | n-PCR | 4 174→4 669    | 495                  | Clone        | -   |                        |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
| ENV       | PCR   | 6 438→7 816    | 1 378                | Clone        | -   |                        |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
|           | n-PCR | 6 848→7 521    | 673                  | Clone        | +   | D-4 to D-8             |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
| LTR       | PCR   | 83→570         | 487                  | Clone        | -   |                        |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
|           | n-PCR | 445→549        | 104                  | Clone        | +   | D-4 to D-8             |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | +   | D-4 to D-8             |
| NEF       | PCR   | 8 797→9 398    | 601                  | Clone        | -   |                        |
|           |       |                |                      | Patient (C1) | -   |                        |
|           | n-PCR | 9 066→9 280    | 214                  | Clone        | +   | D-5 to D-9             |
|           |       |                |                      | Patient      | +   | D-4 to D-7             |

Fig. 27 Geni HIV in grado di produrre EMS

La terapia antiretrovirale è basata su inibitori delle *proteasi* e della *trascrittasi inversa* del *virus*. Tuttavia, dopo l'interruzione di tale trattamento la moltiplicazione del *virus* riprende e questo suggerisce l'esistenza di un "*reservoir*" (serbatoio) non accessibile al trattamento classico. Inoltre, anche le frazioni di globuli rossi includono *DNA* che emette tali segnali. Questo è strano poiché gli eritrociti non contengono *DNA* e il virus *HIV* non si lega alle membrane eritrocitarie.

Ciò indica che l'*ART* induca nei pazienti il rilascio plasmatico di una sequenza del *DNA* di *HIV* come se l'inibizione dell'infezione nella fase

di trascrizione inversa stesse spingendo il *virus* a un livello basso di replicazione usando solo *templates* circolanti di *DNA*.

E' stata inoltre promossa l'idea che il trattamento *ART*, che include

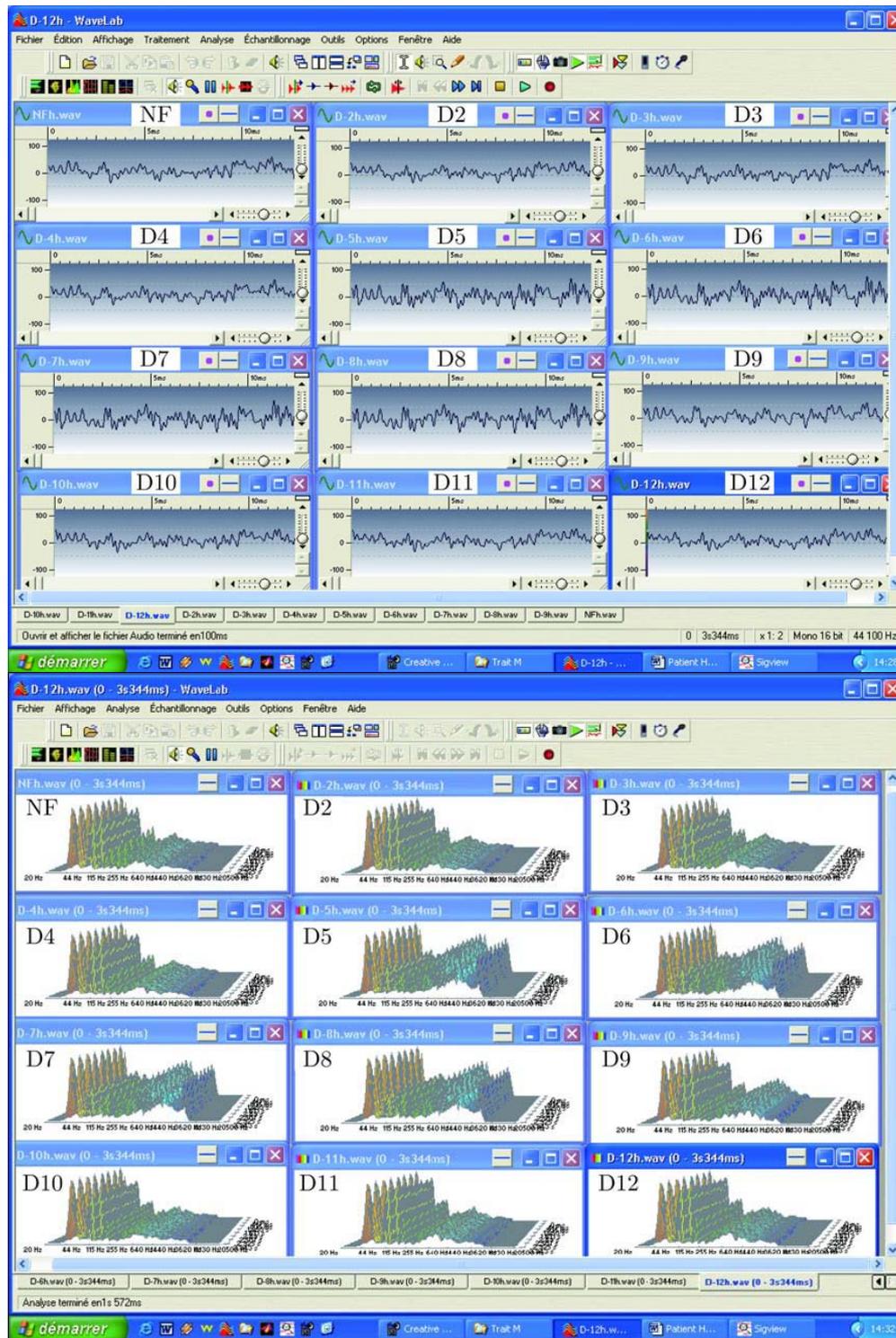


Fig. 28 Analisi degli EMS rilevati positivo da D5 a D8, plasma HIV + ART

l'inibitore della trascrittasi inversa, selezioni una forma alternativa di replicazione del *DNA* virale [2].

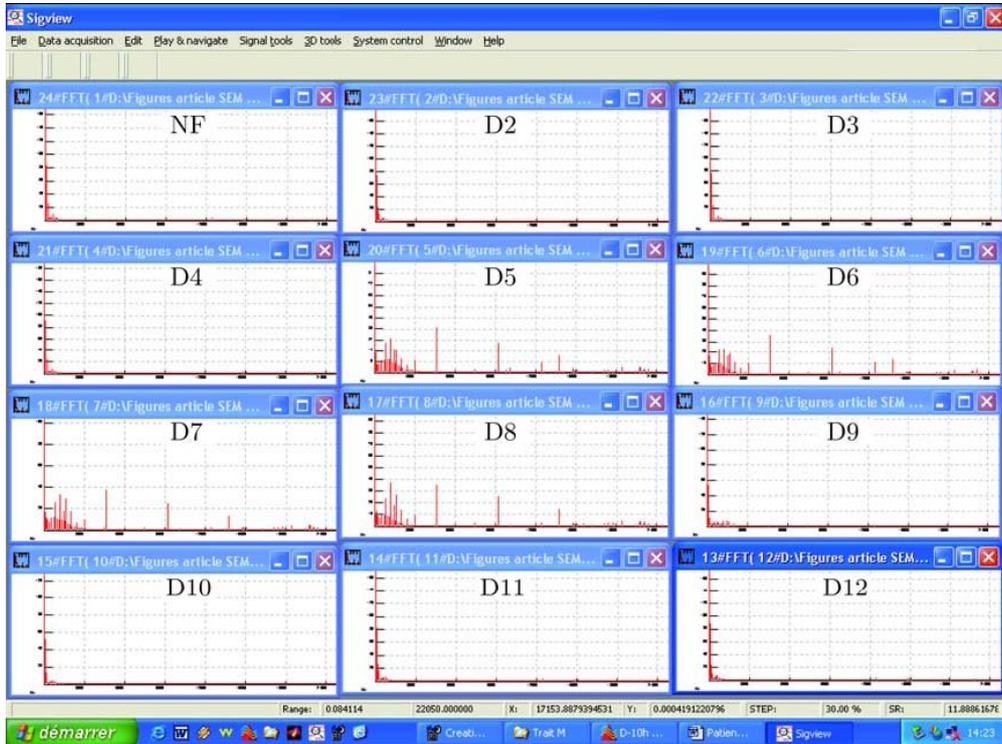


Fig. 29 Analisi degli EMS rilevati positivo da D5 a D8, plasma HIV + ART

Qualunque sia l'origine del *DNA* circolante, il suo facile rilevamento attraverso i segnali elettromagnetici potrebbe renderlo un *biomarker* unico di interesse clinico.

## **Conclusioni**

Accertare in modo definitivo la natura dei segnali elettromagnetici provenienti dal *DNA* di *batteri* e *virus* e spiegarne l'origine e il significato rappresenta un'integrazione delle attuali conoscenze nel campo delle scienze di base e un potenziale strumento nel campo della medicina aprendo la strada allo sviluppo di sistemi ad alta sensibilità per il rilevamento di infezioni batteriche croniche in diverse malattie.

Questo studio proposto da Montagnier, che si integra con altri rilievi significativi in questo dominio della ricerca, spiega i fenomeni osservati fin'ora alla luce delle teorie della fisica quantistica che forniscono una spiegazione alle evidenze sperimentali presentate che promettono un cambio di prospettiva nell'interpretazione dei fenomeni biologici.

## Bibliografia

- [1] Montagnier L, Aissa J, Ferris S, Montagnier J-L and Lavallee C 2009 Interdiscip. Sci. Comput. Life Sci. 1 81
- [2] Montagnier L, Aissa J, Lavallee C, Mbamy M, Varon J and Chenal H 2009 Interdiscip. Sci. Comput. Life Sci. 1 245
- [3] Montagnier L 2010 Lindau Nobel Conference  
[www.lucmontagnierfoundation.org](http://www.lucmontagnierfoundation.org)
- [4] Nickolaenko A P and Hayakawa M 2002 Resonances in the Earth-ionosphere Cavity (Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers)
- [5] Gibson D G et al 2010 Science 329 52
- [6] Preparata G 1995 QED Coherence in Matter (Singapore: World Scientific)
- [7] Arani R, Bono I, Del Giudice E, Preparata G 1995 Int. J. Mod. Phys. B 9 1813
- [8] Del Giudice E, Preparata G and Vitiello G 1988 Phys. Rev. Lett. 61 1085
- [9] Del Giudice E and Vitiello G 2006 Phys. Rev. A 74 022105
- [10] Del Giudice E and Tedeschi A 2009 Electr. Biol. Med. 26 48
- [11] Del Giudice E, Spinetti P R and Tedeschi A 2010 Water 2 566
- [12] Del Giudice E, Pulselli R.M and Tiezzi E 2009 Ecol. Model 220 1874
- [13] Marchettini N, Del Giudice E, Voeikov V L and Tiezzi E 2010 J. Theo. Bio. 265 511
- [14] Voeikov V.L, Del Giudice E 2009 Water Journal 1 52
- [15] Landau L.D 1941 J. Physics USSR (Moscow) 571
- [16] Szent-Gyorgyi A 1957 Bioenergetics (New York, NY: Academic Press Inc)
- [17] Zhadin M. N, Novikov V V, Barnes F S and Pergola N F 1998 Bioelectromagn. 19(1) 41

- [18] Zhadin M and Giuliani L 2006 *Electr. Biol. Med.* 25(4) 269
- [19] Del Giudice E, Fleischmann M, Preparata G and Talpo G 2002  
*Bioelectromagnetics* 27 522
- [20] Del Giudice E and Giuliani L 2010 *Eur. J. of Oncol. Library* 5 7  
Sitografia: <http://it.wikipedia.org>

## *Ringraziamenti*

*Un ringraziamento al relatore, Dott. Emanuele Giordano, per la curiosità incondizionata manifestata verso i contenuti presentati in questo lavoro di tesi.*

*Un sincero ringraziamento a tutte le persone che mi sono state vicine e che mi hanno sempre sostenuto, in particolar modo a mia moglie.*

*Un ringraziamento ai miei genitori che mi hanno sempre incoraggiato.*